



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Lutgens • Tarbuck

Безендірген Dennis Tasa

Атмосфера

Метеорологияға кіріспе

Алматы, 2016

The Atmosphere

An Introduction to Meteorology

13th edition

Frederick K. Lutgens

Edward J. Tarbuck

Illustrated by Dennis Tasa



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Атмосфера

Метеорологияға кіріспе

Оқулық

Ағылшын тілінен аударған:
Беркімбаева С.Б., Адбанова А.А.

Фредерик К. Лутгенс

Едвард Дж. Тарбак

Безендірген Деннис Таса

Алматы, 2016

ӘОЖ 551 (075.8)
КБЖ 26.23 я 73
А 90

*Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Оқулық»
республикалық ғылыми-практикалық орталығы бекіткен*

Фредерик К. Лутгенс
Едвард Дж. Тарбак
Безендірген Деннис Таса

Атмосфера: Оқулық. – Алматы, 2016

«Атмосфера» – метеорология саласы бойынша алғашқы және бірегей мәтінді, қазақ тіліне аударылған студенттерге арналған оқу құралы. Берілген басылым студенттерге күнделікті тұрмыстарына әсер ететін жағдайларды, яғни техникалық құрылғыларсыз атмосфера феноменін түсінуге және ауа райын болжауға көмектесуге бағытталған мазмұнды оқу құралы. Құралдың басты мақсаты – «Атмосфера» оқулығы арқылы метеорология саласының негізгі қағидалары мен түсініктерін үйренуге қажетті ақпаратқа толы, заманауи, студенттерді қызығып оқитын оқулық құралмен қамтамасыз ету. Студенттер бүгінгі таңда оқулықтарға келгенде оларда опциялардың болғанын қалайды. «Атмосфера» оқу құралы студенттерге қалаулары бойынша кең мүмкіншілік беріп, ауқымды ақпарат, оның кең түрдегі форматтарын және оқу барысында интернет көздерін де ұсынады.

Метеорологияны меңгеру құрамына келесідей бөліктерден тұрады: геоақпараттық жүйелермен (GIS) тығыз байланысты MapMaster интерактивті карталары, Google Earth™ қолданушы, Encounter Meteorology зерттеулері, географиялық ғылымдардың ең күрделі тақырыптарына арналған ГеоОқытушы, геоғылыми анимациялар, GEODe нұсқаулықтары және т.б. Метеорологияны меңгеру құрамына сонымен қатар оқытушыға арналған барлық нұсқаулықтар мен студенттерге арналған Study Area ресурсы да кіреді.

ӘОЖ 551 (075.8)
КБЖ 26.23 я 73

ISBN 978-601-217-576-9

THE ATMOSPHERE: AN INTRODUCTION TO METEOROLOGY, 13th Edition; ISBN 0321984625; by LUTGENS, FREDERICK K.; TARBUCK, EDWARD J., and TASA, DENNIS G.; published by Pearson Education, Inc. publishing as Prentice Hall. Copyright © by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. Kazakh Language edition published by the Association of Higher Educational Institutions of Kazakhstan. Copyright © 2016.

© Қазақстан Республикасы Жоғары оқу орындарының қауымдастығы, 2016

Қысқаша мазмұны

1	Атмосфераға кіріспе	30
2	Жер беті және атмосфераның қызуы	68
3	Температура	110
4	Ылғал және атмосфераның тұрақтылығы	158
5	Конденсация және жауын-шашын түрлері	208
6	Ауа қысымы және жел	256
7	Атмосфера циркуляциясы	298
8	Ауа массалары	346
9	Ортаендік циклондар	374
10	Найзағайлар мен торнадолар	424
11	Құйындар	468
12	Ауа райын талдау және болжау	510
13	Ауаның ластануы	568
14	Климаттың өзгерісі	606
15	Дүниежүзі климаты	658
16	Атмосфераның оптикалық құбылыстары	718
ҚОСЫМША А	Метрикалық бөлім	А-1
ҚОСЫМША Ә	Күнделікті ауа райы картасын түсіндіру және декодтау	А-4
ҚОСЫМША Б	Шық нүктесінің мәні. Салыстырмалы ылғалдылық мәні	А-7
ҚОСЫМША В	Газдарға қатысты заңдар	А-9
ҚОСЫМША Г	Ньютонның заңдары, қысым градиентінен туындаған күш және Кориолис күші	А-11
ҚОСЫМША Ғ	Саффира-Симпсон құйын шкаласы	А-14
ҚОСЫМША Д	Климат деректері	А-15
Глоссарий		765

1 Атмосфераға кіріспе

SmartСуреттер

- 1.18 Мауна Лоа CO₂ аудиодыбыс
- 1.20 Озон тесігі

Геоғылыми анимациялар

Озон қабатының жұқаруы

Бейнелер

Озон тесігі
Жаһандық көмірсутектің өсімдіктермен сіңірілуі
Көмірқышқылдағы жаһандық өзгерістер
Концентрациялар

GEODe

Ауа райының маңыздылығы
Ауа райы және климат
Атмосфераның құрамы
Атмосфера кеңістігі
Атмосферадағы температура құрылымы
Лабораторияда: ауа райы картасын оқу
Вулкан күлінің әсері

2 Жер беті және атмосфераның қызуы

SmartСуреттер

- 2.6 Күн тоқырауы және күн мен түннің теңелуі
- 2.11 Жылуды таратудың үш механизмі
- 2.15 Күннің сәулелену жолдары
- 2.22 Үш планета, үш климат

Геоғылыми анимациялар

Жер-күн қатынасы
Атмосфералық энергетикалық баланс

Бейнелер

Ғаламдық қар жамылғысындағы маусымдық өзгерістер
Шілде ғаламдық фильмі
Қаңтар ғаламдық фильмі
Жылдар бойғы инсоляциядағы ғаламдық өзгеріс
Атмосфераның жоғарғы қабатындағы радиация
Күннің тұтылуы
Электромагниттік спектрдің туры
Ультракүлгіндегі күн
Күн энергетикасы

GEODe

Жыл мезгілдерін түсіну, 1 бөлім
Жыл мезгілдерін түсіну, 2 бөлім
Күн радиациясы
Келіп жатқан күн радиациясымен не болады?
Парниктік әсер
Лабораторияда: Альбедаға әсер етуші түстер

3 Температура

SmartСуреттер

- 3.2 Изотерма карталары
- 3.5 Теңіз температуралары
- 3.14 Бұлтты күндер ашық күндерге қарсы
- 3.18 Қантар шілдеге қарсы

Геоғылыми анимациялар

- Гольфстрим
- Мұхит циркуляциясының үлгісі

Бейнелер

- Ғаламдық теңіз бетінің температурасы – климатология
- Жер бетінің маусымдық өзгерістері
- Температуралар
- Флоридадағы ауыр конвекция
- Қаланың жылу аралдар
- Температура және ауылшаруашылығы

GEODe

- Температура бойынша негізгі деректер
- Температураны бақылау

4 Ылғал және атмосфераның тұрақтылығы

SmartСуреттер

- 4.1 Су айналымы
- 4.3 Су күйінің өзгеруі
- 4.13 Шық нүктесі
- 4.20 Фронттардың конвергенциясы және қабысуы
- 4.24 Атмосфераның тұрақтылығы

Геоғылыми анимациялар

- Жер бетіндегі су және ылғалдылық циклі
- Су қалпының өзгеруі
- Атмосфераның тұрақтылығы

Бейнелер

- Ылғалдылық циклі
- Ғаламдық буланудың жылдамдығы
- Қаңтардағы су буы
- Шілдедегі су буы
- Салыстырмалы ылғалдылық болжауы
- Бұлт толқындарының гравитациясы

GEODe

- Су жағдайының өзгеруі
- Ылғалдылық: ауадағы су буы
- Бұлттардың қалыптасуының негізі: адиабаталық салқындау
- Ауаға байланысты үдерістер
- Критикалық жағдайдағы ауа райын қалыптастырушы: атмосфералық тұрақтылық
- Лабораторияда: атмосфералық тұрақтылық

5 Конденсация және жауын-шашын түрлері

SmartСуреттер

- 5.1 Бұлт түрлері
- 5.12 Тұман
- 5.22 Бұршақ

Бейнелер

Спутниктік түсірілімдерден бұлттарды сәйкестендіру
Флоридадада түсірілген бұлттар
Бұл бұлт па?
Бұлттар және авиация
Тұманды спутниктен қарау
Жел кедергісінің маңыздылығы
Ғаламдық жауын-шашын
Радар арқылы анықталған қатты бұршақ болжамы
Жер обсерваторисы-ғаламдық карталар

MapMaster

Қалың тұманды күн

GEODe

Бұлттар классификациясы
Тұман түрлері
Жауын-шашын формалары қалай қалыптасады
Жауын-шашын формалары

6 Ауа қысымы және жел

SmartСуреттер

- 6.2 Ауа қысымы
- 6.14 Кориолис эффектісі

Геоғылыми анимациялар

Кориолис эффектісі
Желдің дамуы
Циклон және антициклон

Бейнелер

Кориолис эффектісінің
Меггу-Go-Round-қа әсері
Қуаңшылық кездегі желдер
Құйынды желдер
АҚШ-тағы жел энергетикасының дамуы
Жел болжамы

GEODe

Ауа қысымын өлшеу
Желге әсер ететін факторлар
Максимум және минимум

7 Атмосфера циркуляциясы

SmartСуреттер

- 7.2 Жергілікті желдер
- 7.7 Жер шарындағы циркуляция
- 7.21 Айналымдар

Геоғылыми анимациялар

- Хэдли Кэл және дүниежүзілік жел
- Дүниежүзілік жел
- Жылдам ағым және Россби толқындары
- Мухиттық циркуляция
- Жиектік судың көтерілуі/төмендеуі
- Эль-Ниньо және Ла-Нинья
- Маусымдық қысым және жауын-шашын

Бейнелер

- Дүниежүзілік өрт
- Қара карбонат аэрозолінің дүниежүзілік желге тигізер салдары
- Эль-Ниньо
- Ла-Нинья
- Су тасқыны және қуаншылық

MapMaster

- Ла-Нинья
- Эль-Ниньо

8 Ауа массалары

Бейнелер

- Радардың шағылдырғыштық қабілеті және ауа массасы
- 2011 жылдағы Groundhog Day боран эффектісі
- 2011 жылдағы ультракүлгін көрініс Groundhog Day
- Blizzard
- Көлдің қарға әсері

GEODE

- Ауа массасы

9 Ортаендік циклондар

SmartСуреттер

- 9.3 Фронттар

Геоғылыми анимациялар

- Жылу фронттар
- Суық фронттар
- Ортаендік циклондар

Бейнелер

- Құрғақ орта ендікті циклондар
- Ортаендік циклондардың қоғамға әсері
- Торнадо суық фронттардың алдында
- Құйындар және ауа массалары

Ортаендік циклондардың қоғамға әсері
Су булары ортаендік циклондармен тасымалданады
Қысқа және ұзын толқындар
1993 жылдағы су тасқыны кезіндегі желдер
Құрғақ ортаендік циклондар

GEODE

Фронттар
Ортаендік циклондарды көрсете отырып
Лабораторияда: ортаендік циклондарды қарастыру

10 Найзағайлар мен торнадолар

SmartСуреттер

10.05 Найзағайлар
10.22 Мезоциклондар және торнадолар

Бейнелер

Найзағайлар болжау
Торнадо жел моделі
Қазіргі таңдағы қауіпті торнадолар
Мәліметтер жылдамдығы радарын қолдана отырып
Торнадик найзағайын сәйкестендіру
Шарпыма мәліметтер радарын қолдана отырып
Торнадик найзағайын сәйкестендіру

MapMaster

Найзағай жарқылы
Жылына болатын найзағай
Торнадолық құбылыс/торнадо аймақтары

11 Құйындар

Геоғылыми анимациялар

Құйынды желдер

Бейнелер

Құйынды көзіңмен көру
Ортаендік құйындар
Катрина құйыны
Хот Тауэрс және құйын интенсификациясы
Құйынды болжауды жақсарту
Қатты боранның болуы

12 Ауа райын талдау және болжау

Бейнелер

Сандық модельдегі анықталмағандық
Сіздің жұмыс столыңызда атмосфераны модельдеу
Найзағайларды болжамы
Жауын-шашын болжамы

13 Ауаның ластануы

SmartСуреттер

13.7 АҚШ. Энергияны үнемдеу

Бейнелер

Ғаламдық көміртегі тотығының концентрациясы
Смог блоггерлер
Салем Крад

14 Климаттың өзгерісі

SmartСуреттер

14.9 Мұздықтардағы климаттық рекорд
14.17 Мұз дәуіріндегі орбиталық тездету
14.32 Жағалау сызығы

Геоғылыми анимациялар

Орбиталық тездету және климаттың өзгеруі
Ғаламдық жылыну

Бейнелер

20 000 жылдықты қарағай тозаңы
Климат, дәнді дақылдар және аралар
Жер температурасы
Алясканың тұрғындары көз алдындағы
климаттың өзгеруі
Теңіз деңгейінің жоғарылауы
Континентальді мұз қалқандарының шегінуі

15 Дүниежүзі климаты

SmartСуреттер

15.6 Тропикалық климат
15.11 Шөлдер
15.25 Таулы климат

Бейнелер

Ғаламдық жауын-шашынның тәуліктік мөлшерінің ауытқуы
Климаттың анықталымдылығы
Найзағайдың мерзімділігі
Әр түрлі құрылғыларды пайдалана отырып өрттерді зерделеу
Гренландиядағы АйсБридж операциясы

MapMaster

Физикалық қоршаған орта
Климат: Тропикалық ылғалдылық пен құрғақшылық
Климат: Ылғалды субтропикалық
Климат: Теңіздік батыс жағалаулар
Климат: Субтропикалық құрғақ жаз
Климат: Ылғалды континентальді
Климат: Мұз қалқандар
Климат: Таулы аймақ

Мазмұны



Кітап, медиа және «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы
«Метеорологияны меңгеру»™ бойынша медиа
Алғы сөз XXVII

1 Атмосфераға кіріспе 30

Назар аударылатын тұжырымдар 31

Атмосфераға назар салу 32

- Құрама штаттарындағы ауа райы 32
- Метеорология, ауа райы және климат 32
- Атмосфералық апатты құбылыстар 35

Ғылыми зерттеулердің мәні 37

1.1-мәліметтер жинағы Ғарыш кеңістігінен жерді бақылау 37

- Гипотезалар 38
- Теория 39
- Ғылыми әдістер 39

Жер жүйе ретінде 41

- Жер сфералары 41
- Жер жүйесінің ғылымы 45
- Жер жүйесі 46

Атмосфера құрамы 47

1.2 -мәліметтер жинағы Жер атмосферасының қалыптасуы мен эволюциясы 48

- Көмірқышқыл газы 49
- Ауыспалы қоспалар 50
- Озон қабатының бұзылуы, жаһандық мәселе 52

Атмосфераның вертикаль құрылысы 54

- Қысымның өзгеруі 55

1.1-атмосфераға шолу 55

- Температуралық өзгерістер 56

1.2-атмосфераға шолу 59

- Ионосфера 60

Атмосфераға кіріспе тұжырымына шолу 61

- Ой жүгірту 65
- Мәселелер 66

2 Жер беті және атмосфераның қызуы 68

Назар аударылатын тұжырымдар 69

Жер–Күн қатынасы 70



Жер қозғалысы 70

Мезгілдердің пайда болуына не себеп? 71

Жер бағыты 72

Күн тоқыраулары және күн мен түннің теңелулері 74

2.1-мәліметтер жинағы Талтүстік Күн бұрышын есептеу 75

2.2 -мәліметтер жинағы Мезгілдер қашан болады? 77

Энергия, температура және жылу 79

Энергия формалары 79

2.1-атмосфераға шолу 79

Температура 80

Жылу 81

Жылу тасымалының механизмі 83

Жылу өткізгіштік 83

Конвекция 84

Сәуле 85

Радиация заңдары 89

2.3-мәліметтер жинағы: Ультракүлгін индексі 87

Түсетін күн сәулелерінде қандай құбылыс болады? 90

Трансмиссия 91

Сіңірілу 91

Шағылысу және шашырау 93

2.2-атмосфераға шолу 95

Атмосферадағы газдың рөлі 95

Атмосфераның қызуы 97

Жылыжай эффектісі 98

Жердің энергия қоры 99

Жылдық энергия қоры 100

Ендік энергия қоры 102

Жер беті және атмосфераның қызуы тұжырымына шолу 102

Ой жүгірту 105

Мәселелер 107

3 Температура 110

Назар аударылатын тұжырымдар 111

Жазба үшін: ауа-температура бойынша мәліметтер 112

Базалық есептеулер 112

Изотермалар 112

3.1-мәліметтер жинағы Солтүстік Американың суық және ыстық аймақтары 113



Температура неге өзгереді: температура реттеуіштері 115

Төселмелі беткейдің және судың дифференциалды жылынуы 116

Мұхит ағыстары 119

Теңіз деңгейіндегі биіктік 122

Географиялық орналасуы 123

Алbedo вариациясы 125

3.1-атмосфераға шолу 125

Температураның ғаламдық таралуы 128

3.2-атмосфераға шолу 129

Ауа температурасының циклдері 131

3.2-мәліметтер жинағы Ендік және температура диапазоны 132

Тәуліктік температура циклі 133

3.3-атмосфераға шолу 134

Тәуліктік температура диапазонындағы өзгеріс 135

Жылдық температура циклі 136

3.3-мәліметтер жинағы Қалалар температураға қалай әсер етеді: қалалық жылу аралы 136

Температура өлшеуіштері 138

Термометрлер 138

Құрылғы қорғанышы 141

Температуралық шкалалар 142

Температура мәліметтерінің қолданылуы 144

Тәуліктік температура деңгейлері 144

3.4-мәліметтер жинағы: Жылу толқындары 146

Адамға қолайсыз температуралық индекс 149

Температура тұжырымына шолу 152

Ой жүгірту 155

Мәселелер 157

4 Ылғал және атмосфераның тұрақтылығы 158

Назар аударылатын тұжырымдар 159

Жер бетіндегі су 160

Судың атмосфера бойынша қозғалысы 160

Су – бірегей зат 161

Судың күйін өзгертуі 162

Мұз, сұйық су және судың буы 163

Жасырын жылу 163



Ылғалдылық: ауадағы судың буы 165

Ылғалдылық қалай есептеледі? 166

Бу қысымы және жұтылу 167

4.1-атмосфераға шолу 170

Салыстырмалы ылғалдылық және шық нүктесі температурасы 171

Салыстырмалы ылғалдылық қалай өзгереді 171

4.1-мәліметтер жинағы 100 пайыз салыстырмалы ылғалдылықтағы құрғақ ауа? 172

Салыстырмалы ылғалдылықтың табиғи өзгерісі 174

4.2-мәліметтер жинағы Ылғалдандырғыштар мен құрғатқыштар 175

Шық нүктесіндегі температура 176

Ылғалдылық қалай өлшенеді? 177

Сіздің болжамыңыз қандай? 178

Адиабаттық температура өзгерістері және бұлттардың пайда болуы 181

Адиабаттық салқындату және конденсация 181

Ауаны көтеретін үдерістер 183

Орографиялық көтерілу 184

4.3-мәліметтер жинағы Жаңбыр көрсеткіші мен таулы аймақ 184

Алдымен көтерілу 185

Конвергенция 186

Оқшауланған конвективтік көтерілу 187

4.2-атмосфераға шолу 188

Ауа райының қалыптасуының мәселелері: атмосфералық тұрақтылық 189

Тұрақтылық түрлері 189

Тұрақтылық және күнделікті ауа райы 194

Тұрақтылық қалай өзгереді 194

4.3-атмосфераға шолу 195

4.4-мәліметтер жинағы Орографиялық әсерлер: жел бағыттас жаңбыр және желге қарсы жаңбыр көлеңкелері 195

Температурадағы кері өзгеріс және тұрақтылық 198

Ылғал және атмосфералық тұрақтылық тұжырымына шолу 200

Ой жүгірту 203

Мәселелер 205

5 Конденсация және жауын-шашын түрлері 208

Назар аударылатын тұжырымдар 209

Бұлттардың түзілуі 210



Ауа қанығу жағдайына қалай жетеді? 210

Конденсация ядросының рөлі 210

Бұлт тамшыларының өсуі 211

Бұлттардың жіктелуі 211

Бұлт пішіндері 212

Бұлт биіктігі 213

Жоғарғы қабат бұлттары 214

Ортаңғы қабат бұлттары 215

Төменгі қабат бұлттары 215

Вертикальды дамыған бұлттар 216

Бұлт түрлері 217

5.1-атмосфераға шолу 218

Тұман түрлері 219

Салқындану тұмандары 220

Булану тұмандары 222

Жауын-шашынның құрылуы 224

Суық бұлттардан құрылған жауын-шашын: Бержерон үдерісі 225

5.2-атмосфераға шолу 226

Жылы бұлттардан құрылған жауын-шашын: соқтығысу-коалесценция үдерісі 228

Жауын-шашын түрлері 231

Жаңбыр, сіркіреуік және мұнар 232

Қар және қар қиыршығы 233

Қарлы жаңбыр және мұзды жауын 233

Бұршақ 235

Қырау 237

Жауын-шашынды өлшеу 238

5.1-мәліметтер жинағы: Ең сұрапыл қыстық ауа райы 238

Стандартты құрылғы 240

Қар жамылғысының өлшемі 241

5.3-атмосфераға шолу 241

Метерадиолокатор арқылы жауын-шашынды өлшеу 242

Сіздің болжамыңыз қандай? 242

Ауа райының жоспарлы және аңдаусыз модификациялануы 245

Жоспарлы ауа райы модификациясы 245

Ауа райының аңдаусыз модификациясы 247

Конденсация және жауын-шашын түрлері тұжырымына шолу 248

Ой жүгірту 251

Мәселелер 254



6 Ауа қысымы және жел 256

Назар аударылатын тұжырымдар 257

Атмосфералық қысым және жел 258

Атмосфералық қысым деген не? 258

Атмосфералық қысымды өлшеу 259

Атмосфералық қысымның беттерде және аэрологиялық карталарда орналасуы 262

Неліктен ауа қысымы өзгереді? 265

Биіктікке байланысты қысымның өзгеруі 266

Температураға байланысты қысымның өзгеруі 267

Қысымның ылғалдылыққа байланысты өзгеруі 269

6.1-мәліметтер жинағы Ауа қысымы және авиация 269

Қысымның биіктіктегі ауа ағысы әсерінен өзгеруі 271

Желге әсер ететін факторлар 271

Қысымның градиенттік күші 271

Кориолис күші 273

Үйкеліс 277

Жоғарғы қабат желі мен жер бетіндегі желін салыстыру 278

Түзу бағытты ағын және геострофикалық жел 278

Қисық ағын және градиент жел 281

Жер беті желдері 282

6.1-атмосфераға шолу 283

Жел ауаның тік қозғалысын қалай тудырады 284

Тік ауа ағындарының циклондар және антициклондармен байланысы 284

Тік ауа ағынын бақылайтын өзге факторлар 286

6.2-атмосфераға шолу 286

6.3-атмосфераға шолу 287

Желдің көрсеткіштерін өлшеу 288

Желдің бағытын өлшеу 288

6.2-мәліметтер жинағы Жел қуаты: потенциалмен бірге балама 289

Желдің жылдамдығын өлшеу 291

Ауа қысымы және желдер тұжырымына шолу 292

Ой жүгірту 295

Мәселелер 297

7 Атмосфера циркуляциясы 298

Назар аударылатын тұжырымдар 299

Атмосфералық қозғалыстың масштабтары 300



Микромасштабты желдер **300**
Мезомасштабты желдер **300**
Макромасштабты желдер **301**
Барлық масштабтағы жел үлгілері **301**

7.1-мәліметтер жинағы Шанды құйын 303

Жергілікті желдер 304

Құрлық және теңіз бриздері **304**
Тау және аңғарлық желдер **305**
Фен **306**
Ағынды (төмен құлау) желдер **307**
Қала сыртынан соғатын желдер **307**

Жер шарындағы циркуляция 308

Бір торлы циркуляция үлгісі **308**
Үш торлы циркуляция үлгісі **308**

7.2-мәліметтер жинағы Санта Ана желдері және өрттер 309

7.1-атмосфераға шолу 311

Қысым алқаптарының желді бағыттары 312

Дәріптелген қысым алабының белдеулері **312**
Ақиқат әлем: жартылай тұрақты қысым жүйесі **313**

Муссондар 316

Азия муссоны **316**
Солтүстік Америка муссоны **318**

Батыс желдері 319

Неге Батыс желдері? **319**
Батыс желдеріндегі толқындар **320**

Струялық ағындар 321

Полярлы струялық ағын **322**
Субтропикалық струялық ағын **323**
Струялық ағын және жердің жылу қоры **323**

Дүниежүзілік желдер және мұхит ағыстары 325

Мұхит ағыстарының климатқа әсері **326**

7.2-атмосфераға шолу 327

Мұхит ағыстары және апвеллинг **328**

Эль-Ниньо, Ла-Нинья және оңтүстік тербеліс 328

Эль-Ниньоның жаһандық әсері **330**
Ла-Ниньяның жаһандық әсері **332**
Оңтүстік тербеліс **332**

Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуы 333

Жауын-шашынның аймақтық таралуы **334**
Континенттер бойынша жауын-шашынның таралуы **335**



7.3-атмосфераға шолу 336

Атмосфераның циркуляциясы тұжырымына шолу **337**

Ой жүгірту **342**

8 Ауа массалары 346

Назар аударылатын тұжырымдар 347

Ауа массасы деген не? 348

Ауа массаларының классификациясы 349

Құрылу ошақтары **349**

Ауа массаларының классификациясы **351**

Ауа массасының модификациясы 352

Солтүстік Америка ауа массаларының қасиеттері 354

Құрлықтық Полярлы (кП) және Құрлықтық арктикалы ауа массалары **354**

Көл-қар әсері: суық ауаның жылы су үстімен өтуі **356**

8.1-мәліметтер жинағы Сібірлік экспресс 357

Теңіздік полярлы (тП) ауа массасы **360**

8.2-мәліметтер жинағы

Көлдiң төтенше дауылды болдырту салдары **360**

8.1-атмосфераға шолу 362

8.2-атмосфераға шолу 363

Теңіздік тропикалық (тТ) ауа массасы **364**

Құрлықтық тропикалық (кТ) ауа массасы **366**

Ауа массалары тұжырымына шолу **367**

Ой жүгірту **370**

Мәселелер **372**

9 Ортаендік циклондар 374

Назар аударылатын тұжырымдар 375

Атмосфералық фронт аймағындағы ауа райы 376

Фронт дегеніміз не? **376**

Жылы фронттар **377**

Салқын фронттар **379**

Стационарлық фронттар **382**

Тазартылған фронттар **383**

Құрғақ сызықтар **385**

9.1-атмосфераға шолу 386

Ортаендік циклондар және полярлық фронт теориясы 386



Полярлық фронт теориясы 387
Ортаендік циклонның өмірлік циклі 388

Сіздің болжамыңыз қандай? 390

9.2-атмосфераға шолу 392

Ортаендік циклоннан дәріптелген ауа райы 393

Ағын және циклондардың қалыптасуы 396

Циклондық және антициклондық циркуляция 397
Дивергенция және конвергенция 398

Сіздің болжамыңыз қандай? 399

Ағын және циклонның миграциясы 401

Ортаендік циклондар қайда құрылады? 403

Солтүстік Америкаға әсер ететін ортаендік дауылдардың пайда болуы 403
Қимыл үлгілері 404

Заманауи көзқарас: конвейер жолағының үлгісі 406

9.3-атмосфераға шолу 406

Жылы конвейер жолағы 407
Суық конвейер жолағы 408
Құрғақ конвейер жолағы 408

9.1-мәліметтер жинағы

2008 жылғы орталық батыстағы су тасқыны 409

Антициклондық ауа райы және атмосфералық бұғаттау 410

Ортаендік циклондағы мысал 412

Ортаендік циклондар тұжырымына шолу 416
Ой жүгірту 420
Мәселелер 422

10 Найзағайлар мен торнадолар 424

Назар аударылатын тұжырымдар 425

Ол қандай термин? 426

Найзағайлар 427

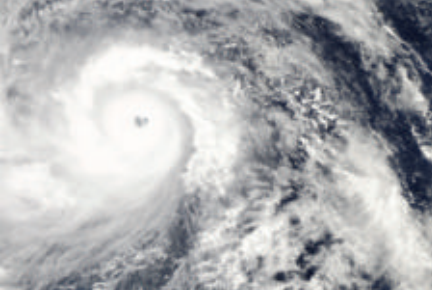
Бөліну мен жиілік 427
Найзағайлар мен климаттық өзгеріс 428

Найзағай ауа массалары 430

Даму кезеңдері 430
Пайда болу 432

Күшті найзағайлар 432

Көпұялы бұлтты найзағайлар 434



Дауылды жолақтар 436

10.1-мәліметтер жинағы Қауырт су тасқындары 437

Мезомасштабты конвективті кешендер 438

Найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуі 438

Найзағайдың жарқылдауының себептері қандай? 439

10.2-мәліметтер жинағы Төменгі ағын 440

Найзағайдың түсуі 442

10.1-атмосфераға шолу 443

Күннің күркіреуі 444

Торнадолар 445

Торнадоның дамуы мен пайда болуы 447

Торнадоның дамуы 447

Торнадо климатологиясы 449

Торнадоның пішіні 450

Торнадоның жойқын күші мен торнадоны болжау 453

Торнадоның қарқындылығы 453

Адам шығыны 455

Торнадоны болжау 455

10.2-атмосфераға шолу 456

10.3-мәліметтер жинағы Жойқын торнадодан аман қалу 456

Сіздің болжамыңыз қандай? 458

Найзағайлар мен торнадолар тұжырымына шолу 462

Ой жүгірту 466

Мәселелер 467

11 Құйындар 468

Назар аударылатын тұжырымдар 469

Құйын профилі 470

11.1-мәліметтер жинағы Бұрыштық сәттің сақталуы 473

Құйынның түзілуі және тарқап кетуі 475

Құйынның түзілуі 475

Тропикалық бүлінуден құйынға дейін даму 478

Құйынның тарқап кетуі 479

11.2-мәліметтер жинағы Тропикалық дауылдар және құйындардың атаулары 479

Құйынның қирату әрекеті 481

11.1-атмосфераға шолу 482



Саффира-Симпсон шкаласы 483

Дауыл толқыны 484

Сіздің болжамыңыз қандай? 486

Жел нұқсаны 488

Қатты жауындар және құрлықтағы су тасқыны 489

Құйынның қарқындылығын бағалау 490

Ұшақтан тастанылатын зонд 490

Спутниктік деректерді пайдалану 491

11.2-атмосфераға шолу 492

Құйынды анықтау, қадағалау және мониторинг 494

Спутниктер рөлі 496

Авиациялық барлау 496

Радар және Буйс мәліметтері 496

Құйындар уақыты және ескертулер 498

11.3-мәліметтер жинағы Хайян супер тайфуны 498

Құйын болжамы 500

Құйындар тұжырымына шолу 502

Ой жүгірту 506

Мәселелер 507

12 Ауа райын талдау және болжау 510

Назар аударылатын тұжырымдар 511

Ауа райы бизнесі: қысқаша шолу 512

Ауа райы болжамын жасау 513

Ауа райын болжауда кімнің кім екенін білу 514

Ауа райы туралы мәліметтерді жинақтау 515

Жердегі бақылау 516

Биіктіктен бақылау 517

Ауа райы карталары: атмосфераның суреті 518

Беткейлік ауа райы карталары 520

Ауа райының аэрологиялық диаграммалары 522

Биіктіктердегі ағын мен Жер бетінің ауа райы арасындағы байланыс 526

12.1-атмосфераға шолу 528

Ауа райын заманауи болжау 529

Ауа райын сандық болжау 530

Болжау ансамблі мен белгісіздік 532

Болжаудың басқа әдістері 533

Тұрақты болжау 534

Климатологиялық болжау 534



Аналогия әдісі 535

Тенденциялық болжау 535

Метеорологиялық серіктер: ауа райын болжауда қолданылатын әдістер 536

Серіктер арқылы алынған бейнелердің түрлері 538

12.2-атмосфераға шолу 542

Серіктер арқылы жасалатын өзге де өлшемдер 542

Ауа райы болжамының түрлері 543

Сапалық болжамдардың сандық болжамдардан айырмашылығы 543

Қысқа және орташа аралыққа арналған болжамдар 546

Ұзақ аралыққа арналған болжамдар 546

Бақылау және ескерту 548

Ауа райын болжаушының рөлі 549

Болжау құралдары 549

12.1-мәліметтер жинағы Термодинамикалық диаграмма 552

Ауа райын болжауда Алтын ережені қолданады 555

Болжаудың нақтылығы 557

Сіздің болжамыңыз қандай? 559

Ауа райын талдау мен болжау тұжырымына шолу 561

Ой жүгірту 565

Мәселелер 567

13 Ауаның ластануы 568

Назар аударылатын тұжырымдар 569

Ауаның ластану қауіптері 570

Ауаның ластану көздері мен түрлері 573

Бастапқы ластаушылар 573

13.1-мәліметтер жинағы Ластану әсерінен қала климатының өзгеруі 575

13.1-атмосфераға шолу 576

13.2-мәліметтер жинағы 1952 жылы болған түтін 580

Екінші қайтара ластаушылар 582

Ауа сапасына байланысты трендтер 585

Стандарттарды белгілеу 585

Ауа сапасының индексі 588

Ауаның ластануына әсер ететін метеорологиялық факторлар 589

Жел фактор ретінде 589

13.3-мәліметтер жинағы Ауаның ластану жағдайының ғарыштық көрінісі 591



Қышқыл жауын-шашын 596

Қышқыл жауын-шашынның мөлшері мен әсері 596

13.2-атмосфераға шолу 598

13.3-атмосфераға шолу 600

Ауаның ластануы тұжырымына шолу 601

Ой жүгірту 604

14 Климаттың өзгерісі 606

Назар аударылатын тұжырымдар 607

Климат жүйесі: климаттың өзгерісін анықтау жолы 608

Климат жүйесі 608

Климаттың өзгерісін анықтау 609

Климаттың өзгерісінің табиғи себептері 619

Тектоникалық плиталар және климаттық өзгерістер 620

Жаңарту белсенділігі және климат өзгерісі 621

Жер орбитасының өзгерісі 624

Күн энергиясының өзгеруі және климат 626

14.1-мәліметтер жинағы

Бұрылғы геологиядағы жаңартулық атқылаулар мен климаттық өзгерістер 627

14.1-атмосфераға шолу 630

Ғаламдық климатқа адамның әсері 630

CO₂ деңгейінің жоғарылауы 631

Атмосфера реакциясы 633

Коспалы газдардың рөлі 635

14.2-атмосфераға шолу 637

Аэрозольдер климатқа қалай әсер етеді 637

Сіздің болжамыңыз қандай? 639

Климаттық кері байланыс механизмдері 640

Кері байланыс механизмдерінің түрлері 640

Климаттың компьютерлік модельдері: әлі жетілмеген маңызды құралдары 642

Жаһандық жылынудың кейбір салдары 643

Теңіз деңгейінің көтерілуі 644

Арктикадағы өзгеріс 647

Мұхит қышқылдығының артуы 649

«Тосын жайт» мүмкіншіліктері 650

Климаттың өзгерісі тұжырымына шолу 651

Ой жүгірту 656



15 Дүниежүзі климаты 658

Назар аударылатын тұжырымдар 659

Климаттардың топтастырылуы 660

Көппен бойынша топтастыру 661

Дүниежүзі климаттары. Қысқаша шолу 664

Климаттарды басқару: қысқаша мазмұндама 666

Ендік 666

Құрлық пен су 667

Географиялық орналасу мен басым желдер 667

Таулар мен биік таулы аймақтар 667

Теңіз ағымдары 668

Қысым және жел жүйелері 668

Ылғалды тропикалық (А) климаттар 669

Ылғалды тропиктер (Af, Am) 669

15.1-мәліметтер жинағы Тропикалық орманның кесілуі – оның топыраққа әсері 673

Тропикалық ылғалды және құрғақ климат (Aw) 674

Құрғақ климаттар 678

«Құрғақшылық» деген нені білдіреді? 679

Субтропикалық шөл (BWh) мен дала (BSh) 681

Батыс жағалаудағы субтропикалық шөлдер 684

Орта ендікті шөлдер (BWk) мен дадалықтар (BSk) 685

Жылы қыстары бар ылғалды орташа ендіктегі климаттар (С) 687

Ылғалды субтропикалық климат (Cfa) 687

15.1-атмосфераға шолу 689

Теңіз батыс жағалаулы климаты (Cfb) 690

Жазы құрғақ субтропикалық (Жерорта теңізі) климат (Csa, Csb) 691

Қысы қатты ылғалды континенттік климаттар (D) 694

Ылғалды континенттік климат (Dfa) 695

15.2-мәліметтер жинағы Қуаңшылық – шығыны көп атмосфералық қауіп 696

Субарктикалық климат (Dfc, Dfd) 699

Полярлық климат (Е) 701

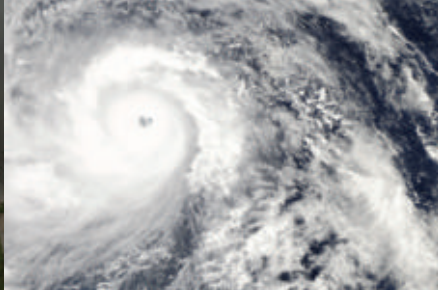
Тундра климаты (ET) 702

Полярлық мұз климаты (EF) 704

Биік таулы климат 705

15.2-атмосфераға шолу 708

Дүниежүзі климаты тұжырымына шолу 709



Ой жүгірту 714
Мәселелер 716

16 Атмосфераның оптикалық құбылыстары 718

Назар аударылатын тұжырымдар 719

Жарық пен материяның өзара қатынасы 720

Рефлексия 720

Рефракция 722

Сағым 725

16.1-мәліметтер жинағы Тас жолда шынымен сағымдар бола ма? 726

Кемпірқосақтар 730

Қоралану, Жалған Күн және Күн Діңгектері 734

16.2-мәліметтер жинағы Глориялар 737

Өзге де оптикалық құбылыстар 739

Әкиектер 740

Құбылмалы бұлттар 741

Атмосфераның оптикалық құбылыстары тұжырымына шолу 742

Ой жүгірту 744

ҚОСЫМША А Метрикалық бөлім А-1

ҚОСЫМША Ә Күнделікті ауа райы картасын түсіндіру және декодтау А-4

ҚОСЫМША Б Шық нүктесінің мәні. Салыстырмалы ылғалдылық мәні А-7

ҚОСЫМША В Газдарға қатысты заңдар А-9

ҚОСЫМША Г Ньютонның заңдары, қысым градиентінен туындаған күш және Кориолис күші А-11

ҚОСЫМША Ғ Саффира-Симпсон құйын шкаласы А-14

ҚОСЫМША Д Климат деректері А-15

Глоссарий 765

«Атмосфера» – метеорология саласы бойынша алғашқы және бірегей мәтінді, студенттерге арналған оқулықтың он үшінші басылымы. Берілген басылым студенттерге күнделікті тұрмыстарына әсер ететін жағдайларды, яғни техникалық құрылғыларсыз атмосфера феноменін түсінуге және ауа райын болжауға көмектесуге бағытталған мазмұнды мәтін. Басты мақсатымыз – «Атмосфера» оқулығы арқылы метеорология саласының негізгі қағидалары мен түсініктерін үйренуге қажетті ақпаратқа толы, заманауи, қызықты оқылатын мәтінмен студенттерді қамтамасыз ету.

Бұл басылымдағы жаңалықтар

13-басылым – бұл оқулықтың шығу тарихындағы жан-жақты және ең мұқият редакцияланған басылымы.

- **Метеорологияны меңгеру™** әрбір студенттің жетістігіне жауапты, курстың мақсатына баса назар аударған, сондай-ақ күрделі қағидалар мен оқу материалын меңгерудегі студенттерге көмегі дәлелденген қызықты, әрі қарқынды білім мүмкіндігін жеткізуші құрал. Метеорологияны меңгеру құрамына келесідей бөліктерден тұрады: геоақпараттық жүйелермен (GIS) тығыз байланысты *MapMaster интерактивті карталары*, *Google Earth™* қолданушы, *Encounter Meteorology* зерттеулері *SmartСандар*, географиялық ғылымдардың ең күрделі тақырыптарына арналған *GeoОқытушы*, *Геоғылыми Анимациялар*, *GEODe* нұсқаулықтары және т.б. Метеорологияны меңгеру құрамына сонымен қатар оқытушыға арналған барлық нұсқаулықтар мен студенттерге арналған Study Area ресурсы да кіреді.
- **Сіздің болжамыңыз қандай?** Бұл жаңа белсенді үйрету функциясы студенттерді тәжірибеге бағытталған жоспарлау тақырыптарымен қамтамасыз етеді. Метеорология мен климатологияның әртүрлі сала мамандары даярлаған «Сіздің болжамыңыз қандай?» функциясы нақты ағымдағы мәліметтерді пайдалану арқылы студенттерге болжам жасауға мүмкіндік беріп, қазіргі уақытта метеорологияның маңыздылығын дәлелдейді. Тақырыптар бойынша келтірілген мысалдар ішіне жауын-шашын үлгілерін анықтау үшін картаны қолдану (5-тарау), ауа-райының беткі картасын құрастыру және сараптау (9-тарау), күшті теңіз дауылы құбылысын алдын-ала болжамдау (10-тарау) кіреді. Аталған тарауларда келтірілген тұжырымдамалармен жұмыс жасау арқылы студенттер сыни ойлау қабілетін жетілдіреді.
- **SmartСандар** бұл – мәтін ішінде кездесетін түйінді кескіндемелер арқылы тұжырымдамаларды түсіндіретін және тексеретін мәтінделген қысқаша видео сабақтар. Студенттер SmartСандарға өз ұялы телефондары арқылы «Жедел жауап» (Quick Response – QR) кодты сканерлеп қосылады. Бұл ақпарат құралы Метеорологияны меңгеру-дегі Зерттеу облысында да қолжетімді және оқытушылар автоматты бағалайтын сұрақ-жауап түрін бекіте алады.
- **Біріктірілген мобильді ақпарат құралы.** QR орнатылған мобилді *Бейнелер* мен *Геоғылыми Анимациялар* тараулар ішінде мәтіндерді біріктірген, «*Геоғылыми Анимациялар*» студенттерге бірден түйінді үрдістерді көрсету үшін анимацияларға қосылуға, ал «Бейнелер» өмірден алынған кейс-стадилар мен мәліметтік визуалды көруге мүмкіндік береді. Бұл ақпарат құралы Метеорологияны меңгеру қорындағы «Зерттеу облысында» да қолжетімді. SmartСандармен бірге 13-басылымда шамамен 130-дан аса ақпарат құралдары пайдаланылған.
- **Жаңа және кеңейтілген белсенді білім алу жолы.** «Атмосфера» оқулығының 13-басылымы жаңа білім алуға жоспарланған. Әрбір тарау «*Тұжырымдамаға назар*

салу» қосымшасымен басталады, әрбір зерттеу нысаны тараудағы әр басты бөлімге сай келеді. Әрбір тарау студенттердің түйінді тұжырымдамалардың басымдылығын түсінуге көмектесетін білімі мен әдетін қалыптастырады. Тарауда әрбір басты бөлімдері нөмірленіп, қажетті зерттеу нысанын басқа жолмен зерттеді. Келесі бөлімді зерттеуге көшпес бұрын, әр бөлім соңында студенттердің маңызды ойлар мен терминдерді түсіну білімін тексеретін «Тұжырымдама тексеру» атты қосымша келтірілген. Жаңа тарауды қорытындылау ерекшелігіне «Тұжырымдамаларға шолу» қосымшасы жатады, ол тарау басындағы «Тұжырымдамаға назар салу» қосымшасы мен нөмірленген тарау бөлімдерімен үйлесімді байланысқан. Бұл – оқуға жеңіл, көп жағдайда сурет, диаграмма, кесте және студенттердің тарау бойынша білімін тексеретін сұрақтарды қамтитын, түйінді тұжырымдамалар мен анықтамаларға қысқаша шолу. Барлық тараудың құрамында «Ой жүгірту» қосымшасы бар, ол тараудағы ақпараттарды анализдеу, синтездеу және қолдану арқылы жоғары деңгейлі ойлануға машықтайтын суретті сұрақтар тізбегінен тұрады.

- **Қайталанбас көрнекі бағдарлама.** Көптеген жаңа, жоғары сапалы әрі соңғы ауа-райы құбылыстарына түсіндіре алатын спутниктік суреттер мен кескіндемелермен қатар, ондаған жаңа және геоғылым суретшісі Dennis Tasa қайтадан салған суреттер қосылған. Суреттермен қатар көрнекі карталар мен диаграммалар қосылған. Сонымен қатар, бірнеше жаңа кестелер түйінді құбылыстарды түсіндірсе, жаңартылған және түзетілген суреттерге берілген қосымша белгілер білім алушыларды сандарды зерттеу барысында бағыттады.
- **Маңызды жаңарту және мазмұнын қайта қарастыру.** Бұл оқулықтың басты міндеті білім алушыларға қызықты, нақты және замануи түсінікті білімді жеткізу. Ең басты мақсатымыз – «Атмосфера» оқулығын бастапқы курс студенттеріне ағымдағы, өзекті және жеңіл оқылатын мәліметтерді жеткізу. Көптеген талқылау тақырыптары, кейс-стади және мысалдар қайта қарастырылып, жаңартылды, атап айтқанда:
 - 2-тарауға жылыжай газдары туралы кеңірек талқылау;
 - 7-тарауға El Nino/La Nina құбылысы туралы жаңартылған талқылау;
 - 8-тарауда ауа массаларының қозғалысын талқылауға 2013/2014 жылдардағы Америка Құрама Штаттарындағы Орта батыс аймағындағы қыс кезіндегі ерекше суық туралы мәліметтер қосылды;
 - 10 Тарауға найзағайлар мен климат өзгерісі арасындағы байланыс;
 - 11 Тарауда бірнеше жаңартылған сандар мен 2013 жылғы жойқын Хайян тайфунын сипаттайтын жаңа «Ізғарлы және қауіпті ауа-райы» қосымшасы;
 - 12 Тарауда ауа-райын болжаудың жаңа техникалары кеңейтіліп, қайта жазылған, сонымен қатар «Ауа райын болжаушы рөлі» («The Role of the Forecaster») жаңа бөлімі мен «Термодинамика диаграммалары» қосымшасы қосылған;
 - 14 тарауда Климат өзгерісі бойынша үкіметаралық сарапшылар тобының (IPCC) «Климат өзгерісі 2013: физикалық ғылымдар негізі» атты 5-ші қорытынды есебінің басты шешімдері келтірілген;
 - «Климат өзгерісі және оның ауа райына әсері» тақырыбындағы талқылаулар оқулық барысында жиі кездеседі.

Ерекшеліктері

Оқылу деңгейі

Берілген оқулықтың мәтіні қарапайым, түсінуге жеңіл тілде жазылған. Басты талап бойынша талқылаулар түсінікті әрі техникалық тілді аз қолдану арқылы, жеңіл оқылатындай

етіп ұсынылған. Жиі кездесетін тақырыптар мен тақырыпшалар студенттерге әр тарауда келтірілген маңызды идеяларды танып білуге және талқылауларды зерттеуге көмектеседі. 13-басылымда тараулардың ұйымдастырылуын зерттеу және жекелеген нақышта жазу арқылы мәтіннің жеңіл оқылуын жетілдіруді жалғастырдық. Бірнеше тараудың маңызды бөліктері түсінуге оңай болу үшін қайтадан жазылды. Мысалы, 1-тарау қысқартылып, материалды ұсыну жолы жетілдіріліп, түйінді мәселелерге баса назар аударылды; 3,4 және 6-тараулардағы басты бөлімдердің саны қысқарды, бірақ бөлімшелері қайта қарастырылып, студенттерге құбылыстар арасындағы байланысты түсінуге көмектесетін көрнекі тақырыпшалармен толықтырылды. 9 және 12-тарауларда бөлімдердің реті өзгертіліп, түйінді ұғымдарды түсіндіру жолы жетілдірілді, ал 12-тарау ауа райын болжаудағы көптеген жаңа технологиялардың пайда болуына байланысты толықтай өзгертіліп, қайта жазылды.

Басты қағидалар мен нұсқаулықтың икемділігіне аса назар аудару

«Атмосфераның» 13 басылымы көптеген өзекті тақырыптарды қозғағанымен, жаңа редакцияның басты мақсаты бұрынғыдай өзгеріссіз қалды, яғни студенттердің негізгі қағидаларды түсінуіне себеп болу. Біз, бұл оқулық барысында, оқырманымызға метеорология ғылымын қалыптастырушы бақылау тәсілдері мен талқылауға тұрарлық үрдістер туралы түсінігін қалыптастыруға мүмкіндігінше тырыстық.

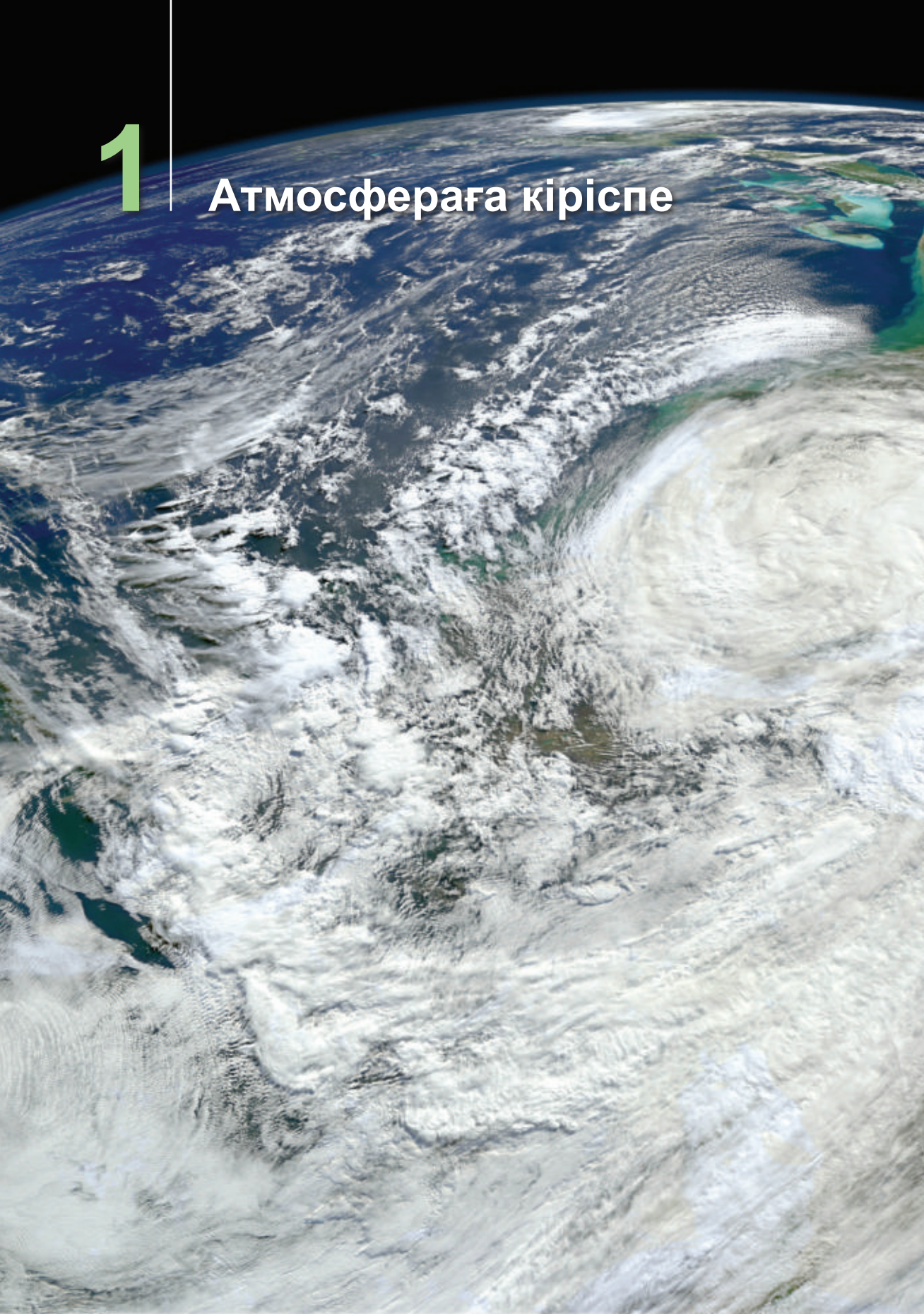
Қосымша оқу құралдары

Жаңартылған және кеңейтілген басылымға қосымша ретінде, 13-басылым келесідей маңызды оқу құралдарын қосуды жалғастырды:

- «*Атмосфераны бақылау*» – студенттерге теориялық білімді визуалды түрде сараптама жасауға мүмкіндік беретін белсенді зерттелетін сұрақтар шынайы өмірден алынған суреттермен қатар жүретін қосымша. Оқытушылар кітаптан немесе Метеорологияны меңгеруден бұл сұрақтарды сабақ барысында пікірталас ретінде талдауына немесе студенттерге жеке таратуына болады. Көпшілігі соңғы түсірілген суреттермен жаңартылса, кейбір тарауларға жаңа тақырыптар қосылған.
- Әрбір тарауға бірнеше «Студенттердің қоятын сұрақтары» ерекшелігі қосылған. Оқытушылар мен білім алушылар әрбір тарау бойынша бөлінген сұрақтар мен жауаптар талқылауларды қызықты әрі мағыналы етеді деген қолайлы пікірлеріен бөлісуді жалғастыруда.
- Жаңа басылым қатал және қауіпті ауа-райы мәселелерін ерекшелеуді жалғастыруда. Атмосфералық қауіптер күн сайын дүниежүзіндегі миллиондаған адамдардың өміріне кері әсерін тигізуде. Ызғарлы ауа-райы құбылыстары қалыпты ауа-райы шегінен тыс таңқалдыратын ерекшелігі мен маңызы бар. Аталған тақырыптарға бағытталған екі тарауға қосымша ретінде (10-тарау «Найзағайлар және Торнадо», 11-тарау «Құйындар») мәтін барысында 15 ызғарлы және қауіпті ауа-райы жағдайлары топтамасы келесідей түрлі тақырыптарды қозғайды: жылу толқындары, қысқы дауылдар, сел, ауаның ластану мысалдары, құрғақшылық, орман өрттері, суық және т.б. Әрбір жинаққа студенттерге өз білімін тексеруге және тарауда кездескен ұғымдармен байланыстыруға көмектесетін бір немесе екі белсенді зерттелетін сұрақтар кіреді.
- Көптеген тарауларға сандық бағытталған «Мәселелер» қосымшасы қосылған. Бұл мәселелерді шешу барысында студенттерден қарапайым математикалық қабілетті талап етіп, тарауда келтірілген қағидалар мен ұғымдарды қолдану арқылы өз білімдерін жетілдіруге көмектеседі.

1

Атмосфераға кіріспе





Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімнің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 1.1** Ауа райы мен климат айырмашылығын түсіну, ауа райы және климаттың түйінді элементтерінің атауларын және бірнеше маңызды атмосфералық қауіптерді атап беру.
- 1.2** Ғылыми зерттеулердің заңдарын, гипотезалардың қалыптасуы мен теориялардың дамуын талқылау.
- 1.3** Атмосфераның төрт басты сферасын атау және сипаттау. Жүйе ұғымын анықтау және жердің жүйе ретінде саналатынын түсіндіру.
- 1.4** Жер атмосферасын құраушы түйінді газдарды атап шығу және метеорологиялық тұрғыдан ең маңызды құрамдас бөліктерді анықтау. Озон қабатының жұқаруы нәліктен маңызды ғаламдық мәселе екенін түсіндіру.
- 1.5** Ауа қысымының жер бетінен атмосфераның ең жоғарғы қабатына дейін өзгергенін көрсететін кестелерді түсіндіру.

Жер атмосферасы бірегей болып келеді. Біздің күн жүйеміздегі ғаламшарда біз білетін өмір сүру шарттарын қалыптастыратын нақты газдар қосындысы немесе жылулық пен ылғалдылық шарттары жоқ. Біздің тіршілік етуіміз үшін жер атмосферасын құраушы газдар мен олардың басқарылуы өте маңызды. Бұл бөлімде біз сіздермен өмір сүру үшін қажет ауа кеңістігін оқуды бастаймыз.

1.1 Атмосфераға назар салу

Ауа райы мен климат айырмашылығын түсіну, ауа райы және климаттың түйінді элементтерінің атауларын және бірнеше маңызды атмосфералық қауіптерді атап беру.

 GEODe ► Атмосфераға кіріспе ► Ауа райы және климат

Ауа райы біздің күнделікті істейтін әрекеттерімізге, жұмысымызға, денсаулығымызға және жайлылығымызға әсер етеді. Біз ауа райының қолайсыз жағдайлары кезінде немесе таза ауада өткізетін шараларымыз болмаса, көпшілігіміз ауа райына шамалы ғана назар аударамыз. Дегенмен, барлығымыз ауа райы деп атайтын феноменнен басқа физикалық қоршаған ортаның біздің өмірімізге әсер ететін бірнеше аспектілері бар.

Құрама Штаттарындағы ауа райы

Құрама Штаттар тропиктен Арктика белдеуіне дейін созылып жатқан ауданды қамтиды. Ол жағажайлық сызықтың мындаған шақырымын және мұхиттың ықпал етуіне қашықта орналасқан ауқымды аймақтарды алып жатыр. Бірқатар таулы және басқа да басым жазықты ландшафттарды қамтиды. Бұл тынық мұхит дауылдары батыс жағалауларды жайлаған, шығыс жағы Атлант және Мексика шығанағының әсерінде болатын жер. Елдің орталығында орналасқандар ауа райы құбылыстарын оңтүстіктен жылжитын суық Канада ауа массасы мен солтүстіктен жылжитын Мексика шығанағының тропикалық ауа массасымен соқтығысқанда байқай алады.

Ауа райы жайлы мәліметтерді есту күнделікті өмірдің қалыптасқан іс-әрекетіне айналды. Ыстық, суық ауа температурасы, су тасқыны, құрғақшылық, тұман, қар, мұз, қатты желдер жайлы мақалалар мен дерек көздер дағдылы құбылыс болды. Ерекше ауа райы құбылыстары планетамыздың барлық бөлігінде болып жатыр. Құрама Штаттарында бүкіл әлемдегі елдерге қарағанда ауа райы өзгерісінің ең көп түрі бар шығар. Қауіпті дейтін ауа райы құбылыстары мысалы, торнадо, аяқасты су тасқындары, найзағайлар, құйындар, дауылдар басқа елдерге қарағанда, Құрама Штаттарында өте жиі және қатерлі түрде кездеседі. Адамдардың өміріне тікелей қатысынан бөлек, ауа райы агроәдениетке әсер ете отырып, әлемдік экономикаға, энергетиканы пайдалану мен су ресурстарына, транспортқа және өнеркәсіпке септігін тигізеді.

Ауа райы біздің өмірімізге көп жақты әсер етеді. Сондай-ақ адамдар да атмосфераға, оның салдарына әсер ететінін түсіну қажет. Осы әсер етулермен қоса әрдайым экономикалық, саяси және ғылыми шешімдер де қабылданып отырады. Мысал ретінде ауа райының ластануының себептерін анықтау және қадағалау жұмыстарын келтіруге болады. Тағы бір мысал, ол – климаттың ғаламдық өзгеруін бағалау мен шешу жолдарын іздестірудегі жұмыстар. Қазіргі таңда атмосфера және оның жағдайы туралы хабардар етудің және түсінудің маңызы артып отыр.

Метеорология, ауа райы және климат

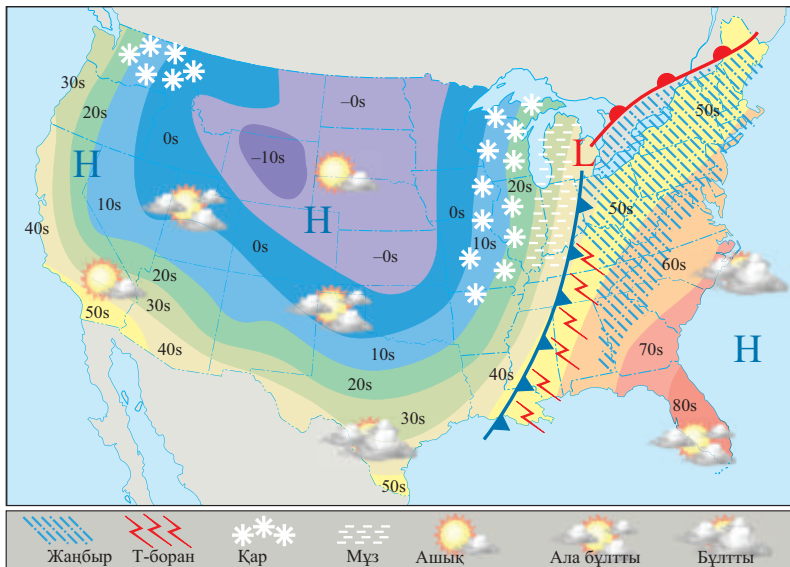
Осы кітаптың тақырыбы *метеорология* сөзін қамтиды. **Метеорология** атмосфераның ғылыми-зерттеулері мен біз күнделікті айтатын *ауа райы* феномені болып табылады. Геология, мұхиттану, астрономиямен қатар метеорология жер туралы ғылымдардың бірі – біздің ғаламшарымызды түсінуге жәрдемдесетін ғылым. Жер туралы ғылымдар

арасында қатаң шекара жоқтығын ескерген жөн, бұл ғылымдар бір-бірімен байланысты. Бұдан басқа, барлық жер туралы ғылымдар физика, химия, биология ілімдерімен және заңдылықтарын өзіне біріктіреді және қолданады. Метеорология бойынша келтірілген мысалдар арқылы өзіңіз осы байланыстарға көз жеткізесіз.

Жер қозғалысы мен күннен келетін энергияның құрама әсерімен әрекет ету арқылы біздің ғаламшарымыздың кескінсіз және көзге көрінбейтін ауа қабықшасы шектеусіз ауа райының әр түрін қалыптастырса, ауа райы өз ретінде ғаламдық климаттың негізгі құрылымын қалыптастырады. Климат және ауа райы екі түрлі құбылыс болғанмен, ұқсастықтары өте көп.

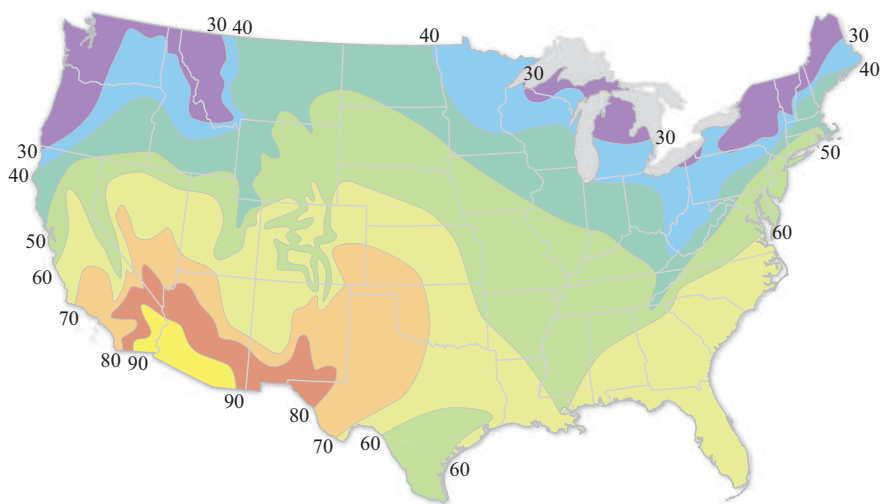
Ауа райы әрдайым күннен-күнге, тіпті, сағат сайын өзгеріп отырады. Бұл термин жергілікті жердегі белгілі бір уақытта немесе уақыт аралығында (тәулік, ай) байқалатын құбылмалы жағдайға байланысты қолданылады. Ауа райындағы өзгерістері үздіксіз, яғни белгілі бір жердегі ауа райының көпжылдық режимі, осы жерде болуға тиісті ауа райы жағдайларының жиынтығы мен оның бір ізбен өзгеріп отыруын **климат** деп атаймыз. Климатты ауа райының орташа режимі деп те атайды. Бірақ бұл нақты анықтама емес. Себебі аймақтың нақты сипаттамасын беру үшін ауытқулар мен шектен шығуларды және мұндай ауытқулардың болып тұру ықтималдылығын ескерген жөн. Мысалы, фермерлер үшін вегетациялық кезеңдегі орташа жылдық жауын-шашын мөлшерін, өте ылғалды және өте құрғақ жылдар жиілігін білу маңызды. Сонымен, климат дегеніміз аймақты немесе тұрғылықты жерді сипаттауға көмек беретін ауа райы жайлы барлық статистикалық ақпараттар жиынтығы.

1.1-суретте көрсетілген карта таңғы газеттерді оқитын немесе теледидар каналдарынан ауа райы болжамдарын көретіндер үшін таныс. Апта күніне болжамды ауа температурасынан бөлек, бұл карта түрлі ауа райының басқа да құраушылары жөнінде, бұлттылық, жауын-шашын мөлшері жайлы ақпараттарды көрсетеді.



▲ 1.1-сурет. Газеттердегі ауа райы картасы. Желтоқсан айының соңғы күні бойынша күнделікті газеттердегі ауа райы картасы. Түсті жолақтар тәулік ішінде күтілетін жоғарғы температураны көрсетеді.

Сіз демалыс кезіндегі саяхатыңызды таныс емес жерде өткізуді ұйғардыңыз делік. Ол жерде қандай ауа райы болатынын сірә, білгіңіз келеді. Мұндай ақпарат сізге қажетті және дұрыс киім-кешектеріңізді таңдауға, сол жерде болу уақытында қандай әрекеттермен шұғылдана алатыныңызға әсер етеді. Өкінішке орай бірнеше күн бұрын шығатын ауа райы болжамдары сенімді емес. Ауа райы жағдайы туралы нақты метеомәліметті алу өте қиын. Оның орнына сіз сол аймақпен таныс адамдардан қандай ауа райы күтілетіні жайлы сұрай аласыз. «Найзағай жиі болып тұра ма?», «Әдетте түнде суық бола ма?», «Әдетте, түстен кейін күн шуақты ма?» сияқты сұрақ түрлері. Аймақтың климаты жайлы сіз сұрастырған ақпараттар осы жердің сипаттамасы болып келеді. Мұндай ақпараттардың құнды дереккөздеріне климаттық кестелер, карталар, қолжетімді графикалар жатады. Мысалы, 1.2-суретте Нью-Йорк қаласына байланысты Құрама Штаттарындағы қараша айында болатын ашық күндердің орташа пайызы көрсетілген.



▲ **1.2-сурет.** Қарашадағы ашық күндер. Қараша айында орташа есеппен ашық күндер шекаралас жатқан 48 штатында болады. Оңтүстік Аризона – нақты ашық күндер болатын аймақ. Осыған қарсы Тынық мұхиттық солтүстік-батыс жағында ашық күндер саны аз мөлшерді алады. Мұндай климаттық карталар көпжылдық мәліметтерге негізделіп жасалады.

1.3-суретте Нью-Йорк қаласына байланысты әр айға арналған күнделікті жоғарғы және төменгі ауа температуралары көрсетілген.

Студенттер
кейде
сұрайды...

Метеорологияның метеорларға қатысы бар ма?

Арада байланыс бар. «Метеор» сөзі қатты дене (метеорлы) дегенді білдіреді және ол ғарыш кеңістігінен жер атмосферасына еніп, үйкеліс әсерінен жанады (ақпа жұлдыз). Метеор термині грек философы Аристотель атмосфера мен астрономиялық құбылыстарды сипаттайтын «Метеорология» деген атаумен кітап жазған кезде, б.з.д. 340 жылы ойлап табылды.

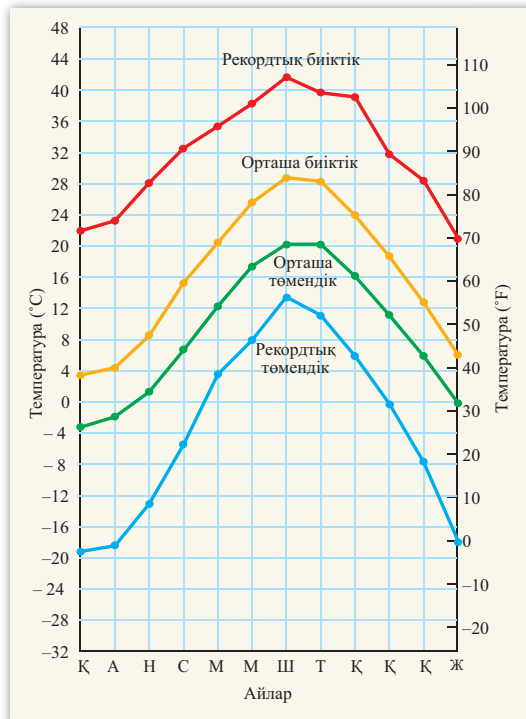
Аристотель кезеңінде аспаннан не түссе де, барлығын метеор деп есептеген. Бүгінгі таңда біз атмосферадағы мұз немесе су бөлшегі (гидрометеор), немесе жерге тиесілі емес бөлшек екенін (метеороид немесе метеор) айыра аламыз.

Мұндай ақпарат сіздің саяхатыңызды жоспарлауға жәрдем бере алады. Бірақ *климаттық мәліметтер ауа райын нақты болжай алмайтынын* ескерген жөн. Сіз демалысыңызды жоспарлаған кезде сол жердің климаты жылы, күн шуақты, әрі құрғақ болудың орнына суық, бұлтты әрі жаңбырлы болуы мүмкін. Осы көзқарасты анықтауға байланысты айтылған жақсы сөз бар: «Климат – бұл сіздің болжамыңыз, ал ауа райы – сіздің нақты алатыныңыз».

Ауа райы және климат болмысы түйінді құраушы элементтердің терминдерімен сипатталады, бұл – оның әрдайым өлшенетін қасиеттері немесе сапасы. Ең маңыздысы (1) ауа температурасы, (2) ауаның ылғалдылығы, (3) бұлттану типтері мен мөлшері, (4) жауын-шашын типтері мен мөлшері, (5) ауа қысымы, (6) Желдің жылдамдығы мен бағыты болып табылады. Бұл өзгермелі элементтер ауа райы сипаттамалары мен климат типтерінің бейнесі болып есептеледі. Элементтерді сіздер жеке-жеке оқып біліңіздер де, олардың арасындағы тығыз байланысты естеріңізде сақтаңыздар. Бір элементтің өзгеруі басқаларының өзгеруіне алып келеді.

Атмосфералық апатты құбылыстар

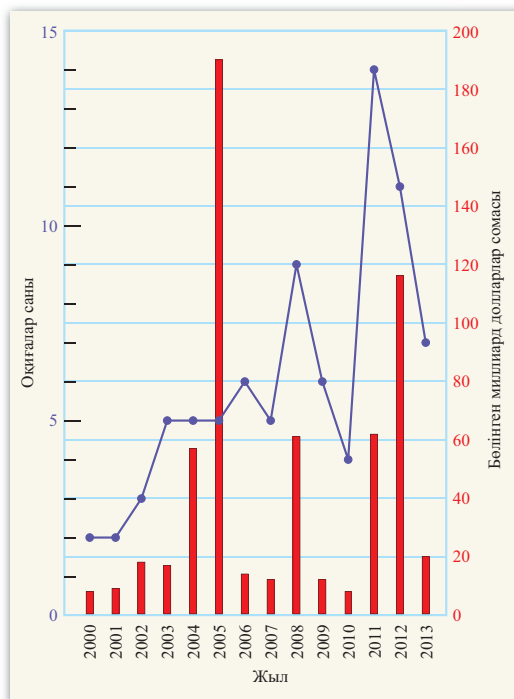
Табиғи апаттар – жер бетіндегі өмірдің құрамдас бөлігі. Күн сайын олар бүкіл әлемдегі миллиондаған адамға кері әсерін тигізеді және оның келтірген залалдарынан бейбіт халық зардап шегеді. Жер сілкінісі және жанартаулық атқылаулар сияқты құбылыстар геологиялық болып келеді. Басқа да көптеген құбылыстардың орын алуы атмосферамен тығыз байланысты.



▲ **1.3-сурет.** Нью-Йорк қаласының температурасы. Әр айдың орташа ең жоғарғы және ең төменгі температурасымен қоса, шекті температуралары да көрсетілген. График 30 жылда жиналған мәліметтерге сүйене отырып жасалған. Бұл орташа көрсеткіштердің ауытқулары болатынын түсіндіреді.

Көптеген адамдарды ауа райының апатты оқиғалары дағдылы ауа райы феномендеріне карағанда қызықтыра түседі. Бірнеше рет жайлардың түсуі қатты найзағайларды болдыруы мүмкін, бұл құбылыс ерекше тамсану сезімін де, қорқынышын да оятуы мүмкін. Ариен торнадолар мен құйындар назарды өзіне көбірек аударады. Торнадоньң немесе құйынның бір көтерілуі миллиардтаған долларлық материалдық залалын тигізіп, көптеген адамдардың азап шегуі мен апат болуына алып келеді.

Әрине, басқа да атмосфералық апаттар да бізге кері әсерін тигізеді.



▲ **1.4-сурет.** Миллион долларлы ауа райы құбылыстары. 2000 және 2013 жылдары Құрама Штаттарда ауа райымен байланысты 84 табиғи апаттар болды және олардың тудырған шығындары мен шығыстары 1 миллиард \$-ды құрады. Сызықты графикте әр жылдары болған апаттар саны, гистограммада миллиард доллар мөлшерінде тигізген зиянын көрсетеді (2013 жылғы доллар бағасы). 84 табиғи апаттың жалпы шығыны 600 миллиард \$-ды құрады (NOAA-дан алынған мәлімет).

Қатты жел, бұршақ, мұзды жауындар дауылдардың салдарынан болса, ыстық, суық ауа толқындарының, тұманның, орман өрттерінің, қуаңшылықтың дауылдармен еш байланысы жоқ. Бірнеше жылдар ішіндегі адамдардың апат болуы температураның қатты көтерілуі немесе қатты төмендеуі сияқты ауа райы құбылмалылығының салдары. Бұдан басқа дауылдар мен су тасқындарының қаупі жоғары болғанмен, құрғақшылық та үлкен азап салдарын тудыруы мүмкін.

Оқулықтың 10 және 11-бөлімдерінде сіздер осы атмосфералық апаттар жайлы оқып біле аласыздар. Осыған қоса оқулықтағы арнайы мәліметтер жинағында әр түрлі ауа райы апаттары, ыстық ауа толқындары, қыстың сұрапыл дауылдары, су тасқыны, шанды дауылдар, құрғақшылық, сел және найзағайлар туралы қызықты мәліметтер беріледі. Ғаламшарда күн сайын осындай атмосфералық шабуылдар болып жатады, сондықтан ауа райы құбылыстары жөнінде хабардар болу мен түсінуді дамыту өте маңызды.

✓ 1.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Метеорология, ауа райы мен климат айырмашылықтарын атаңыз және анықтамасын беріңіз.
- 2 Ауа райы және климаттың түйінді элементтерін атаңыз.
- 3 Дауылға қатысты бес атмосфералық апатты және дауылға байланысы жоқ үш атмосфералық апатты атаңыз.

1.2 Ғылыми-зерттеулердің мәні

Гипотезалар құрылымы және теориялардың дамуынан тұратын ғылыми-зерттеулердің мәнін талқылау.

Заманауи қоғамның мүшесі ретінде, біз ғылымнан алатын пайдамыз жайлы әрдайым ескертеміз. Бірақ ғылыми-зерттеудің мәнісінде нақты не жатыр? Ғылым – бұл білімнің қайнар көзі. Білім алу үдерісін мұқият қадағалау мен қадағалау арқылы алған түсінігіңізді дұрыс түсіндіріп бере алу. Ғылымның қалыптасуын және ғалымдардың қалай жұмыс жасауын түсіну осы кітапты оқу барысында өте маңызды. Сіздер мәліметтерді жинау күрделілігін зерттеп, сол қиындықтың алдын алу жолдарын үйренесіздер. Сондай-ақ гипотезалардың құрылу және қолдану мысалдарымен танысып, маңызды ғылыми теориялардың дамуын оқисыздар.

Ғылым болжамдар негізінде құралған делінеді. Ғылымның жалпы мақсаты табиғаттың терең заңдылықтарын анықтау, содан кейін жинақталған білімнің негізінде нақты факторлар мен жағдайды ескере отырып тиесілі болжамдар жасалады. Мысалы, белгілі бір бұлт типтерімен жүзеге асырылатын үдерістер мен жағдайларды түсіну арқылы метеорологтар осы бұлттардың шамалы пайда болатын орны мен уақытын болжай алады.

Жаңа ғылыми білімдердің дамуы өзіне жалпы қабылданған негізгі логикалық үдерістерді біріктіреді. Табиғат әлемінде не болып жатқанын түсіну үшін, ғалымдар бақылау және өлшеу негізінде ғылыми мәліметтерді жинайды. Мұндай мәліметтер типіне табиғат жаратылысы жайлы нақты сұрақтарға берілген жауаптар жиынтығынан да тұрады, мысалы, бұлттар неге осы жерде жиі қалыптасады? Осы бұлт типінен жауын-шашынның болуына не әсер етеді? Себебі, кейбір қателіктер шарасыз болып табылады, өлшеу немесе бақылаудың нақтылығы әрдайым сұрақ үстінде. Соған қарамастан, бұл мәліметтердің ғылым үшін маңызы зор және ғылыми-зерттеулердің серіппесі болып табылады.

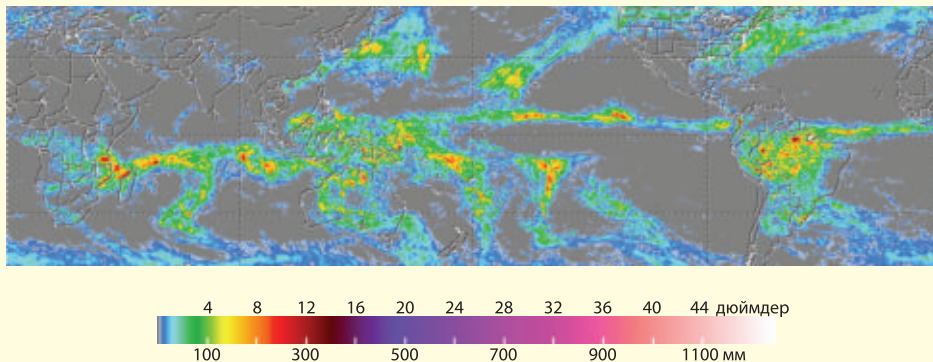
1.1-мәліметтер жинағы

Ғарыш кеңістігінен жерді бақылау

Ғылыми мәліметтер зертханалық тәжірибелер, далалық бақылаулар мен өлшеулер сияқты көптеген жолдармен жиыстырылады. Спутниктер басқа да өте маңызды мәліметтерді жіберіп отырады. Спутниктен түсірілген суреттер дәстүрлі дерек көздерінен алуға қиын болатын мәліметтерді алуға мүмкіндік береді. Жақсы мысал ретінде Сэнди дауылының суреті көрсетілген бөлімді айтуға болады. Сондай-ақ спутниктердегі жоғары технологиялық

құрылғылар ғалымдарға мәліметтер өте аз жеке аймақтар бойынша ақпарат алуға көмек береді.

1А-сурет. Ұлттық аэроавтика және ғарыш басқармасының (НАСА) тропиктік жауын-шашын мөлшерін өлшеу тапсырмасымен алынған (TRMM). TRMM зерттеу спутнигі біздің Жер суының циклі туралы түсінікті (гидрологиялық), оның климат жүйесіндегі рөлі туралы түсінікті кеңейте түседі. 36° солтүстік және 36° оңтүстік ендік аралығындағы аймақты ала отырып, жауын-шашын мөлшері мен жылу бөлінудің мөлшері туралы қажетті мәліметтермен қамтамасыз етеді. Спутник арқылы көптеген өлшемдер мен бейнелерді алуға болады. TRMM бортындағы құралдар жауын-шашын мөлшері туралы мәліметтерді жиыстыру мүмкіндіктерін кеңейте түсті. Бұған қоса, жер бетіндегі мәліметтерді жиыстыруға байланысты, бұл спутник арқылы мұхиттар үстіндегі жауын-шашын мөлшері туралы нақты өлшем мәліметтерін де алуға болады. Мұндай мәліметті алу үшін жер үсті құрылғыларының мүмкіншілігі жоқ. Бұл өте маңызды, себебі Жер бетіндегі жауын-шашын мөлшерінің көп бөлігі мұхитты тропикалық аудандарға түседі және ауа райы жауын-шашынның қалыптасуына әсер ететін жылу алмасу үдерістеріне байланысты қалыптасады. TRMM спутнигі ғарышқа жіберілмей тұрып, тропиктердегі жауын-шашын мөлшері мен интенсивтілігі жайлы ақпарат өте сирек болатын. Мұндай мәліметтер жаһандық климаттың өзгеруін түсіну мен болжау үшін өте маңызды.



▲ 1А-сурет. Жауын-шашынды бақылау. Карта 2014 жылдың ақпан айының 7 күнінде орын алған жауын-шашынды көрсетеді. Мәлімет TRMM дереккөздерінен алынған.

Сұрақтар

1. 1А-суретті қарап шығыңыз. Картада ұсынылған уақыт аралығындағы ең жоғарғы жауын-шашын мөлшері қанша?
2. Спутниктердің жер туралы ақпаратты жиыстыруындағы артықшылықтар қандай? Өз жауабыңызды 1А-суреттегі мысалға қарап дәлелдеңіз.

Гипотезалар

Табиғи құбылыстарды сипаттау үшін мәліметтер жинақталып, қағидалар қалыптасып болғаннан кейін, зерттеушілер құбылыстардың дәл осылай жүзеге асырылатынын түсіндіруге тырысады. Ол үшін зерттеушілер жобаланған немесе тексерілмеген түсіндірулерді қолданады, ол ғылыми гипотеза деп аталады. Гипотеза деп ақиқаттағы тәжірибеде дәлелденбеген қандай да бір құбылысты анықтау үшін ғылымда қолданылатын

болжамды тұжырым формасын айтады. Осы құбылысты сипаттау үшін зерттеуші бірнеше гипотеза ойлап тапқаны дұрыс, егер таппаса, ғылыми қоғамдастық міндетті түрде оған балама сипаттамаларды дамытады. Қызу пікір сайыстары да болады. Нәтижесінде ауқымды зерттеу жұмыстары жүргізіліп, ғылыми журналдар бүкіл ғылыми қоғамдастықтың назарына ұсынады.

Гипотезалар ғылыми білімнің мойындалған бөлігіне айналмас бұрын, ол объективті тексеріс пен талдаудан өтуі қажет. Егер гипотеза тексеріске жатпайтын болса, оның соншалықты қызық болғанына қарамастан ғылыми маңыздылығы болмайды. Мәселені шешу әрқашан болжау және оны тексеру арқылы жүзеге асады. Сондықтан болжау жасау, алдын алу ғылымда кең тараған. Болжаудың түрі жорамал болып табылады. Жорамал – мүмкіндігі объективтік дүниенің заңдылықтары негізінде, нақты деректерді талдауға бағытталған болжау. Жорамалды бір жағынан анықталған білімнен, екінші жағынан басқа болжамдардан айыра білу керек. Олардың айырмасы дәлелдеменің дәрежесіне байланысты. Жорамал бірден пайда болмайды. Оны дүниеге әкелу үшін алғашқы ойды, болжамды өңдеу қажет. Жорамалды дәлелдеу оның салдарын шығару және нақты деректерге сәйкестігін анықтаумен байланысты. Жорамалды дәлелденген нақты білімге айналдыру үшін онда айтылған ойға жеткілікті негіз болатындай салдарды деректерге сәйкестендіру қажет. Мұқият тексерістен өтпеген гипотезалар ысырып тасталынады. Ғылым тарихы мұндай гипотезаларға толы. Солардың ішіндегі танымалы – жер жүзінің Геоцентрленген моделі күн, ай және басқа жұлдыздардың жерді күнделікті айналуы туралы жуықтама ұсынысы.

Теория

Жаһанданған заманда, табиғаттағы әрбір мәселе ғылыми теорияны қажет етеді. Жорамал деген логикалық ұғымға теорияның түр айырмашылығы ретінде қарауға болады. Гипотеза деп өзімізге ақиқат деп есептейтін жорамалды айтсақ, ал теория деп ой өрісінің логикалық формасын айтамыз. Теория – қандай да болмасын құбылысты түсіндіруге бағытталған ұғымның, идеяның белгілі бір көзқарастың тұжырымдалған қорытындысы. Теорияны жалпы және жеке деп екіге бөліп қарауға болады. Жалпы теория жалпы заңдылықтарды, байланыстарды, категорияларды, идеяларды көрсетеді. Жеке теория күрделі, дамыған логикалық ой қорытындысының әдістемелік жеке ғылымдар теориясы немесе белгілі бір объективті ақиқат жүйесінің ұғымы.

Көптеген критикалық сынаудан өткен гипотеза енді теория деген мәртебеге ие болады. Ғылыми теория жақсы тексерілген және кең түрде мойындалған пікір. Кейбір ғылыми теориялар өте жақсы құжатпен дәлелденген. Мысалы, Жер туралы ғылым тектоникалық тақталар теориясы негізінде, бұл таулардың құрылуын, жер сілкіністері мен жанартаулық атқылауларды, сондай-ақ мұхит бассейндері мен континенттер эволюциясын түсінудің негізі болады. 14-бөлімде осы теория ұзақ геологиялық уақыт аралығындағы климаттық өзгерістер аспектілерін түсінуге көмек береді.

Ғылыми әдістер

Ғылым фактілерден және тәжірибе жасаудан тұрады деуге болады. Ғалымдар зерттеулер арқылы мәліметтер жинап, ғылыми гипотезалар мен теорияларды қалыптастырады, мұны *ғылыми әдіс* деп атаймыз. Кең таралған түсінік бойынша, ғылыми тәсілдер табиғат элементінің сиқырын ашу үшін қолданатын стандартты рецепт емес. Бұл түсінік пен

шығармашылықтан тұратын әрекет деп түсінуге болады. Резерфорд пен Алгрэн айтқандай: «Гипотеза мен теорияны құрастыра отырып, дүние қалай жұмыс істейтінін елестетеміз, кейін оның шынайылығына көз жеткіземіз. Бұл өз ретінде музыканың ең алдымен сөзін, кейін әуенін жазу сияқты шығармашылық». Бұл жерде ғалымдардың ешбір қатесіз ғылыми білімді алып келетін тиянақталған жолы жоқ. Дегенмен, көптеген ғылыми-зерттеулер өзіне:

- жаратылыстану туралы сұрақтарды;
- жинақталған сұрақтар бойынша ғылыми мәліметтерді (1.5-сурет);
- анықталмаған мәліметтерге қатысты сұрақтар, осы сұраққа жауап бере алатын жетілдіру үстіндегі бірнеше гипотезаны;
- гипотезалар тексерісі үшін жасалған бақылаулар, эксперименттер және модельдерді;
- жан-жақты сынаудан өткен қабылданған, өзгертілген немесе шектетілген гипотезаларды;
- критикалық талдау мен сынауға арналған ғылыми қоғамдастықтармен бірге жасалған мәліметтерді, нәтижелерді біріктіреді.



Бетті бақылаудың автоматтандырылған жүйесі (ASOS), АҚШ негізгі бетінің бақылау жүйесінің бөлігі ретінде, деректерді жинаудың 900 қондырғыларының бірі.

▲ **1.5-сурет. Бақылау және өлшеу.** Деректерді жинау және мұқият бақылауды жүргізу ғылыми-зерттеудің негізгі бөлігі болып табылады.

Кейбір ғылыми ашылулар тек теориялық идеялар негізінде жасалуы мүмкін. Енді кейбір ғалымдар қазіргі кезде әлемде не болып жатқанын көрсету үшін жоғары жылдамдықты компьютерлерді қолданады. Егер табиғи үдерістер ұзақ уақытты масштабта немесе қолжетімсіз, экстремалды жерлерде орын алса, онда мұндай модельдерді пайдалану тиімді.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Гипотеза және теорияның ғылыми заңнан айырмашылығы қандай?

Ғылыми заңдар табиғаттың құбылыстарын сипаттайтын түйінді қағида болып табылады, ол бір тар шеңберлі сфера ретінде, кейде қарапайым математикалық теңдеу сияқты болуы да мүмкін. Себебі, ғылыми заңдар әрдайым қолданыста болады, олар өлшеулер және бақылаулармен үйлесімді болулары қажет. Олар өте сирек түрде қолданыстан шығады, бірақ жаңа ашуларға сәйкес болу үшін біраз өзгеріске ұшырауы мүмкін. Мысалы, Ньютон заңы әлі күнге дейін күнделікті қолданыс үшін пайдалы (НАСА оларды спутниктер траекториясын анықтау үшін қолданады), бірақ олар жылдамдыққа, яғни жарық жылдамдығына жарамайды. Мұндай жағдайда Эйнштейннің салыстырмалы теориясы қолданылады.

✓ 1.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Ғылыми гипотезалар мен ғылыми теориялар арасындағы айырмашылықты қалай түсінесіз?
- 2 Түйінді қадамдардың жиынтығы кейін көптеген ғылыми-зерттеулерге алып келген.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Ауа болжамдарын жасау үшін қажетті мәліметтермен кім қамтамасыз етеді?

Нақты ауа райы болжамын жасау үшін жердің кез келген бөлігінен алынған мәліметтер қажет. 191 мемлекет пен ауқым мүшелерінен тұратын Дүниежүзілік Метеорология Ұйымы (ДМҰ), ауа райы мен климатқа байланысты әрекетті біріктіріп, басқарып отырады. Ол Әлемдік ауа райы қызметі бақылау жүйесі арқылы мезеттік стандартталған бақылауды қамтамасыз етеді. Бұл ғаламдық жүйе 15-тен астам спутниктен, 10 000 жер үсті бақылауынан және 7300 кеме станциясынан, 100-ден аса автоматтандырылған бұйлар мен 1000 ұшақтан тұрады.

1.3 Жер жүйе ретінде

Жердің түйінді төрт сферасын атау және сипаттама беру. Жүйе ұғымын анықтау және жердің неге жүйе ретінде саналатынын түсіндіру.

Жер туралы оқып білушілер, біздің ғаламшардың көптеген бөлек, бірақ интерактивті бөліктерден немесе сфералардан тұратын динамикалық корпус тәрізді екендігін білетін боласыздар. Атмосфера, гидросфера, биосфера, геосфера және оның басқа да құрамдас бөліктерін жеке-жеке оқып білуге болады. Дегенмен, бұл бөліктер оқшауланбаған. Олар бір-бірімен күрделі, әрі тұрақты байланыс орната отырып, Жер жүйесі деп аталатын бір бүтінді құрайды.

Жер сфералары

Ғарыштан жердің ең жақын көрінісі классикалық деп есептеледі, себебі олар адамдарға Жерді басқа жағынан тамашалауға мүмкіндік береді. Бұл ертеректегі көзқарас біздің

жер туралы тұжырымдамамызды өзгертті және бірінші қалыптасқаннан кейін уақыт өте келе қалыптасқан ұғымды бекіте түсті. Ғарыштан жердің көрінісі таңғажайып және таңғаларлық. Бұл суретте біздің үйіміз, яғни Жер көлемі өте кіші, автономды, тіпті осал сияқты. Билл Андерс, «Жер» суретін түсірген *Apollo 8* ғарышкері: «Біз бұл ұзақ жолды Айды зерттеу үшін жасадық және ең маңыздысы біз жерді аштық» депті.

Ғарыштан Жерге мұқият қарайтын болсақ, жердің тек тау жыныстары мен топырақтан тұрмайтыны байқалады. 1.6-суретте анық көрінетіндер континенттер емес, ғаламдық мұхит бетінде қалқыған бұлттар. Бұл ерекшелік біздің ғаламшардағы судың маңыздылығын айрықшайды.



Аполлон-8 космонавтары ұсынған “Жердің шығуы” деп аталатын ғарыш кемесі Айдан 1968 жылдың желтоқсанында ұшты. Бұл классикалық бейне адамдарға Жерді өздері ойлағаннан бөтен түрде көруге мүмкіндік берді.



Бұл бейне Apollo 17 кемесінен 1972 жылдың желтоқсанында алынды, бәлкім, бірінші рет “Көк мәрмәр” деп аталса керек. Мұхиттың қошқыл-көк өрнектері мен иірімек бұлттары бізге мұхиттар мен атмосфераның маңыздылығын еске салады.

▲ 1.6-сурет. Ғарыштан жердің ең жақын көрінісі.

Ғарыштан жердің ең жақын көрінісі (**1.6-сурет**) бізге физикалық қоршаған орта дәстүрлі түрде неге үш түйінді бөлімге бөлінетінін түсінуге көмек береді: жердің қатты қабығы, яғни *геосфера*; ғаламшарымыздың су бөлігі – *гидросфера*; жердің газды қабығы – *атмосфера*.

Қоршаған орта бір-бірімен тығыз байланысты екенін анықтай түсу қажет. Жердің қатты жынысы, су немесе ауа жеке басым бола алмайды. Әрдайым ауа жердің қатты қабығымен, қатты қабық сумен және су ауамен үздіксіз әрекетте болады. Оған қоса, биосфера – ғаламшардағы өмір-формаларының жиынтығы, үш физикалық сферада да қамтылып, ғаламшардың ажырамас бір бөлігі болып табылады.

Сфералар арасындағы әрекет шексіз. Жағалау сызығы қатты жыныс, су және ауаның тоғысатын нүктесі болып келеді. Бұл көріністе ауа қарсылығы арқылы пайда болған мұхит толқындары жартастарға соғылу арқылы су бетімен қозғалыс үстінде болады. Судың күші өте қуатты, эрозиялық құбылыстарының салдары орасан болуы мүмкін.

Геосфера. Атмосфера мен мұхиттан кейін жердің қатты қабаты орын алған, яғни **геосфера**. Геосфера ғаламшардың беткі қабатынан орталығына дейін созылып жатыр. Жердің төрт сферасының ең ірі қабығы ретінде 6400 км тереңдікті алып жатыр.

Композициялық айырмашылық негізінде геосфера үш сыртқы Жер орталығы бағытында ядро, мантия, литосфера деп бөлінеді. **Жер ядросы** – Жердің орталық неғұрлым терең геосферасы, мантия – жердің қыртысы мен ядросының аралығында орналасқан геосферасы, литосфера – Жердің сыртқы қатты қабаты.

Жер қабығының жоғарғы бөлімі – шөгінді қабық; ол шөгінді тау жыныстарынан тұрады, кейде бұған эффузивтер жамылғысын да енгізеді. Жер қабығының тербеліс тарихы қозғалысына байланысты, оның қалыңдығы әр орында әр түрлі болып келеді. Шөгінді қабықтың астында граниттік қабат орналасады; бұл қабат мұхит ойыстарында ұшырамайды. Граниттік қабаттың астында аралық немесе «базалттық» аса тығыз жыныстар қабаты жатады. Литосфера – жер планетасының біршама берік тау жыныстары кешендерінен тұратын, төменгі жапсары ішінара балқымалы, онша берік емес атмосфера қабатымен шектелетін ең сыртқы қабаты.

Атмосфера деп жерді онымен бірге айнала жүріп, оны қоршап тұрған газды ортаны айтамыз (**1.7-сурет**). Биікте ұшып бара жатқан реактивті ұшақты бақылап тұрған сәтте, атмосфера орасан зор қашықтықта жайылып жатқан сияқты көрінеді. Дегенмен, жердің қалыңдығына (радиус) қарағанда (6400 км) атмосфера қабығы өте жұқа. Атмосфераның 99 пайызынан астамы жер бетінен 30 км қашықтықта. Атмосфера – ауа, химиялық қоспалар мен судың буынан тұратын күрделі жүйе. Ол биосферадағы физикалық-химиялық және биологиялық үдерістердің жүруінің шарты және метеорологиялық режимнің маңызды факторы. Атмосферадағы жекелеген құрамдастардың қатынасы оның радиацияға, жылу және су режиміне өздігінен тазартуға қабілетін анықтайды. Атмосфераның газдық құрамы, судың буы және әр түрлі қоспалар жер бетіне күн радиациясының өту деңгейін және жер маңы кеңістігіндегі жылуды ұстап тұруды анықтайды. Егер Ай сияқты жерде атмосфера болмаса, тіршілік көзі жоқ, тіпті, басқа да үдерістер мен әсерлесулер де жүзеге аспайтын еді.



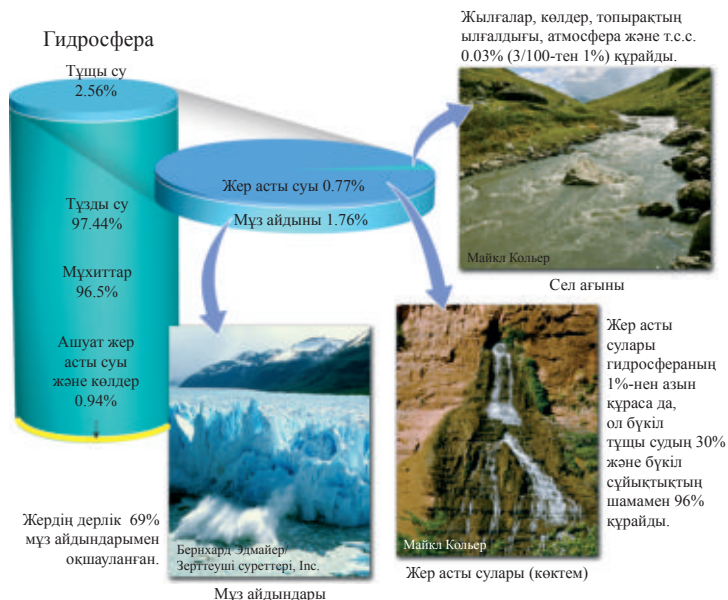
▲ **1.7-сурет.** Атмосфера ғаламшардың ажырамас бөлігі.

Гидросфера. Жерді кей кезде көгілдір ғаламшар деп те атайды. Су жердің бірегейлігін қалыптастырады. **Гидросфера** мұхиттан атмосфераға булану, жерге жауын-шашын ретінде түсу, одан қайтадан мұхитқа құю арқылы әрдайым қозғалыста болатын динамикалық

масса. Мұхиттар гидросфераның түйінді құраушысы жер бетінің 71 пайызын алып жаптыр және орташа тереңдігі 3800 метр. Гидросфераның шамамен 94%-ын мұхиттар мен теңіздер құрайды (1.8-сурет).

Сондай-ақ, оны құрлық сулары өзендер, көлдер, бөгендер, мұздықтар, литосфераның жоғарғы бөлігіне сіңетін жер асты сулары, атмосферадағы ылғал құрайды.

Дегенмен, бұл гидросфераны құраушылар тізімінің бір бөлігі ғана. Бұлттардың ауа райы мен климатты қалыптастыру үдерістерінде рөлі үлкен. Соған қоса тіршілік көзі үшін маңызды ауыз суды, арықтар, мұздықтар және жер асты суларын да атап өткен жөн.



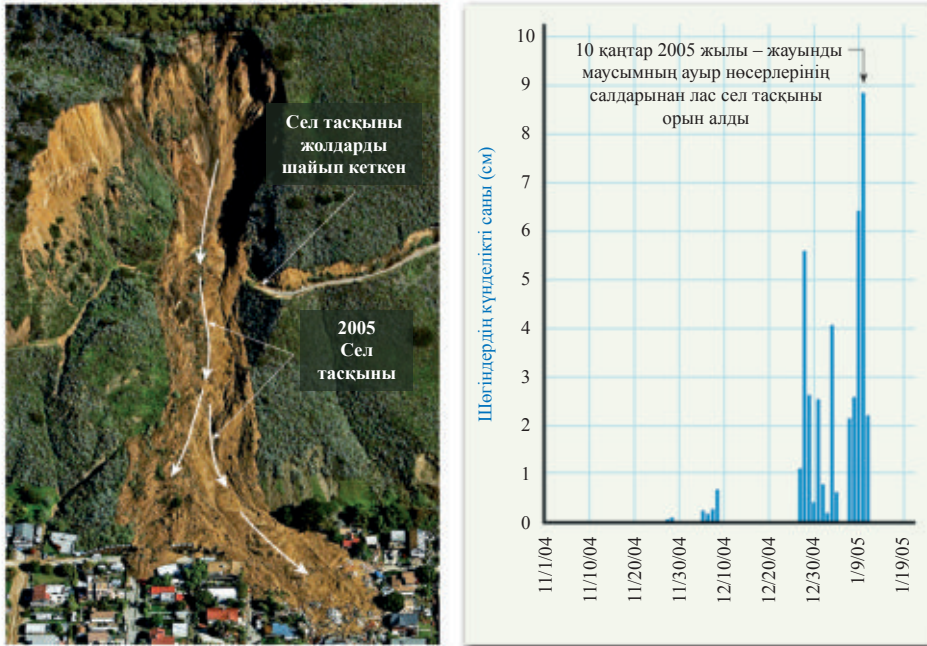
▲ 1.8-сурет. Су ғаламшары. Гидросфераны құраушылар.

Биосфера. Биосфера – жердің тіршілік қабаты. Мұхиттағы тіршілік теңіз суының күн сәулесіне оранған бөлігінде қамтылған. Жердегі тіршілік те жоғары қабатта шоғырланған ағаштардың тамыр жаюы, жануарлардың бірнеше метрге немесе бірнеше шақырымға дейін дейін ор қазуы, жер бетінде жәндіктер мен құстардың ұшуы сияқты. Тіршіліктің осындай әр түрлі формасы экстремалды жағдайға да бейімделе алады. Мысалы, мұхит түбіндегі, мұнда қысым өте ерекше жағдайда болады, күн сәулесі түспейді, жер жарықтарынан ыстық, пайдалы минералды сұйық қазбалар шығарылып тасталынады және осы арқылы экзотикалық өмір формалары тіршіліктерін жалғастырады. Жер бетінде кейбір бактериялар топырақтың 4 шақырым тереңдігінде де, қайнаған ыстық бұлақтарда өсіп-өнеді. Ауа ағыстары микроорганизмдерді атмосфераның бірнеше шақырымына дейін апаруы мүмкін. Бірақ біз мұндай ерекше жайдайларды қарастырғанмен, тіршілік көзі тек жердің беткі қабатына жақын орналасқан.

Жануарлар мен өсімдіктер тіршіліктің түйінді көзі ретінде физикалық ортаға тәуелді. Организмдер физикалық ортаға тек әсер етіп қана қоймайды. Көптеген түрлі өмір формаларының әрекеттесулері арқылы физикалық ортаның өзгеруі мен сақталуына септігін тигізеді. Өмір тіршілігінсіз геосфера, гидросфера және атмосфера мүлде өзгеше болар еді.

Жер жүйесінің ғылымы

Жер жүйесінің әр түрлі бөліктері арасындағы әрекеттесудің қарапайым мысал ретінде қыста болатын үдерісті, яғни Тынық мұхитынан ылғалдылық буланып, жауын ретінде Оңтүстік Калифорния тауларына түсіп, кейде деструктивті белге айналуын айтуға болады (1.9-сурет).



▲ **1.9-сурет. Нөсер жауындар сел ағыстарын туғызуда.** Бұл сурет Жердің әр түрлі бөліктері арасындағы әрекеттесуді жақсы бейнелейді. 2015 жылдың 10 қаңтарында өте үлкен сел ағысы (көшкін, жылжыма) Ла Кончита жағалаулық аймағын (Калифорния) ағызып әкетті. Сел жақын арада болып өткен рекордты жауын-шашын мөлшерінің түсуінен кейін болды.

Суды гидросферадан атмосфераға және одан геосфераға қозғалту үдерісі физикалық ортаға, өсімдіктер мен жануарлар әлеміне (адамдарды қоса) терең әсер етеді.

Ғалымдар біздің планетамызды толық түсіну үшін оның жеке құрамдас бөліктері қалай әрекеттесетінін түсіну қажеттігін құптады (жер, су, ауа және өмір формалары). Бұл талпыныс жер жүйесінің ғылымы деп аталады және жер көптеген бөліктер мен субжүйелер байланысынан тұратын *жүйе* ретінде зерттеледі.

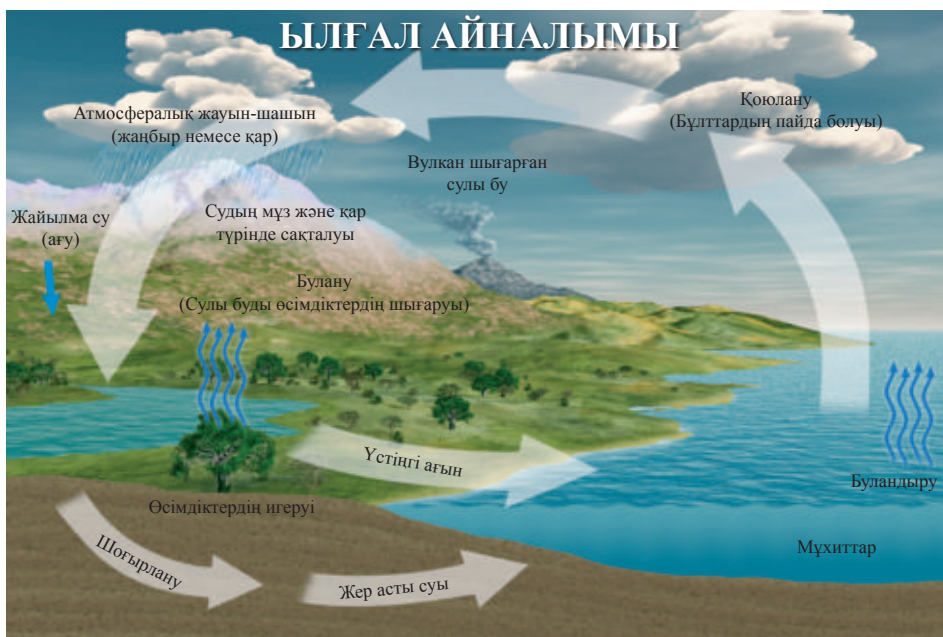
Пәнаралық тәсілді қолдана отырып, жер жүйесінің ғылымын тәжірибелейтіндер үшін айта кететін жайт, түсіну деңгейіне жету үшін ең алдымен ғаламдық экологиялық мәселелерді ұғыну және шешу қажет.

Жүйе – бір-бірімен тығыз әрекеттесетін және байланысатын бөлшектерден тұратын бір бүтін. Көпшілігіміз *жүйе* терминін жиі естиміз және қолданамыз. Біз көлігіміздегі салқындату жүйесін, қаладағы транспорт жүйесін құрап, саяси жүйеге де қатыса аламыз. Жаңалықтар бізді таяудағы ауа райы жүйесі туралы ақпараттандыра алады. Бұдан бөлек, барлығымыз білетіндей жер-күн жүйесі деп аталатын ірі жүйенің тек бір бөлігі, ал күн жүйесі – одан үлкен жүйе құс жолының бөлігі.

Жер жүйесі

Жер жүйесі материялары үздіксіз өзгеріске ұшырап тұратын шексіз субжүйелерден тұрады. Оның ішінде ең танымал субжүйе, бұл – су айналымы. Бұл – гидросферада, атмосферада, биосфера мен геосферада араларындағы судың Күн қуаты мен салмақ күшінің әсерінен үздіксіз тұйық айналу үдерісі (**1.10-сурет**).

Су жер бетінен булану және өсімдіктер транспирациясы арқылы атмосфераға көтеріледі. Судың буы (судың газ күйі кезі) бұлтты құра отырып, атмосферада конденсацияланады, сөйтіп жауын-шашын күйінде жер бетіне қайта түседі. Жаңбырдың бір мөлшері топыраққа, кейін өсімдіктермен сіңіріледі немесе жер асты суына айналады, не болмаса, мұхитқа барып қосылады.



▲ **1.10-сурет. Су айналымы.** Жер бетіндегі қысым мен температураға байланысты су өзінің күйін жеңіл өзгерте алады, сұйықтан газға (буға) және қатты күйге. Бұл айналым судың төрт жер сфераларынан өтіп шығуды көздейді.

Жер жүйесінің бөліктері бір-бірімен байланысты, бір бөлшегінде болған өзгеріс қалған бөліктерінде де өзгерістер туындатуы мүмкін. Мысалы, жанартау атқылаған кезде көшкін жер қойнауынан төгілу арқылы аңғарларда бөгет тудыруы мүмкін. Бұл бөгет су ағыстарының бағытын өзгертеді немесе көлдің пайда болуына алып келіп, аймақтың жер асты арналар жүйесіне әсер етеді. Жанартау күлдері мен газдар атмосфераға көтеріліп, күннен түсетін энергия мөлшеріне әсер етіп, бүкіл жартышардағы ауа температурасының өзгеруіне алып келеді.

Егер жер беті көшкін ағыстарымен немесе қалың жанартау күлімен жабылған болса, онда топырақ құрып кетеді. Бұл топырақтың қайта қалыптасу үдерісіне, яғни жер бетіндегі жаңа қабындының топыраққа айналуына алып келеді.

Қалыптасқан топырақ жер жүйесіндегі көптеген бөліктердің, яғни жанартаудың бастапқы материалы, климаттың, биологиялық организмдердің өзара әрекеттесуінің бет-

бейнесі болады. Әрине, анық өзгерістер биосферада болады. Көшкіндер мен жанартау күлінің әсерінен кейбір организмдер тіпті, жойылып кетуі немесе өзгеріске ұшырауы, керісінше көлдерде жаңа тіршілік көздері пайда болуы мүмкін. Климаттың өзгеруі сезімтал өмір формаларына, геологиялық үдерістерге де әсер етеді.

Жер жүйесі миллиметрден бірнеше мың шақырымға созылып жатқан кеңістік өлшемінде және миллисекундтан бірнеше миллиард жыл диапозонында өзгеріп тұратын үдерістермен сипатталады. Жер туралы оқи келе, кеңістік пен уақыт өлшеміне қарамастан үдерістер бір-бірімен тығыз байланыста екеніне, біреуіндегі өзгеріс екіншісіне де әсер ететінін байқадық.

Жер жүйесі күн энергиясын екі қайнар көзден алады. Күн атмосферада, гидросферада және Жер бетінде болатын сыртқы үдерістерге қозғау болады. Ауа райы, климат, мұхит циркуляциясы және эрозиялық үдерістерге күннен келетін энергия қозғаушы болады. Жердің ішкі қабаты екінші энергия көзі болып табылады. Планетамыздың құрылуы кезінде қалған энергия және жердің ішкі қабатындағы жанартаулық атқылау, жер сілкінісі, таулардың әсер етуі арқылы болатын радиоактивті ыдыраулардан пайда болатын энергия.

Адамдар – бір-бірімен байланысқан тірі және өлі құрамдас бөліктерден тұратын жер жүйенің *бір бөлігі*. Сол себептен біздің де әрекетіміз басқа бөліктердегі өзгеріске алып келеді. Біз бензинді немесе көмірді жаққанда, қалдықтарды шығарғанда және жерді тазалағанда жүйенің басқа бөліктерінің кері жауап қайтаруына алып келеміз. Бұл оқулықта сіз жер жүйесінің бірнеше субжүйелерін, соның ішінде гидрология жүйесі мен климат жүйесін оқып білесіз. Естеріңізде болсын, бір-бірімен тығыз әрекеттесетін, соның ішінде біз адамдар – жер жүйесі деп аталатын бір бүтін жүйенің мүшесіміз.

✓ 1.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Жер жүйесін құрайтын төрт сфераны атаңыз және қысқаша анықтама беріңіз.
- 2 Атмосфера биіктігі мен геосфера қалыңдығын салыстырыңыз.
- 3 Жер бетінің қанша бөлігін мұхиттар алып жатыр? Мұхиттар ғаламшардағы су бөлігінің қанша мөлшерін қамтиды?
- 4 Жүйе деген не? Мысал келтіріңіз.
- 5 Жер жүйесінің энергиямен қамтылуының екі қайнар көзі қандай?

1.4 Атмосфера құрамы

Жер атмосферасын құрайтын Түйінді газдарды атау және метеорологиялық тұрғыдан ең маңыздыларын анықтау. Озон қабатының бұзылуы не себепті жаһандық мәселе екенін түсіндіріп беріңіз.

 GEODe ► Атмосфераға кіріспе ► Атмосфера құрамы

Кей кездерде *ауа* термині ерекше бір *газ* ретінде қолданылады, бірақ бұл дұрыс емес. Ауа қатты және сұйық ұсақ бөлшектерден тұратын, әрқайсысының өзінің физикалық қасиеттері бар көптеген дискретті газдар жиынтығы (1.2-мәліметтер жинағы). Ауа құрамы

өзгермелі: уақыттан уақытқа, орыннан орынға ауысып отырады. Егер судың буы, шаң және басқа да өзгермелі құрамдас бөліктер атмосферадан шығарылып тасталынса, онда 80 шақырымға дейін ауаның құрамы тұрақты болар еді.

1.2-мәліметтер жинағы

Жер атмосферасының қалыптасуы мен эволюциясы

Біз тыныс алатын ауа құрамының 78 пайызы азот, 21 пайызы оттегі, 1 пайызға жуығы аргон мен көміртектің қостотығы, судың буы сияқты аз мөлшердегі газ. Дегенмен, 4.6 миллиард жыл бұрынғы атмосфераның құрамы басқа болған.

Жердегі алғашқы атмосфера

Алғашқы атмосфералық қалыптасуда, ертедегі күн жүйесінде таралған газдар атмосфераны құрайтын болған: сутегі, гелий, метан, аммиак, көмірқышқыл газы және судың буы. Жеңіл газдар, сутегі және гелий ғарыш кеңістігіне шашырап кетті, себебі оларды ұстап тұру үшін Жер гравитациясы өте әлсіз болды. Қалған газдардың көбісі де енді қалыптасқан, өте белсенді күннен тарайтын күн желдері арқылы (бөлшектердің атқылауы) ғарыш кеңістігіне тарап кетті.

Жердің ең алғаш берік атмосферасы газсыздандыру үдерісі басталғанда пайда болды. Жер қойнауында жатқан газдар босатылады. Жүздеген белсенді жанартаулар арқылы болатын газсыздандыру үдерісі әлі күнге дейін әлемдегі ең маңызды планетарлық функция болып қала бермек. Дегенмен, ертедегі Жер тарихы бойынша, ғаламдық жылыну мен булану арқылы Жер қойнауында болып жатқан қозғалыс кезінде газдың бөлінуі өте қарқынды болды. Қазіргі жанартаулардың атқылаулары бойынша Жердің алғашқы атмосферасы судың буы, көміртегі диоксиді, күкірт диоксиді және басқа газдар мен азоттың аз мөлшерінен тұрғанын түсінеміз.

Атмосферадағы оттегі

Жердің суынуымен бірден су буы конденсацияланып, бұлттар құралады және нөсер жауын ойнап Жерлерді толтыра отырып, мұхиттарға айналған. Бұл мұхиттарда 3,5 миллиард жыл бұрын қалыптасқан фотосинтезделетін бактериялар суда оттегін бөле бастайды. Фотосинтез үдерісінде көмірқышқыл газы (CO_2) және судан (H_2O) ағзалар күн энергиясын пайдалана отырып органикалық материал шығарады (қанттың белсенді молекулалары сутегі мен көмірқышқылынан тұрады). Алғашқы бактериялар судың емес сутектің қайнар көзі болып табылатын сутек сульфидін (H_2S) пайдаланған. Ең алғашқы бактерия, цианобактерия (көк-жасыл балдырлар деп те аталған), фотосинтезге жанама өнім ретінде оттегін шығара бастаған.

Алғашында, енді бөлінген оттегі мұхиттағы басқа да атомдар, молекулалармен (көбінесе темірмен) химиялық реакцияға түсіп тез арада сіңіріліп отырған. Темір өзінің оттегіге деген қажеттілігін қанағаттандырып болған соң және оттегін бөлетін ағзалар саны көбейген соң, оттегі атмосферада жинала бастады. Жыныстардың химиялық талдауы бойынша оттегінің көп мөлшері атмосферада 2,2 миллиард жыл бұрын пайда болып, 1,5 миллиард жыл бұрын қалыпты деңгейге жеткенше тұрақты түрде ұлғайып отырған. Яғни, еркін оттегінің болуы тіршіліктің жетілуінің маңызды әсері болды. Жер атмосферасы оттегісіз ортадағы өмір формаларымен оттегіге бай ортаға эволюциялана бастады.

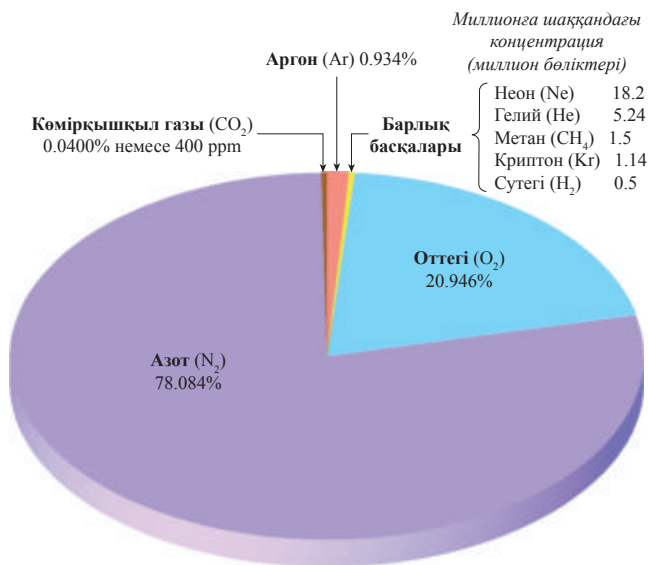
«Оттегі артуының» артықшылықтарының бірі бұл оттегі молекулалары (O_2) ультракүлгін сәулелерді жақсы сіңіріп, қайта құрылу арқылы озон қабатын құрады (O_3). Қазіргі кезде

озон атмосфераның жоғарғы қабатын бұзатын ультракүлгін сәулелердің көп мөлшерін сіңіре отырып, *стратосфераның* жоғарғы қабатында орналасқан. Бастапқы кезде Жер беті, су ағзалары, әсіресе, ДНҚ үшін өте қауіпті осы күн радиациясы типінен қорғалған болған, бірақ атмосфераның озон қорғағыш қабатының дамуы континентті сезімтал ете бастады.

Сұрақтар

1. Жер атмосферасының алғашқы құраушысы болып табылатын газдардың қайнар көзі не болып табылады?
2. Атмосфераның алғашқы еркін оттегінің қайнар көзі не болады?

1.11-суреттен құрғақ, таза ауаның 99 пайызын екі газ – азот және оттегінің құрайтынын көре аласыздар. Бұл газдар атмосфераның түйінді құраушылары және жер бетіндегі тіршілік үшін ең маңызды болғанымен, ауа райы құбылыстарына өте аз, тіпті әсер етпейді десе болады. Құрғақ ауаның қалған 1 пайызын аргон инертті газы (0.93 пайыз) және өте аз мөлшерін суретте көрсетілген басқа да газдар құрайды.



▲ 1.11-сурет. Атмосфера құрамы. Құрғақ ауаны құрайтын газдың пропорционалды мөлшері. Азот және оттегі басым мөлшерде.

Көмір қышқыл газ

Көмір қышқыл газының орта шамамен атмосферадағы құрамы 0.0400 пайыз немесе миллионның 400 бөлігі, дегенмен метеорологиялық тұрғыдан ауаның маңызды құраушысы. Ол ұзын толқынды радиацияны жақсы сіңіріп, жақсы шашады. Метеорологтар үшін үлкен қызығушылық тудырады, себебі жерден шығатын энергияны жақсы сіңіріп, атмосфераның жылынуына әсер етеді. Ауадағы көмірқышқыл газдың үлесі жер ендігіне, тәулік пен жыл мерзіміне, жергілікті жағдайға байланысты өзгеріп отырады, ғасырдан ғасырға оның пайыздық мөлшері көбею үстінде.



▲ **1.12-сурет. CO_2 құрамының айлық концентрациясы.** Атмосферадағы CO_2 1958 жылы Га-вайда, Мауна-Лоа обсерваториясында өлшенген. Бақылаудың басында көрсеткіш жоғарылап отырды. Бұл графикалық сипаттау осы өлшеуді ұйымдастырған ғалым есімімен байланысты *Килинг қисық сызығы* деп аталады.

1.12-суретте график 1958 жылдан бері атмосферадағы CO_2 құрамының ұлғаюын көрсетеді. Бұл ұлғаю көмір, мұнай сияқты табиғи отынның көп мөлшерде жағылуына байланысты. Көмірқышқыл газы мұхит суымен жұтылады немесе өсімдіктермен қоректенеді, бірақ 40 пайыздан артығы ауада қалады. Болжам бойынша жиырма бірінші ғасырдың екінші жартысында, көмірқышқыл газының мөлшері индустриалды кезеңге дейінгімен салыстырғанда екі есе ұлғаяды.

Атмосфераны зерттеуші ғалымдардың пайымдауынша, көмірқышқыл газы жинақталуының ұлғаюы соңғы бірнеше онжылдықта жер атмосферасының тым жылынуына алып келді және соңғы онжылдықта да жалғаса бермек. Мұндай температуралық өзгерістің мөлшері белгісіз және соңғы жылдардағы адамдар әрекетінің салдарынан шығарылатын CO_2 мөлшеріне байланысты. Атмосферадағы көмір қышқыл газының рөлі және оның климатқа әсер ету мүмкіндігі 2 және 14-бөлімдерде кеңінен қарастырылған.

Ауыспалы қоспалар

Ауа көптеген газдар мен бөлшектерден тұрады және уақыт пен орынға байланысты өзгеріп отырады. Ең маңызды құраушылары ретінде судың буын, аэрозольдерді және озонды айтуға болады. Пайыздық мөлшері аз болғанмен, ауа райы мен климатқа бірқатар әсер етеді.

Судың буы. Сіз теледидардан көрсететін ауа райы болжамдарынан естулеріңіз бойынша *ылғалдылық* терминімен таныс шығарсыздар. Ылғалдылық – бұл ауадағы судың буы мөлшерінің көрсеткіші. 4-бөлімде ылғалдылықты анықтаудың бірнеше жолдарымен таныс

боласыздар. Ауадағы су буының көлемі 0,1 пайыздан 4 пайызға дейін өзгеріп отырады. Неге атмосферадағы осындай аз мөлшердегі су буы өте маңызды? Барлық бұлттар мен жауын-шашындардың құраушысы ретінде оның маңыздылығын түсінуге болады. Сондай-ақ, су буының басқа да рөлдері бар. Көмір қышқыл газы сияқты судың буы да жерден шыққан энергияны және күн энергиясын сіңіреді. Бұл онымен қоса, біз атмосфераның жылынуы мен жердегі энергияның қозғалысын оқып білгенде де өте маңызды.

Су өзінің күйін өзгерткен жағдайда, ол жылуды сіңіреді немесе шығарады (4.3-суретті қараңыз). Бұл энергия *жасырын жылулық деп* аталады. Судың буы атмосферадағы осы жасырын жылулықты бір аймақтан екінші аймаққа жеткізуші болып табылады, бұл көптеген дауылдарды реттеуші энергия көзі болып табылады. Оны келесі бөлімдерде оқитын боламыз.



Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

1.12-суреттегі графикте неге жоғарылау және төмендеулер өте көп?

Фотосинтез – жасыл жапырақ органоидтері, яғни хлоропласт арқылы күн сәулесі энергиясының химиялық байланыс энергиясына айналу үдерісі CO_2 сіңіреді де, оттегін бөледі. Көктем және жаз айларында сол-түстік жарты шардағы кең жер аймақтарында өсімдіктер қарқынды түрде өсіп, атмосфераны CO_2 мөлшерінен азайтады, сөйтіп графиктегі қызыл

сызық төмендейді. Қыс жақындаған сайын көптеген өсімдіктер құрғап, жапырақтарын тастайды. Органикалық заттардың шіруі ауадағы CO_2 мөлшерін қайта ұлғайтады, соның негізінде сызық қайта төмендейді.

Аэрозольдер. Атмосфераның әрдайым қозғалыста болуы көп мөлшердегі сұйық және қатты бөлшектерді сақтауға мүмкіндік береді. Кейде көзге көрінерлік шаң қабаты аспанды қаулап алады, бұл салыстырмалы түрдегі ірі бөлшектер ауада ұзақ мерзім тұру үшін өте ауыр. Дегенмен көптеген бөлшектер микроскопиялық және біршама уақыт аралығында ауада болады. Аэрозольдер жаратылысы бойынша табиғи және антропогенді түрлеріне бөлінеді және өздеріне теңіз тұздарын, ұсақ топырақ бөлшегін, өрттерден болған түтін мен күйе, желмен көтерілген тозаң мен микроорганизмдерді, жанартаулық атқылаудан шыққан түтін мен күлдер және т.б. бөлшектерді біріктіруі мүмкін. Атмосферадағы өте жеңіл қалқыған жағдайда болатын қатты және сұйық күйдегі заттарды **аэрозольдер** деп атайды.

Аэрозольдер атмосфераның төменгі бөлігінде, жерге жақын қабатында көбірек. Дегенмен атмосфераның жоғарғы қабатында да кездеседі, себебі ауа ағысы арқылы кейбір шаңдар өте жоғары көтеріледі.

Метеорологтардың көзқарасы бойынша, бұл өте кіші мөлшердегі, көзге көрінбейтін бөлшектер маңызды болуы мүмкін дейді. Біріншіден, аэрозольдер ылғалды атмосферада конденсация үдерісі жүру үшін үлкен рөл атқарады, яғни оларды конденсация өзегі деп те атайды, бұлттар мен тұманды қалыптастырушы қызмет атқарады. Бұл жайлы 4-бөлімде оқитын боласыздар. Екіншіден, аэрозольдер күннен түсетін радиацияны сіңіруші немесе шағылыстырушы болып табылады. Сөйтіп ауаның ластануы болғанда немесе жанартау атқылауынан кейін ауа күлге қаныққанда жер бетіне түсетін күн сәулесі азаяды. Нәтижесінде байқағандарыңыздай, аэрозольдер оптикалық құбылыстың себепкері болып отыр күн атқанда және батқанда әр түрлі қызыл және сарғыш рендердің пайда болуы сияқты.

Озон. Атмосфераның келесі маңызды құраушысы – озон. O_3 немесе оттегінің үш атомдық молекуласынан тұратын оттектің бір формасы. Озон біз тыныс алатын екі атомдық молекуладан тұратын оттектен емес (O_2). Атмосферада озон өте аз мөлшерде. Әрбір 10 миллион молекула үшін үшіншісі болып табылады. Олар біркелкі таралмайды. Атмосфераның ең төменгі қабатында озон мөлшері 100 миллион үлестің бір бөлігін ғана қамтиды. Оның концентрациясы стратосфера деп аталатын ауа қабатында, жер бетінен 10 және 50 шақырым аралығында.

Озон төменгі атмосферада көбінесе, найзағай үдерістерінде пайда болады, ал жоғарғы атмосферада күн сәулесінің ұзындығы 0,1 мк қысқы радиациясының оттегі молекулаларына әсер етуінен оттектің бір атомы (O) және оттектің екі молекуласы (O_2) соқтығысқанда пайда болады. Сонымен қатар озон ұзындығы 0,28 мк кем ультракүлгін радиацияны сіңіреді. Ал ультракүлгін радиациясы Жер бетіндегі барлық тіршілік түрлеріне өте зиян екені мәлім. Егер жерге келген барлық ультракүлгін радиация атмосферадан өтіп, жер бетіне түссе, онда ең қарапайым микроағзаларда өмір сүре алмас еді, себебі ультракүлгін радиацияның биологиялық белсенділігі өте жоғары. Озонның атмосферадағы концентрациясы өте аз. Мысалы, атмосферадағы барлық озонды теңіз деңгейіндегі атмосфералық қысымға дейін «сығып» келтірсек ($^{\circ}C$ ауа температурасында), онда оның қалыңдығы небәрі 2-3 мм ғана болар еді. Төменгі атмосферада озон концентрациясы өте төмен, биіктік өскен сайын оның концентрациясы өседі де, ең жоғарғы мөлшері 25-30 км биіктікте байқалады. Ал одан жоғары қарай концентрациясы қайта төмендейді, яғни 60 км биіктікте мүлдем байқалмайды деуге болады, себебі бұл қабатында озон молекулалары оңай бұзылады.

Айтып кеткеніміздей, озон ультракүлгін радиацияны сіңіреді. Ал ультракүлгін радиациясы жер бетіндегі барлық тіршілік түрлеріне өте зиянды. Яғни, атмосферадағы озон мөлшерінің азаюына алып келетін барлық әрекет жер бетіндегі бүкіл адамзаттың өміріне кері әсер етеді. Бұл мәселе келесі тақырыпта айтылады.

Озон қабатының бұзылуы – жаһандық мәселе

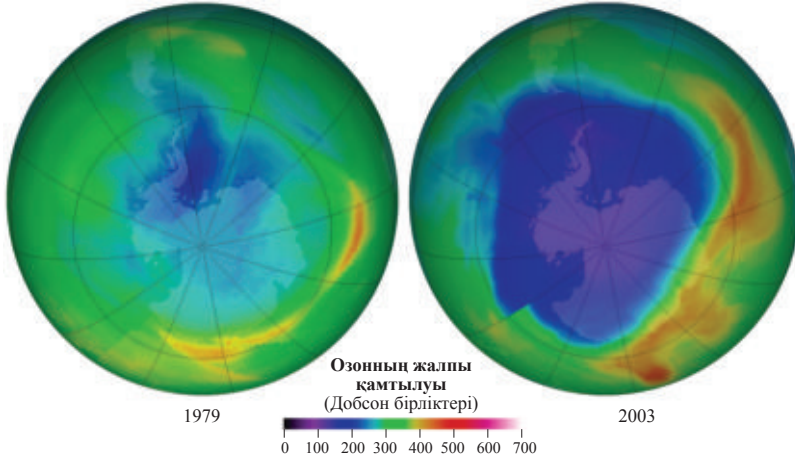
Озонның жинақталуы стратосфера деп аталатын ауа қабатында, жер бетінен 10 және 50 шақырым аралығында орналасқанмен, ол адам әрекетіне өте осал. Адамдар өндіретін химикаттар, ультракүлгіннен қорғайтын қалқанды әлсірете отырып, стратосферадағы озон қабатын бұзады.

Озон қабатының бұзылуы ғаламдық масштабтағы экологиялық мәселе болып отыр.

Соңғы зерттеулердің нәтижесі бойынша озон қабатында уақыт және кеңістік бойынша үлкен ауытқулар байқалатыны аңғарылды. Поляр аймақтарында әсіресе, Антарктида тұсында «озон тесігі» байқалған. Бұл үдерісті Оңтүстік полюс үстінен түсірілген 1.13-суреттен көре аласыздар.

Соңғы 75 жылда адамдар атмосфераны ластай отырып, озон қабатын қауіпті жағдайға қойды. Бақылаулар бойынша, озон молекулаларын бұзатын ұшақтардан бөлінетін азот тотықтары, антропогенді фреон (мұздатқыштар, парфюмерия өнеркәсібінде т.б қолданылатын), жанартаулар лақтырындыларындағы хлорлы, көмір сутекті қоспалар. Ең бұзғыш химикат – хлорфторкөміртек. Себебі атмосфераның төменгі қабатында хлорфторкөміртек инертті (химикалық түрде белсенсіз), бұл газдың бірнеше мөлшері озон қабатына жетіп, күн сәулесі оны құраушыларды атомдарға бөлшектейді. Сөйтіп, хлор атомы озон молекулаларын бұзады.

2013 жылдың 16 қыркүйегінде озон тесігі 24 млн. км² (9,3 млн) жетті (9,3 млн.миль²) бұл Солтүстік Американың аймағына шамалас.



▲ **1.13-сурет. Антарктикалық озон тесігі.** Екі спутниктік түсірілім Оңтүстік жарты шардағы 1979 және 2013 жылдың қыркүйегіндегі озон тесігінің көлемін салыстырып, ұлғайғанын көрсетеді. Антарктида үстіндегі қою көк түс, бұл озонның сирек аймағы. Озон тесігі техникалық мағынадағы озон мүлдем жоқ «тесік» дегенді білдірмейді, ол көктем мезгілінде Антарктида үстіндегі стратосфера қабатындағы озонның тым аз болуы.

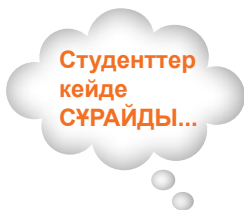
Себебі озон күннен келетін ультракүлгін радиацияны сүзеді, оның концентрациясының төмендеуі қауіпті ұзын толқындардың жер бетіне дейін жетуге себеп болады. Ультракүлгін сәулелер адам денсаулығына қатты кері әсерін тигізеді, тері рактарының дамуына алып келеді. Сондай-ақ, ультракүлгін сәулелердің кері әсерінің ұлғаюы адамның имундық жүйесінің нашарлауына, катаракт, көз жанарының бұлдырауына, нашар көруі мен тіпті емдемесе соқыр болып қалуына да әсер етеді.

Осы мәселені шешу үшін Біріккен Ұлттар Ұйымының қолдауы бойынша, хлорфторкөміртек өндірісі мен қолдануын тоқтату мақсатында 1987 жылы *Монреаль Хаттамасы атты* халықаралық келісімшарт жасалды. Нәтижесінде 190-нан астам ел осы құжатты бекітті. Дегенмен, мұндай маңызды шара жүзеге асқанмен, атмосферадағы хлорфторкөміртек мөлшері бірден төмендеп кетпейді. Атмосферадағы хлорфторкөміртек молекуласы озон қабатына көптеген жылдардан кейін жетуі мүмкін және бірнеше декада аралығында белсенді болып қала береді.

Бұл озон қабаты бұзылуының уақытша тоқтатылуы деп ойламаған дұрыс. Болжам бойынша 2060 және 2075 жылдар аралығында озон қабатын бұзушы газдар мөлшері 1980 жылдардағы озон тесігінің қалыптасуына дейінгі жағдайына түсуі мүмкін.

✓ 1.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауа газдың спецификалық түрі ме? Түсіндіріңіз.
- 2 Таза, құрғақ ауаның екі түйінді құраушысы не? Әрқайсысы қанша мөлшерден тұрады?
- 3 Неге көмір қышқыл газ жер атмосферасының маңызды құрамдас бөлігі? Не себепті судың буы және аэрозольдер маңызды құраушы болып табылады?
- 4 Озон дегеніміз не? Неге озон жер бетіндегі тіршілік үшін өте маңызды? Хлорфторкөміртек деген не және оның озон қабатының бұзылуына қандай қатысы бар?



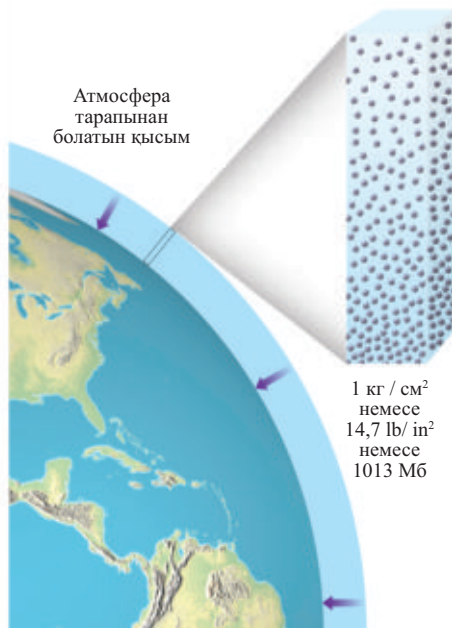
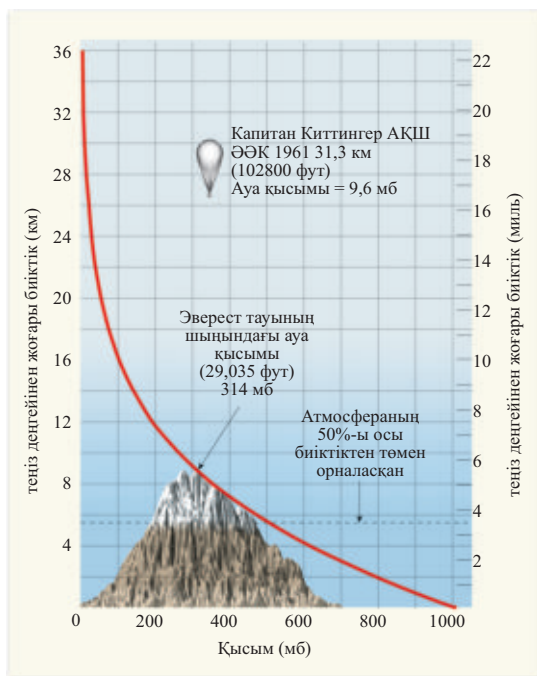
Озон өз тарапынан ластаушылар қатарына жата ма?

Жалпы стратосферадағы озон жердегі тіршілік көзі үшін маңызды болып саналғанмен, жердің топыраққа жақын қабатында өндіріліп шығарылатын болса, онда ластаушы ретінде болар еді. Себебі ол өсімдік жамылғысы мен адам денсаулығына зиян келтіреді. Озон автотранспорт және сол саланың бөліп шығаратын зиянды заттарынан құралған фотохимиялық түтін деп аталатын зиянды газдар мен бөлшектер қосындысының түйінді құрамдас бөлігі болып табылады. 13-ші бөлімде бұл жайлы көп ақпарат берілген.

1.5 Атмосфераның вертикаль құрылысы

Жер бетінен атмосфераның жоғарғы қабатына дейін ауа қысымының өзгеруін көрсететін графикті түсіндіру. Атмосфераның термикалық құрылымын көрсететін графиктің алғашқы нұсқасын салу және белгілеу.

MM® GEODe ► Атмосфераға кіріспе ► Атмосфера қабаттары / Атмосфераның термикалық құрылымы



▲ 1.14-сурет. Ауа қысымының биіктікке байланысты өзгеруі. Ауа қысымының биіктікке байланысты өзгеру жылдамдығы бір қалыпты емес. Қысым жер бетіне жақын жерде тез өзгерсе, жоғары биіктікте бірте-бірте өзгереді. Басқаша айтатын болсақ, суреттен байқасаңыздар газдың көп мөлшері жердің беткі қабатына жақын жерде орналасқан және биіктеген сайын бірте-бірте сирей бастайды.

Атмосфера Жердің беткі қабатынан басталып жоғарыға дейін созылып жатқаны барлығымызға мәлім. Дегенмен, атмосфера қай Жерден аяқталады және ғарыш қайдан басталады? Бұл арада нақты шектеулік жоқ. Соңында бірнеше газ молекуласы қалғанша, Жер бетінен жоғарылаған сайын атмосфера қабаты жұқара береді.

Қысымның өзгеруі

Атмосфераның вертикаль құрылымын түсіну үшін жоғарылаған сайын атмосфера қысымының өзгеруін түсіндіруден бастайық. Атмосфера қысымы – ауа салмағы. Теңіз деңгейінен ауаның орташа қысымы 1000 миллибардан сәл жоғары. Бұл шаршы сантиметрге 1 килограмм салмақтан келеді. Яғни, жоғарылаған сайын қысым төмендейді, себебі жоғарылаған сайын ауа да азая береді (**1.14-сурет**).

1.1-атмосфераға шолу

Бұл реактивті ұшақ 10 шақырым биіктікте шарықтап бара жатыр.



Сұрақтар

1. 1.14-суреттегі графикке назар салыңыз. Реактивті ұшақ ұшып бара жатқан жерде ауа қысымының шамалы мөлшері қанша?
2. Реактивті ұшақтан төмен қарай атмосфераның қанша пайызы орналасқан (жер бетіндегі қысым 1000 миллибарды құрайды деген шартта)?

Атмосфераның тең жартысы 5.6 шақырым шамасында төменгі қабатта жатыр. 16 шақырым шамасында атмосфераның 90 пайызы созылған және 100 шақырымнан жоғарыда атмосфераны құрайтын газдың тек 0.00003 пайызы қалады.

100 шақырым биіктікте атмосфера қабаты өте жұқа, сондай-ақ ауа қысымы да өте төмен. Дегенмен, атмосфера жоғары биіктікке қарай созыла береді. Атмосфераның сиреуі туралы Ричард Крэйг жақсы сипаттама береді.

Атмосфераның бірнеше жүз шақырым биіктіктегі қабатының тығыздығы өте төмен. Теңіз деңгейіне жақын жерде ауаның текше сантиметріндегі атомдар мен молекулалар саны 2×10^{19} құрайды; 600 км-ге жақын шамамен 2×10^7 , бұл теңіз деңгейінің мәнін миллионға бөлу дегенді білдіреді. Теңіз деңгейінде орта есеппен атом немесе молекула басқа бөлшектермен соқтығыспағанша 7×10^{-6} см мөлшерінде қозғалыста болады; 600 км деңгейдегі қашықтықта «еркін қозғалыс ұзындығы» деп аталады, ол шамамен 10 км. Теңіз деңгейіне жақын жерде атом немесе молекула орта есеппен әр секундына 7×10^9 шамасындағы соқтығысқа ұшырайды; 600 км-ге жақын жерде бұл сандық көрсеткіш әр минут сайын азаяды.

Ауа қысымының төмендеуі биіктіктің ұлғаю деңгейінің азаюына байланысты 35 км биіктіктен жоғары қысымның төмендеуі онша байқала бермейді.

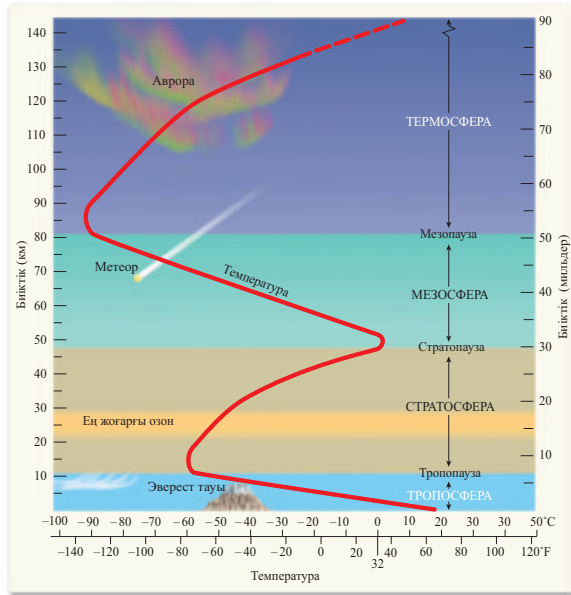
Басқа сөзбен айтқанда, график жоғары тығыздықты ауа екенін көрсетеді, яғни, қысым төмендегенде ауа кеңейеді, қысым жоғарылағанда ауа тығыздала түседі. Демек, атмосфера жер бетінен бірнеше мың шақырымға созылып жатыр. Осыдан атмосфера қайда аяқталады және ғарыш қайдан басталады деген сұраққа ауа немесе ғарыштың қандай құбылысты зерттейтініне байланысты ықтиярлы түрде ғана жауап бере аламыз. Екеуінің арасында нақты шекара жоқ десе де болады.

Қорытындылай келе, атмосферадағы бөлшектер өздері таралған кеңістікте толассыз қозғалыста болатындықтан, көлемі мен пішінін сақтамайды. Сондықтан ауаның белгілі бір жерде қысымы артса, қысымы аз жаққа ауысып отырады. Қатты Жер қабындысымен салыстырғанда, біздің планетамызды қоршаған ауа қабаты өте ұсақ бөлшектерден тұрады.

Температуралық өзгерістер

XX ғасыр соңында атмосфераның төменгі қабаты жайлы көптеген жаңалық ашулар болды. Атмосфераның жоғарғы қабаты туралы жанама тәсілдер арқылы анықталған болатын. Ауа шарлары және аэроұшақтар арқылы алынған мәліметтер жер бетінен биікке жоғарылаған сайын ауа температурасы төмендейтінін көрсетті. Бұл құбылысты биік тауға көтерілгендер сезіне алады және мұны қар жатпаған алқаптан қар басқан тауды бейнелейтін суреттен көре аласыздар.

10 км биіктік шамасында өлшемдер алынбаса да, ғалымдар биіктік жоғарылаған сайын температураның төмендеуі абсолюттік нөлге жеткендегі (-273°C) мәніне дейін өзгере береді деп есептейді. Дегенмен, 1902 жылы француз ғалымы Леон Филипп Тейсеран де Бор биіктік жоғарылаған сайын температура төмендейді деген қозғалысқа қарсы шығады. 200-ден астам аэростаттарды жіберу арқылы алынған мәліметтер нәтижелерін зерттей келе, Тейсеран де Бор 8 және 12 шақырым аралығындағы биіктікте температураның төмендеуі тоқтатылады деп тапты. Бұл ғажап ашу алғашында күдікті болды, бірақ одан кейін алынған мәліметтер де бұл нәтижені дәлелдей түсті. Кейін аэростаттар мен ракета-дыбыстық тәсілдер арқылы өте үлкен биіктіктегі атмосфераның температуралық құрылымын анықтай түсті. Бүгінгі таңда температураға негізделі отырып, атмосфераның вертикалды құрылымын төрт қабатқа бөледі (1.15-сурет).



▲ 1.15-сурет. Атмосфераның термикалық құрылымы. Жер атмосферасы температураға байланысты дәстүрлі түрде төрт қабатқа бөлінеді.



▲ 1.16-сурет. Радиозонд. Бұл жеңіл салмақты қаптамалы құрылғы кішкентай ауа шары арқылы ауаға жіберіледі. Ол температураның вертикаль бағыттағы өзгеруі мен тропосферадағы қысым мен ылғалдылық жайлы мәліметтерді жіберіп отырады. Тропосферада барлық ауа райы құбылыстары жүзеге асады, сондықтан өлшем мен бақылауларды жиі-жиі жүргізіп тұру қажет.

Тропосфера. Атмосфераның ең астыңғы, орташа температурасы биіктік бойынша төмендейтін қабаты **тропосфера** деп аталады. Бұл терминді 1908 жылы Тейсеран де Бор ауаның «бұрыла» алатын аймағы деген мағынасында енгізді, яғни бұл төменгі зона қабатындағы ауаның вертикаль араласуы.

Тропосферадағы температураның төмендеуі **биіктікке байланысты өзгеру градиенті** деп аталады. Жер бетінен әр шақырымға көтерілген сайын ауаның температурасы $6,5^{\circ}\text{C}$ төмендеп отырады. Температураның биіктікке байланысты өзгеру градиенті тұрақты емес, әрдайым өзгеріп отырады, сондықтан үнемі өлшеп тұру қажет. Әр түрлі биіктіктегі температура, ылғалдылықты және қысымды өлшеу үшін радиозонд құралы пайдаланылады. Радиозонд – атмосфераның биік қабаттарын зерттеу үшін қолданылатын аэрологиялық аспап. Ол ауа шарларына бекітіліп, атмосфераға көтерілген сайын мәліметтерді радио арқылы жіберіп отырады (1.16-сурет).

Температураның биіктікке байланысты өзгеру градиенті бір күн ішіндегі ауа райының және бір жерден екінші жерге өткендегі мезгілдің өзгеруіне байланысты өзгеріп отырады. Кейде тропосферада керісінше, биіктеген сайын температура жоғарылайтын ұсақ қабаттары байқалады. Мұндай өзгерулер *температура инверсиясы* деп аталады және 13-бөлімде нақты сипатталады.

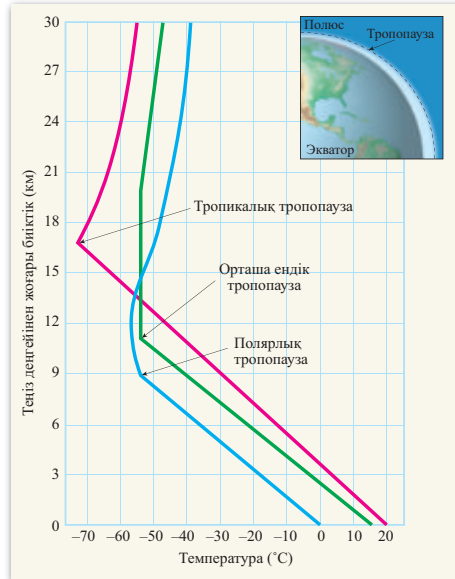
Температураның төмендеуі орта есеппен 12 км биіктікке дейін жалғаса береді. Тропосфераның қалыңдығы әр жерде бірдей емес. Орташа есеппен тропосфера полюстер үстінде 16 шақырымға, полярлы аймақта төменірек 9 км-ге дейін созылады (1.17-сурет).

Температураның жылу қабаты және жоғары дамыған термалды араласулар экваторға жақын жердегі тропосфераның вертикаль созылып жатуына жауапты. Нәтижесінде температураның өзгеру градиенті өте үлкен биіктікке дейін созылып жатады, биік қабаттағы төменгі температура дегенге қарамастан, тропосферадағы ең төменгі температура полюстегі емес тропиктердегі ауада байқалады.

Метеорологтар үшін тропосфера ең маңызды қабат болып табылады, себебі ауа райының ең маңызды құбылыстары осы қабатта байқалады. Барлық бұлттар және жауын-шашындар, қатты дауылдар атмосфераның осы төменгі қабатында пайда болады. Сол себептен тропосфераны «ауа райы» сферасы деп те атайды.

Стратосфера. Тропосфера тропопауза деп аталатын өтпелі жұқа қабат (қалыңдығы 1-2 км) арқылы атмосфераның келесі қабаты **стратосфераға** ауысады. Стратосфера шамамен 50-55 км биіктікке дейін созылып жатыр. Шамамен 20 км биіктіктен соң ауа температурасы күрт жоғарылай бастап, 50 км биіктікте оң жоғары шамасына (ГС) жетеді. Шамамен 15-70 км биіктікте оттектің біраз бөлігі ультракүлгін сәулелер әсерінен атомдарға ыдырайды. Бос атомдар құрылымын сақтап қалған оттегі молекулаларына қосылып, озонның үш атомды молекулалары түзіледі. Стратосферада бұл үдеріспен қатар керісінше, реакциялар, яғни озонның қайтадан ыдырауы қоса жүреді. Озон негізінен 15-30 км биіктікте шоғырланады, бұл қабатты азотты деп те атайды. Қазіргі кезде озон қабатының жұқаруы шешімін таппаған ғаламдық экологиялық мәселеге айналып отыр.

Мезосфера. Үшінші қабатта **мезосфера** орналасқан, онда температура мезопаузаға дейін одан әрі қарай төмендеп, 80 км биіктікте -90°C -қа түседі.



▲ **1.17-сурет. Тропосфераның биіктігіндегі айырмашылық.** Диаграммада көрсетілген тропосфера биіктігіндегі өзгеріс көп мөлшерде ұлғайтылған масштабта алынған.

1.2-атмосфераға шолу

Бұл ауа райы шары ұшырылғанда жер бетіндегі температура 17°C болған. Қазір ол 1 километр биіктікте ұшып барады.



Сұрақтар

1. Шарға жалғасқан ауадағы қаптамалы құрылғы қалай аталады?
2. Шар атмосфераның қандай қабатында?
3. Шар көлемін қалай өзгертеді, жалпы атмосфера арқылы ол қалай жоғары биіктеп барады? Түсіндіріңіз.

Атмосферадағы ең суық температура мезопаузада орналасқан. Мезосфераның үстіндегі Мезопаузаның өтпелі қабатында ауа қысымы Жер бетіндегіден шамамен 1000 есе төмен. Мезосферада зерттеу жұмыстарын жүргізу өте қиын, сондықтан мезопауза ең аз зерттелген аймақ. Бұл аймаққа жіберілген аэропландар мен зерттеу шарлары әдетте, жете бермейді және орбиталды спутниктерге де қолжетімсіз. Соңғы техникалық жетістіктер ғана білімдегі олқылықты толтыра бастады.

Термосфера. Мезопаузадан жоғары орналасқан төртінші қабат және жоғары қарай нақты анықталған шекарасы жоқ. Бұл **термосфера** қабаты атмосфера массасының аз ғана бөлігін қамтиды. Мұнда өте жоғары температура 1000°C байқалады. Термосферада температура биіктік бойынша жылдам өседі. Температураның биіктік бойынша өсуі атомдық оттегі мен азоттық ультракүлгін радиацияны жұтумен түсіндіріледі. Бірақ ол биіктіктердегі температура тек молекулалардың қозғалысының кинетикалық энергиясын сипаттайды, яғни газдардың молекулалары мен атомдары өте жоғары жылдамдықпен қозғалады. Термосферада ауа тығыздығы өте төмен болғандықтан, онда орналасқан дене (мысалы, спутник) ауамен жылу алмасу арқылы емес, тек күн радиациясын жұту арқылы жылынады. Егер астронавт ауаның осы қабатында қолын шығарып көретін болса, ауаның қатты ыстық емес екенін сезеді.

Ионосфера. Температурадағы вертикаль ауытқуларға байланысты, атмосферада тағы бір қабат бар. 80-нен 400 км-ге дейінгі диапазонда термосферадан кейін электроөткізгіштігі жоғары ионосфера қабаты орналасқан. Бұл қабатта азот және оттегі молекулалары жеңіл иондалады, себебі олар күннің жоғары электрленген қысқа толқынды радиациясын өзіне сіңіреді. Бұл үдерісте әрбір әрекетке түскен молекула мен атом бір немесе бірнеше электрондарын жоғалтып, оң зарядталған ионға айналады, ал электрондар электр тоғы сияқты еркін қозғалыста болады.

Иондану өте биіктікте 1000 км жүзеге асқанмен, 50 км-ге дейін жайылады, оң зарядталған иондар және теріс электрондар 80-нен 400 км-ге дейінгі диапазонда тығыз. Иондардың жинақталуы бұл диапазоннан төмен аралықта үлкен емес, себебі иондалуға қажет қысқа толқынды радиацияның көп мөлшері таусылып кеткен.

Бұдан бөлек, бұл қабаттағы атмосфера тығыздығының төмендігінен еркін қозғалыстағы электрондар оң зарядталған иондармен екпінді түрде тартылып кетеді.

400 км-ден жоғары ионосфера шегі ауа тығыздығының өте төмен болуына байланысты иондалу жинақталуы төмен. Себебі, молекула және атом мөлшері өте аз, аз ғана иондар мен бос электрондар шығарылады.

Ионосфера біздің күнделікті ауа райымызға өте аз әсер етеді. Бірақ бұл атмосфера қабатында айрықша жарқыраулар шұғылалар пайда болады. Жоғары ендіктерде байқалатын бұл электрлік құбылыстар полярлық шұғыла деп аталады. Полярлық шұғыла алуан түрлі пішінде, әр түрлі жағдайларда байқалады. Әрбір лездік көріністі бір-бірімен қабаттасып жатқан әр түрлі қарапайым шұғылалардың жиынтығы ретінде қарастыруға болады: бүкіл аспан күмбезіне созылып жатқан түзу немесе имек сызық түріндегі біртекті доғалар мен жолақтар; вертикаль бағытта едәуір созылып жатқан сәулелік пішіндер, диффузиялық біртекті дақтар; біртекті үлкен диффузиялық беттер.

Полярлық шұғыла ғарыштан келетін жоғары энергиялы зарядталған бөлшектердің (электрондар мен протондардың) атомдар мен молекулалармен әсерлесуі (90-1000 км биіктікте) нәтижесінде пайда болады. Осы әсерлесу кезінде атомдар мен молекулалар қозған күйге көшеді де, кейіннен белгілі бір толқын ұзындығына сәйкес жарық кван-

тын шығара отырып, алғашқы орнықты күйіне ауысады. Полярлық шұғыла тудыратын бөлшектердің атмосфераға енуі Күн желі мен геомагниттік өрістің өзара күрделі әсерлесуіне байланысты болады. Сондықтан полярлық шұғыланың байқалу жиілігі мен қарқындылығы Күн активтілігіне тәуелді.

Сәулелік пішіндердің орташа қалыңдығы – 200 м, жарықтылық артқанда ол кемиді. Полярлық шұғыланың спектрлік құрамы ендікке байланысты өзгеріп отырады. Полярлық шұғыланы зерттеу біріншіден, Жерге жақын ғарыш кеңістігіндегі үдерістер туралы ақпарат жинауға, екіншіден оптикалық сәуле шығарулары бойынша ғарыш бөлшектерінің ионосфераға әсерін анықтауға мүмкіндік береді. Полярлық шұғыланы тек Жер бетінен емес, ғарыш кемелері арқылы зерттеу жоғарыдағы мәселелерге байланысты маңызды жаңа деректер алуға мүмкіндік берді.

✓ 1.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Биіктіктің жоғарылауымен ауа қысымы жоғарылай ма, әлде төмендей ме? Түсіндіріңіз.
- 2 Атмосфераның сыртқы шекарасы нақты анықталған ба? Түсіндіріңіз.
- 3 Атмосфера температураға байланысты вертикаль түрде төрт қабатқа бөлінеді.
- 4 Төменгісінен жоғарғы қабатқа қарай ретімен атап шығыңыз. Қай қабатында ауа райы қалыптасады?
- 5 Стратосферада неге температура жоғарылайды?
- 6 Ионосфера дегеніміз не? Полярлық шұғылалар қалай пайда болады?

1 Атмосфераға кіріспе тұжырымына шолу

1.1 Атмосфераға назар салу ► Ауа райы мен климат айырмашылығын түсіну, ауа райы және климаттың түйінді элементтерінің атауларын және бірнеше маңызды атмосфералық қауіптерді атап беру.

Түйінді сөздер: метеорология, ауа райы, климат, ауа райы және климаттың элементтері

- Метеорология атмосфераны ғылыми-зерттеу болып табылады. Ауа райы – белгілі бір жердегі және уақыттағы атмосфералық жағдай. Ауа райы әрдайым өзгеріп тұрады, күннен-күнге, тіпті сағат сайын. Ауа райындағы өзгеріс үздіксіз, яғни белгілі бір жердегі ауа райының көп жылдық режимі, яғни осы жерде болуға тиісті ауа райы жағдайларының жиынтығы мен оның бір ізбен өзгеріп отыруын климат деп атаймыз. Климат аймақты немесе тұрғылықты жерді сипаттауға көмек беретін ауа райы жайлы барлық статистикалық ақпараттар жиынтығы.
- Ауа райы және климат түйінді элементтері болып саналатын терминдермен сипатталады, олардың саны мен сапасы әрдайым өлшеніп тұрады. Ең маңызды элементтері – (1) ауа температурасы, (2) ылғалдылық, (3) бұлттылық мөлшері мен типтері, (4) жауын-шашын мөлшері мен типтері, (5) ауа қысымы, (6) желдің жылдамдығы мен бағыты.

- Кейбір атмосфералық қауіптер, мысалы, қатты жел, бұршақ, мұзды жауындар дауылдардың салдарынан болады. Ал ыстық ауа толқындары, тұман қуаңшылықтың дауылдарға еш қатысы жоқ.

1.2 Ғылыми-зерттеулердің мәні

► **Гипотезалар құрылымы және теориялардың дамуынан тұратын ғылыми-зерттеулердің мәнін талқылау.**

Түйінді сөздер: гипотеза, теория

- Табиғи құбылыстарды сипаттау үшін мәліметтер жинақталып, қағидаттар қалыптасып болғаннан кейін зерттеушілер құбылыстардың дәл осылай жүзеге асырылатынын түсіндіруге тырысады. Ол үшін зерттеушілер жобаланған немесе тексерілмеген түсіндірулерді қолданады, ол ғылыми гипотеза деп аталады. Гипотеза деп ақиқаттағы тәжірибеде дәлелденбеген қандай да бір құбылысты анықтау үшін ғылымда қолданылатын болжамды тұжырым формасын айтады.
- Көптеген сынаудан өткен гипотеза енді теория деген мәртебеге ие болады. Ғылыми теория – жақсы тексерілген және кең түрде мойындалған пікір.
- Мұқият тексерістен өтпеген гипотезалар ысырып тасталынады, ғылыми ілімдер дұрыс түсінікке қарай бет бұрып келеді, бірақ біз барлық сұраққа жауап бере аламыз деп ешқашан сенімді бола алмаймыз. Ғалымдар біздің әлеміміздің үлгісін өзгертетін жаңа ақпаратты алуға әрқашан ашық болулары қажет.

1.3 Жер жүйе ретінде

► **Жердің түйінді төрт сферасын атау және сипаттама беру. Жүйе дегенді анықтау және Жердің неге жүйе ретінде саналатынын түсіндіру.**

Түйінді сөздер: геосфера, атмосфера, гидросфера, биосфера, жер жүйесінің ғылымы, жүйе

- Жердің физикалық ортасы дәстүрлі түрде үш түйінді бөлікке бөлінеді: геосфера деп аталатын қатты қабаты; гидросфера деп аталатын су бөлігі және Жерді қоршаған газды қабық – атмосфера.
- Жердің төртінші сферасы – биосфера, ол Жердің тіршілік қабаты. Бұл сфера гидросфера, атмосфера және геосферада бірнеше шақырымға ғана созылып, өте жұқа қабатты алып жатыр.
- Гидросфераның шамамен 96%-ын мұхиттар мен теңіздер құрайды, олар Жер бетінің 71 пайызын алып жатыр.
- Жердің әрбір сферасын бөлек оқып, зерттей алатындығымызға қарамастан, олар бір-бірімен күрделі байланысқа түскен және әрдайым әрекеттесетін Жер жүйесі деп аталады.
- Пәнаралық тәсілді қолдана отырып, Жер жүйесінің ғылымын тәжірибелейтіндер үшін айта кететін жайт, түсіну деңгейіне жету үшін ең алдымен ғаламдық экологиялық мәселелерді ұғыну және шешу қажет.
- Жер жүйесі күн энергиясын екі қайнар көзден алады. Күн (1) атмосферада, гидросферада және Жер бетінде болатын сыртқы үдерістерге қозғау болады. Ауа райы,

климат, мұхит циркуляциясы және эрозиондық үдерістерге күннен келетін энергия қозғаушы күш болады. Жердің ішкі қабаты (2) екінші энергия көзі болып табылады: планетамыздың құрылуы кезінде қалған энергия және Жердің ішкі қабатындағы жанартаулық атқылау, жер сілкінісі, таулардың әсер етуі арқылы болатын радиоактивті ыдыраулардан пайда болатын энергия.

1.4 Атмосфера құрамы

► **Жер атмосферасын құрайтын түйінді газдарды атау және метеорологиялық тұрғыдан ең маңыздыларын анықтау. Озон қабатының бұзылуы не себепті жаһандық мәселе екенін түсіндіріп беріңіз.**

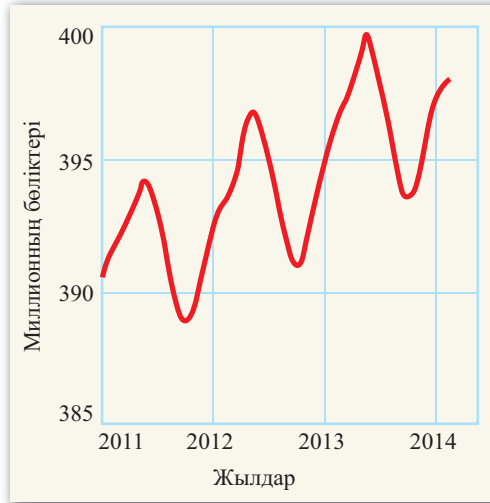
Түйінді сөздер: ауа, аэрозоль, озон

- Ауа – қатты және сұйық ұсақ бөлшектерден тұратын, әрқайсысының өзінің физикалық қасиеттері бар көптеген дискретті газдар жиынтығы. Егер судың буы, шаң және басқа да өзгермелі құрамдас бөліктер шығарылып тасталынса, құрғақ, таза ауаның 99 пайызын азот пен оттегі газдары құрайтынын байқаймыз. Көмір қышқыл газының (CO_2) орта шамамен атмосферадағы құрамы – 0.0400 пайыз немесе миллионның 400-ден бір бөлігі, дегенмен метеорологиялық тұрғыдан ауаның маңызды құраушысы болып табылады.
- Ауа көптеген газдар мен бөлшектерден тұрады және уақыт пен орынға байланысты өзгеріп отырады. Ең маңызды құраушылары ретінде судың буын, аэрозольдерді және озонды мысыл ретінде айтуға болады. Пайыздық мөлшері аз болғанымен де ауа райы мен климатқа бірқатар әсер етеді, жауын-шашындар мен бұлттарды құраушылар. Сондай-ақ су буының басқа да рөлдері бар. Көмір қышқыл газы сияқты судың буы да жерден шыққан энергияны және күн энергиясын сіңіреді. Су өзінің күйін өзгерткен жағдайда жылуды сіңіреді немесе шығарады. Бұл энергия *жасырын жылулық* деп аталады. Судың буы атмосферадағы осы жасырын жылулықты бір аймақтан екінші аймаққа жеткізуші болып табылады, бұл көптеген дауылдарды реттеуші энергия көзі болып табылады.

Атмосферадағы өте жеңіл, сондықтан қалқыған жағдайда болатын қатты және сұйық күйдегі заттарды **аэрозольдер** деп атайды. Бұл өте кіші мөлшердегі, көзге көрінбейтін өте маңызды бөлшектер. Біріншіден, аэрозольдер ылғалды атмосферада конденсация үдерісі жүру үшін үлкен рөл атқарады, яғни оларды конденсация өзегі деп те атайды, бұлттар мен тұманды қалыптастырушы қызметін атқарады. Екіншіден, аэрозольдер күннен түсетін радиацияны сіңіруші немесе шағылыстырушы болып табылады.

O_3 немесе оттегінің үш атомдық молекуласынан тұратын оттектің бір формасы. Оның концентрациясы стратосфера деп аталатын ауа қабатында, жер бетінен 10 және 50 шақырым аралығында болады. Озон ультракүлгін радиацияны сіңіреді, ал ультракүлгін радиациясы Жер бетіндегі барлық тіршілік түрлеріне өте зиян. Соңғы 75 жылда адамдар атмосфераны ластай отырып озон қабатын қауіпті жағдайға қойды. Озон концентрациясы оңтүстік жартышарда Антарктида бойымен шұғыл төмендейді (қыркүйек және қазан). Монреаль Хаттамасы озон мәселесіне халықаралық оң жауап ұсынады.

Сұрақ. Бұл график 2011 және 2014 жылдар аралығындағы атмосфералық газдар өзгерісін көрсетеді. Бұл қандай газ? Аңғардыңыз ба? Неге сызық өте иректелген?



1.5 Атмосфераның вертикаль құрылысы

► Жер бетінен атмосфераның жоғарғы қабатына дейін ауа қысымының өзгеруін көрсететін графикті түсіндіру. Атмосфераның термикалық құрылымын көрсететін графиктің алғашқы нұсқасын салу және белгілеу.

Түйінді сөздер: тропосфера, еркін қозғалыс ұзындығы, радиозонд, стратосфера, тропопауза, мезосфера, термосфера, ионосфера, полярлы шұғыла.

- Биіктеген сайын атмосфера жұқара беретіндіктен, оның жоғарғы қабатының нақты шекарасы жоқ, ол бірден ғарышқа тұтасып кетеді.
- Температураға негізделі отырып, атмосфера вертикаль бағытта төрт қабатқа бөлінеді. Ең төменгі қабаты – тропосфера. Тропосферада биіктеген сайын температура төмендейді. Жер бетінен әр шақырымға көтерілген сайын ауаның температурасы $6,5^{\circ}\text{C}$ төмендейді. Барлық маңызды ауа райы құбылыстары тропосферада болады.
- Тропосферадан жоғары стратосфера, озонның ультракүлгін сәулелерін сіңіру әсерінен ауа жылына бастайды. Мезосферада температура қайта төмендейді. Мезосферадан жоғары термосфера, атмосфераның өте кіші массасын алады және нақты анықталған жоғарғы шекарасы жоқ.
- 80-нен 400 км-ге дейінгі диапазонда термосферадан кейін электрөткізгіштігі жоғары ионосфера қабаты орналасқан. Бұл қабатта азот және оттегі молекулалары жеңіл иондалады, себебі олар күннің жоғары электрленген қысқа толқынды радиациясын өзіне сіңіреді. Бұл үдерісте әрбір әрекетке түскен молекула мен атом бір немесе бірнеше электрондарын жоғалтып, оң зарядталған ионға айналады, ал электрондар электр тоғы сияқты еркін қозғалыста болады. Бұл атмосфера қабатында айрықша жарқыраулар шұғылалар пайда болады. Жоғары ендіктерде байқалатын бұл электрлік құбылыстар полярлық шұғыла деп аталады. Полярлық шұғыла ғарыштан келетін жоғары энергиялы зарядталған бөлшектердің (электрондар мен протондардың) атомдар мен молекулалармен әсерлесуі (90-1000 км биіктікте) нәтижесінде пайда болады. Осы әсерлесу кезінде атомдар мен молекулалар қозған күйге көшеді де, кейіннен белгілі бір толқын ұзындығына сәйкес жарық квантын шығара отырып, алғашқы орнықты күйіне ауы-

сады. Полярлық шұғыла тудыратын бөлшектердің атмосфераға енуі күн желі мен геомагниттік өрістің өзара күрделі әсерлесуіне байланысты. Сондықтан полярлық шұғыланың байқалу жиілігі мен қарқындылығы Күн қарқынына тәуелді.

Ой жүгірту

1. Келтірілген пайымдаулардың қайсысы ауа райына және қайсысы климатқа байланысты айтылғанын анықтаңыз (*Ескерту*: кейбір пайымдау ауа райына да, климатқа да байланысты айтылған).
 - а. Бейсбол ойыны бүгін жаңбыр астында өтті.
 - ә. Қаңтар – Омахадағы ең суық ай.
 - б. Солтүстік Америка – шөлді аймақ.
 - с. Бүгін түстен кейін жоғарғы температура 25°C болды.
 - д. Кеше кешке торнадо орталық Оклахоманы жайпап өтті.
 - е. Мен оңтүстік Аризонаға көшіп барамын, себебі онда жылы және күн шуақты.
 - ж. Бейсенбі күнгі болған төменгі температура –20°C, бұл қала үшін бұрын-соңды болмаған құбылыс.
 - з. Күн құбылмалы бұлтты болып тұр.
2. Келесі сұрақтарға жауап беру үшін 1.2-суретке назар аударыңыз:
 - а. Бұл карта ауа райына қатысты ма немесе климатқа қатысты ма?
 - ә. Егер сіз қараша айында Юмаға (Аризона штаты) баратын болсаңыз, қандай ауа райы болады деп болжайсыз, күншуақты немесе бұлтты?
 - б. Сіз болжаған ауа райы сол Жерге барған күні өзгеріп кетуі мүмкін бе? Себебін түсіндіріңіз.
3. Сіз қараңғы бөлмеге кіріп жарықты қосқыңыз келді, бірақ жарық жанбады. Бұл әрекетті түсіндіру үшін аз дегенде үш гипотеза ұсыныңыз.
4. Нақты өлшемдер мен бақылауларды жасау ғылыми-зерттеудің Түйінді бөлігі болып табылады. Мысал ретінде дауылға байланысты ылғалдылықтың таралуы мен қарқындылығын анықтайтын суретте бейнеленген радарды айтуға болады. Осы сияқты ғылыми мәліметтерді жиыстыруға қатысы бар бөлімде келтірілген үш суретті анықтаңыз.
5. 1.14-суретке назар аударып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз.
 - а. Егер сіз Эверест тауының шыңына өрмелеп бара жатқан болсаңыз, онда осы биіктікте теңіз деңгейі биіктігіндегі бір демге тең келетін қанша дем тартар едіңіз?
 - ә. Егер сіз 12 шақырым биіктікте ұшып бара жатқан болсаңыз, сол биіктіктен төмен қарай ауа массасының неше пайызы жатыр?
6. Егер сіз Жер бетінен атмосфераның жоғарғы қабатына көтерілетін болсаңыз, атмосфера қабатын анықтау үшін төменде келтірілген қандай өлшем құралы пайдалы болар еді? Түсіндіріңіз.
 - а. Гигрометр (ылғалдылық)
 - ә. Барометр (ауа қысымы)
 - б. Термометр (температура)
7. Қай жерде трапосфера қалыңырақ деп ойлайсыз? (Жер беті мен трапосфера арасындағы қашықтық бойынша): Гавайда ма, Аляска үстінде ме? Неге? Қалай ойлайсыз, Аляска

үстіндегі тропосфера қалыңдығы қаңтар айында шілдеге қарағанда өзгеше бола ма? Егер өзгеше болады деп ойласаңыз, себебін түсіндіріңіз.

8. Суретте Жер жүйесінің әр түрлі бөліктері арасындағы әрекеті бейнеленген. Бұл көшкін түрі 2014 жылы наурыз айында қатты жауын салдарынан туындады. Осо, Вашингтон маңындағы 1 шаршы миль ауылды аймақты бұзып, 40 адамның өмірін қиған бұл табиғи апатқа Жердің төрт сферасының қайсысы қатысты? Селдің пайда болуына әрқайсысының қалай себепкер болғанын түсіндіріңіз.

Мәселелер

1. Келесі сұрақтарға жауап беру үшін 1.1-суретте көрсетілген ауа райы картасына назар аударыңыз:
 - а. Орталық Нью-Йорк пен Аризона штатының солтүстік-батыс бұрышында жоғарғы температурасының болжамды көрсеткіші.
 - ә. Картада ең суық және ең жылы аудандар қайда көрсетілген?
 - б. Бұл ауа райы картасында Н белгісі ең қысымы жоғары аймақ орталығын білдіреді. Жоғарғы қысым жауын-шашынды немесе жақсы ауа райымен байланысты ма?
 - в. Қай аймақ жылырақ: Орталық Техас немесе орталық Мэн?
2. Нью-Йорк қаласындағы температураға байланысты сұрақтарға жауап беру үшін 1.3-суретке назар аударыңыз:
 - а. Қаңтар және шілде айларында болжамды түрде тәуліктің орташа жоғарғы температурасы қандай?
 - ә. Жалпы шамалы түрде ең жоғарғы және ең төменгі температура қандай болған?
3. 1.5-суретте көрсетілген графикке назар салыңыз. Қай жылы табиғи апаттар ең көп миллион доллар шығын келтірген? Сол жылы қанша табиғи апат болған?
4. 1.14-суретте көрсетілген графикке назар салып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз:
 - а. Болжамды түрде Жер беті мен 4 шақырым аралығында ауа қысымы қаншаға дейін (миллибар өлшемінде) төмендейді? (Жер бетіндегі қысым 1000 миллибар деп қолданыңыз).
 - ә. 4 және 8 шақырым аралығында ауа қысымы қаншаға дейін төмендейді?
 - б. а және ә сұрақтарына берген жауаптарыңызға негізделе отырып, дұрыс жауапты таңдаңыз: Биіктік жоғарылаған сайын ауа қысымы мөлшері бойынша төмендейді (тұрақты түрде, жоғарылайды, төмендейді).
5. Орташа жағдайда теңіз деңгейіндегі температура 23°C болса, 2 шақырым биіктіктегі ауа температурасы неше болады?
6. 1.15-суретте көрсетілген атмосфераның термиялық құрылымы көрсетілген графикке назар салып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз:
 - а. Стратосфераның шамалы биіктігі мен температурасы қандай?
 - ә. Қандай биіктікте температура төмен? Бұл биіктікте температура қанша болып тұр?
7. 1.17-суретте көрсетілген графикті бақылай отырып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз:
 - а. Келесі үш аймақтың (тропик, экваторлық, полюстік) қайсысында Жер бетіндегі температура төмен?
 - ә. Ең төменгі биіктікте қай аймақта тропопауза кездеседі? Ең жоғарғы биіктікте ше? Бұл аймақтарда тропопаузаның биіктігі және температурасы қанша болады?

8. а. Орта белдеуде орналасқан қала (шамалы 40° солтүстік ендікте), көктемнің бір күні, жер бетіндегі (теңіз деңгейінде) температура 10°C . Егер вертикаль зондтау кезінде әрбір шақырым сайын температура 6.5°C жоғарылайды деп анықталған болса және тропосферадағы температура -55°C болса, тропопаузаның биіктігі қанша болады?
- ә. Сол күні экваторға жақын аймақта Жер бетіндегі температура 25°C , а бөлімінде айтылған орта белдеуде орналасқан қала температурасынан 15°C -ге жоғары. Вертикаль зондтау әрбір шақырым сайын температура 6.5°C жоғарылайды және тропопауза 16 шақырым биіктікте кездеседі деп анықтады. Тропопаузада ауа температурасы қанша?

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әр түрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS арналарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

2

Жер беті және атмосфераның қызуы



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімнің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 2.1** 1 жыл ішінде күн бұрышы мен жарық уақыттың ұзақтығына не себеп болатынын түсіндіруге; осы өзгерістер температурадағы мезгілдік өзгеріске қалай алып келетінін сипаттап беру.
- 2.2** Латентті жылу мен айқан жылуды салыстыра білу.
- 2.3** Жылу тасымалының үш механизмін сипаттап беру.
- 2.4** 2.13-суреттегі диаграмманы қолдана отырып, түсетін күн сәулесінде қандай құбылыстар болатынын сипаттап беру.
- 2.5** «Атмосфера жерден қызады» деген тұжырымдама нені білдіретінін айтып беру.
- 2.6** Жердің жылдық энергия қорының басты құрамын сипаттап беру.

Күнделікті өмірден бұлтты күнге қарағанда, ашық күндері күннің сәулелері жылы және асфальтты жол ыстығырақ болатынын білеміз. Қар жамылған таулардың суреттері температураның биіктікке байланысты төмендейтінін еске салады. Және қыстың қатаңдығы әрқашан көктемнің жаңалығымен алмасатынын да білеміз. Бірақ көбінің біле бермейтіні – аспанның көк түсті және ғажайып күннің батуының қызыл болуының себептері бір құбылыстың көріністері болып табылады. Осының бәрі – күн сәулесінің жер атмосферасы мен оның құрлық-теңіз бетімен әсерлесуінің нәтижесі.

2.1 Жер-Күн қатынасы

Жыл бойы Күн бұрышы мен жарық уақыт ұзақтығының өзгерісіне не себеп болатынын түсіндіріңіз. Осы өзгерістер температурадағы мезгілдік өзгерістерге қалай алып келетінін сипаттап беріңіз.

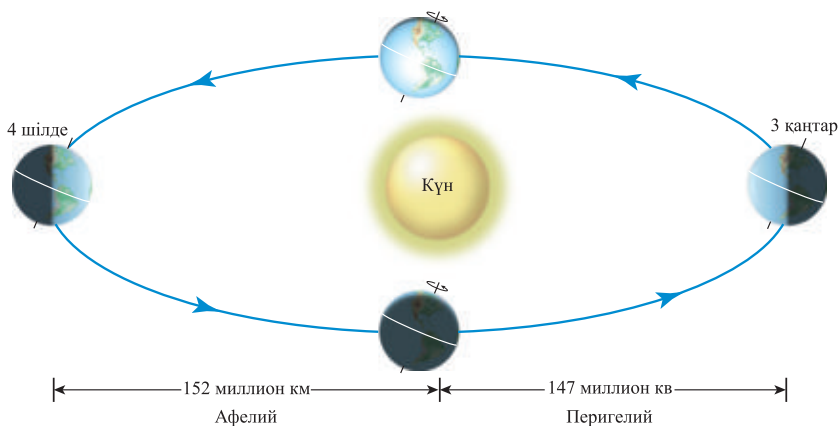
MM® GEODe ► Жер беті мен атмосфераның қызуы ► Мезгілдер ұғымы

Кез келген Жерге түскен күн энергиясының көлемі ендік, күн уақыты мен жыл мезгіліне байланысты түрлі болып келеді. Полярлық аюлар мен мәңгі мұздықтар және тропикалық жағажай бойындағы пальма ағаштарының суреттерін қарсы қоя отырып, 2 шекті көрсетіп отырмыз. Жердің құрлық-теңіз бетін әркелкі жылытуы желдерді тудырады және мұхит ағынын бағыттайды, ол өз кезегінде энергетикалық әркелкілікті теңгеру үшін үнемі талпынып, тропиктерден полюстерге жылуды тасиды.

Бұл үдерістердің нәтижесін – «ауа райы» құбылысы деп атаймыз. Күн «сөніп тұрса», ғаламдық желдер мен мұхит ағыны бірден тоқтап қалар еді. Күн әлі нұрын шашып тұрғандықтан, желдер тұрады және ауа райы сақталады. Сонымен ауа райының динамикалық механизмі қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін ендіктерге байланысты түсетін күн энергиясының саны неліктен түрлі болатынын және мезгілдердің туындауы үшін жыл бойы қабылданған күн энергиясының көлемі түрлі болып тұратынын білуіміз керек.

Жер қозғалысы

Жер планетасының екі түйінді өз осінен айналу және Күнді айналу қозғалысы бар. Жердің өз осінен айналуы 24 сағатты (1 күн) құрайды және нәтижесінде күн мен түн алмасуы жүреді. Өзге қозғалысы күнді айналу жердің күн айналасындағы кішкене эллипстік орбитасындағы қозғалысына қатысты, оған шамамен $365\frac{1}{4}$ күн (1 жыл) кетеді. Күн мен жердің арақашықтығы – шамамен 150 млн. шақырым. Жердің орбитасы дөп-дөңгелек болмағандықтан, екеуінің арақашықтығы жыл бойы түрлі болып келеді.



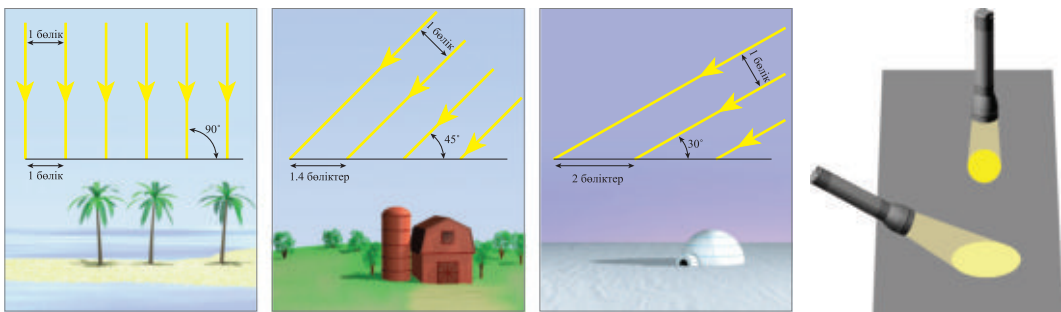
▲ 2.1-сурет. Күн айналасындағы Жердің кішкене эллипстік орбитасы. Жер 4 шілдеде күннен ең қашық нүктеде (афелий), 3 қаңтарда ең жақын нүктеде (перифелий) болатынын естен шығармаңыз.

Жыл сайын 3 қаңтарда біздің планетамыз күннен 147 млн. км қашықтықта тұрады, бұл – ең жақын орналасқан нүкте және перигелий деп аталады. Шамамен жарты жыл өткен соң 4 шілдеде жер күннен 152 млн. км қашықтықта тұрады, бұл – ең қашық орналасқан нүкте және афелий деп аталады. Жер шілде айына қарағанда қаңтар айында Күнге барынша жақындап, 7%-ға артық энергия қабылдайтынына қарамастан, бұл фактор мезгілдік температуралардың туындауында екінші кезектегі рөл ойнайды, десе де Жер солтүстік жарты шардағы қыс бойы Күнге ең жақын келетіні жайлы фактімен дәлелденген.

Мезгілдердің пайда болуына не себеп?

Жер мен күннің арақашықтығындағы өзгерістер мезгілдік температуралардың өзгерісіне себеп болмаса, онда не әсер етеді? Сіздің 1 жыл ішінде *жарық уақыттың* ұзақтығы ақырындап өзгертетінін байқағаныңызға күмән жоқ. Бұл жаз бен қыстың арасындағы сезінген температуралардың ерекшелігін құрайды, жылы күндер ұзақ күндерге алып келеді.

Сонымен қатар *көкжиектегі күннің бұрышы (биіктігі) жердің бетіне жететін күн энергиясының жалпы санына әсер етеді*. Күн дәл төбеде (90° бұрышта) тұрғанда, күн сәулесі қаттырақ шоғырланған және қарқындырақ болады. Төмен бұрышта орналасқан кезде сәулелер шашыраңқы және қарқындылығы азырақ болады. Осымен неге Күн бұрышы төмен болып келетін полярлық аймақтарға қарағанда, жыл бойы Күн бұрышы жоғары болатын тропиктік аймақтарда айтарлықтай жылы болатыны түсіндіріледі (2.2А-сурет). Сіз, бәлкім, осы жағдайды қалта шамын қолданғанда байқаған боларсыз. Егер қалта шамның жарығы бір жерге 90° бұрышта түссе, қарқынды кішкентай дөңгелек пайда болады (2.2Ә-сурет). Керісінше, жарық басқа бұрыштан түссе, түскен дөңгелек кеңірек болады, бірақ әжептеуір көмескі болып келеді. Күннің белгілі бір аймаққа түсетін бұрышы мезгілге байланысты өзгеріп отырады.



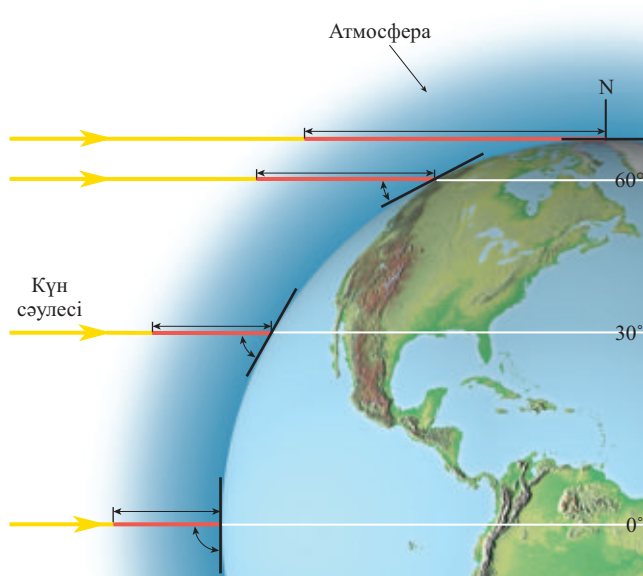
А.

Ә.

▲ 2.2-сурет. Күн бұрышындағы өзгерістер Жер бетіне жететін күн энергиясы санының ерекшеленуіне себеп болады. А. Бұрыш жоғары болған сайын, Жер бетіне жететін күн сәулесінің қарқындылығы көбірек болады. **Ә.** Егер қалта шамының жарығы жамылғыға 90° бұрышта түссе, онда кішкентай қарқынды нүкте пайда болады. Алайда басқа кез келген бұрыштан түссе, онда түскен жарық аумағы үлкенірек, бірақ көмескілеу болады.

Мысалы, Чикагода (Иллинойс) тұратын адамдар үшін 21-22 маусымның күндізі – күннің ең жоғарыда тұратын кезі (Күн бұрышындағы мезгілдік өзгерістерді салыстырған кезде *күндізгі күн уақыты* қолданылады, себебі ол кезде күн аспанда ең биік нүктеде тұрады). Бірақ жаз мезгілі күзге ауысатын кезде Күн біртіндеп күннен-күнге төмендей

береді, сол себепті күннің батуы әр кеш сайын ертерек басталады. Чикагода Күннің ең төменгі бұрышта тұрып, күн батуы ең ерте басталатын мезет 21-22 желтоқсанға сай келеді. Чикаго және Солтүстік жарты шардағы орта ендіктердегі өзге қалаларда ең қысқа күн ұзақтығы мен ең төменгі Күн бұрышы желтоқсанның аяғына сай келсе де, ол жақтағы ең суық орташа температура бірнеше аптадан кейін қаңтарға сай келеді. Осы температуралық кешігудің себебі 3-тарауда талқыланады. Күн бұрышы күн сәулесінің жүріп өткен жолын да анықтайды (2.3-сурет).



▲ **2.3-сурет. Атмосферадағы күн жарығының саны оның қарқындылығына әсер ететін Жер бетіне жетпей тұрып өтіп кетуі қажет.** Жерге төмен бұрышта түсетін сәулелер жоғары бұрыштағы сәулелерге қарағанда, атмосферадан ұзағырақ өтуі керек және осылайша олар шағылысу, таралу және сіңірілу арқылы көбірек жоғалады.

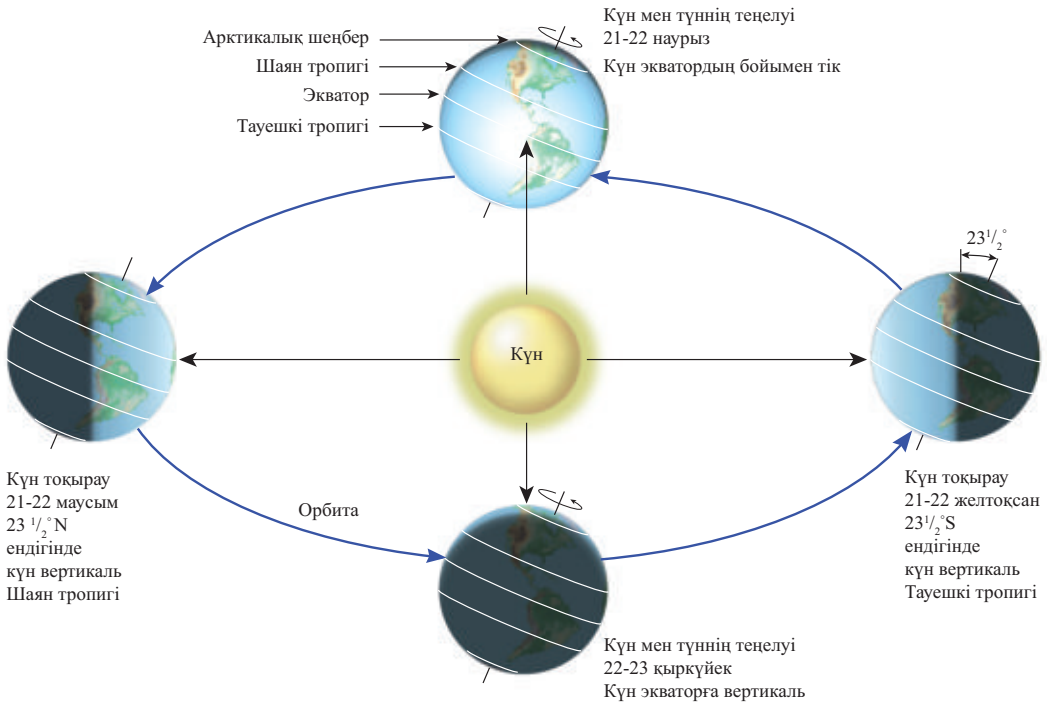
Күн дәл төбемізде тұрғанда, сәулелер атмосфераны 90° бұрышта тесіп өтіп, жер бетіне дейінгі ең қысқа бағытта жүріп өтуі мүмкін. 30° бұрышта атмосфераға кіретін сәулелер Жер бетіне жеткенше 2 есе ұзақ жол жүреді, ал 5° бұрыштағы сәулелер жобамен 11 атмосфералық қабаттың қалыңдығына сәйкес қашықтықтан өтеді. Сәулелер жолы ұзақ болған сайын, күн жарығы шашырау не жер бетіне түсетін жарықтың қарқындығын бәсеңдететін жер атмосферасына сіңіп кету мүмкіндігі арта береді. Бұл жағдайлар біздің талтүстегі күнге тікелей қарай алмайтынымыздың фактісін құрайды, десе де күннің батуына көз алмай сүйсіне қарап отырамыз.

Қорытындылай келсек, белгілі бір жерге жететін күн энергиясының жиынтығы өзгерісінің басты маңызды себептері жер бетіне жететін күн сәулелерінің түсетін бұрышындағы мезгілдік өзгерістер мен күн жарығының ұзақтығының өзгерістерінде жатыр.

Жер бағыты

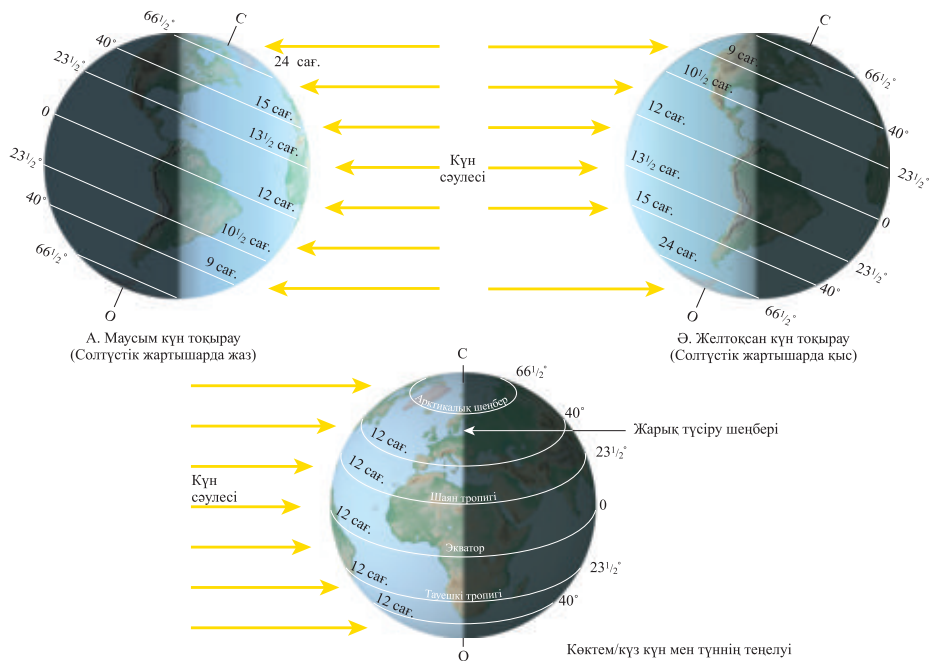
Бір жыл ішіндегі күн бұрышы мен күндізгі уақыттың ұзақтығының ауытқуына не себеп болады? Өзгерістердің себебі *жердің күнге деген бағытының үнемі өзгеріп тұруында.*

Жердің осі (Жер айналатын полюстер арқылы өтетін ойша сызық) күннің айналасындағы өзінің орбитасының жазықтығына перпендикуляр емес оны эклиптика жазықтығы деп атайды. Расында, ол жазықтықтан $23\frac{1}{2}^\circ$ -қа иілген, оны остің көлбеулігі деп атайды. Егер ось иілмеген болса, онда жерде мезгілдер болмас еді. Себебі ось үнемі бір бағытқа (Темірқазыққа қарай) бағытталған, Жер осінің күн сәулелеріне қатысты бағыты үнемі өзгерісте болады (2.4-сурет).



▲ 2.4-сурет. Жер-Күн қатынасы.

Мысалы, жыл сайын маусым айының бір күні Жердің орналасуы Солтүстік жарты шардың Күнге қарай « $23\frac{1}{2}^\circ$ -қа қисайғанындай» болады (2.5-суреттің сол жағы). Жарты жылдан кейін желтоқсан айында Жер өзінің орбитасының қарама-қарсы бағытына көшкенде, Солтүстік жарты шар Күннен « $23\frac{1}{2}^\circ$ -қа қисаяды» (2.5-суреттің оң жағы). Екі қарама-қайшы шеттің ортасындағы күндерде жер осі күн сәулелеріне қатысты $23\frac{1}{2}^\circ$ -тан аз шамаға иіледі. Бағыттағы бұл өзгеріс күн сәулесі тігінен түсетін нүктенің тууына әкеледі, ол жыл сайын экватордан $23\frac{1}{2}^\circ$ солтүстіктен экватордан $23\frac{1}{2}^\circ$ оңтүстікке қарай көшу үшін маңызды. Бұл көшу өз кезегінде 1 жыл ішінде барлық орта ендіктердегі аймақтарда күндізгі күн бұрышының 47° -қа ($23\frac{1}{2}^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ$) өзгеруіне себеп болады. Нью-Йорк сияқты қалаларда, мысалға, $73\frac{1}{2}^\circ$ -қ максималды талтүстік күн бұрышы бар, ол маусым айында күннің тік түсетін сәулелері солтүстік бағыттағы ең алыс орнына жеткенде орын алады, ал $26\frac{1}{2}^\circ$ ең төменгі талтүстік күн бұрышы 6 айдан кейін орын алады, айырмашылығы 47° . Керісінше экватордағы қалада жылдық көшу сол санның жартысына тең, яғни $23\frac{1}{2}^\circ$. 2.1 жинақ берілген ендіктегі талтүстік Күннің бұрышын қалай есептеуге болатынын түсіндіреді.



▲ 2.5-сурет. Күн тоқыраулары және күн мен түннің теңелулерінің мінездемелері.

Күн тоқыраулары және күн мен түннің теңелулері

Күннің тік сәулелерінің жылдық көшуіне сүйенсек, әр жылдың 4 күнін ерекше атап өту қажет. 21 не 22 маусымда, күннің тік сәулелері солтүстік ендікте $23\frac{1}{2}^\circ$ -та түседі (экватордан $23\frac{1}{2}^\circ$ солтүстік), бұл ендік сызығы **Солтүстік тропик (Шаян тропигі)** деген атпен танымал (2.5-сурет). Солтүстік жарты шарда тұратын адамдарға 21 не 22 шілдеде **жазғы күн тоқырау** деген атпен таныс, жаздың бірінші «ресми» күні (**2.2-мәліметтер жинағы**).

6 айдан кейін 21 не 22 желтоқсанда Жер қарама-қарсы бағытта иіледі, сонда күннің тік сәулелері оңтүстік ендікке $23\frac{1}{2}^\circ$ -та түседі (Жер осі әрдайым бір бағытта бағытталғанын еске түсіріңіз; бұл – иілуінде анық өзгеріс беретін жердің күнге қатысты өзгермелі орны). $23\frac{1}{2}^\circ$ оңтүстік ендікте орналасқан ендік сызығы **Оңтүстік тропик (Тауешкі тропигі)** деген атпен танымал. Солтүстік жарты шардағы адамдарға 21 не 22 желтоқсанда **қысқы күн тоқырау** болып табылады, қыстың алғашқы күні. Алайда сол күні Оңтүстік жарты шардағы адамдар үшін олардың жазғы күн тоқырауы болып жатады.

Күн мен түннің теңелулері күннің тоқырауларының арасында өтеді. 22 не 23 қыркүйекте Солтүстік жарты шарда **күзгі күн мен түннің теңелуі**, 21 не 22 наурызда **көктемгі күн мен түннің теңелуі** өтеді. Осы күндері күннің тік сәулелері экваторға түседі (0° ендік), себебі Жердің орналасуы осінің не күннен, не күнге қарай иілмегендей болады.

Жарық уақыт пен қараңғылықтың ұзақтығы күн сәулелеріне қатысты жердің позициясымен анықталады. Солтүстік жарты шарда жазғы күн тоқырауда, 21 маусымда, жарық уақыттың ұзақтығы түн ұзақтығынан көбірек. Бұл факттың дәлелі 2.5-суретте көрсетілген, онда **жарықтың айналымы** жердің жарық және қараңғы бөліктеріне бөлетін шекара ұсынылады. Жарық уақыттың ұзақтығы жарық айналымындағы «күн» жағында

орналасқан ендік сызықтардың фракциясын «түн» жағындағы фракциясымен салыстыру арқылы анықталған. 21 маусымда Солтүстік жарты шардағы барлық аймақта қараңғыдан гөрі жарық кезі ұзағырақ болатынын байқап көріңіз (2.1-кесте). Керісінше, желтоқсан айындағы қысқы күн тоқырауы кезінде Солтүстік жарты шардағы барлық аймақта түн ұзақтығы жарық кезінен асып түседі. Мысалы, Нью-Йорк қаласында 21 маусымда жарық уақыт 15 сағат, 21 желтоқсанда 9 сағат болатынын есіңізде сақтаңыз.

2.1-мәліметтер жинағы

Талтүстік Күн бұрышын есептеу

Деректер:

Орналасқан жері: 40°C

Мерзім: 22 желтоқсан

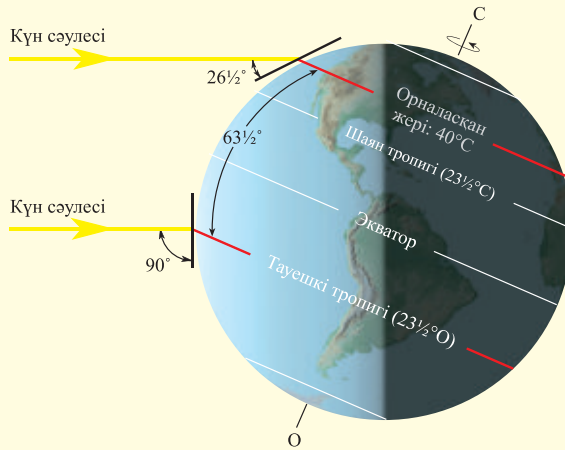
Орналасқан жері: 90° Күн: $23\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$

Есептеулер:

1 қадам:

$23\frac{1}{2}^{\circ}\text{O}$ және $40^{\circ}\text{C} = 63\frac{1}{2}^{\circ}$
арасындағы градус бойынша
ара қашықтық

2 қадам:

$$\begin{array}{r} 90 \\ -63\frac{1}{2} \\ \hline 26\frac{1}{2} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Талтүс } 40^{\circ}\text{C маңындағы} \\ \text{Күн бұрышы} \end{array}$$


▲ **2А-сурет. Талтүстік күн бұрышын есептеу.** Кез келген берілген күні Күн тік (90°) сәулелері тек бір ендікке түседі. 1° алшақ орналасқан жерге 89° бұрышта, 2° алшақ орналасқан жерге 88° бұрышта және т.с.с. түсетінін еске түсіріңіз. Талтүстік күн бұрышын есептеу үшін жай ғана білгіңіз келетін жерді күннің тік сәулелері түсетін жердің ендігінен бөліп тұратын ендіктің санын тауып алыңыз. Одан кейін он шаманы 90° -тан алып тастаңыз. Осы суреттегі мысал 22 желтоқсанда 40° солтүстік ендікте орналасқан қала үшін талтүстік күн бұрышын қалай есептеу керектігін көрсетеді (қысқы күн тоқырау).

Жер шамамен шар тәріздес болғандықтан, кез келген күні күннің тік сәулелері түсетін жалғыз жер бір нақты ендік сызығы бойында орналасқан. Ол жерден не оңтүстікке, не солтүстікке жылжысақ, күн сәулелері кемітін бұрыштан түсетін болады. Осылайша күннің тік сәулелері түсетін ендікке жақынырақ орналасса, оның талтүстік күні жоғарылай береді және түсетін сәулелер анағұрлым жинақы шоғырланады.

Сұрақтар

1. Тұрғылықты жеріңіздің 21 маусымға сай талтүстік күн бұрышын есептеңіз (жазғы күн тоқырау).

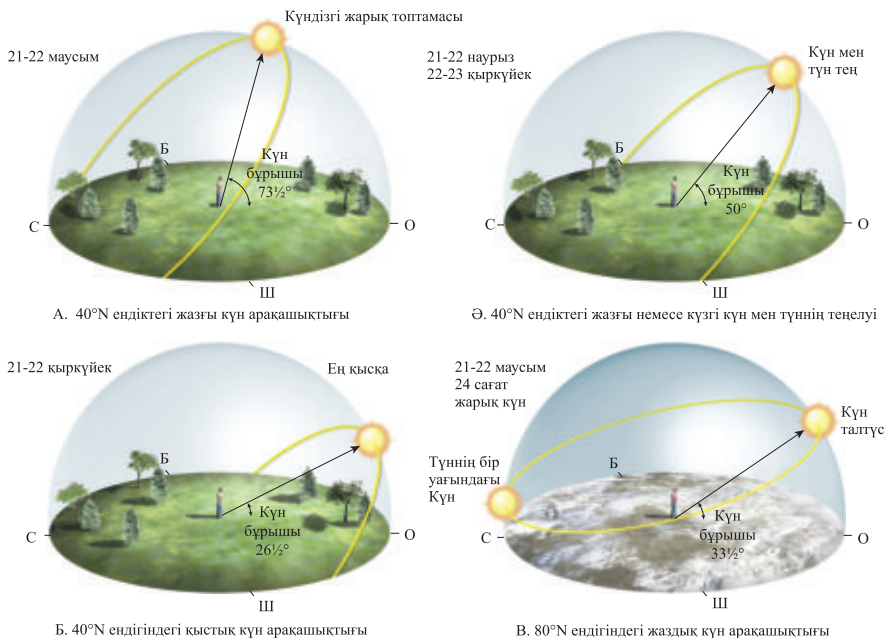
Сонымен қатар 21 маусымда экватордан солтүстікке алыстаған сайын жарық уақыттың ұзара беретінін 2.1-кестеден байқайсыз. Солтүстік поляр шеңберіне ($66\frac{1}{2}^{\circ}$ солтүстік ендік) жеткенде, жарық уақыт ұзақтығы 24 сағатты құрайды. Солтүстік поляр шеңберінде не одан солтүстікте орналасқан аймақтарда «ақ түндер» құбылысы көрінеді, ол Солтүстік поляр шеңбері маңында 1 тәуліктен полюс маңында 6 айға дейін шамада күннің батпайтынын білдіреді.

Жарық уақыт ұзақтығы мен күн жарығының қарқындылығындағы мезгілдік өзгерістер әр айдың температурасындағы ерекшеліктердің бастапқы себептері болып табылатыны тропиктерден тыс көптеген аймақтарда байқалған. 2.6-А, Ә, Б-суреттері 40° солтүстік ендіктегі жерге қатысты жыл мезгілдері үшін күннің күнделікті жүрісін көрсетеді. Жазғы күн тоқырау кезінде жарық уақыттың ең ұзақ әрі күн бұрышы аспанда ең биік екенін, ал қысқы күн тоқырау кезінде қарама-қарсы болатынын есіңізде сақтаңыз. 2.6Ә-суреті жазғы күн тоқырау кезінде 80° солтүстік ендікте орналасқан аймақтарға сай «ақ түндер» жолын көрсетеді.

2.1-кесте. Жарық уақыт ұзақтығы

Ендік	Жазғы күн тоқырау	Қысқы күн тоқырау	Күн мен түннің теңелулері
0°	12 сағ.	12 сағ.	12 сағ.
10°	12 сағ. 35 мин.	11 сағ. 25 мин.	12 сағ.
20°	13 сағ. 12 мин.	10 сағ. 48 мин.	12 сағ.
30°	13 сағ. 56 мин.	10 сағ. 04 мин.	12 сағ.
40°	14 сағ. 52 мин.	9 сағ. 08 мин.	12 сағ.
50°	16 сағ. 18 мин.	7 сағ. 42 мин.	12 сағ.
60°	18 сағ. 27 мин.	5 сағ. 33 мин.	12 сағ.
70°	2 ай	0 сағ. 00 мин.	12 сағ.
80°	4 ай	0 сағ. 00 мин.	12 сағ.
90°	6 ай	0 сағ. 00 мин.	12 сағ.

2.6-сурет Солтүстік жарты шардағы күн тоқыраулар және күн мен түннің теңелулерінің сипаттарын қорытындылайды.



▲ **2.6-сурет. Күннің күнделікті жолы.** А-Б бөліктері жылдың әр түрлі уақытындағы 40° солтүстік ендікте орналасқан жерге қатысты күннің жолын көрсетеді. В бөлігі жазғы күн тоқырау кезіндегі 80° солтүстік ендікте орналасқан жерге қатысты күннің жолын көрсетеді.

2.6-суретті зерттеу орта ендіктердегі аймақ неге жазда ең жылы болатынын күндер ұзақ және көкжиектен жоғарыдағы күн бұрышы биік болғанда, анық етуі керек деген сұраққа жауап береді. Қысқы күн тоқырау фактілері қарама-қарсы: күндер қысқа және Күн бұрышы төмен. Күн мен түннің теңелуі («тең түн» дегенді білдіреді) кезінде жарық уақыт ұзақтығы жердің бар жерінде 12 сағатқа тең, себебі жарық айналымы ендіктер сызықтарын екіге бөлетіндіктен, полюстер арқылы тікелей өтеді.

Солтүстік жартышар үшін күннің тоқырауы және күн мен түннің теңелуі мінездемелері			
Мінездемелер	Жазғы күннің тоқырауы	Қысқы күннің тоқырауы	Күн мен түннің теңелуі
Пайда болу мерзімі	21-22 маусым	21-22 желтоқсан	Көктем: 21-22 наурыз Күз: 22-23 қыркүйек
Күннің тік сәулелері	Шаян тропигі (23½°N)	Тауешкі тропигі (23½°S)	Экватор
Жарық күннің ұзындығы	Жарық күннің ең ұзын кезі	Күндізгі жарықтың ең қысқа кезі	Күн мен түн тең
Талтүстегі күн бұрышы	Көкжиектегі ең биік нүктеде	Көкжиектегі ең төменгі нүктеде	Көкжиектегі аралық орында

▲ 2.7-сурет. Солтүстік жарты шардағы күн тоқыраулары және күн мен түннің теңелуінің сипаттамалары.

✓ 2.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Жер-Күннің арақашықтығындағы жылдық ерекшеліктер, сәйкесінше, мезгілдік температуралардың өзгерісін құрай ма? Түсіндіріңіз.
- 2 Неге жер бетіне түсетін күн радиациясының қарқындылығы күн бұрышы өзгергенде өзгеретінін көрсететін қарапайым сурет салып беріңіз.
- 3 Мезгілдердің бастапқы себебін қысқаша түсіндіріп беріңіз.
- 4 Солтүстік (Шаян) тропик пен Оңтүстік (Тауешкі) тропиктің мәні неде?
- 5 2.1- кестені қарастырған соң мезгіл, ендік және жарық уақыт ұзақтығына қатысты жалпы тұжырымдарды жазыңыз.

2.2-мәліметтер жинағы

Мезгілдер қашан болады?

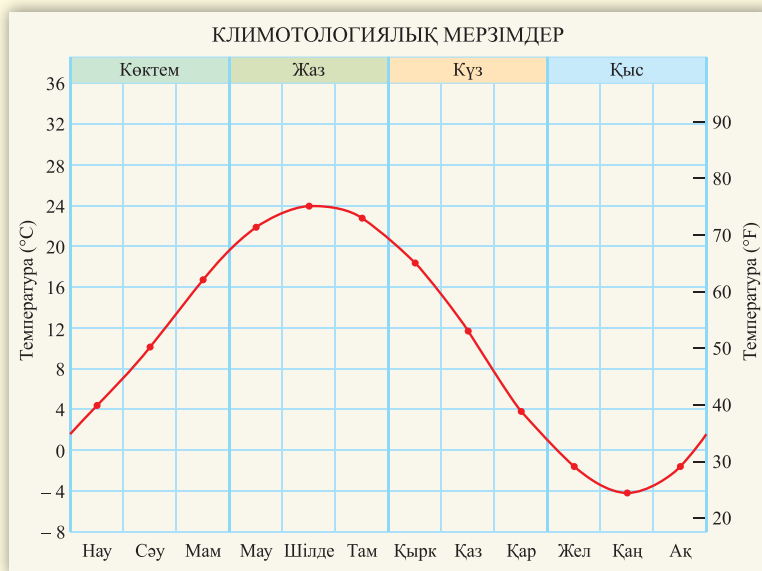
Желтоқсан айының 21-іне дейін қыс әлі басталмаса да, алғыс білдіру күнінің шамасында қарлы боранға түсіп көріп пе едіңіз? Немесе жаз әлі «ресми» түрде басталмаса да, 100° температурада бірнеше күн қатарынан болатын 100° температураға шыдап па едіңіз? Жылды төрт мезгілге бөлу идеясы осы бөлімде талқыланған жер-күн қатынасынан туындаған (2А-кесте). Мезгілдердің астрономиялық анықтамасы Солтүстік жарты шардағы қысқы күн тоқыраудан (21, 22 желтоқсан) көктемгі күн мен түннің теңелуі (21, 22 наурыз) аралығындағы кезең ретінде анықтайды. Бұл анықтаманы кеңінен бұқаралық ақпараттар құралдары да қолданады, сондай-ақ қыстың «ресми» басталуынан бұрын Канада мен Америка Құрама Штаттарының біраз жерлерінде айтарлықтай қар басып қалу ерекше жағдай емес (2А-кесте).

2А-кесте. Солтүстік жарты шардағы мезгілдер құбылысы

Мезгіл	Астрономиялық мезгіл	Климатологиялық мезгіл
Көктем	21 не 22-наурыздан 21 не 22-маусымға дейін	Наурыз, сәуір, мамыр
Жаз	21 не 22-маусымнан 22 не 23-қыркүйекке дейін	Маусым, шілде, тамыз
Күз	Қыркүйектің 22 не 23-қыркүйектен 21 не 22-желтоқсанға дейін	Қыркүйек, қазан, қараша
Қыс	21 не 22-желтоқсаннан 21 не 22-наурызға дейін	Желтоқсан, қаңтар, ақпан

Біз әдетте әр мезгілмен байланыстыратын ауа райы құбылысы астрономиялық мезгілмен сәйкес келмейтіндіктен, метеорологтар жылды ең алдымен температураға негізделген 4 3-айлық кезеңге бөлуді жөн көреді. Осылайша, қыс Солтүстік жарты шардағы ең суық 3 ай – желтоқсан, қаңтар және ақпан айлары ретінде анықталады (2Ә-сурет). Жаз ең жылы 3 ай – маусым, шілде және тамыз айлары ретінде анықталады. Көктем мен күз – сол екі мезгілдің арасындағы өтпелі кезеңдер.

Осы 3, 4-айлық кезеңдер температуралармен, сәйкесінше, климатологиялық мезгілдермен байланыстыратын ауа райын жақсырақ көрсететіндіктен, мезгілдердің осы анықтамасы метеорологиялық талқылауларда айтарлықтай пайдалы болады.



▲ **2Ә-сурет. Орталық Құрама Штаттарының орта ендіктегі қалалары үшін орташа айлық температуралар.** 3 ең жылы және 3 ең суық, сәйкесінше, жаз және қыс мезгілдерінің құбылысымен үйлесімді тұратынын есіңізде сақтаңыз. Астрономиялық мезгілдер климатологиялық мезгілдер басталған соң шамамен 21 күнге кеш басталған. Нәтижесінде астрономиялық мезгілдерге сүйенсек, қысқа төн жағдайлар «қыстың алғашқы күні» деп аталған күннен біршама ұзақ уақыт бұрын басталуы мүмкін.

Сұрақтар

1. Неліктен метеорологтар астрономиялық мезгілдерге қарағанда, климатологиялық мезгілдерге жиі жүгінетінін түсіндіріңіз.

2.1-атмосфераға шолу

Оңтүстік полюсте 2008 жылдың алғашқы күншығысын көрсететін мына сурет АҚШ-тағы Амундсен-Скот бекетінде түсірілген. Күн көкжиектен көтерілгенде Америка байрағы Оңтүстік полюстің географиялық орнын көрсететін белгінің үстінде желден желбіреп тұрғанын байқаймыз.



Сұрақтар

1. Мына суретті түсірген кез шамамен қай күнге келеді?
2. Осы суретті түсіргеннен кейін Күн Оңтүстік полюсте қанша уақытта батты?
3. 1 жыл ішінде Оңтүстік полюсте Күннің жете алатын ең биік позициясы қандай (градуспен өлшенген)? Ол қай күні болады?

2.2 Энергия, температура және жылу

Латентті жылу және анық жылуды салыстыру.

Ғалам материя және энергия комбинациясынан тұрады. Материя ұғымын түсіну оңай, себебі біз «нәрселерді» көре аламыз, иіскей аламыз және ұстай аламыз. Энергиясы, басқа жағынан, абстракты болып келеді, сондықтан оны сипаттау және түсіну қиын. Энергия Жерге Күннен сәуле түрінде түседі, оны біз жарық ретінде көріп, жылу түрінде сеземіз. Сансыз орындар мен жағдайларда біз жейтін тамақта, су ағып өтетін сарқырамада және жағалауға келіп соғылатын толқындарда энергия бар.

Энергия формалары

Энергияны жай әлеуеті бар жұмысты рәсімдеу ретінде, объектінің қозғалуы сияқты қарастыруға болады. Кең таралған мысалдар арасында автокөліктерге күш беретін химиялық энергияны, су молекулаларын қозғалтып (суды қайнатып), пештен алынатын жылу энергиясын және тау бөктерінен қар көшкіні түрінде қарды қозғалту қабілеті бар

гравитациялық энергияны атап өтуге болады. Бұл мысалдар энергияның түрлі формаларын қабылдайтынын, сондай-ақ бір формадан басқа формаға өзгеру мүмкіндігін көрсетеді. Мысалы, бензиндегі химиялық энергия, алдымен, автокөліктегі қозғалтқыштағы жылу энергиясына айналады (оны біз әдетте жылу дейміз), кейін ол автокөлікті қозғалтатын механикалық энергияға айналады.

Сіз, әрине, жылу энергиясы, химиялық, ядролық, сәуле (жарық) және гравитациялық энергия сияқты энергияның кейбір жалпы формаларымен таныссыз. Энергия, сондай-ақ, екі түйінді категорияның біреуіне жатуы мүмкін: *кинетикалық энергия* және *потенциалдық энергия*.

Кинетикалық энергия. *Нысанның қозғалысынан пайда болған энергия кинетикалық энергия* деп сипатталады. Кинетикалық энергияның қарапайым мысалы ретінде шеге қағу кезіндегі балғаның қозғалысын келтіруге болады. Себебі оның қозғалысынан балға басқа объектіні жылжытуға қабілетті (жұмыс істеуге). Неғұрлым балға тезірек ұрса, соғұрлым оның кинетикалық энергиясы (қозғалыс энергиясы) жоғарылайды. Осыған ұқсас, екеуі де бірдей жылдамдықпен қозғалысқа келгенде, үлкенірек (көлемдірек) балға кішірек балғамен салыстырғанда үлкен кинетикалық энергияға ие болады. Сонымен қатар құйын түріндегі желдер, Жергілікті бриздер, жарықтарға қарағанда, әлдеқайда үлкен кинетикалық энергияға ие, себебі екеуі де аса ауқымды (үлкен аймақты қамтиды) және аса жоғары жылдамдықпен қозғалады.

Кинетикалық энергия, сондай-ақ атом деңгейінде де маңызды. Барлық материя үнемі қозғалыста болатын атомдар мен молекулалардан тұрады, олар қозғалыс энергиясынан кинетикалық энергияға ие болады. Мысалы, су құйылған ыдыс ысығанда, су молекулалары тезірек қозғала бастайды. Осылайша, егер қатты дене, сұйықтық немесе газ қызса, оның атомдары немесе молекулалары жылдам қозғалады және материя көбірек кинетикалық энергияға ие болады.

Потенциалдық энергия. Терминге сүйенсек, потенциалдық энергияның жұмыс істеу қабілеті бар. Мысалы, тігінен өрбіген бұлттардағы өрлейтін қозғалыс тоқтатқан ірі бұршақтарда гравитациялық энергия бар. Егер өрлейтін қозғалыс басылса, бұл бұршақтар Жерге түсіп, шатырлар және автомобильдерді қиратып тастайды. Ағаш, бензин, жейтін азық-түлік сияқты көптеген заттарды алсақ, дұрыс жағдайларда берілетін жұмыс істеуге қабілетті потенциалды энергиясы бар.

Температура

Күнделікті өмірде температура стандартты өлшемді қолдана отырып, объектінің қаншалықты жылы немесе суық екенін сипаттау үшін пайдаланылады. АҚШ-та Фаренгейт шкаласы температураны өлшеуде жиі қолданылады. Мысалы, ауа райы арнасы ертең температураның 88°F дейін жоғары болуын болжауы мүмкін. Алайда, ғалымдар және басқа да көптеген елдер Цельсия және Кельвин температуралық шкаласын пайдаланады. Барлық үш шкала 3-тарауда талқыланады.

Температура, сондай-ақ, *материядағы атомдар немесе молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының өлшемі ретінде* анықталуы мүмкін. Материя қызған кезде, оның бөлшектері тезірек қозғалады және оның температурасы көтеріледі. Керісінше,

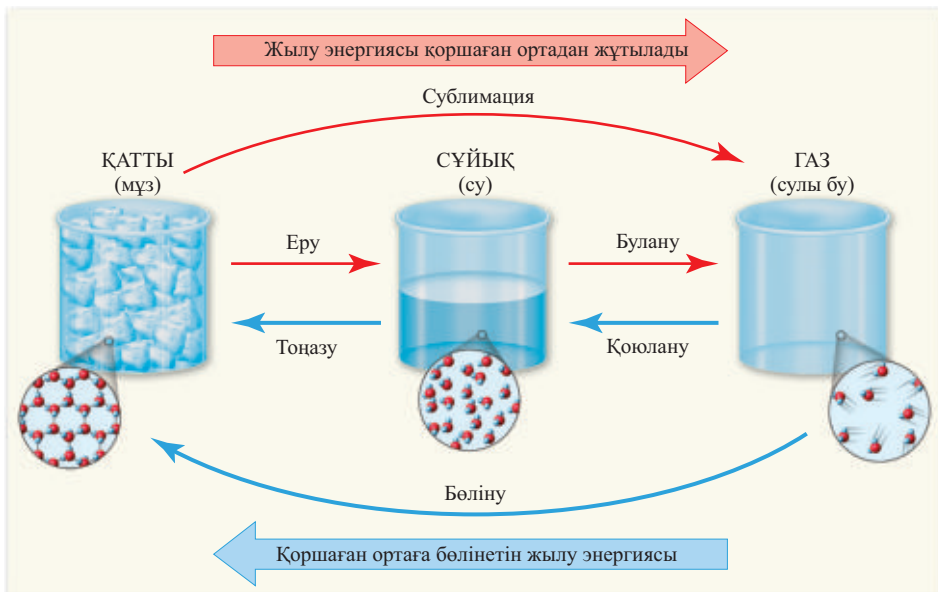
материя суыған кезде, атомдар мен молекулалар баяу қозғалады және температурасы төмендейді.

Маңызды жайттардың бірі – температура объектінің кинетикалық энергиясының жалпы санының өлшемі емес. Мысалы, бір стақан қайнаған судың температурасы ваннадағы жылы суға қарағанда, әлдеқайда жоғары. Алайда, стақандағы судың мөлшері аз, сондықтан ваннадағы суға қарағанда, оның кинетикалық энергиясы әлдеқайда аз. Мұздың көп мөлшерін стақандағы қайнаған суға қарағанда, ваннадағы жылы су еріте алады. Стақандағы судың температурасы жоғары, өйткені атомдар мен молекулалар тезірек қозғалады, бірақ кинетикалық энергияның (сондай-ақ *жылу* немесе *жылу энергиясы* ретінде белгілі) жалпы саны, құрамындағы бөлшектердің аздығына байланысты айтарлықтай аз.

Жылу

Жылу объекті мен оны қоршаған орта арасындағы температуралардың айырмашылығының себебінен объектіден көшірілетін немесе берілетін энергия ретінде анықталады. Егер сіз ыстық кофе құйылған ыдысты ұстасаңыз, сіздің қолыңыз жылууды немесе тіпті ыстықты сезе бастайды. Керісінше, сіз мұз кубигін ұстасаңыз, қолыңыздың жылуы мұзға беріледі. Жылу температурасы жоғары жерден температурасы төмен жерге беріледі. Тек температура теңелген кезде, жылу ағыны тоқтайды.

Сондай-ақ жылу сөзін жылу энергиясы сөзін сипаттау үшін жиі пайдаланамыз, ол температураның нәтижесінде туындаған заттың энергиясы болып табылады. Салмағы мен құрамы бірдей суық зат пен ыстық затты салыстырса, ыстық заттың құрамындағы жылу энергиясы көбірек болады. Метеорологтар жылуды екі категорияға бөледі: латентті (жасырын) жылу және анық жылу.



▲ 2.8-сурет. Латентті жылу не сіңіріледі, не осы фазалардың өзгерістерінің әрқайсысынан босап шығады.

Латентті жылу. Су бір күйден басқа күйге өзгерген кезде жылу бөлінеді немесе жұтылады, бұл үдеріс өзгеру фазасы деп жиі айтылады. Мысалы, сұйық су буланып, буға айналғанда өзгеру фазасы жүреді. Булану үдерісі кезінде қоршаған ортаның жылуы сұйық сумен жұтылып, салдарынан оның молекулалары тезірек қозғалады. Діріл жиілігі су молекулаларын біріктіріп ұстап тұратын сутегі байланысын үзе алатындай жеткілікті кезде, су молекулалары жойылады және су буына айналады. Себебі ең қуатты (ең жылдам қозғалыстағы) молекулалар жойылады, қалған сұйық судың орташа кинетикалық энергиясы (температура) азаяды. Демек, булану үдерісі суу үдерісі болып саналады, себебі ол жылуды қоршаған ортадан ауыстырады. Буланудың салқындау әсері, мысалы, сіз бассейн немесе душ қабылдап, әбден сулы болғаныңыздан көруге болады.

Булану кезінде бу молекулаларының жойылуы арқасында энергия жұтылады, оны **латентті** (латентті *жасырын* дегенді білдіреді) **жылу** деп аталады. «Жасырын» термині осы құбылысты сипаттау үшін қолданылады, себебі судың булануына қажет жылу энергиясы (жылу) ыдырайтын судың буының «ішінде» сақталады не жасырын болады. Судың буында сақталған жылу әдетте атмосфераға конденсация – бұлттардың құралуы үдерісінде судың буының сұйық күйге ауысуы – кезінде босап шығады. Осылайша, конденсация булануға қарама-қайшы болып табылады, қоршаған ортаға энергияны қайтарады және жылыну үдерісі болып саналады.

Буланудың және конденсацияның біріккен үдерістері арқылы жасырын жылу энергияның үлкен көлемін Жердің құрлық-теңіз, көбінесе мұхиттардан, атмосфераға тасымалдайды. Жасырын жылудың атмосфера үдерісіндегі маңыздылығы 4-тарауда қарастырылады.

Есіңізде болсын, су кез келген уақытта фазалық өзгерістерге ұшыраған кезде, жасырын жылу қоршаған орта мен су молекулалары арасында алмасады. 2.8-суретте суда болатын фазалық өзгерістер суреттеледі: кейбірі сіңіру мен жасырын жылуды сақтауды қамтиды, ал қарама-қарсы үдерістер жасырын жылуды қоршаған ортаға босатады. Мысалы, судың буы конденсацияланып, атмосфераға жылуды босатуын конденсацияның жасырын жылуы деп атайды.

Анық жылу. Жасырын жылуға қарама-қарсы **анық жылу** деп біз сезініп, термометр арқылы өлшей алатын жылуды айтамыз, бірақ бұл өзгеру фазасын қамтымайды. Ол сезілетіндіктен, анық жылу деп аталады. Ашық жазғы күні атмосферамен немесе қорғалмаған теріңізбен жұтылатын күн жарығы температураның артуына себеп болады. Жасырын жылу сияқты анық жылу да бір Жерден екінші Жерге тасымалдануы мүмкін. Мысал ретінде, Мексика шығанағында бастау алған жылы ауа қыста Ұлы жазықтар үстіртіне қарай бет бұрады.

✓ 2.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Кинетикалық энергияны анықтаңыз.
- 2 Жердің құрлық-теңіз бетінен Атмосфераға жасырын жылудың қалай тасымалданатынын қысқаша сипаттап беріңіз.
- 3 Латентті жылу мен анық жылуды салыстырыңыз.

2.3 Жылу тасымалының механизмі

Жылу тасымалының үш механизмін атап шығып, сипаттап беріңіз.

MM® GEODE ► Атмосфера мен Жер бетін қыздыру ► Күн сәулесі

Энергия үш жолмен берілуі мүмкін: *жылу өткізгіштік, конвекция және сәуле (2.9-сурет)*. Олар бөлек ұсынылғанмен, жылу берудің барлық үш тетігі бір мезгілде жұмыс істей алады. Сонымен қатар, бұл үдерістер бірлесе отырып күн мен Жердің арасында және Жер беті, атмосфера мен ғарыш кеңістігі арасында жылу тасымалдай алады.

Жылу өткізгіштік

Кез келген адам қайнаған ыдыста қалдырылған металл қасықты алар кезде қасықтың бүкіл ұзындығы бойынша жылу берілетінін түсінеді. Жылу берудің бұл түрі *жылу өткізгіштік* деп аталады. Ыстық сорпа қасық соңындағы молекулаларды тезірек қозғауға себеп болады. Осылайша, **өткізгіштік** бұл – электрондар мен молекулалық қақтығыстар арқылы бір молекуладан басқа молекулаға жылудың өтуі. Заттардың жылуды өткізу қабілеті айтарлықтай түрлі болып келеді. Металдар жақсы *өткізгіш* болып табылады, өзіміздің арамызда ыстық қасықты ұстағандар оны жақсы біледі. Ауа, оларға қарағанда, өте нашар жылу өткізгіш болып табылады. Демек, жылу өткізгіштік жамылғыға тікелей қатынасы бар Жер беті мен ауаның арасында ғана маңызды. Атмосфераға жылу тасымалының тәсілі ретінде көптеген метеорологиялық құбылыстарды қарастырғанда маңыздылығы төмен болады және аса көңіл бөлінбейді.



▲ 2.9-сурет. Жылу тасымалының үш механизмі: өткізгіштік, конвекция және сәуле (радиация).

Ауа сияқты жаман өткізгіш болып табылатын заттар *изоляциярлар* деп аталады. Тығын, пенопласт немесе қаз мамығы секілді көптеген жақсы изоляторлардың құрамында көп ұсақ ауа кеңістіктері болады. Кеуек қуысының өткізгіштігінің төмендігі осы материалдарға изолярлық құндылық береді. Қар да нашар өткізгіш болып табылады және басқа да жақсы изоляторлар сияқты құрамында жылу ағынын әлсірететін көптеген ауа кеңістіктері бар. Сондықтан да жабайы жануарлар «суықтан» қашу үшін қар астында ін қазып, тығылуы

мүмкін. Қар мамық көрпелер сияқты жылу бермейді: ол жай ғана жануарлардың өз дене жылуының таралуын бәсеңдетеді.

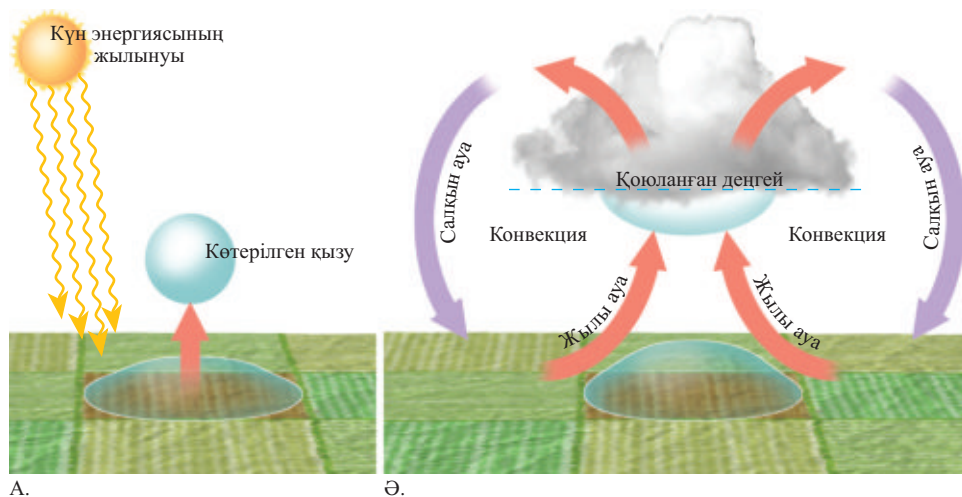
Конвекция

Жылу тасымалының басым бөлігі Жердің атмосферасы мен мұхиттарда конвекция есебінен жүреді. **Конвекция** – заттардың белсенді қозғалысы мен айналымын қамтитын жылу тасымалы. Ол ағу қабілеті бар сұйықтықтарда (су сияқты сұйықтықтар және ауа сияқты газдар) орын алады.

2.9-суреттегі отта қызып тұрған суға толы ыдыс қарапайым конвекция айналымы бар табиғатты суреттейді. От ыдыс түбін жылытып тұр, ол ішіндегі суды жылытады. Су салыстырмалы түрде нашар өткізгіш болып табылатындықтан, тек су ғана қазан түбіне жақын болғаны үшін жылу өткізгіштік арқылы жылиды. Жылу судың артып, тығыздығының төмендеуіне себеп болады. Осылайша, ыдыс түбіндегі ыстық, қайнаған су бетіндегі тығыздығы жоғары, салқындау суды көтеріп, тасытады. Сонымен су төменнен қыздырылып, жоғары жағы салқындап жатқанда, бір-бірімен «ауысуы» жалғасып жатады, осылайша *конвекциялық айналым* туындайды.

Осыған ұқсас мәнерде атмосфераның төменгі қабатындағы ауаның біразы сәулелену және жылу өткізгіштік арқылы қызады, атмосфераның жоғарғы қабатына конвекция арқылы ауысады. Мысалы, ыстық, шуақты күні, жері қопарылған алаң үстіндегі ауа егістік жерлердің үстіндегі ауаға қарағанда көбірек қызады. Қопарылған алаң үстіндегі тығыздығы төмен жылы ауа жоғарыға көтеріліп, егістік жерлердің үстіндегі салқын ауамен ауыстырылады (2.10-сурет).

Осылай конвективтік ағын орнайды. Жоғарыға көтерілетін ауаның бөлшектерін **термиктер** деп атайды және дельтаплан ұшқыштары оларды ұшақтарының ұшуын қамтамасыз ету үшін пайдаланады. Конвекцияның осы түрі жай ғана жылу ғана емес, сондай-ақ ауадағы ылғалды (су буы) жоғарыға тасымалдайды. Нәтижесінде жылы жаз күндері түсте жиі байқауға болатын бұлттану құбылысы артады.



▲ 2.10-сурет. Жылы ауаның көтерілуі мен салқын ауаның төмендеуі конвекциялық айналымның мысалдары. А. Жер бетін қыздыру жылу мен ылғалды жоғарыға тасымалдайтын көтерілетін ауаның терминін тудырады. Ә. Егер көтерілетін ауа конденсация деңгейіне, бұлт формасына жетсе суыды.

Жер бетін біркелкі қыздырмауынан туындайтын атмосфераның ғаламдық конвекциялық айналымы әлдеқайда үлкен ауқымды болып табылады.

Осы күрделі қозғалыстар ыстық экваторлық аудандар мен полярлық ендіктерде арасындағы жылууды қайта бөлу үшін жауапты және 7-тарауда толығырақ қарастырылады.

Атмосфераның айналымы тік және көлденең бөлшектерден тұрады, сонымен тік және көлденең энергия тасымалы жүзеге асады. Метеорологтар конвекция терминін ауаның жоғары және төмен қозғалысын қамтитын атмосфералық айналымының бөлігін сипаттау үшін жиі пайдаланады. Керісінше, **адвекция** термині ауа ағынының көлденең құрамдас бөлігін айту үшін пайдаланылады. Адвекцияға ортақ термин жел болып табылады, бұл құбылысты біз кейінгі тарауларда мұқият зерттейміз. Орта ендіктер тұрғындары жылу тасымалының адвекция арқылы жүретін әсерін жиі бастан кешеді. Мысалы, суық Канадалық ауа қаңтарда АҚШ Орта Батысына кіргенде, суық қыстың ауа райын әкеледі

Сәуле

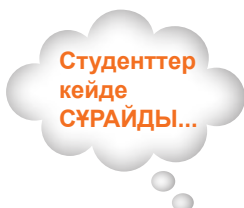
Жылу тасымалының үшінші механизмі сәуле деп аталады. Жылу өткізгіштік және конвекциядан айырмашылығы сәуле – бұл жалғыз тетігі, ол кеңістік вакуум арқылы жылу энергиясын бере алатын және жерге күн энергиясының жетуіне жауапты жалғыз механизм болып табылады.

Күн радиациясы. Ауа райы машинасын қозғалысқа келтіретін түйінді энергия көзі күн болып табылады. Біз білетіндей, күн әртүрлі энергиялы жарық сәуле шашады, оларға: көрінетін жарық, инфрақызыл сәуле және ультракүлгін сәуле жатады. Осы энергия түрлері күн сәулесінің жалпы энергиясының едәуір бөлігін құраса да, олар тек қана **радиация** немесе **электромагниттік радиация** деп аталатын массивті энергияның бір бөлігі ғана болып табылады. Бұл электромагниттік энергияның массиві немесе спектрі **2.11-суретте** көрсетілген.

Барлық сәулелену түрлері – рентген сәулелері, радио толқындар немесе жылу толқындар болсын, ауасыз кеңістікте секундына 300 000 шақырым саяхат жасайды, бұл *жарық жылдамдығы* деп аталады. Сәулелену энергиясын көзге елестету үшін, тыныштықтағы су тоғанына кішігірім тас лақтырылғаннан кейін пайда болған шымырлаған дірілді еске түсіріңіз. Су бетіндегі толқындар сияқты электромагниттік толқындар әртүрлі көлемде келеді немесе толқынның бір жотасынан екіншісіне дейінгі аралықтағы **толқын ұзындығында** болады (2.11-сурет). Радиотолқындар ең ұзын толқын ұзындығына ие, олардың ұзындығы мың метрден асады. Гамма-толқындар ең қысқа, сантиметрдің миллиардтан бір бөлігіндей ғана. Қысқатолқынды сәуле әдетте метрдің миллионнан бір үлесі болып табылатын микрометрмен (қысқаша мкм) өлшенеді.

Сәуле әдетте объектімен өзара әрекетке түскен кезде туындайтын әсер арқылы белгіленеді. Біздің көзіміздің қарашығы, мысалы, **көрінетін жарық** деп аталатын толқын ұзындықтарының диапазонына сезімтал. Біз көретін жарықты, ақ түсті болғандықтан, ақ жарық деп жиі атаймыз. Алайда, ақ жарықтың шын мәнінде бірнеше түстердің жиынтығы екенін көрсету қиын емес және әр түс әртүрлі толқын ұзындықтарына ие. Көруге оңай, алайда, бұл ашық жарық шын мәнінде түстерде бар, әр түс толқын ұзындықтарының белгілі бір диапазонына сәйкес келеді. Призманы пайдалана, отырып ашық жарықты кемпірқосақтың барлық түсіне: ең қысқа толқын ұзындығы бар, 0.4 микрометрге (мкм- μm) дейін жететін күлгін түстен, 0.7 мкм дейінгі ең ұзын толқын ұзындығы бар қызыл

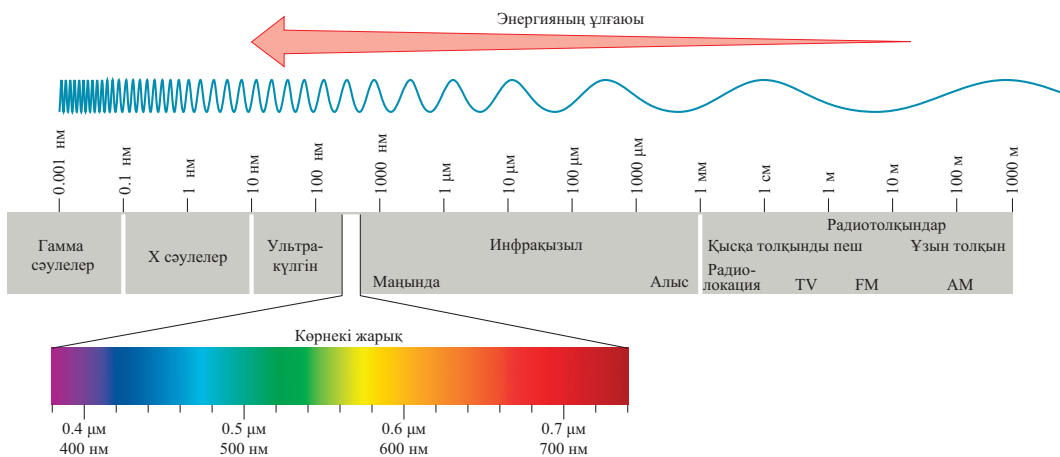
түске ажырата аламыз (2.11-сурет). Қызыл түспен іргелес келіп, үлкен толқын ұзындығына ие **инфрақызыл сәуле** (ИК) адам көзіне көрінбейді, бірақ жылу түрінде анықталады. Көрінетін шекке жақын инфрақызыл энергияның бөлігі ғана жылы ретінде сезіледі және *инфрақызылға жақын* деп есептеледі. Көрінетін диапазонының қарама-қарсы жағында күлгін түстің қасында шығатын энергия ультракүлгін (UV) сәулелер деп аталады және толқын ұзындықтары қысқа болғандықтан, терінің күнге күйіне себеп болады.



Таңертен суық болғанда, екі материалдың температуралары бірдей болса да, ванна бөлмесіндегі кафель полы жатын бөлмедегі кілемнен неге әлдеқайда суығырақ сезіледі?

Сезінетін айырмашылықтың себебі кафельдің жылуды жақсырақ өткізуінде. Осыдан шығатыны – сіздің жалаң аяғыңыздан шығатын энергия кілемнен гөрі, кафельге тезірек өтіп кетеді. Тіпті бөлме температурасында

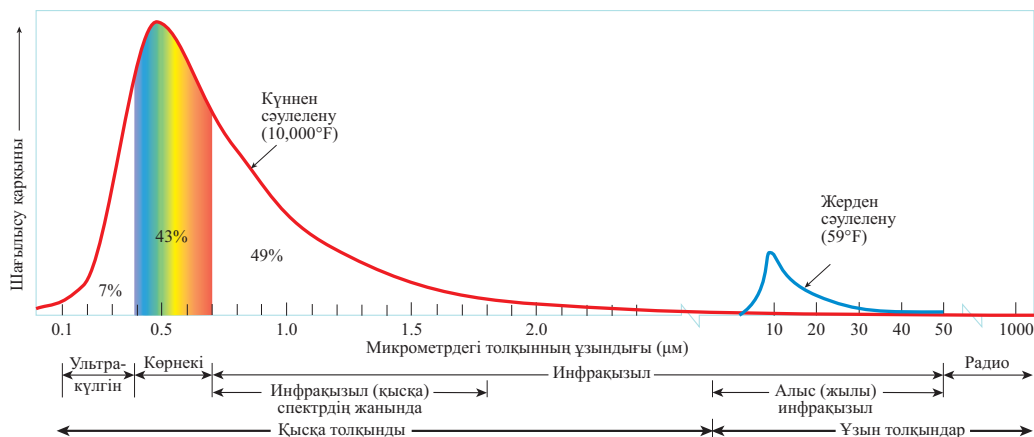
(20°C) жылуды жақсы өткізетін заттар денеге суық болып сезіледі (адамның дене температурасы 37°C болатынын есте сақтаңыз).



▲ **2.11-сурет. Электромагниттік спектр.** Электромагниттік сәуленің түрлерінің толқын ұзындықтары мен аттары көрсетілген. Нанометр (нм) микрометрдің 1/1000 бөлігіне тең.

Дегенмен, біз сәуле тудыратын энергияны өз ұйғарымымыз бойынша категорияларға бөлгенмен, сәулеленудің барлық толқын ұзындықтары бірдей әрекет етеді. Бір дене электромагниттік энергияның кез келген түрін сіңірген кезде, толқындар субатомдық бөлшектерді (электрондарды) қозғайды. Бұл молекулярлық қозғалыстың ұлғаюына әкеледі және температура артуына жауапты. Осылайша, электромагниттік толқындар күннен шығып, ғарыш кеңістігінде саяхат жасаған кезде сіңіріліп, жер бетіндегі, мұхиттардағы және адам денесін құрайтын басқа молекулалардың молекулярлық қозғалысын ұлғайтады. Сәулелену энергиясының әр түрлі толқын ұзындықтарының бір маңызды ерекшелігі – *толқын ұзындықтарының қысқалауы энергияға байырақ* болады. Бұл салыстырмалы түрде қысқа (жоғары энергиялы) толқынды ультракүлгін сәулелері ұзынтолқынды сәулеге қарағанда, адам тіндеріне әлдеқайда көп зиян тигізетінін түсіндіреді. Осы зақымдану тері ісігі және катарактаны тудыруы мүмкін (2.3-мәліметтер жинағын қараңыз). Маңызды

жайттардың бірі – күннің сәулеленудің барлық түрлерін шығаратыны, бірақ олар әр түрлі мөлшерде болады. Күн сәулесінің 95%-нан астамы 0,1-2,5 микрометр арасындағы тар диапазонда шығады, олардың басым бөлігі электромагниттік спектрдің көзге көрінетін және инфрақызыл бөліктеріне жақын маңда шоғырланған (2.12-сурет). Көрінетін жарықтың 0,4 және 0,7 мкм арасында орналасқан жері, жалпы энергияның 43 пайызын құрайды, инфрақызыл сәуле 49 пайызға жуық және ультракүлгін сәуле энергияның 7 пайызын құрайды. Күн сәулесінің 1%-дан кемі рентген сәулелері, гамма-сәулелер және радио толқындар түрінде шығарылады.



▲ **2.12-сурет. Күн сәулесі мен жерден қайтқан сәуленің қарқындылығын салыстыру.** Күн бетінің температурасының жоғары болуынан, оның энергиясының көбі энергетикалық толқын ұзындығы 2,5 микрометрден (μm) қысқа түрде шығады. Күн сәулесінің ең жоғары қарқындылығы электромагниттік спектрдің көзге көрінетін диапазонында болады. Жер, керісінше, өзінің энергиясының көбін, ең алдымен, инфрақызыл диапазонының қашық ұшында (энергиясы аз) толқын ұзындығы 2,5 микрометрден (μm) ұзын толқынды шығарады. Осылайша, күн сәулесін қысқа толқын, жер сәулесін ұзын толқын деп атаймыз.

2.3-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

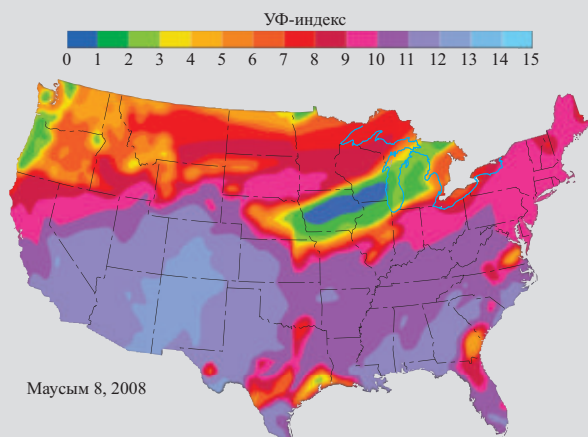
Ультракүлгін индексі

Көптеген адам шуақты күндерді қуана қарсы алады. Аспан ашық бұлтсыз болған жылы күндері көптеген адам сыртта күн шуағын бойына сіңіре отырып, керемет уақыт өткізеді (2.С-сурет). Көбі күнге күюді мақсат етеді, себебі күнге күйгендердің «жүздері сау» болып есептеледі. Соған қарамастан, күн шуағының тым көп болуы денсаулық проблемасына, әсіресе, тері қатерлі ісігі мен суқараңғыға (көз ауруы) алып келу мүмкіндігі дәлелденген.

1994 жылдың маусымынан бері Ұлттық Ауа райы Қызметі (NWS) ультракүлгін индексі жорамалын халыққа күн шуағынан сәулелену қаупі жайында ескерту үшін жариялап келген (2.В-сурет). UV индексі әр аймақ үшін жорамалданған бұлт жамылғысы мен Жер бетінің шағылысу қабілетін, сол сияқты Күн сәулесінің бұрышы мен атмосфералық тереңдікті ескере отырып анықтайды. Атмосфералық озон ультракүлгін сәулесін қатты сіңіретіндіктен, озон қабатының көлемі де қарастырылады. UV индекс шамасы 1-ден 11-ге дейінгі шкаламен көрсетіледі, шама жоғарылаған сайын қауіп те арта береді.



▲ 2.Б-сурет. Күннің ультракүлгін сәулесінің тым көп мөлшерінің сезімтал теріге әсер етуі денсаулыққа қауіп төндіруі әбден мүмкін.



▲ 2В-сурет. 2008 жылы маусым айының 8-маусымға жорамалдаған UV индексі.

АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау Агенттігі UV индексінің мәніне негізделе отырып, сәулеленудің 5 категориясын орнатқан: Төмен, орташа, жоғары, өте жоғары және шамадан тыс (**2В-кесте**). Әр категория үшін алдын алу шаралары дамыған. UV индексі өте жоғары не шамадан тыс болғанда халыққа мүмкіндігінше сыртқа аз шығуға кеңес береді. Күннен қорғау факторы (SPF) 30 не одан жоғары кремді барлық қорғалмаған теріге жағуды (әр екі сағат сайын қайта жағып тұруды) ұсынады. Бұл кеңестер жүзуден кейін не күн сәулесі ваннасы кезінде, тіпті UV индексі төмен болған бұлтты күні де аса маңызды. UV индексі өте жоғары не шамадан тыс болғанда халыққа мүмкіндігінше сыртқа аз шығуға кеңес береді.

2В-кестесі әр сәулелену категориясы үшін сезімтал (бозарған не аппақ) тері типінің күйіп кетуіне кететін уақыт диапазонын көрсетеді. Күнге күюдегі төменгі категория үшін 60 минут шамасынан шамадан тыс категория үшін 10 минуттан аз шамаға дейін ерекшеленуі мүмкін. Сезімталдығы төмен терілер үшін күнге күю, қоңырдан қараға өту, уақыты шамамен 5 есе ұзақ болады. Аса сезімтал тері күнге қатты күйгенде тері қызарып, ауырсыған күлбіреу пайда болып, тері түлейді. Керісінше, сезімталдығы төмен тері күнге сирек күйеді және сол күюге тез тойтарыс береді.

Сұрақтар

1. Аймақтағы UV индексіні анықтау үшін қолданылатын бірнеше факторларды атап шығыңыз.

2B -кесте. UV индексі: Аса сезімтал терінің күйіп кетуіне кететін уақыт

UV индекс көрсеткіші	Сәулелену категориясы	Қасиеті	Күйіп кетуге кететін уақыт
0–2	Төмен	Қарапайым адам үшін Күннің UV сәулелерінің қаупі төмен.	> 60
3–5	Орташа	Күн сәулеленуінің орташа қаупі. Күн сәулесі қарқынды болатын талтүс кезінде абай болу керек.	40–60
6–7	Жоғары	Күнге күюден қорғану керек. Оранып, қорғайтын крем жағып, көзілдірік тағып, бас киім кию керек.	25–40
8–10	Өте жоғары	Таңғы 11:00-ден 16:00 аралығында Күнге шықпауға тырысу керек. Немесе оранып, қорғаныс кремін жағу керек.	10–25
11+	Шамадан тыс	Барлық сақтау шараларын орындау керек. Қорғалмаған тері минутте күйіп кетеді. Сырттағы жұмысты тоқтату керек. Ол мүмкін болмаса, әр 2 сағат сайын қорғаныс кремін жағып отыру керек.	< 10

Радиация заңдары

Күннің радиация энергиясының Жер бетіндегі атмосферамен, құрлық-теңіз бетімен өзара әрекет етуін жақсы түсіну үшін сәулеленудің түйінді заңдарын жалпы түсіну қажет. Дегенмен, сол заңдардың есептеулері осы мәтін шеңберінен тыс калса да, бұл түсініктер сәулеленуді түсіну үшін іргелі маңызға ие:

- 1. Барлық материя үнемі толқын ұзындығының диапазонына сәйкес радиациялық энергия шығарады.** Осылайша, күн секілді ыстық материялар ғана емес, жер (*жер сәулесі*) де, поляр мұздықтары да энергия шығарады.
- 2. Суық материяға қарағанда, ыстық материя аймақ бірлігіне энергияның жалпы санын көбірек шығарады.** Бетінің температурасы 6000 К болатын Күн бетінің орташа температурасы 288 К болатын Жерге қарағанда аймақ бірлігіне 160,000 есе көп энергия бөледі.
- 3. Суық материяға қарағанда, ыстық материя қысқатолқынды сәуле формасында көбірек энергия бөледі.** Біз бұл заңды металл бөлшегін қыздырғанда байқаймыз, ол кезде ақ ыстықты бөледі. Суығанда, металл ұзынтолқынды энергия көбірек шығарады да, ыстық жылу қызыл түске ауысады. Ақыр аяғында жарық бітпейді, егер қолыңызды сол металдың жанына қойсаңыз, ұзынтолқынды инфрақызыл сәулені жылу ретінде сезесіз. Күн ең көп энергия бөледі немесе шарықтау шыңы 0.5 микрометрде, көзге көрінетін диапазонда болады (2.12-сурет). Күн бөлетін сәуленің шарықтау шегі инфрақызыл (жылу) диапазонында, 10 микрометрлік толқын ұзындығында болады. Себебі Жер сәулесінің шарықтау шегі күндікінен 20 еседей ұзын болып келеді. Ол көбінесе **ұзынтолқынды сәуле**, ал күн сәулесін **қысқатолқынды сәуле** деп атайды.
- 4. Сәулені жақсы сіңіретін материялар сәулені жақсы шығаратын болып саналады.** Жер беті мен Күн – жақсы жылытқыш, себебі олар 100 пайызға дейін сәулені сіңіріп,

қайта бөледі. Керісінше, атмосферамыздағы газдар сәулені *іріктен* сіңіреді және бөледі. Кейбір ұзындықтағы толқындарды атмосфера өткізгіш болып келеді (көптеген энергияны өткізеді). Басқа ұзындықтағы толқындарға бөгеу болады (түсетін сәулелерді сіңіріп алады). Тәжірибеге сүйенсек, атмосфера Күннен бөлінетін көзге көрінетін сәулелерді өткізеді, себебі ол ұзындықтағы толқындар Жер бетіне еш қиындықсыз жетеді.

Қорыта келгенде, Күн жарық сәуленің ең мықты қайнар көзі болғанына қарамастан, барлық материялар толқын ұзындығы диапазонында үнемі энергия бөледі. Күн сияқты ыстық материялар қысқатолқынды (жоғары энергиялы) сәуле бөледі, ал Жер секілді салқын материялар ұзынтолқынды (төмен энергиялы) сәуле бөледі. Жер беті секілді сәулені жақсы сіңіретін материялар сонымен қатар, жақсы сәуле бөлуші болып табылады. Керісінше, көптеген атмосфералық газдар тек кейбір ұзындықтағы толқындарды жақсы сіңірушілер болып табылады, бірақ басқа ұзындықтағы толқындарды онша сіңірмейді.

✓ 2.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Энергия тасымалының басты үш механизмін сипаттап беріңіз. Метеорология тұрғысынан қай механизмнің маңыздылығы төмен?
- 2 Конвекция мен адвекцияның айырмашылығы неде?
- 3 Көзге көрінетін, инфрақызыл және ультракүлгін сәулелерді қысқасынан ұзынына қарай және жоғары энергиялысынан төмен қарай жіктеңіз.
- 4 Күн электромагниттік спектрдің қандай ұзындығында максималды энергия бөледі? Оны қалай Жерге сәйкестендіре аласыз?
- 5 Сәуле бөлетін дене мен сәуле толқынының арасындағы байланысты сипаттаңыз.

2.4 Түсетін күн сәулелерінде қандай құбылыс болады?

2.15-суретті қолдана отырып, күннен түсетін сәулелерде не болатынын сипаттаңыз.

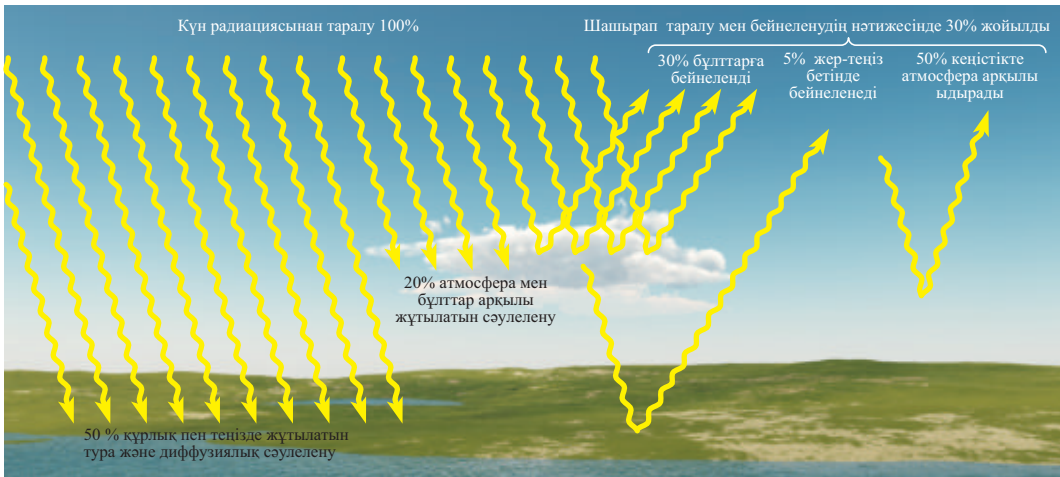
 GEODE ► Жердің бетін және атмосфераны қыздыру ► Күннен түсетін сәулелерге не болады?

Күннің сәулелері Жер бетіне түскенде үш түрлі нәрсе бір уақытта орын алады. Біріншіден, ауа кейбір сәулелердің толқын ұзындықтарына *транспарентті* келеді және энергияны бұрмаламай, сіңірмей жай ғана өткізіп жібереді. Екіншіден, энергияның жартысы *жұтылуы* мүмкін. Еске салатын жайт, сәулелену энергиясы жұтылғанда молекулалар жылдамырақ тербеледі, соның арқасында температура өседі. Үшіншіден, кейбір сәулелер газ молекулалары немесе атмосферадағы шаңның тозандарынан «кері тебіліп», жұтылмай немесе өткізілмей қалуы мүмкін.

Күн сәулелерінің жердің құрлығы мен мұхиттарына өте ме әлде газдарға және атмосферадағы шаңның тозандарымен жұтыла ма әлде осы газдар мен тозандарда сейіліп не шағылысып кете ме? Өздеріңіз көретіндей, бұл көп жағдайда сәуле *толқынының ұзындығына, аралық материалдың көлемі мен қасиетіне* байланысты болады.

Трансмиссия

Трансмиссия – қысқатолқынды не ұзынтолқынды энергия атмосферадағы кез келген газдар және бөлшектермен әрекеттеспей атмосфераға (немесе кез келген мөлдір ортадан) өтуі. Күннен келетін сәулелердің жер бетіне жеткен жартысына жуығы атмосфера арқылы беріледі. Қалған бөлігі атмосферадағы газдар және бөлшектер арқылы бағытын өгертіп, шашыраңқы сәуле ретінде жетеді. **2.13-суретте** күннен түсетін сәулелерге не болатыны Жер шары бойынша орташаландырылған мәлімет көрсетілген. Мына нәрсеге көңіл аударыңыз, Күннен түсетін энергияның 55 пайызының 50 пайызын жер беті сіңіріп алса, қалған 5 пайызы ғарышқа кері шағылысады.



▲ **2.13-сурет. Түсетін күн сәулесінің таралуының орташа саны.** Күн энергиясының көбі атмосфераға қарағаннан гөрі Жер бетіне сіңіріледі.

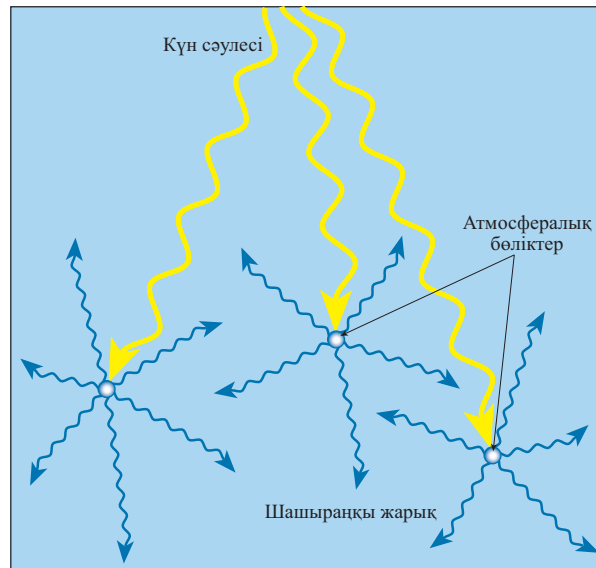
Сіңірілу

Заттың сіңірген энергия көлемі радиация толқынының ұзындығына (интенсивтілігіне) және заттың сіңіру қабілетіне байланысты болады. Көзге көрінетін диапазонда сіңіру қабілеттілігі заттың ашық түсті болуына жауап береді. Кез келген ұзындықтағы көзге көрінетін сәулелерді жақсы сіңіретін беттер әдетте, қара болып келеді, ал ашық түсті беттердің сіңіру деңгейі төмен болады. Сондықтан жаздың ыстық күндерінде ашық түсті киімдер сізді салқын ұстайды.

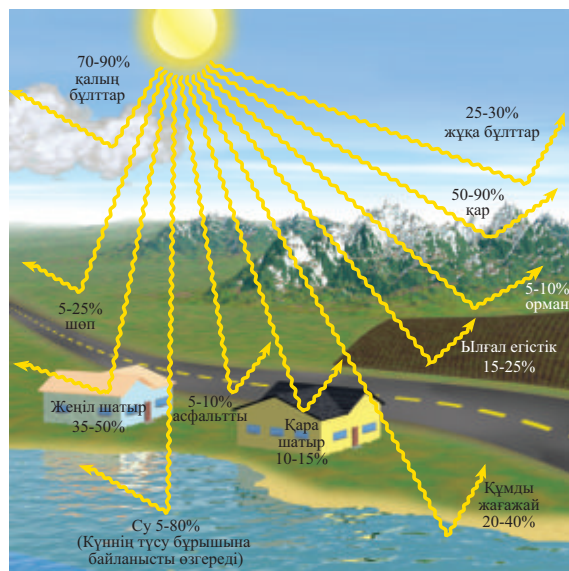
Жердің беті жақсы сіңіргіш болғанымен (Күннен түсетін сәулелердің толқын ұзындықтарын тиімді түрде жұтады), атмосфера керісінше ондай емес. Сондықтан, жерге жететін сәулелердің 20 пайызы ғана атмосфералық газдармен сіңіріледі (2.13-сурет). Атмосфера азырақ сіңіруінің себебі, оның құрамында сәулелерді іріктеп сіңіретін (және шағылыстыратын) газдар бар.

Жаңа жауған қар іріктеп сіңірудің тағы бір мысалы бола алады. Қар көзге көрінетін жарықты аз сіңіреді (90 пайызына дейін шағылыстырып жібереді), сол себепті қар басқан жерлерде температура төмен келеді, себебі күннен түсетін сәулелердің басым бөлігі кері шағылыстырылады. Қар керісінше, жер бетінен шағылысатын инфрақызыл (жылылық) сәулелерді (95 пайызға дейін) жақсы сіңіреді. Жер беті радиацияны жоғары

қарай шығарады, ал қардың ең төменгі қабаты болса, ол энергияны сіңіріп, төменге қарай жібереді. Сондықтан, бірдей суық аймақта, бірақ қары жоқ жерлермен салыстырғанда, қар басқан жерлерге қыстың аязы аз жетеді, бұл «жерді қар басты» деген мәтелге сай келеді. Қыстық бидай егетін фермерлер қардың қалың болуын қалайды, себебі қар бидайды қыстың аязды температураларынан қорғап қалады.



▲ 2.14-сурет. Атмосфера бөлшектері салдарынан шашырау. Күн жарығы таралғанда, сәулелер жан-жаққа кетеді. Әдетте, энергия кейінге қарағанда алдыға қарай көп тарайды.



▲ 2.15-сурет. Түрлі жамылғының альбедосы (шағылысу қабілеті). Жалпы, ашық түсті жамылғылардың қара түсті жамылғыларға қарағанда шағылысу қабілеті жоғары болады, яғни альбедосы жоғары болады.

Шағылысу және шашырау

Шағылысу дегеніміз жарық өзі түскен объектіден дәл сол бұрыш пен сондай интенсивтікте кері қайтуы. Шашырау дегеніміз керісінше, радиацияның тура траекториясынан ауытқуға мәжбүрленгенін білдіреді. Күннің сәулесі атомға, молекулаға немесе атмосферадағы кішкентай бөлшектерге түскенде, олар жан-жаққа шашырап кетеді (2.14-сурет). Шашырату кезінде жарық алға және кейін шашырайды, ол кері шашырау деп аталады. Күннің радиациясы шағылысқан немесе шашыраған болуы ортадағы кездесетін бөлшектердің көлеміне, жарық толқынының ұзындығына байланысты.

Шағылысу және жердің альбедосы. Затқа шағылысып шыққан сәуленің бір бөлшегі оның альбедосы деп аталады. 2.15-суретте әр түрлі беттердің альбедосын береді. Жаңа жауған қар мен қалың бұлттар жоғары альбедроға ие (яғни олар жақсы шағылыстырады). Бұлттардың жоғары шағылыстыру қасиетін аспанда бұлттардың үстінен ұшақпен ұшқанда көруге болады. Керісінше, қара топырақ пен автокөлік тұрақтары төмен альбедроға ие және өздеріне түскен жылудың басым бөлігін сіңіріп алады. Көлдер мен өзендерге келсек, судың бетіне түскен сәуленің түсу бұрышы оның альбедосына көп әсер етеді.

Жердің жиынтық альбедосы *планетарлық альбедро* деп аталады, ол 30 пайызды құрайды (2.15-суретті қараңыз). Жердің құрлығы мен суынан шағылысқан жарық мөлшері планетарлық альбедоның біраз бөлігін ғана қамтиды. Ғарыштан көрінгендей, жоғары альбедроға ие қалың бұлттар Жердің «жарық» болуына үлкен әсер ететіні жаңалық емес.

Бұлттары да, атмосферасы да жоқ Айдың альбедосы тек 7 пайызды құрайды (Жердің 30 пайызымен салыстырғанда). Толған айдың жарығы, көлемі мен жарық болуы жерге қарағанда көбірек болғанмен, жер астронавтардың айда саяхаттап жүргенінде «Жер сәулесі» арқылы әлдеқайда көп жарық түсіреді.

Шашырау және диффузды жарық. Күннен түскен сәулелер тура сызық бойымен қозғалғанмен, атмосферадағы шаң тозаңның бөлшектері мен газ молекулалары ол сәулелердің біразын жан-жаққа шашыратып жібереді. Бұл шашыраңқы жарық деп аталады және тікелей күн сәулесі түспегенде де, жарықтың ағаштың түбіне және бөлменің ішін жарық қылуын түсіндіреді. Бұған қарама-қайшы атмосферасы жоқ ай мен меркурий беттерінде күндіздің өзінде қараңғы аспан мен «қап-қара» көлеңке болады. Орташа есеппен, жер бетіне түскен және сіңірілген радиацияның жартысына жуығы шашыраңқы сәуле ретінде түседі.

Көк аспан мен күннің қызыл шуақты батуы мен атуы. Жердегі көк аспан мен қызарып күннің батуына екі фактор әсер етеді. Олар атмосфералық газдардың күн сәулесін шашыратуы мен жерге түскен күн сәулелерінің өтетін атмосфера көлемі. Еске салатын жайт, күн сәулесі ақ болып көрінгенмен, кемпіркосақтың бүкіл түстерін қамтиды. Атмосфералық газдар қысқатолқынды сәулелерді (көк/күлгін) ұзынтолқынды сәулелерге (қызыл/қызылсары) қарағанда тиімдірек шашыратады.

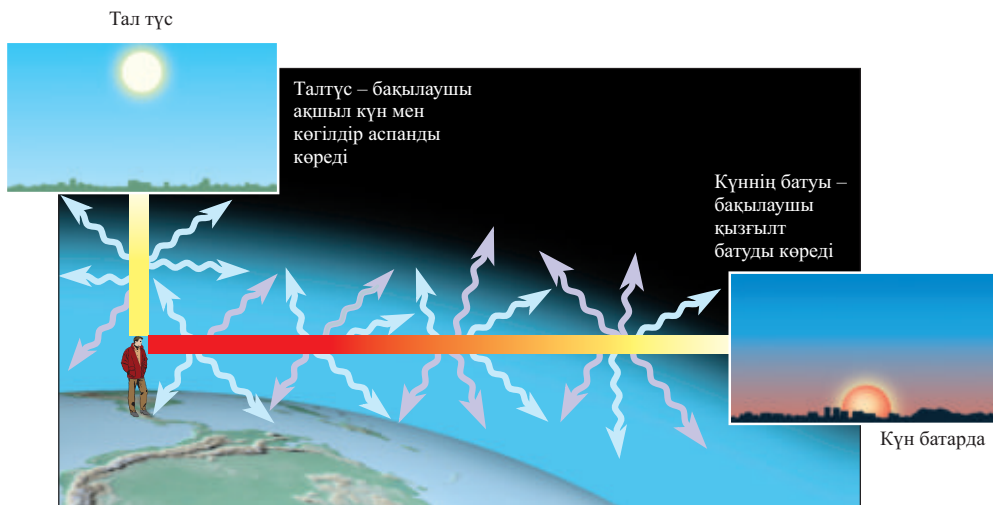
Қысқатолқынды сәулелер көбірек шашырап кеткендіктен, күннен өзге бағытта кез келген жаққа көз салсаңыз, қысқа толқынды сәулелерді (көк) көресіз (2.16-сурет).

Күн шыққанда және батқанда көкжиектен көрінетін Күн сәулелері қызарып көрінеді, себебі күннің радиациясы сіздің көзіңізге жеткенге дейін ұзақ қашықтықты жүріп өтеді. Өзінің сапарында қысқатолқынды сәулелер көбінесе, шашырап кететіндіктен, көзге

жететін сәулелер қызыл және қызыл сары түстерді қамтиды. Басқаша айтсақ, аспан мен Жер көк түстің көп бөлігі шашырап кеткен сәулелермен жарықтанады.

Жоғарыдағыларға керісінше, Марстың атмосферасы шаңның үлкен бөлшектері бар жұқа атмосфераға ие. Сол үлкен бөлшектер көбінесе, ұзын толқынды қызыл сәулелерді шашыратқандықтан, Марста күндіз қызыл аспан, күн батқанда көкжиегі көк болып көрінеді.

Жер бетінде ең әдемі күн батулар шаңның кішкентай тозандары мен түтін стратосфераға өткен кезде орын алады. 1883 жылы Индонезиядағы Кракатау жанартауы атқылағаннан кейін 3 ай бойына Жер бетінде әдемі күн батуы орын алды. Сонымен қоса, осы жанартау атылуынан кейін болған Еуропадағы жаз әдеттегіден салқын болды, себебі күннен түскен сәулелер кері шашырату әсерінен азайып қалды.



▲ **2.16-сурет. Жер атмосферасында газ молекулаларының басым таратуы көк аспан мен қызыл күн батуларын тудырады.** Көзге көрінетін жарықтың қысқа толқындары (көк пен күлгін) ұзын толқындарға (қызыл және қызғылт сары) қарағанда жақсырақ шашырайды. Сол себепті Күн дәл төбеде болғанда, бақылаушы кез келген бағытқа қарап, атмосферадағы газдардан басым жағдайда көк түстің шашырайтынын көре алады. Керісінше, күн батқанда, жарықтың атмосферадан өту үшін көбірек жол жүреді. Сол себепті көк түстің көбі бақылаушыға жеткенше атмосфераға сіңіріліп кетеді. Осылайша Күннің түсі қызыл болады.

Қарауытқан сәулелер түтінмен, тұман және тұмшамен байланысты үлкен бөлшектер барлық толқанды сәулелерді теңдей шашыратады. Аспанда үлкен бөлшектер көп болған кезде бір түс екіншіден басым болмайтындықтан, аспан ақшылдау не сұрлау болып көрінеді. Түтінмен, су тамшылары және тозаң бөлшектерімен шашырауға ұшыраған күн сәулелері ымырт сәулелері деп аталады. Бұл жиырылған жолақтар әсіресе күн сәулелері бұлттар арасындағы саңылалулардан өткен кезде байқалады. Қарауытқан сәулелерді асқақ бұлттар аспанда көлденең тізбектеліп келген жарық және қараңғы жолақтар жасалуына себеп болғанда (жарық сәулелер мен көлеңкелер) көрінеді.

Осылайша, аспанның түсі ондағы үлкен және кіші бөлшектердің санын көрсетеді. Көптеген кіші бөлшектер қызыл шуақты күн батуын туындатса, үлкен бөлшектер ақ (сұр) аспанды жасайды. Аспан неғұрлым көк болса, ауа соғұрлым таза және құрғақ екенін көрсетеді.

✓ 2.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Қарапайым эскиз дайындап, онда күннен түскен радиацияны көрсетіңіз.
- 2 Күннің сәулесі түзу сызық бойымен қозғалатынын есепке ала отырып, алманың неліктен дәл алма ағашының астына түсетінін түсіндіріңіз.
- 3 Аспан ашық болғанда, неліктен көк түсті болып көрінетінін түсіндіріңіз.
- 4 Неліктен күн батқанда немесе шыққанда аспан қызғылт түске боялады?

2.2-атмосфераға шолу

Төмендегі суретті ғарышкерлер Оңтүстік Американың батыс жағалауын Халықаралық Ғарыш стансасында бақылап жүріп түсірген. Орта есеппен, осы ғарышкерлер орбиталық қозғалыс уақытында 24 сағат ішінде 16 рет күннің шығуы мен батуын көрген. Күн мен түнді бөліп тұратын сызықты *терминатор* деп атайды.



Сұрақтар

1. Келтірілген суретке терминатор сызыңыз. Оны айқын сызық деп сипаттай аласыз ба? Түсіндіріңіз.
2. Ғарышкерлер күннің шығуы мен батуына қарап тұра ма? Оны қайдан түсіндіңіз?

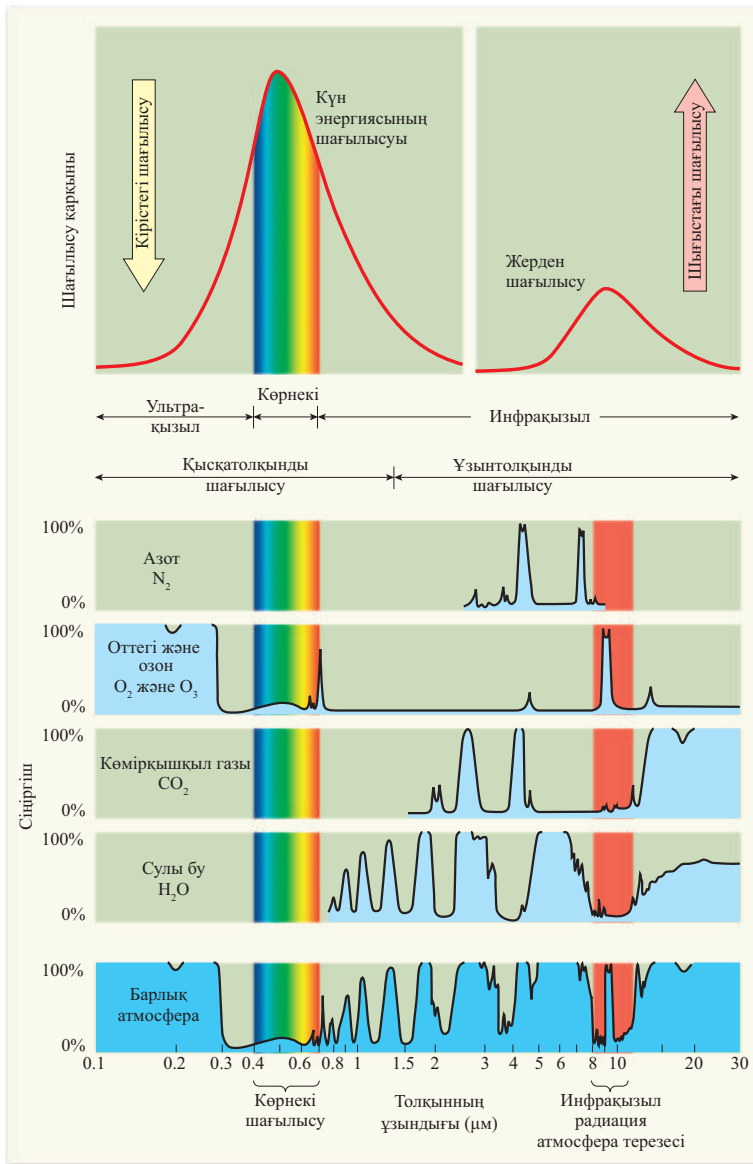
2.5 Атмосферадағы газдың рөлі

«Атмосфера төменнен бастап қызады» дегенді түсіндіріңіз.

MM[®] GEODe ► Жер бетін және атмосфераны қыздыру ► Жылыжай эффектісі

Атмосфераның қызуын түсіну, атмосфералық газдардың күннен түсетін қысқатолқынды радиация мен Жерден көтерілетін ұзынтолқынды сәулелермен қандай өзара қатынасқа түсетінін түсінумен болады. 2.17-суретте күн радиациясы қысқатолқынды, яғни 2.5 микро-

метр ұзындықтан аз болатынын көрсетеді. Керісінше, жер бетінен шыққан радиация болса, 2,5 және 30 микрометр толқын ұзындығына ие болып, оны электромагнитті спектрдің инфрақызыл диапазонының ең түкпіріне (ұзын толқынға) орналастырады.



▲ **2.17-сурет. Күн және Жер сәулесінің атмосферадағы газдар тарапынан сіңірілуі.** Түсетін қысқатолқынды сәулелер (бағанның сол жағы) мен Жердің ұзынтолқынды сәулелерінің (оң жағы) атмосферадағы іріктелген газдардың тиімділігі. Көк түсті аймақ түрлі газдардың сәулені сіңірген пайызын көрсетеді. Атмосфера толығымен 0.3 және 0.7 микрометр аралығында көзге көрінетін жарығы бар күн сәулелерін айтарлықтай өткізеді. Күн сәулесінің көбі осы диапазонда неге көп көлемде атмосферадан өтіп, Жер бетіне жететінін түсіндіреді. Сонымен қатар ұзынтолқынды инфрақызыл сәулелер 8 бен 12 микрометр аймағында толықтай атмосферадан тарап кетуі мүмкін. Осы зона атмосфералық терезе деп аталады.

Атмосфераның қызуы

Газдың молекуласы сәулені сіңірген кезде, энергия молекулалардың ішкі қозғалысына айналады да, бұл температураның өсуіне әкеледі (жылу ұстағыштық). Мысалы, стратосфераның оттегі молекулаларымен ультракүлгін сәулелердің жұтылуы, ол Жердегі жоғарғы температуралардың болуына байланысты.

2.17-суреттің төменгі жағы түйінді атмосфералық газдардың сіңіргіштігін көрсетеді.

Атмосферадағы ең басым газ азот (78 пайыздай) күннің радиациясын аз сіңіреді. Күн радиациясын жақсы сіңіретіндердің қатарына ауа буы, оттегі мен озон жатады, олар атмосфераға өтетін сәулелердің басым бөлігін жұтады.

Оттегі мен озон жоғары энергияның тиімді сіңірушілері болып табылады. Оттегі UV сәулелердің қысқа толқындарын атмосфераның жоғарғы бөлігінде сіңірсе, озон UV сәулелерін 10 және 50 метр қашықтықта стратосфера қабатында сіңіреді. Ультракүлгін сәулелердің көбі сіңіп кетпесе, адамның өмірі мүмкін емес болар еді, себебі UV сәулелер адамның генетикалық кодын жояды.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неліктен жапырақтары түсіп жатқан ағаш күз сайын түсін өзгертеді?

Барлық ағаштың қурап түсетін жапырақтарында жасыл түс беретін хлорофил деген пигмент болады. Кейбір ағаштардың жапырақтарында сары түс беретін каротин деген пигмент, басқаларында қызыл түс беретін қызыл пигмент болады. Жаз кезінде жапырақтар көмірқышқыл газынан қант және хлорофилге күннің жарықтың әсер етуінен су өндіреді. Доминантты пигмент болғандықтан, көптеген ағаштардың жасыл болуына себеп болады. Күздегі қысқарған күндер мен салқын түндер ағаштың өзгеруіне, қурауына алып келеді. Хлорофилді өндірудің төмендеуімен қатар жапырақтардағы жасыл түс те кете бастап, басқа пигменттер көріне бастайды. Каротин бар жапырақтар ашық сары түске бояла бастайды. Қызыл үйеңкі мен сірке ағашы сияқты ағаштардың жапырақтары күзгі пейзажда ашық қызыл және күлгін түстерге өзгереді.

2.17-суреттің төменгі жағында көріп отырғандарыңыздай, атмосфераның газдарының ішінде ешқайсысы толқын ұзындығы 0,3 пен 0,7 микрометр арасындағы көрінетін радиацияны тиімді сіңіре алмайды. Бұл көрінетін сәуле жолақтары күннен келетін энергияның 43 пайызын құрайды. Атмосфера нашар сіңіргіш болған соң, сол энергияның көбісі Жер бетіне өтеді. Сондықтан біз күннен түсетін радиацияға атмосфера транспарентті екенін және Күннің тікелей түсетін энергиясы Жердің атмосферасын «қыздырушы» емес екенін көреміз.

Атмосфера Жерден шыққан ұзынтолқынды (инфрақызыл) сәулелерді жақсырақ сіңіреді (2.17-суреттің төменгі оң жағы). Судың буы мен көмірқышқыл газы түйінді сіңіргіш газдар, судың буы мәселен Жерден шыққан радиацияның 60 пайызын сіңіреді. Сондықтан өзі көп шоғырланған тропосфера қабатында судың буы, өзге газдарға қарағанда, жылы температураға көбірек жауап береді.

Атмосфера Жерден шыққан сәулелерді жақсы сіңіргенімен, ол 8 және 12 микрометр аралығындағы толқындарға өте транспарентті келеді. 2.21-суретке көңіл аударсаңыз (төменгі оң жағы), атмосферадағы газдар (N_2 , CO_2 , H_2O) осы толқындардағы энергияны минималды сіңіреді. Атмосфера, терезе шынысының көрінетін жарықты өткізіп жіберетініндей, 8 және 12 микрометр аралығындағы толқындарға өте транспарентті

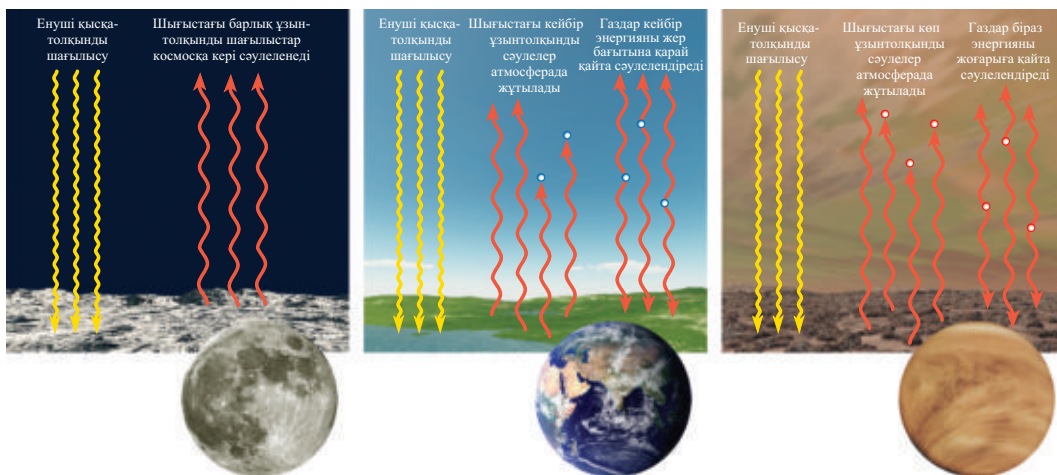
келгендіктен, бұл топ «атмосфералық терезе» деп аталады. Өзге де «атмосфералық терезелер» бар болғанмен, 8 және 12 микрометр аралығында орналасқандары маңыздырақ келеді, себебі онда Жердің радиациясы өте интенсивті болып келеді.

Бұларға қарсы, кішкентай су тамшыларынан (судың буынан) тұратын бұлттар, атмосфералық терезелер» ішінде энергияны жақсы сіңіреді. Бұлттар шыққан ұзын толқынның көбін сіңіріп, энергияның басым бөлігін қайтадан Жер бетіне қайтарады. Сондықтан бұлттар перде сияқты атмосфералық терезелерге тосқауыл қойып, Жер беті температурасының суыту жылдамдығын азайтады. Бұл бұлтты түндері температура ашық түндерге қарағанда жылы болып тұратынын түсіндіреді.

Атмосфера күннің қысқатолқынды сәулелеріне транспарентті, ал Жерден шыққан сәулелерді жақсы сіңіргендіктен, атмосфера нөлден бастап қызады. Бұл тропосферада биіктіктің өсуімен температураның төмендеуін түсіндіреді. «Радиатордан» (Жер бетінен) алыстаған сайын суыта береді. Орта есеппен, температура әр шақырымға биіктеген сайын $6,5^{\circ}\text{C}$ өседі, бұл нормалды градиент (1-бөлімді қараңыз) деген атпен белгілі. Атмосфера өзінің энергиясының көп бөлігін тікелей Күннен емес, бірақ Жерден шыққан энергиямен қызатыны ауа-райын анықтау машинасының динамикасына басты әсері бар.

Жылыжай эффектісі

Ай сияқты «ауасыз» аспан денелерін зерттеген ғалымдар, егер Жер бетінде ауа болмаса, онда оның бетіндегі орташа температура қатудан төмен болатынын анықтады. Бақытымызға орай, Жер атмосферасы кейбір сыртқа кететін радиацияны тығып қалады, сол үшін Жер өмір сүруге жарамды келеді. Атмосфераның Жердегі құрлықтар мен мұхиттарды жылытуындағы ең маңызды рөлі – **жылыжай эффектісі** деп аталады.



▲ **2.18-сурет. Жылыжай әсері.** А. Ай секілді ауа жоқ денелерде жылыжай әсері болмайды. Ә. Жер секілді жылыжай газдарының аздаған мөлшері бар денелерде жылыжай әсері Жер бетін 33°C -та сақтап тұруға жауапты. Б. Венера сияқты жылыжай газдары көп денелерде ерекше жылыжай қызуы болады, ол жамылғы температурасын 523°C -ға дейін көтеруге есептелген.

Жорғарыда айтылғандай, бұлтсыз ауа Күннен түскен қысқа толқынды сәулелерге транспарентті болып, оның көбін Жерге өткізеді, онда ол сіңіріліп, қайтадан реррадиацияланып, аспанға кетеді. Судың буы мен көмірқышқыл газы сияқты атмосфералық екі газ Жерден шыққан ұзынтолқынды радиацияның басым бөлігін сіңіріп алатындықтан,

метеорологиялық тұрғыдан өте маңызды. Жердің радиациясы осы екі газды жылытады, сондықтан атмосфераның температурасы өседі. Атмосфера өз кезегінде сол энергияның біразын ғарышқа жібереді және ең маңыздысы сол энергияның жартысын қайтадан Жерге қарай жібереді. «Картопты ыстық күйінде бер» деген осы толысқан ойын болмаса, Жер бетінің орташа температурасы қазіргі 15°C орнына –18°C болар еді (2.18-сурет). Сол себепті, Жер бетін тіршілік етуге жарамды еткен судың буы мен көмірқышқыл газы **жылыжай газдары** деп аталады.

Бұл табиғи құбылыс «жылыжай әсері» деген атқа ие болды, себебі жылыжайлар дәл осы жолмен қыздырылады. Ондағы терезелер түскен қысқатолқынды сәулелерді енгізіп, ондағы заттарға сіңіреді. Ол сіңірген объектілер өз кезегінде ұзынтолқынды радиацияны бөліп шығарады, ал терезелер оларды өткізбейді. Сол үшін жылу «тұтқынға» түсіп, жылыжайда қалады. Бұл аналогия кеңінен қолданғанына қарамастан, жылыжайдағы ауа температурасы сырттағыға қарағанда, ыстығырақ екені көрсетіледі, себебі сыртқы салқын ауа мен ішкі жылы ауа дұрыс алмаспайды. Соған қарамастан, «жылыжай әсері» деген термин атмосфераның қызуына қолданылады.

БАҚ құралдары жиі және қате түрде бұл «жылыжай әсерін» ғаламдық жылынудың кері әсерін тигізетін «зұлымдық» ретінде көреді. Алайда, ғаламдық жылыну мен жылыжай әсері екі түрлі түсінік. «Жылыжай әсері болмаса, Жер беті тіршілік етуге жарамсыз болар еді. Ғалымдар адамдардың әрекеті әсерінен (көмірқышқыл газының атмосфераға бөлінуі) ғаламдық температураның өсуіне себеп болып отырғанын көрсетуде (14-бөлімді қараңыз). Осылайша адамдар өздері табиғаттың үдерісіне (жылыжай әсеріне) зиян келтіруде. Адам тіршілігіне септігін тигізетін жылыжай феноменін адамның қолымен жасалып, атмосфераға зиян тигізетін ғаламдық жылынуға теңестіру дұрыс емес.

✓ 2.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Атмосфера неліктен көбінесе тікелей Күн сәулелері емес, Жерден шыққан сәулелермен жылынатынын түсіндіріңіз.
- 2 Атмосфераның төменгі қабаттарында қандай газдар Түйінді сіңіруші болып табылады?
- 3 Атмосфералық терезе деген не? Ол қалай «жабылады»?
- 4 Жердің атмосферасы қалайша жылыжай сияқты жұмыс істейді?
- 5 Ғаламдық жылыну мәселесінде «зұлымдық» ретінде не көреді?

2.6 Жердің энергия қоры

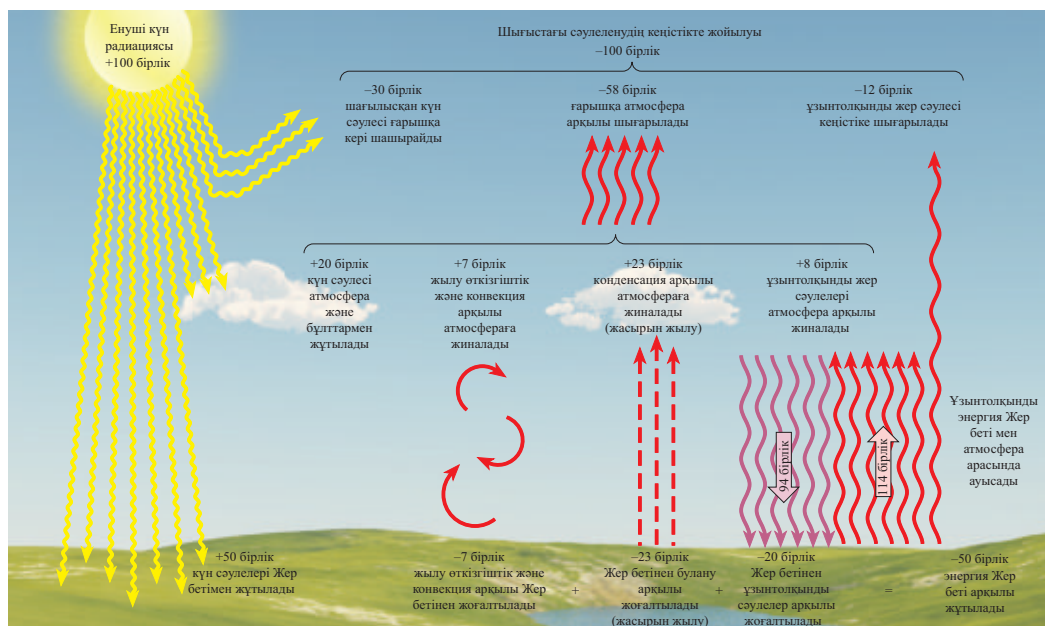
Жердің жылдық энергия қорының түйінді құрамдас бөліктерін сипаттап беріңіз.

Ғалам бойынша, мезгілдік аяздар мен аптап ыстық кезеңдерге қарамастан, Жердің орташа температурасы біршама тұрақты. Бұл тұрақтылық келген күн радиациясы жиынтығы мен ғарышқа кері қайтқан күн радиациясы арасында баланстың барын көрсетеді; әйтпесе Жер үнемі суықтай немесе жыли берер еді. Сонымен қатар Жер беті мен атмосфера алмасқан энергия да тұрақты болып қалу керек. Осы Жер беті-атмосфера тепе-теңдігі жылу өткізгіштік, конвекция, латентті (жасырын) жылу тасымалы, сонымен қатар Жер беті мен атмосфера арасындағы ұзынтолқынды радиацияның өтуі арқылы орнайды. Келген және

кері кеткен радиацияның жылдық балансы, сонымен қатар Жер беті мен атмосферасының арасындағы энергия балансы жалпы Жердің жылдық энергия балансы деп аталады. Алдағы Жердің өзгермелі климаты жайындағы талқылау 14-бөлімнен табуға болады.

Жылдық энергия қоры

2.19-сурет Жердің жылдық энергия қорын көрсетеді. Жеңілдік үшін біз атмосфераның сыртқы шетінде қабылданған күн сәулесін ұсыну үшін 100 бірлігін (өлшемін) қолданамыз. 2.13-суретте көріп өткендей, Жерге жететін сәуленің шамамен 30 бірлігі (пайызы) шағылысып, қайта ғарышқа тарап кетеді. Қалған 70 бірлігі сіңіріліп, жұтылады: 20 бірлігі – атмосферада, 50 бірлігі – Жердің құрлық-теңіз бетімен. Жер осы энергияны қалай ғарышқа кері жібереді?



▲ **2.19-сурет. Жердің энергия қоры.** Орташа ғаламдық энергия қорының бұл сандары серіктің (спутник) бақылаулары мен сәуле зерттеулерінен келеді. Бұдан да көп ақпарат жиналып жатқандықтан, мына сандар өзгереді.

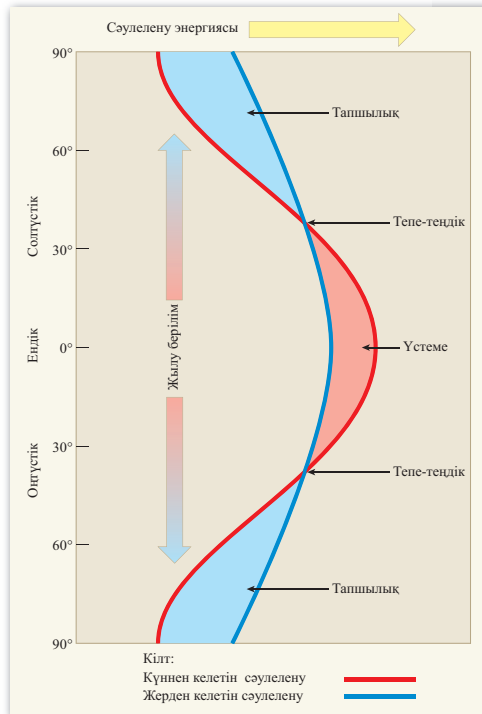
Егер барлық энергия планетамызбен сіңіріліп, тікелей сәуленініп және бірден кері қайтса, онда Жердің жылу қоры қарапайым болар еді: сәуленің 100 бірлігі қабылданады және 100 бірлігі кері ғарышқа қайтады. Іс жүзінде, бұл – ұзақ уақыт бойы болып келеді (биомассада қалып қалған ақырында жанармай кені бола алатын энергияның аздаған шамасын есепке алмағанда). Жылу қорын қиындататын нәрсе – жылыжай газдары, әсіресе судың буы мен көмірқышқыл газы. Бұған дейін оқығаныңызға сай, осы жылыжай газдар сыртқа бағытталған инфрақызыл сәулелерінің көп бөлігін сіңіріп алады да, олардың көбісін қайта Жерге өткізеді. Осы «өңделген» энергия Жер беті алған сәулені айтарлықтай көбейтеді. Күннен тікелей келген 50 бірлікке қоса, Жер беті төмен қарай атмосферадан шығатын ұзынтолқынды сәулені қабылдайды (94 бірлік).

Баланс сақталады, себебі Жер беті сіңірген барлық энергия атмосфераға, ақырында ғарышқа кері оралады. Жер беті алуан түрлі үдерістер арқылы энергия жоғалтады: ұзын-

толқынды сәуленің шығарылуы; жылу өткізгіштік пен конвекция және булану үдерісі – латентті жылу – арқылы Жер бетіне дейін энергия жоғалту (2.19-сурет).

Аспанға бағытталған ұзынтолқынды сәуленің көбі атмосферамен қайта сіңіріледі. Жылу өткізгіштік жоғарыда Жер беті мен ауаның арасында энергияның тікелей тасымалына алып келеді, ал конвекция Жер бетіне жақын жылы ауаны термик (термиялық ағын) секілді тасымалдайды (7 бірлік).

Жер беті булану арқылы да энергияның айтарлықтай бөлігін (23 бірлік) жоғалтады. Бұның себебі сұйық су молекулалары сұйық жағдайынан газ жағдайына судың буына айналып, Жерден көтерілу үшін энергия қажет етеді. Су жағдайында жоғалған энергия атмосфераға судың буы молекулалары арқылы жеткізіледі. Суды буландыруға пайдаланған жылу температура өзгерісін тудырмайды және ол латентті жылу (жасырын жылу) деп аталатынын есіңізге түсіріңіз. Егер судың буы бұлт тамшыларын құрау үшін сұйық формаға айналса, конденсациядан босап шыққан энергия *сезінетін жылу* (біз сезе алатын және термометр арқылы өлшей алатын жылу) ретінде анықталады. Осылайша булану үдерісі арқылы газ формасындағы су молекулалары ақыр аяғында босап шығатын атмосфераға латентті жылуды жеткізеді.



▲ **2.20-сурет. Жыл бойына орташаланған ендік жылу балансы.** Экватордан екі бағытта да 38°-қа созылатын аймақтарда түсетін күн сәулесінің саны Жерден қайтатын сәуле шығынынан асып түседі. Орта және жоғары поляр ендіктерінде керісінше, Жерден қайтатын сәуленің шығыны түсетін күн сәулесінің түсімінен асып түседі. Мұхиттар ғаламдық жел жүйесімен алып жылу қозғалтқыштары ретінде жұмыс істейді, тропиктерден полюстерге қарай артық жылуды тасымалдайды.

Қорыта келгенде, кірген күн сәулесінің саны ұзақ уақыт бойы ғарышқа кері қайтқан ұзынтолқынды сәуле санымен теңгеріліп келеді.

Ендік энергия қоры

Орта есеппен, кірген күн сәулесі шамамен кері қайтқан сәуле санына тең келетіндіктен, дүниежүзілік температура жобамен тұрақты болып қалады. Десе де бүкіл планетаға жарамды кірген және шыққан сәуленің балансы әр ендікте сақталмаған. Орташа есеппен бір жыл ішінде экватордың 38°-қ ендігінде орналасқан Жер айналасындағы аймақ күн сәулесін *жарышта жоғалатын сәулесінен гөрі көбірек қабылдайды* (2.20-сурет).

Жоғары ендіктердегі аймақта керісінше, *Жерден қайтқан сәуле арқылы жоғалған жылу Күннен алынғаннан гөрі көбірек болады*.

Біз тропиктер қыза береді және полюстер суи береді деген қорытындыға келе аламыз. Бірақ мәселе мұнда емес. Ғаламдық жел жүйесі және аз мөлшерде мұхиттар тропиктерден полюстерге қарай артық жылуды тасымалдай отырып, алып термиялық қозғалтқыш ретінде қызмет атқарады. Іс жүзінде энергия теңгерімсіздігі желдер мен мұхит ағыстарын бастайды.

Орта ендіктерде тұратын адамдарға қызық болуы мүмкін Солтүстік жарты шардағы 30° солтүстік ендіктегі, Жаңа Орлеаннан 50° солтүстік ендіктегі Виннипегте, Манитобаға дейін осы аймақ арқылы ең көп жылу мөлшері тасымалданады. Демек, орта ендіктердегі дауылды ауа райының көбін жылудың тропиктерден полюстерге бағытталған бітпес тасымалынан деп есептеуге болады. Осы үдерістер кейінгі бөлімдерде толығырақ талқыланады.

✓ 2.6 Бақылау сұрақтары

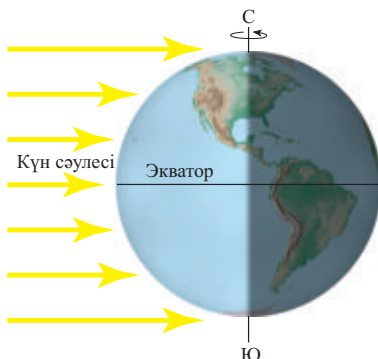
- 1 Тропиктер күн сәулесін жоғалтқаннан гөрі көбірек қабылдайды. Неге онда тропиктер қыза бермейді?
- 2 Тропиктер мен полюстер арасындағы жылу теңгерімсіздігі қандай екі құбылысқа алып келеді?

2 Жер беті және атмосфераның қызуы тұжырымына шолу

2.1 Жер-Күн қатынасы ► Жыл бойы Күн бұрышы мен жарық уақыт ұзақтығының өзгерісіне не себеп болатынын түсіндіріп беріңіз. Осы өзгерістер температурадағы мезгілдік өзгерістерге қалай алып келетіндігін сипаттап беріңіз.

Түйінді сөздер: өз осінен айналу, Күнді айналу, перигелий, афелий, эклиптика жазықтығы, осьтің көлбеулігі, Солтүстік тропик (Шаян тропигі), жазғы күн тоқырау, Оңтүстік тропик (Тауешкі тропигі), қысқы күн тоқырау, күзгі күн мен түннің теңелуі, көктемгі күн мен түн теңелуі, жарықтың айналымы

- Мезгілдер Жер бетіне түсетін Күн сәулесінің бұрышындағы және әр ендіктегі жарық уақыт ұзақтығындағы өзгерісінен туындайды. Осы мезгілдік өзгерістер Күнді айналатындай Жер өзінің осінің көлбеулігінің нәтижесінен болады.
- Күн дәл төбеде (Жер бетіне 90° бұрышта) тұрғанда, күн сәулелері анағұрлым шоғырланған және қарқынды болады. Күннің төмен бұрышында сәулелер шашыраңқы, қарқындығы азырақ болады.



Сұрақ. Егер Жер осі өз орбитасының жазықтығына көлбеу болмай (суретке қараңыз), перпендикуляр болса, мезгілдерге қалай әсер етер еді?

2.2 Энергия, температура және жылу ► Латентті жылу мен анық жылуды салыстырыңыз.

Түйінді сөздер: энергия, кинетикалық энергия, потенциалды энергия, температура, жылу, латентті жылу, анық жылу

- Энергия – жұмыс істеуге арналған қабілеттілік. Энергияның 2 түйінді категориясы: кинетикалық энергия қозғалыс энергиясы болып, потенциалдық энергия жұмыс істеу қабілеттілігі болып есептеледі.
- Температура – материядағы атомдар немесе молекулалардың орташа кинетикалық энергияның өлшемі.
- Жылу энергияның бір затқа немесе заттан тасымалдануы, себебі температура зат пен қоршаған ортаның арасында ерекшеленеді. Жылу температурасы жоғары Жерден температурасы төмен Жерге өтеді.
- Жасырын жылу су бір күйден екінші күйге ауысқанда қамтылатын энергия болып табылады. Булану кезінде, мысалы, энергия ыдырайтын судың буының «ішінде» сақталады не жасырын болады және осы энергия аяғында бұлттардағы су тамшыларын түзу үшін конденсацияланып, босап шығады.
- Жасырын жылуға қарама-қарсы анық жылу деп біз сезініп, термометр арқылы өлшей алатын жылуды айтамыз, бірақ бұл өзгеру фазасын қамтымайды. Ол сезілетіндіктен, анық жылу деп аталады.

2.3 Жылу тасымалының механизмі ► Жылу тасымалының үш механизмін атап шығып, сипаттап беріңіз.

Түйінді сөздер: жылу өткізгіштік, конвекция, термиктер, advection, сәуле (электромагниттік сәуле), толқын ұзындықтары, микрометр, көрінетін жарық, инфрақызыл сәуле (IR), ультракүлгін сәуле (UV), ұзынтолқынды сәуле, қысқатолқынды сәуле.

- Жылу өткізгіштік – молекулалар арасында электрондар мен молекулалардың соқтығысуынан жылудың берілуі. Ауаның өткізгіштігі төмен болғандықтан, жылу өткізгіштік жамылғыға тікелей қатынасы бар Жер беті мен ауаның арасында ғана маңызды.

- Конвекция – заттың белсенді қозғалысы мен айналымын қамтитын жылу тасымалы. Ол жылу ауа көтеріліп, суық ауа төмендейтін айналым жүретін атмосферадағы жылу тасымалының маңызды механизмі.
- Сәуле не электромагниттік сәуле энергияның көп жиынтығын қамтиды, оған Х-сәулелер, көзге көрінетін жарық, жылу толқындары және толқын ретінде түрлі толқында тарайтын радио-толқындар кіреді. Сәулелер неғұрлым қысқатолқынды болса, соғұрлым энергиясы көп болады.
- Сәуленің төрт түйінді заңдары: 1. Барлық материялар жарық сәулелер бөледі; 2. Суық материяға қарағанда, ыстық материя аймақ бірлігіне энергияның жалпы санын көбірек шығарады; 3. Суық материяға қарағанда, ыстық материя қысқатолқынды сәуле формасында көбірек энергия бөледі; 4. Сәулені жақсы сіңіретін материялар сәулені жақсы шығаратын болып саналады.

Сұрақ. Келесі суретте көрсетілген жылу тасымалының үш механизмін түсіндіріңіз.

2.4 Түсетін күн сәулесінде қандай құбылыс байқалады?

► 2.15-суретті қолдана отырып, түсетін күн сәулесінде қандай құбылыстың болатынын түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: трансмиссия, сіңірілу, шағылысу, шашырау, альбе́до, диффузды жарық

- Атмосфераға түсетін сәуленің шамамен 50 пайызы Жерге жетеді. 30 пайыздайы қайта кеңістікке шағылысып тарайды.
- Жамылғыдан шағылысқан сәуле бөлімі оның альбедосы деп аталады. Бұлттар мен атмосфера газдары түсетін күн энергиясының қалған 20 пайызын сіңіреді.

2.5 Атмосферадағы газдардың рөлі ► «Атмосфера төменнен бастап қызады» дегенді түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: Атмосфералық терезе, жылыжай эффектісі, жылыжай газдары

- Жер бетінен сіңірілген жарық энергия аяғында аспанға қарай тарайды. Себебі Жер бетінің температурасы Күнге қарағанда, төмен және оның сәулесі ұзынтолқынды инфрақызыл сәуле болып келеді. Себебі, атмосфералық газдар, әсіресе судың буы мен көмірқышқыл газ Жер (ұзынтолқынды) сәулесінің тамаша сіңіргіштері, атмосфера негізінен Жерден жылынады.
- Жылыжай әсерін атмосфера газдарының, негізінен, судың буы мен көмірқышқыл газдарының, Жер сәулесін тандап сіңіруі десе де болады. Олар Жердің орташа температурасының жылырақ болуына алып келеді.
- Жылыжай әсері Жерді мекендеуге болатын планета ететін табиғи құбылыс. Жылыжай әсерін көбінесе, ғаламдық жылынудың кері әсерін тигізетін «зұлымдық» деп суреттейді, бірақ жылыжай газдарын (негізінен көмірқышқыл газы) бөлетін адам әрекеттері зұлымдық болып табылады.

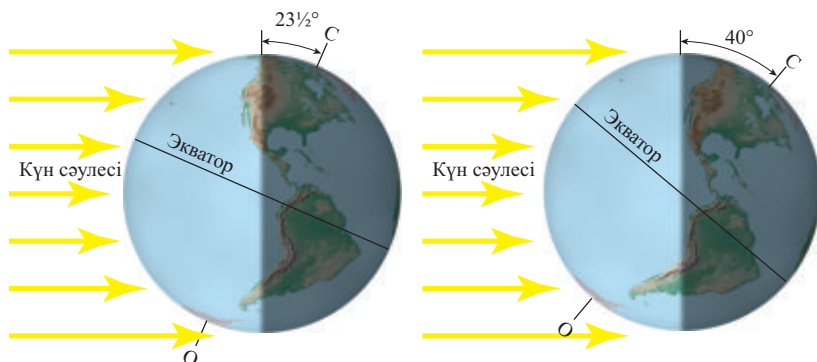
2.6 Жердің энергия қоры ▶ Жердің жылдық энергия қорының түйінді құрамдас бөліктерін сипаттап беріңіз.

Түйінді сөздер: жылдық энергия қоры

- Түскен күн сәулесі мен кеткен күн сәулесі арасындағы жылдық тепе-теңдік Жер беті мен атмосфера арасындағы тепе-теңдік секілді, жалпы айтқанда, Жердің жылдық энергия қоры деп аталады.
- Орташа есеппен бір жыл ішінде экватордың 38° солтүстік пен 38° оңтүстік ендіктер арасындағы Жер айналасындағы аймақ күн сәулесін *ғарышта жоғалатын сәулесінен гөрі көбірек қабылдайды*. Полюстерге жақын аймақтарда керісінше, мұнда шыққан ұзынтолқынды Жерлік сәулелер арқылы жоғалған жылу қабылданғаннан гөрі көбірек. Төмен және жоғары ендіктер арасындағы бұл энергия теңгерімсіздігі ауа райына әсер етеді және өз кезегінде артық жылуды тропиктерден полюстер бағытына тасымалдайды.

Ой жүгірту

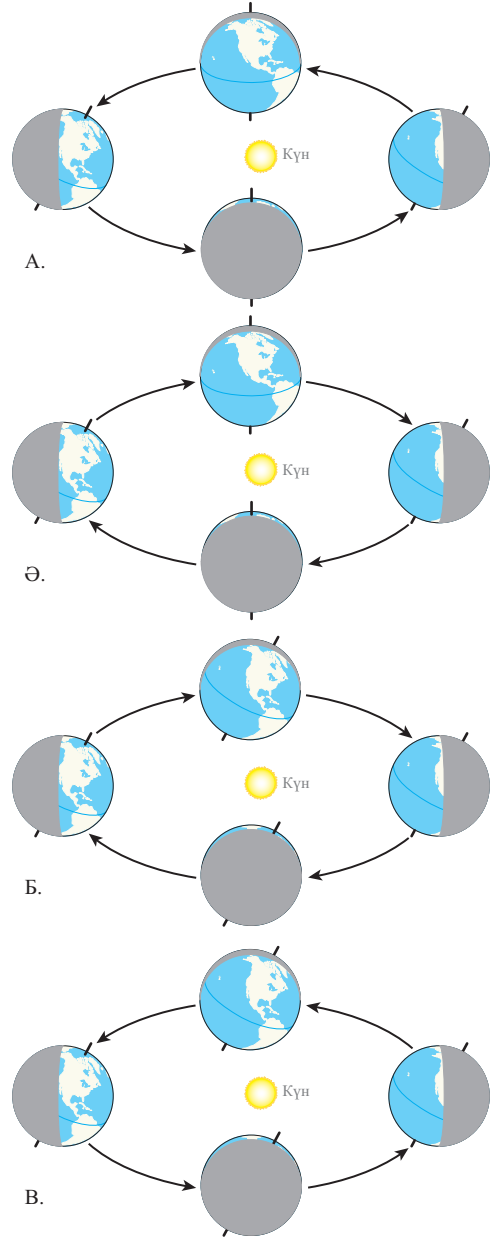
1. Егер Жер осі қазіргідей $23\frac{1}{2}^\circ$ -қа емес, 40° -қа көлбеу болса, мезгілдердің қандай боларын сипаттап беріңіз. Шаян және Тауешкі тропиктері қайда орналасқан болар еді? Солтүстік (Арктика) және Оңтүстік (Антарктика) шеңберлер қайда болар еді?



2. Алыс аймақтағы жағалауға балық аулау саяхатына барып, «түстеніп» жатқан кезде, ілеспе суретте көрсетілгендей, балықшылардың жолсілтеушісі кейде көлдің суы бар шелекті отқа қойып отырады. Шелектегі су қайнай бастаған кезде, жол сілтеуші шелекті бір қолымен көтеріп, екінші қолын шелекке салу арқылы айналасындағыларды «таң қалдырады». Жылудың үш қозғалыс механизмі туралы үйренген біліміңді қолданып, неліктен жолсілтеушінің қолы күймейтінін түсіндіріңіз.



3. Қай күні Жер Күнге ең жақын нүктесіне жетеді? Ол күн Солтүстік жарты шардағы қай мезгілге сәйкес келеді? Осы анық қарама-қайшылықты түсіндіріңіз.
4. Жылу тасымалының үш механизмінің қайсысы келесі жағдайлардың әрқайсысында айтарлықтай маңызды болып саналады:
- Орындықты жылытатын функциясы қосулы көлікті айдау
 - Сырттағы ыстық әуітте отыру
 - Солярийдің ішінде жату
 - Кондиционері қосулы көлікті айдау
5. Қатар жүретін 4 диаграмма (А-В деп белгіленген) мезгілдерді тудыратын Жер-Күн қатынасын көрсетуге арналған.
- Осы диаграммалардың қайсысы сол қатынасты нақты көрсетеді?
 - Қалған үш диаграмманың әрқайсысында нақты емес көрсетілген нәрсені анықтаңыз.
6. Солтүстік полюсте жарты жылға дейін көктемгі күн мен түннің теңелуінен бастап күзгі күн мен түн теңелуіне дейін Күн көзі сәулесін төгіп тұрады, бірақ температура ешқашан көтерілмейді. Мәселе неде екенін түсіндіріңіз.
7. Қатар жүретін сурет жамылғы температура-сы жақында Күн тарапынан қалыптасқаннан гөрі ыстығырақ болып келетін жұлдыздар орналасқан біздің галактикамыздың аймағын көрсетеді. Осы жұлдыздардың біреуінің айналасында қалыптасқан Жер секілді планетаны елестетіңіз. Ол дәл Жер секілді жарықтың бірдей қарқындылығын қабылдайтындай қашықтықта орналасқан. Осы планета неге адамзатты қажет тұрғылықты қоршаған ортамен қамтамасыз ете алмайтынын түсіндіру үшін сәуле заңдылығын қолданыңыз.
8. Төмендегілерді өздері бөлген жылу энергиясына байланысты ең қысқа толқыннан ең ұзын толқынға дейінгі аралықта орналастыр:
- 4000°C жарық шығаратын жіпті қызу лампасы;
 - үй температурасындағы тас;
 - 140°C-ғы көлік қозғалтқышы.
9. 2.15-сурет Күн энергиясының 30 пайызы шағылысатынын не қайта ғарышқа тарап кететінін көрсетеді. Егер Жердің альбедосы 50 пайызға дейін өсу керек болса, Жер бетінің орташа температурасының өзгерісі қандай болар деп болжар едіңіз?



10. Ғарышқа кері қайтарудан гөрі күн сәулесін көбірек қабылдайды деген фактке қарамастан, Жердің экваторлық аймақтары неге қыза бермейтінін түсіндіріңіз.
11. Қатар жүретін сурет Филиппин республикасындағы Пинатубо тауының 1991 жарылып атылғанын көрсетеді. Осы вулканның биікке атмосфераға атқылаған күл мен тау жыныстары қалдықтары ғаламдық температурамен қалай әрекеттеседі деп ойлар едіңіз?

Мәселелер

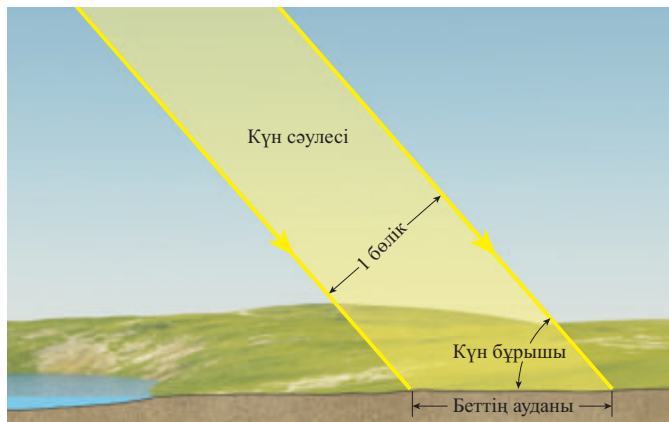
1. 2.1-мәліметтер жинағындағы 2А-суретіне сүйене отырып, 21 маусымда және 21 желтоқсанда 50° солтүстік ендікте, 0° ендікте (экватор) және 20° оңтүстік ендікте талтүстік Күн бұрышы қанша болатынын есептеп беріңіз. Осы ендіктердің қайсысында жаз бен қыстың арасында талтүстік Күн бұрышы мәнінде ең үлкен ерекшелік болады?
2. 1-тапсырмада көрсетілген ендіктер үшін 21 маусым мен 21 желтоқсанға тиесілі жарық уақыт пен қараңғы уақыттың ұзақтығын анықтаңыз (2.1-кестеге сүйеніңіз). Аталған ендіктердің қайсысында жарық уақыт ұзақтығында ең үлкен мезгілдік шама ерекшелігі бар? Қай ендікте ең қысқа шама ерекшелігі бар?
3. Күн тоқыраулары және күн мен түн теңелулері үшін нсіздің тұратын Жеріңізде тиесілі талтүстік Күн бұрышын есептеңіз.
4. Қатар жүретін сурет пен тригонометрия негіздерін қолдана отырып, күн сәулесінің қарқындылығын есептеуге болады. Жеңілдету үшін күн сәулесін 1 ендік бірлігі деп есептеңіз. Сәуленің шашырап түсетін жамылғы (Жер беті) аймағы Күн бұрышымен қатар өзгереді:

$$\text{Беттің ауданы} = 1/\sin (\text{күннің түсу бұрышы})$$

Сол себепті, егер астрономиялық талтүсте Күн бұрышы 56° болса:

$$\text{Беттің ауданы} = \frac{1 \text{ бірлік}}{\sin 56^\circ} = \frac{1 \text{ бірлік}}{0,829} = 1,260 \text{ бірлік}$$

Осы әдісті және 3-тапсырмадағы жауабыңызды қолдана отырып, сіздің тұрғылықты Жеріңіз үшін талтүстегі жазғы және қысқы күн тоқыраулары кезіндегі (жамылғы аймағына) түсетін күн сәулесінің қарқындылығын есептеңіз. *Есте сақтаңыз:* үлкен жамылғы аймақтарында күн сәулесінің қарқындылығы төмен болады.

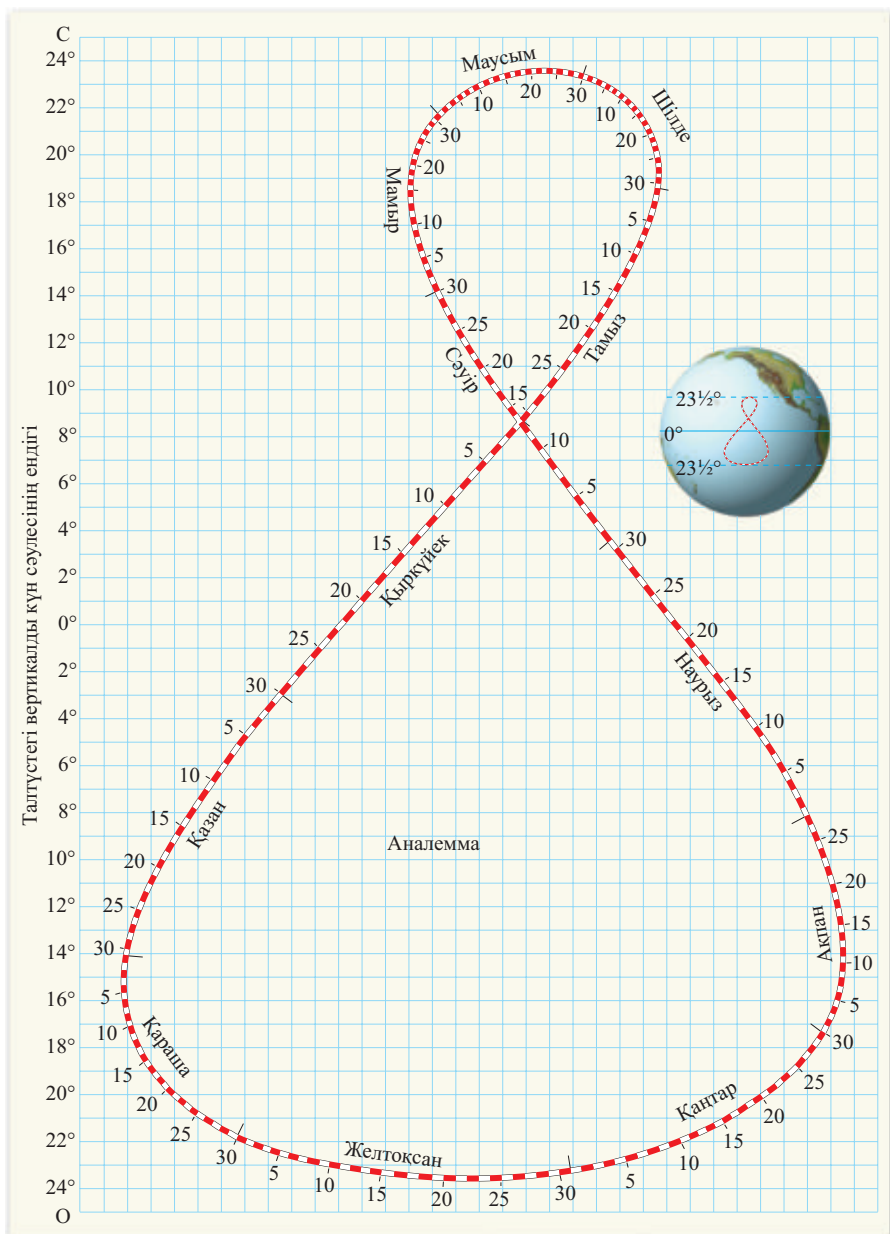


5. Қатар жүретін аналемма кез келген күні талтүстік Күннің қай ендікте орналасқанын анықтау үшін қолданылатын график. Осы аналеммадан талтүстік Күннің орналасқан ендігін анықтау үшін, графиктен қалаған күнді таңдап, сол қатардағы (осьтегі) сәйкес ендікті оқыңыз. Төменде көрсетілген күндер үшін талтүстік Күннің орналасқан ендіктерін анықтаңыз. Солтүстік (С) не оңтүстік (О) деп көрсетуді ұмытпаңыз.

а. 21 наурыз;

ә. 5 маусым;

б. 10 желтоқсан.



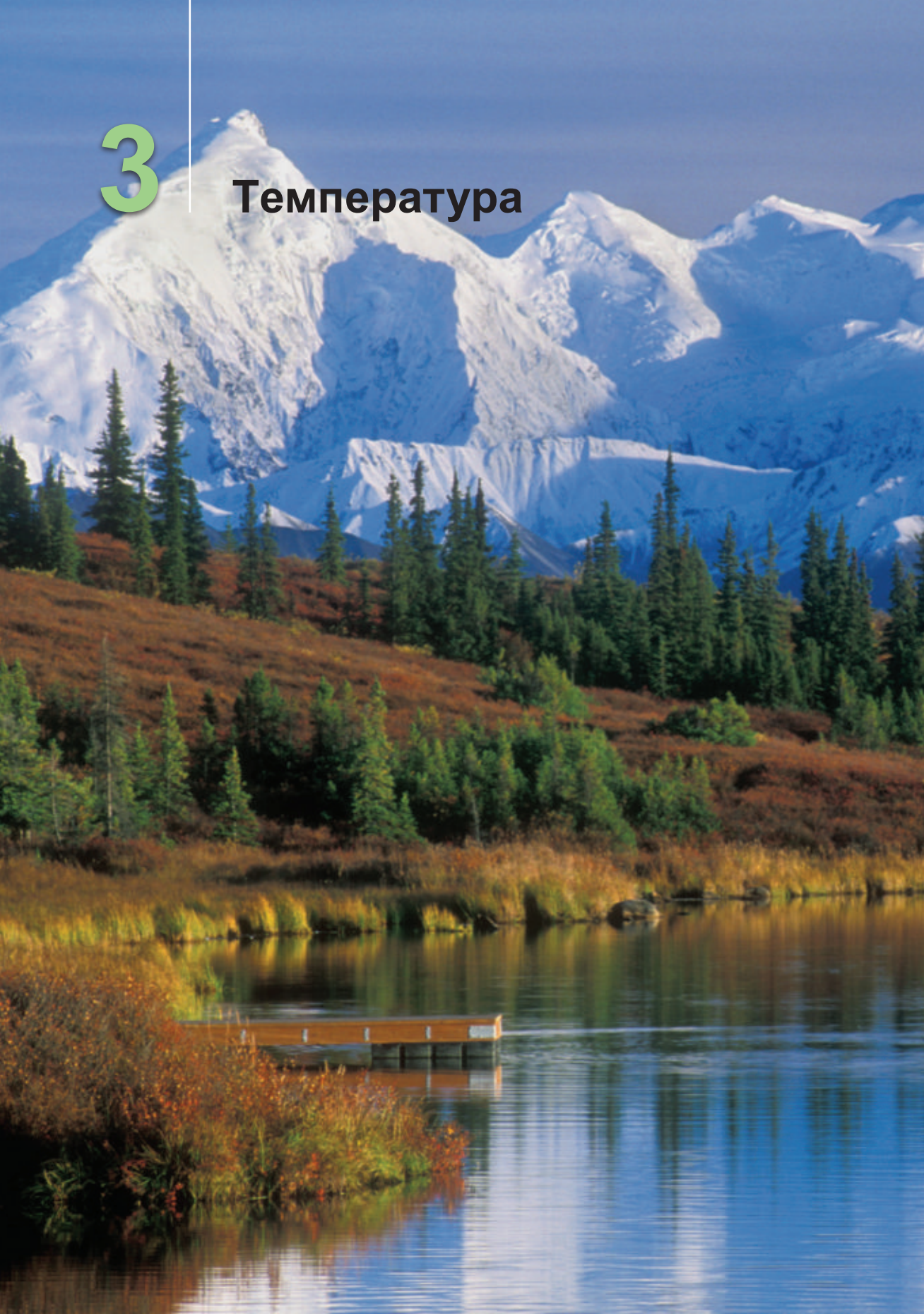
6. 2А-сурет пен 5-тапсырмадағы аналемманы сіздің тұрғылықты Жеріңізге тиесілі төменде көрсетілген күндерге сай талтүстік Күн бұрышын есептеу үшін қолданыңыз:
- а. 7 қыркүйек;
 - ә. 5 шілде;
 - б. 1 қаңтар.

Метеорологияны меңгеру™

Қосымша зерттеу және тестке дайындық материалдарын іздеп жүрсіз бе? Онда осы бөлімнің мазмұнын тереңірек түсіну үшін видеолар, интерактивті карталар, геоғылыми анимациялар, GEODe, *жаңалықтардағы* RSS арнасы, дидактикалық карточкалар, веб-сілтемелер, өзін-өзі тексеретін тапсырмалар және «Атмосфераның» электрондық мәтін нұсқасын қамтитын түрлі ресурстарға қол жеткізе алатын *Mastering Meteorology™*-дағы оқу аймағын қарап көріңіз.

3

Температура



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімнің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 3.1** Температуралық мәліметтерді есептеудің бес жиі қолданылатын түрлерін анықтау және изотерманың қолданылуы мен температура жайлы мәліметті бейнелейтін картаны түсіндіру.
- 3.2** Түйінді температура реттеуіштерінің атаулары және мысалдарды қолдану арқылы олардың әсерін сипаттау.
- 3.3** Әлемдік температура карталарында бейнеленген иіпмелі сызықтарды түсіндіру.
- 3.4** Ауа температурасының тәуліктік және жылдық түйінді циклдерін талқылау.
- 3.5** Әртүрлі термометрлердің қолданысын және термометрлер дәл көрсеткіштерді алудың маңызды факторы болып табылатынын түсіндіру. Фаренгейт, Цельсий және Кельвин температуралық шкалаларын ажырату.
- 3.6** Температуралық мәліметтердің бірнеше қолданысы жайлы қорытынды.

Температура ауа райы мен климаттың түйінді элементтерінің бірі болып табылады. Біреу ауа райы қандай болып тұр деп сұрағанда, ауа температурасы бірден еске түсетін элементтің бірі болып табылады. Күнделікті тәжірибеден біз температура әртүрлі уақыт шкаласына байланысты өзгеретінін білеміз: маусымдық, күн сайын, тіпті сағат сайын. Сонымен қатар, біз екі жерде әртүрлі елеулі температуралық айырмашылықтар болатынын түсінеміз. 2-тарауда сіз ауаның жылынуы жайлы оқыдыңыз және маусымнан маусымға, ендіктен ендікке температуралық өзгерістер тудыратын Жер-Күн қатынасының рөлін зерттедіңіз. Бұл тарауда сіз ете маңызды атмосфералық қасиеттің бірнеше басқа аспектілеріне, яғни Жер-Күн қатынасынан басқа, температураны қадағалаушы ретінде әрекет ететін факторларға назар саласыз. Сондай-ақ температура қалай өлшенетінін қарастырып, температуралық мәліметтердің бізге тәжірибелік маңыздылығы бар екеніне көз жеткізесіз.

3.1 Жазба үшін: Ауа-температура бойынша мәліметтер

Температуралық мәліметтердің бес жиі қолданылатын түрлерін анықтау және изотерманың қолданылуымен температура жайлы мәліметті бейнелейтін картаны түсіндіру



GEODe ► Температуралық мәліметтер және температураны қадағалау ► Түйінді температуралық мәліметтер

Бүкіл әлемде мыңдаған ауа райы станцияларында **температуралық мәліметтермен қамтамасыз ету үшін** температуралық көрсеткіштерді метеорологтар мен климатологтар күн сайын тіркеп, жазып отырған.

Сағаттық температуралар бақылаушылармен тіркеледі немесе атмосфераны үнемі қадағалап отыратын автоматтандырылған бақылау жүйелерімен алынады.

Көптеген жерлерде тек ең жоғары және ең төменгі температуралар ғана алынады (**3.1-мәліметтер жинағы**).

Базалық есептеулер

Тәуліктік орташа температура 24 сағаттық көрсеткіштердің орта есебімен немесе 24 сағат ішіндегі ең жоғары және ең төменгі температура қосындысын 2-ге бөлу арқылы анықталады. **Тәуліктік температура диапазоны** ең жоғары және ең төменгі көрсеткіштің арасындағы айырмашылықты табу арқылы есептеледі. Ұзақ мерзімдерді қадағалай отырып алатын басқа мәліметтер бар, олар:

- **Орташа айлық температура** осы айдағы әр күннің орташа тәуліктік температуралардың жиынтығын осы айдағы тәулік санына бөлу арқылы алынады.
- **Орташа жылдық температура** барлық орташа айлық температура жиынтығын 12-ге бөлу арқылы анықталады.
- **Жылдық температура диапазоны** ең ыстық және ең суық айдың орташа температура арасындағы айырмашылықты табу арқылы алынады.

Орташа температура күндік, айлық және жылдық температураларды салыстыру үшін өте қажет. Оны біз ауа райы мәліметтері хабарламаларында жиі естиміз: «Өткен ақпан айы жылы болды» немесе «Бүгін Омахада Чикаго қарағанда 10° градусқа жылырақ болды». Температура диапазоны сондай-ақ пайдалы статистика болып табылады, себебі ол шектен шығып бара жатқан көрсеткіштерді ұсынып, бір жердің немесе ауданның ауа райын және климатын түсіну үшін қажетті бөлігі.

Изотермалар

Үлкен аумақтарда ауа температурасының таралуын қарастыру үшін изотермалар қолданылады. Изотерма картадағы бірдей температураларда орналасқан нүктелерді байланыстыратын сызық (грекше *изо* – бірдей және *therme* – жылу). Сондықтан, изотерма арқылы өтетін нүктелерде көрсетілген уақыт аралығында бірдей температура болады. Жалпы, изотермалар 5° немесе 10° температуралық айырмашылық көрсетеді, бірақ кез келген интервал таңдаулы болуы мүмкін (3.2-сурет). Изотермалар картада қалай бейнеленетінін көрсетеді. Көптеген изотермалар бақылау станциялары арқылы тікелей өтпейтінін ескеріңіз, себебі станция көрсеткіштері изотерма үшін таңдалған мәндерге сәйкес келмеуі мүмкін. Тек бірен-саран станциялар температурасы изотерманың көрсеткішіне сәйкес бола алады. Сондықтан станциялар арасындағы қашықтықты дұрыс бағалау осы сызықтарды салу үшін өте қажет.

3.1-мәліметтер жинағы

Солтүстік Американың суық және ыстық аймақтары

Америка құрама штаттарында тұратын адамдардың көпшілігі 38°C немесе одан шамалы жоғары температурада өмір сүреді. 50 штаттың өткен жүз жылдағы статистикалық мәліметтері тексерілген кезде, әрбір штаттың 38°C немесе одан жоғары максималды температурасы тіркелген. Тіпті Аляскадағы, Солтүстік полярлы шеңбердегі Форт-Юкон қаласында 1915 жылдың 27-маусымында осындай жоғары температура тіркелген.

Максималды температура рекорды.

Бір қызығы, Алясканы «төменгі биіктікпен» байланыстыратын Гавай штаты болып табылады. Паналада, Үлкен аралдың оңтүстік жағалауында, 1931 жылдың 7-сәуірінде 38°C температура тіркелінген. Гавай сияқты ылғалды тропикалық және субтропикалық аймақта жыл бойы температура жылы болғанымен, кейде жоғарғы температура 30°C ғана жетеді, бірақ бұл сирек кездесетін жағдай.

АҚШ-ғы, сондай-ақ бүкіл әлемдегі ең жоғары температура рекорды 57°C болып табылады. Бұл ұзақ уақыт бойы тіркеліп келе жатқан рекорд 1913 жылдың 10-шілдесінде Өлім Аңғарында (Калифорния штаты) орын алған. Өлім Аңғарындағы жазғы температура Батыс жарты шардағы ең жоғары көрсеткіштердің бірі болып табылады. Маусым, шілде және тамыз айларында 49°C асатын температуралар болады. Өлім Аңғарында жаз мезгілінде аз ғана тұрғындар болады.

Өлім Аңғарында жаз мезгілінде температура неге соншалықты жоғары болады? Батыс жарты шардағы ең төменгі нүкте бола тұрып (теңіз деңгейінен 53 метр төмен), Өлім Аңғары шөл ретінде белгілі. Ол Тынық мұхитынан тек 300 км қашық жатқанымен, таулар мұхит әсерінің және ылғалдылықтың келуіне кедергі болады. Ашық аспан құнарсыз Жер беткейіне күн сәулесінің максималды түрде түсуіне мүмкіндік береді. Ылғалды аймақтардағы сияқты энергияның булану үшін пайдаланылмағандығынан, барлық энергия Жерді қыздыруға жұмсалады.

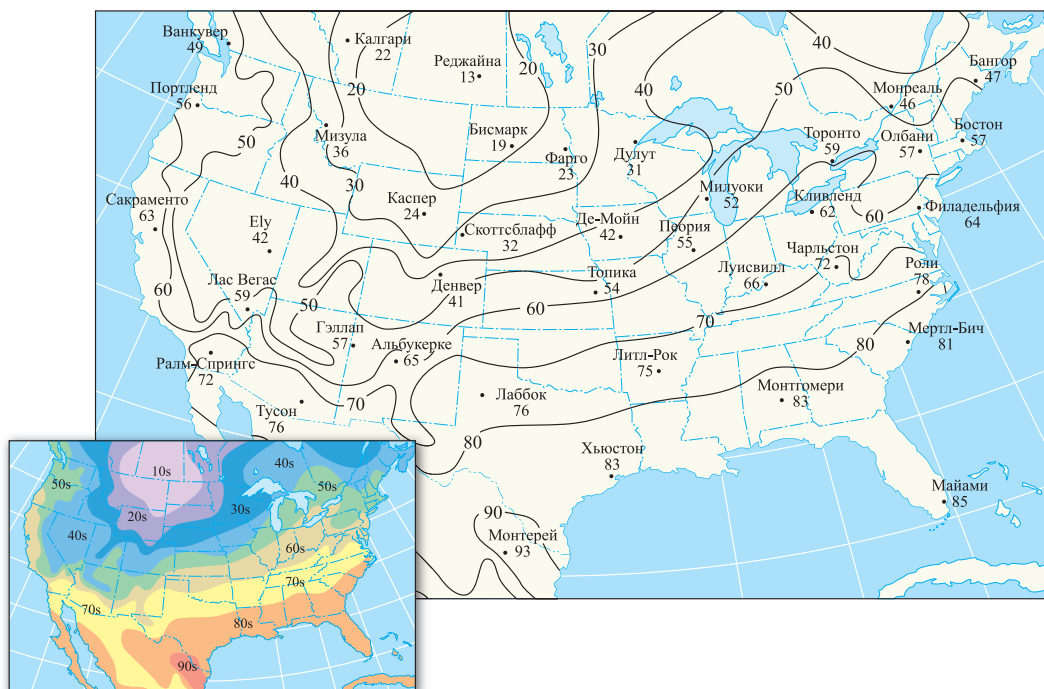
Минималды температура рекорды.

Температура реттеуіштерінің суық температураны қалыптастыруы болжамды және таңғаларлық жағдай болып табылмайды. Әдетте мұхиттың ықпалы болмайтын жоғары ендікте орналасқан жерлерде қыста өте суық температура күтіледі. Сонымен қатар, әсіресе мұздың үстінгі қалың қабаты мен мұздықтарда орналасқан станцияларда, таулардың жоғары биіктігінде орналасқан станцияларда қыс суық болуы тиіс. Осындай барлық критерийлер Солтүстік Мұзды Гренландия станциясына қатысты (биіктігі 2307 метр) айтылған. Мұнда 1954 жылдың 9-қаңтарында температура –66°C дейін төмендеп кеткен. Гренландиядан бөлек, Солтүстік Америка бойынша Снаг (Канаданың Юконында орналасқан) рекорд жасаған. Бұл алшақтағы елді-мекенде 1947 жылдың 3-ақпанда температура –63°C болды. Егер тек АҚШ аймақтарын қарастыратын болсақ, Солтүстік полярлы шеңбердің солтүстік жағындағы Аляскадағы Эндикот тауларында орналасқан Проспект-Крик Солтүстік Америка рекордына таяп қалды, 1971 жылдың 23-қаңтарында температура –62°C көрсетті. 1954 жылдың 20-қаңтарында 48 штаттың ішінде, Монтана штатындағы Роджерс Пасс тауларында температура –57°C деп бекітілген. Бұдан басқа жерлерде аталған температуралардан да төмен көрсеткіштер болған деп сенуге болады; тек олар тіркеуге алынбаған.

Сұрақ

1. Өлім аңғары салқын Тынық мұхитынан алыс қашықтықта орналаспа да, әлі күнге дейін ауа температурасы ең жоғарғы Жерлердің бірі болып табылады. Не себепті мұхит климатты жұмсартуға ықпал етпейді?

Изотермиялық карталар құнды құрал болып табылады, себебі олар температураның таралуын бір қарап, түсінуге көмек береді. Төмен және жоғары температуралы аудандарды анықтау жеңіл. **Температура градиенті** деп аталатын бір қашықтықта өзгерген температура мөлшерін визуализациялауға да оңай. Жақын орналасқан изотермалар температура өзгерісінің күрт жылдамдығын, ал кеңінен орналасқан сызықтар температураның біртіндеп өзгеруін көрсетеді. 3.1-суреттен байқайтын болсаңыздар изотермалар Колорадо және Юта штаттары аралығында неғұрлым жақын орналасқан (тік температуралық градиент), ал Техастан изотермалар бір-бірінен алшақтай түсе бастайды (жұмсағырақ температуралық градиент). Изотерма болмаса карта ондаған немесе жүздеген жерлердің температурасы көрсетілген сандардан ғана тұрып, сызықтарды байқауды қиындата түсер еді.



▲ **3.1-сурет. Изотермалар.** Картада көктем күнінің жоғары температурасы көрсетілген. Изотермалар температуралары бірдей нүктелерді біріктіретін сызықтар болып табылады. Температуралардың таралуын мұндай тәсілмен көрсету арқылы үлгіні жақсы қарап, түсінуге болады. Көптеген изотермалар тікелей бақылау станцияларынан өтпейтініне назар салыңыз. Кей жағдайда изотермалар станциялар арасындағы лайықты орнын бағалау арқылы сызылады. Теледидар немесе басқа да газеттерде температуралық карталар осы түсте көрсетіледі. Бұл картада изотермалар арасындағы арақашықтық белгіленген. Мысалы, 60° және 70° изотермалары арасындағы аймақ «60s» деп белгіленген.

✓ 3.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Келесідей температуралық мәліметтер қалай есептелініп шығарылады: орташа тәуліктік, тәуліктік диапазон, орташа айлық, орташа жылдық және жылдық амплитуда?
- 2 Изотерма дегеніміз не және оның тағайыналуы қандай?

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Америка құрама штаттарында ең ыстық қай қала?

Бұл сіздің «ыстық» дегенді қалай анықтауыңызға байланысты. Орташа жылдық температурамен анықтайтын болсақ, 1981-2010 жылдар аралығында орташа температурасы 25,6°C болған Ки-Уэст (Флорида штат) ең ыстық қала болып есептелінді. Ал егер 1981-2010 жылдар аралығында шілде айында болған максимум температурамен қарастыратын болсақ,

Буллхед Сити (Аризона штаты) шөлді мекені ең ыстық деп тіркеліп, шілде айындағы орташа күндік температура 44,6°C болды!

3.2 Температуралар неге өзгереді: температура реттеуіштері

Түйінді температуралық реттеуіштердің атаулары және мысалдарды қолдану арқылы олардың әсерін сипаттау.



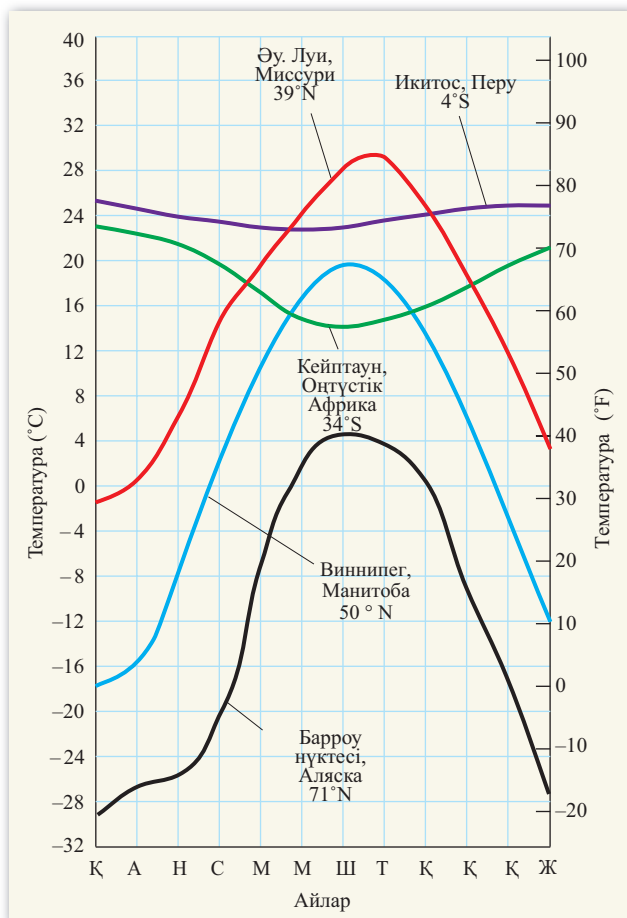
GEODE ► Температуралық мәліметтер және температура реттеуіштері ►
Температура реттеуіштері

Температуралық реттеуіштерге жерден жерге, уақыттан уақытқа байланысты температураның өзгеруіне себеп болатын кез-келген факторды жатқызамыз. 2-тарауда температуралық ауытқулардың ең маңызды себептері қарастырылған – күн радиациясын қабылдаудағы өзгешеліктер. Күннің түсу бұрышы мен күн ұзақтығының өзгеруі ендікке байланысты, олар тропиктегі жылы және полюстердегі суық температурасы үшін жауапты болып табылады. Әрине әртүрлі ендіктегі маусымдық температуралық өзгерістер күннің жыл ішінде тік сәулелерінің түсу бағытын өзгертіп тұрумен болады. **3.2-сурет** ендіктің температура реттеуші ретінде маңыздылығын еске түсіреді.

Бірақ тек ендіктер ғана температура реттеуіштері болып табылмайды. Егер солай болған жағдайда бір ендік сызығында жатқан жерлер температуралары бірдей болар еді. Бірақ бұл олай емес. Мысалы, Эврика, Калифорния және Нью-Йорк бірдей ендікте жатқан жағалаулық қалалар болып табылады және орташа жылдық температурасы 11°C құрайды. Дегенмен Нью-Йорк шілде айында Эврикаға қарағанда 9,4°C жылырақ болады және қаңтар айында Эврикаға қарағанда 9,4°C суық. Басқа мысал ретінде, Эквадордағы екі қала – Кито және Гуагуа – бір-біріне біршама жақын орналасқан, бірақ осы екі қалалардың орташа жылдық температурасында 12,2°C айырмашылық бар. Осы және басқа да көптеген жағдайларды түсіндіру үшін, біз сондай-ақ ендіктен басқа факторлар температураға қатты әсер ететінін меңгеруіміз керек.

Келесі бөлімдерде біз басқа да реттеуіштерді қарастырамыз, олар

- су және жер бетінің дифференциалды жылынуы;
- мұхит ағыстары;
- теңіз деңгейіндегі биіктік;
- географиялық орналасу;
- Альбедо вариациясы.



▲ 3.2-сурет. Ендік температураны басқарудың түйінді элементі болып табылады. Бес қалаға берілген мәлімет ендіктің (Жер-Күн қатынасы) температураға әсер етуші маңызды фактор болып табылатынын еске түсіреді.

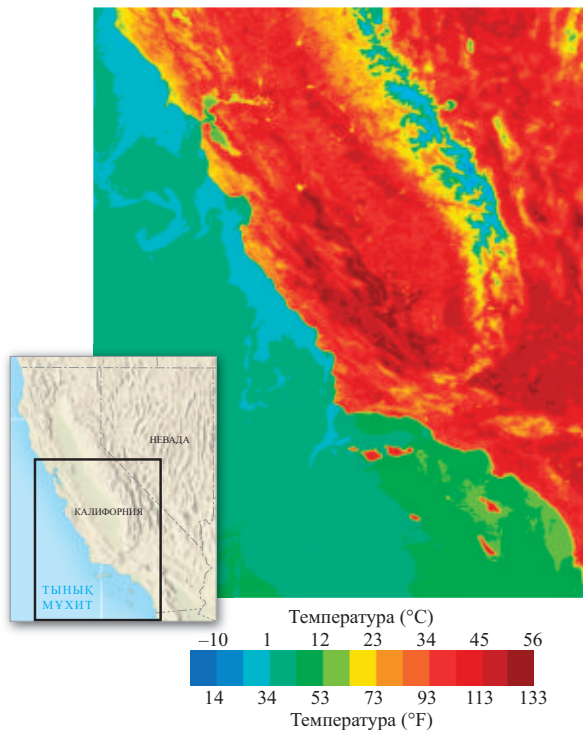
Төселмелі беткейдің және судың дифференциалды жылынуы

2-тарауда сіз жер бетінің жылынуы ауаның жылынуына ықпалын байқадыңыздар. Сондықтан, ауа температурасының ауытқуын түсіну үшін біз Жер қабаттарының әртүрлі жылыну түрлерін түсінуіміз қажет, яғни ол Күн – топырақ, су, ағаш, мұз және т.б. Әртүрлі төселмелі беткейлер күннен келетін көп мөлшердегі энергияны шағылыстырады және сіңіреді, олар өз ретінде ауа температурасының өзгеруіне себеп болады. Әрине, күннің вертикальды сәулелері жыл бойы көшіп жүретіндіктен, маусымдық температуралық өзгерістер әртүрлі ендіктерде болып тұрады. 3.3-сурет осыған жақсы мысал ретінде келтірілген. Бұл спутниктік сурет 2004 жылы, 2-мамыр айының түстен ауған уақыттағы, көктемгі ыстық бір күннің Невада, Калифорния және іргелес жатқан Тынық мұхит аймағының температурасын көрсетеді. Жер үсті температурасы су бетінің температура-сынан әлдеқайда жоғары болып тұр. Суретте оңтүстік Калифорния және Невададағы өте жоғары температура қою қызыл түспен бейнеленген.

Тынық мұхитындағы температура айтарлықтай төмен. Өлі қар жатқан Сьерра Невада шыңдары Калифорнияның шығыс жағында көгілдір сызықпен көрсетілген.

3.3-суретте жер мен су қатарласа жатқан, мұндай кезде *жер суға қарағанда неғұрлым тез әрі жоғары температураға қызады, суға қарағанда неғұрлым тез және төмен температураға салқындайды*. Сондықтан, жер бетіндегі температураның ауытқуы суға қарағанда әлдеқайда жоғары. Неге жер және су әртүрлі жылынады және салқындайды? Оған бірнеше факторлар әсер етеді:

1. Су бетінің температурасы жер бетінің температурасына қарағанда баяу жоғарылауы және төмендеуінің ең маңызды себебі, ол судың жоғарғы *мобильділігі*. Су қызған бетте, конвекция жылуды айтарлықтай үлкен масса арқылы таратады. Судың төменгі қабаттарына жылудың тасымалдануы қарқынды турбуленттік араласу және конвекциялық жолдармен жүреді. Тәуліктік температураның өзгеруі 6 метр тереңдікке дейін немесе одан да тереңірек, ал жылына мұхиттар мен терең көлдер 200 және 600 метр аралығындағы тереңдікке дейін барады. Керісінше, су қоймалары баяу салқындайды, себебі олар іште сақталған жылу резервіне сүйінеді. Әлбетте жер бетінде сұйықтықтағыдай араласу үдерісі жоқ. Оның орнына жылу конвекцияның баяу үдерісі арқылы таралады.



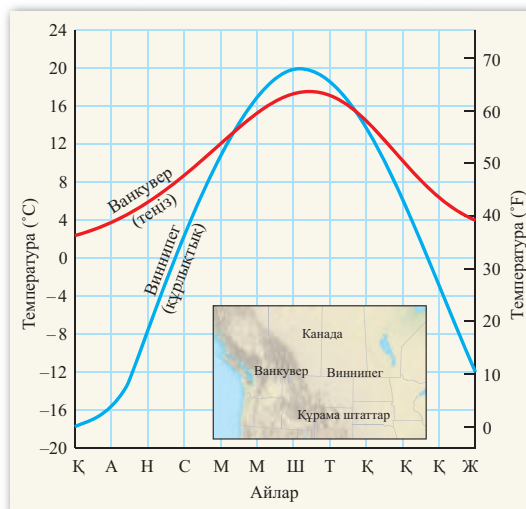
▲ **3.3-сурет. Жердің беткі қабаты мен судың әртүрлі жылынуы.** Бұл спутниктік сурет 2004 жылдың 2-мамырдағы, түстен кейінгі уақытта жер және су бетінің температурасын (ауаның температура емес) көрсетеді. Тынық мұхиттың су температурасы Калифорния мен Неваданың жер беткейінің температурасына қарағанда әлдеқайда төмен. Кескіннің ортасында салқын температураны бейнелейтін жіңішке жолақ шыңын қар басқан таумен байланысты (Сьерра-Невада). Құрлық пен мұхиттың түйісетін жеріндегі салқын су Калифорния ағысы мен мұхиттың тереңінен көтерілген суық ағынмен араласуынан туындап отыр (3.7-суретті қараңыз).

Демек, тәуліктік температура өзгерісі 10 сантиметр тереңдікке дейін ғана барады, бірақ кей жағдайда 1 метр тереңдікте орын алуы мүмкін. Жылдық температура ауытқуы әдетте 15 метр немесе одан азырақ тереңдікке жетеді. Бұл судың жоғарғы мобильділігін, яғни әрдайым араласып тұруының нәтижесі, ал жер қабатында мұндай үдеріс жүрмейді, судың қалың қабаты жазда қалыпты температураға дейін қыздырылады. Құрлықтың жұқа қабаты ғана қызады, бірақ әлдеқайда жоғары температурада.

Жазда қызған жер қыртысы және топырақ қабаты қыста тез суыйды. Керісінше, су қоймалары баяу салқындайды, себебі олар іште сақталған жылу резервіне сүйенеді. Су беті суып болысымен, вертикальді қозғалыстар қалыптасады. Беткі қабаттағы салқындалған әрі тығыз су төмен түседі де, тығыздығы төмен су астындағы жылы сумен орын ауыстырады. Сол себепті бұл көп массадағы су салқындап, судың беткі қабатындағы температура бірден төмендейді.

2. Жер беті су сияқты тұнық емес, жылу тек бетіне сіңеді. Бұл жағдайды жаздың ыстық күніндегі жағажай құмының беткі температурасы мен тек бірнеше сантиметрге төмендегі температурасын салыстыру арқылы көрсетуге болады. Су өзінің тұнықтығымен күн радиациясының бірнеше метр тереңдікке енуіне мүмкіндік береді.
3. **Судың жылу сыйымдылығы** (1°C қалыпта 1 грамм заттың температурасын арттыру үшін қажетті жылу мөлшері) топырақтың жылу сыйымдылығына қарағанда 3 есе артық. Сондықтан, топырақпен бірдей температураға дейін қызу үшін суға көбірек жылу қажет.
4. **Су объектілерінде булану** (салқындау үдерісі) үдерісі жер бетіндегіден артық. Энергия судың булануы үшін қажет. Энергия булану үшін пайдаланылған кезде, жылыту үшін жұмсалмайды (булану жайлы нақтырақ «Су күйінің өзгеруі» тақырыбындағы 4-бөлімнен қарай аласыз).

Осы факторлардың барлығы судың топыраққа қарағанда баяу қызуына, жылудың көп мөлшерін сақтауға және баяу салқындауына алып келеді.



▲ **3.4-сурет. Ванкувер (Британдық Колумбия) және Виннипегтің (Манитоба) орташа айлық температурасы.** Тынық мұхиттың әсер етуі салдарынан Ванкуверде жылдық температура диапазоны әлдеқайда төмен. Виннипег құрлықта орналасуына байланысты, орташа айлық температура өте экстремалды.

Екі қаланың ай сайынғы температуралық мәліметтері үлкен су объектілері мен жердің әсер етуі 3.4-сурет арқылы көрсетілген. Ванкувер, Британдық Колумбия, Тынық мұхиттың жел жақ жағалауында орналасқан теңізді қала болып табылады, ал Виннипег, Манитоба, судың әсер етуінен алшақ, құрлықта орналасқан. Екі қала шамамен бірдей ендікте жайғасқан, күннің түсу бұрышы мен күннің ұзақтығы да бірдей. Алайда, Виннипегте қаңтардың орташа температурасы 20°C , Ванкуверге қарағанда төменірек. Ал шілдеде Виннипегте орташа температура Ванкуверге қарағанда $2,6^{\circ}\text{C}$ -ге жоғары.

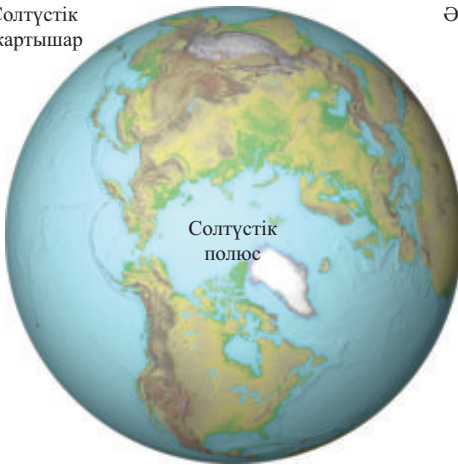
Бірдей ендікте жатқанымен, теңіздің әсер етуінен алшақта жатқан Виннипегте Ванкуверге қарағанда температуралық ауытқулар көп. Ванкувердің жыл бойғы қалыпты климатының салдары Тынық мұхиты болып табылады.

Судың әсер етуінің тағы бір мысалы ретінде, солтүстік және оңтүстік жарты шардағы температуралық ауытқуларды салыстырғанда байқауға болады.

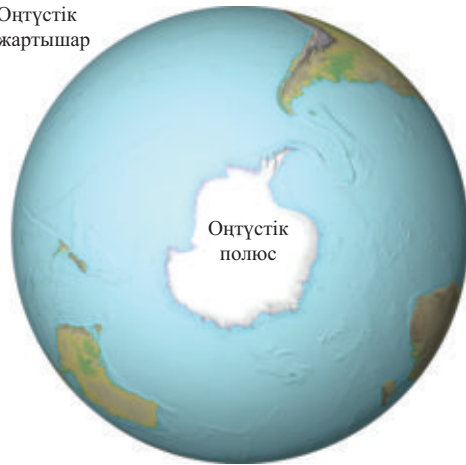
Мұхит ағыстары

Сіз бәлкім Атлант мұхитының солтүстік бөлігіндегі Гольфстрим жылы ағысы туралы естіген боларсыз, ол Құрама штаттардың шығыс жағалауын бойлай солтүстікке ағады (3.6-сурет). Мұндай беткі ағыстар жел арқылы қозғалады. Атмосфера мен мұхит шектесетін судың беткі қабатында ауа мен судың араласуы арқылы пайда болған үйкеліс кезінде энергия бөлінеді. Нәтижесінде, мұхит бетінде үнемі болатын жел қарсылығы судың беткі қабатында қозғалыс тудырады.

А. Солтүстік жартышар

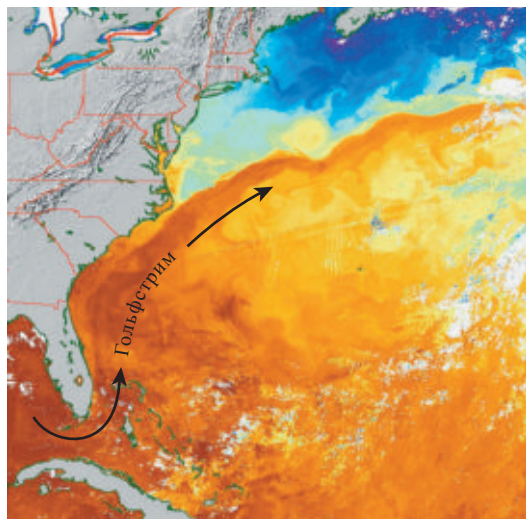


Ә. Оңтүстік жартышар



▲ **3.5-сурет. Солтүстік оңтүстікпен салыстырғанда.** А. солтүстік жарты шары мен Ә. оңтүстік жарты шарының салыстырмасы құрлық пен су қабатының біркелкі таралмауын көрсетеді. Оңтүстік жарты шардың 80 пайызын су алып жатса, солтүстік жарты шардың тек 20 пайызын қамтиды.

3.5-суреттегі жердің көрінісінен планетадағы жер және су беткейлері біркелкі таралмағанын байқаймыз. Су солтүстік жарты шардың 61 пайызын қамтиды; жер қалған 39 пайызын құрайды. Алайда, оңтүстік жарты шардағы (81 пайыз су және 19 пайыз жер) көрсететін сандар, оның неге *су жартышары* деп аталатынын түсіндіреді. 45° және 79° солтүстік ендік аралығында суға қарағанда құрлық көп, ал 45° және 79° оңтүстік ендік аралығында мұхиттық және атмосфералық айналымын тоқтату үшін құрлық жоқ десе болады.



▲ **3.6-сурет. Гольфстрим.** Құрама штаттар шығыс жағалауының спутниктік түсірілімінде қызыл түс ыстық су, ал көк түс салқын су температурасын бейнелейді. Ағыс жылуды тропиктен алыстағы Солтүстік Атлантқа тасымалдайды.

3.1-кесте су мөлшері басым оңтүстік жарты шардың орташа жылдық температурасы солтүстік жарты шармен салыстырғанда едәуір төмен екенін көрсетеді.

3.1-кесте. | Ендік бойынша жылдық температура диапазонының түрленуі (°С)

Ендік	Солтүстік жарты шар	Оңтүстік жарты шар
0	0	0
15	3	4
30	13	7
45	23	6
60	30	11
75	32	26
90	40	31

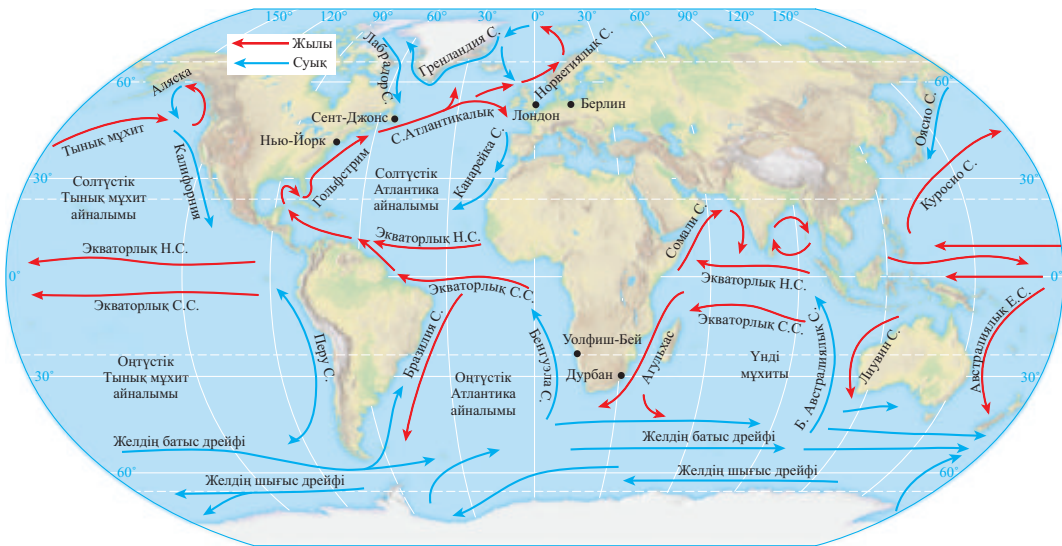
Судың беткі қабатындағы горизонтальды қозғалыс атмосфера циркуляциясымен тығыз байланысты, ал бұл өз кезегінде күннің жерді біркелкі жылытпауына себепші болады (3.7-сурет). Ғаламдық желдер және мұхит ағымдарының арасындағы қатынастар 7-тарауда қарастырылады.

Мұхиттық беткі ағыстар климатқа маңызды әсер етеді. Жалпы жер үшін, күн энергиясынан алған пайдасы беткі қабаттардың бөлетін жылудың кеңістікте таралып кету шығынымен тең. Көптеген ендіктер жеке-жеке қарастырылуы қажет, бірақ 2-тарауда берілгендей, бұл ондай жағдай емес. Төменгі ендікте энергияның таза артуы және биік ендіктерде энергияның таза төмендеулері де байқалады. Себебі тропиктер біртіндеп жылынбайды, сол сияқты полюстік аймақтар да біртіндеп салқындамайды, жылу артық ауданнан тапшы ауданға үлкен ауқымдағы жылу алмасу болуы қажет. Бұл шынында да солай. *Жылу жел арқылы таралады және мұхит ағыстары осы энергияның ендіктік теңгерімсіздігін теңестіреді.* Мұхит суының қозғалысы осы жалпы жылуды тасымалдаудың төрттен бір бөлігін, жел қалған бөлігін қамтамасыз етеді.

Полюстерге бағытталған жылы мұхит ағыстарының ықпалы зор.

Солтүстік Атлант ағысы – Атлант мұхитының солтүстік бөлігіндегі қуатты жылы ағыс, Гольфстримнің солтүстік шығыс жалғасы. Ол Ұлыбритания мен Батыс Еуропа елдеріндегі қыстың жылырақ болуын қамтамасыз етеді (Лондон Сент-Джонстан (Ньюфаундленд) одан әрі солтүстікте орналасқан). Батыс желдердің басым болуынан оның әсері елге тереңдей енеді. Мысалы, Берлиндегі (52°C солтүстік ендікте орналасқан) қаңтардың орташа температурасы 12°C , оңтүстік ендікте жатқан Нью-Йоркпен бірдей. Лондондағы (51°C солтүстік ендік) қаңтардың орташа температурасы Нью-Йоркке қарағанда $4,5^{\circ}\text{C}$ жоғары.

Гольфстрим сияқты жылы мұхиттық ағыстар әсері қыс мезгілінде байқалса, ал суық ағыстар тропиктерге немесе жаз айларында орта ендіктегі аймақтарға үлкен әсер етеді. Мысалы, Оңтүстік Африканың батыс жағалауындағы суық Бенгал ағысы осы жағалаудағы тропиктік ыстықты басады.



▲ **3.7-сурет. Түйінді мұхит ағыстары.** Полюске жылжитын ағыстар жылы, ал экваторға жылжитын ағыстар суық болып табылады. Ағыс атмосфера мен желдің қысымынан су тығыздықтарының әртүрлі болып келуінен және бір бассейндегі су олқылығын екінші бассейнен лықсыған судың толықтыруынан пайда болады. Ағыс материктердің таяу бөліктерін ысытып немесе суытып, олардың климатына үлкен әсер етеді. Жоғарыда аталған қалалар осы картада көрсетілген.

Бенгал ағысының әсеріне жақын орналасқан Уолфиш-Бей қаласында (23° оңтүстік ендік) ағыстың әсерінен алшақ жатқан, полюске қарай 6° ендікте, Оңтүстік Африканың шығыс жағында орналасқан Дурбанға қарағанда, жаз мезгілінде 5°C салқынырақ. Оңтүстік Американың шығыс және батыс жағалауы тағы бір мысал бола алады.

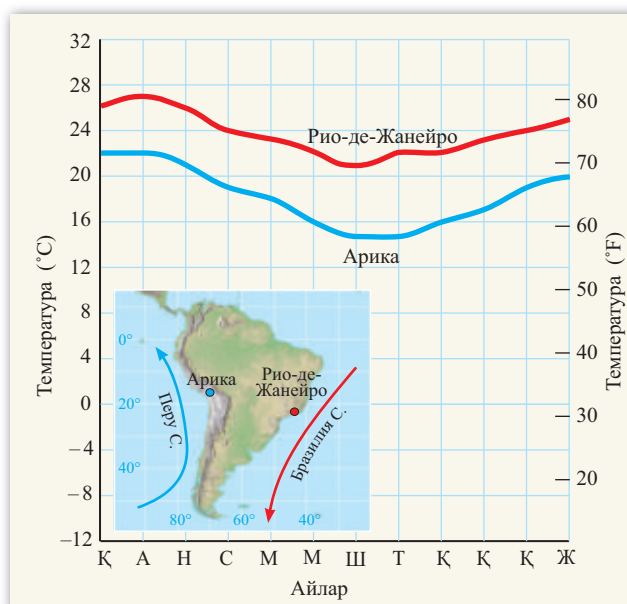
3.8-сурет Бразилия ағысының ықпалында болатын Рио-де-Жанейро, Бразилия және Перу суық ағысына іргелес жатқан Арика, Чили қалаларының орташа айлық температурасын көрсетеді. Калифорнияның суық ағысына байланысты оңтүстік Калифорнияның субтропикалық жағалауының жаздық температурасы шығыс жағалаудағы аймақтармен салыстырғанда 6°C төмен.

Теңіз деңгейіндегі биіктік

1-тарауда қарастырғандай, температура тропосферада биіктік ұлғайған сайын азаятынын еске салайық. Соның нәтижесінде, кейбір таулардың шыңдарында жыл бойы қар жатады. Егер тау өте биік болса, мұндай жағдай тіпті тропиктерде де орын алады.

Экватордағы екі қала, жоғарыда айтылған, Кито және Гуаякиль, орташа температураға биіктіктің әсер етуін көрсетеді. Екі қала экваторға және бір-біріне біршама жақын орналасқан, бірақ Гуаякильде орташа жылдық температура 25.5°C болса, Китода 13.3°C .

Қалалардың орналасу биіктіктерін ескеретін болса, бұл айырмашылықты түсінуге болады. Гуаякиль теңіз деңгейінен тек 12 метр биіктікте орналасса, Кито өте биікте Анд тауларында 2800 метр биіктікте орналасқан.



▲ **3.8-сурет. Суық ағыстың салқындатқыш әсері.** Рио-де-Жанейро (Бразилия) және Арика (Чили) қалаларының орташа айлық температурасы. Екеуі де бірдей теңіз деңгейіндегі жағалаулық қалалар. Арика Рио-де-Жанейроға қарағанда экваторға жақын болса да, оның температурасы салқын болып табылады. Арика Перу суық ағысының ықпалында болса, Рио-де-Жанейро Бразилия жылы ағысына іргелес орналасқан.

1-тарауда оқыған бойынша, температура тропосферада әр шақырым сайын 6.5°C -ге төмендейді. Дегенмен егер солай болған жағдайда, Китоға Гуаякильге қарағанда 18.2°C -ге суық болар еді, бірақ айырмашылық тек 12.2°C құрайды. Кито сияқты таулы аймақтың есептеулерге қарағанда жылырақ болуы, жер бетінің күн энергиясын сіңірумен және қайта сәуле шығару нәтижесінде болып отыр.

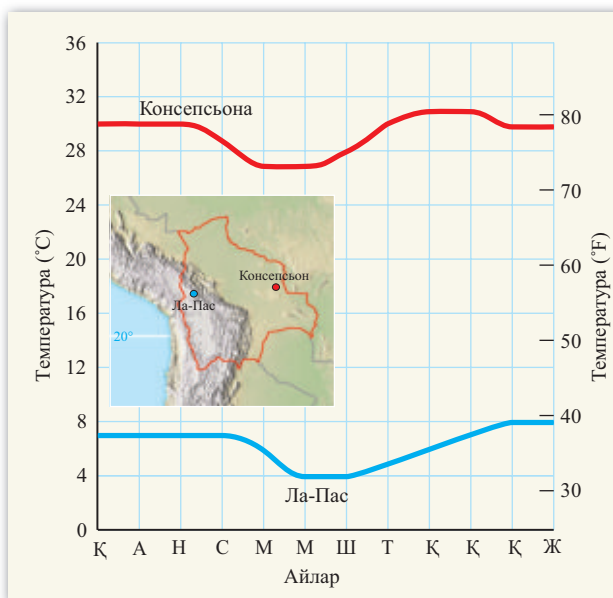
Температураның орташа мәніне биіктіктің әсер етуімен бірге, биіктік өзгерген сайын температураның күндік диапазоны да өзгереді. Тек температура биіктік ұлғайған сайын төмендемейді, сондай-ақ атмосфералық қысым мен тығыздық та төмендейді.

Жоғары биіктіктерде тығыздықтың төмендеуінен, атмосфера аз мөлшерде келетін күн радиациясын тойтарып, ыдыратып жібереді.

Осыған орай, биіктік ұлғайған сайын күн радиациясының интенсивтілігі жоғарылап, күндіз температура тез жылынады. Осыған керісінше, биік таулы аймақтарда түнде тез салқындайды. Осыған байланысты, биік таулы аймақтарда температураның күндізгі диапазоны төмен аймақтарда орналасқан жерлермен салыстырғанда жоғары болады.

Географиялық орналасу

Географиялық орналасу айтарлықтай температураға әсер етуі мүмкін. Мұхиттан құрлыққа үнемі жел соғатын жағалаулық аймақтарда (желді жағалау), керісінше құрлықтан мұхитқа соғатын аймақтармен (ықты жағалау) салыстырғанда температуралық өзгерістер анық байқалады. Жағалаулық аймақта, сол ендікте бірақ теңізден алшақ орналасқан жермен салыстырғанда, мұхиттың әсерінен климат жұмсарып, жазы салқын, қысы жылы болады.



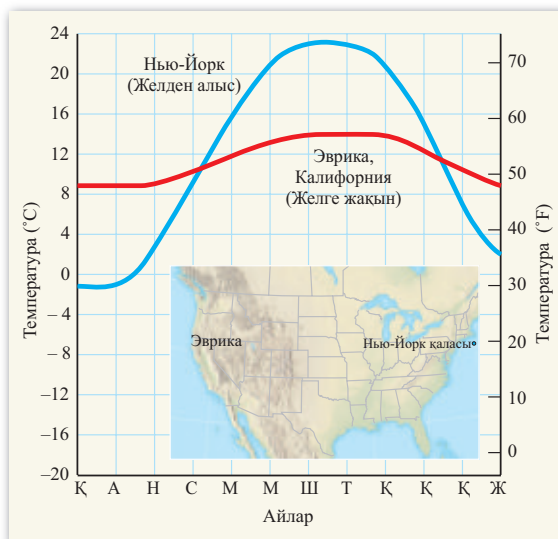
▲ **3.9-сурет. Консепсьон және Ла-Пас (Боливия) қалаларының орташа айлық температурасы.** Екі қала бірдей ендікте орналасқан (шамамен 16° оңтүстік ендік). Дегенмен, Ла-Пас Анд тауында 4103 метр биіктікте орналасқандықтан, 490 метр биіктіктегі Консепсьоннан температурасы әлдеқайда салқын.

Ықты жағалауда неғұрлым континентальды температуралық режим, себебі жел мұхитқа қарай соғып, құрлыққа әсерін тигізбейді. Эврика, Калифорния және Нью-Йорк, жоғарыда аталып өткен бұл екі қала, осындай географиялық орналасуды бейнелейді (3.10-сурет).

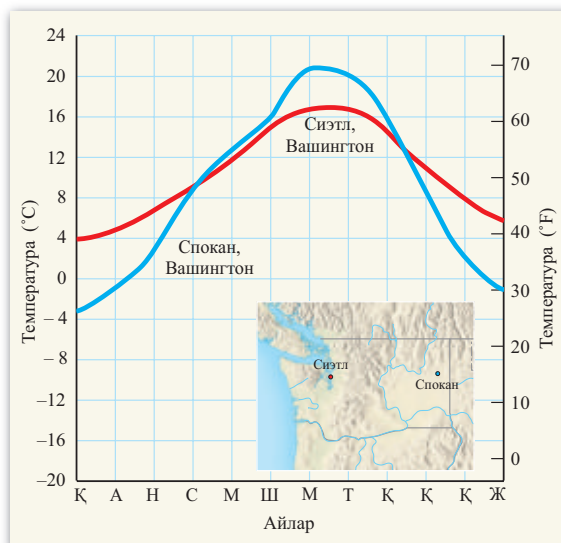
Нью-Йорк қаласында жылдық температура диапазоны Эврикаға қарағанда 19°C-ге жоғары.

Сиэтл және Спокан (Вашингтон штаты) қалалары екінші жағдайдағы географиялық орналасуды бейнелейді: таулардың кедергі ретінде болуы. Спокан Сиэтлдің шығыс жағынан тек 360 шақырымға қашық болғанымен, Каскад қыраты екі қаланы бөліп тұр. Демек, Сиэтлдің температурасына теңіз ықпал етеді, ал Споканда континентальды климат (3.11-сурет).

Споканды Сиэтлге қарағанда қаңтар айында 7°C -ге суығырақ, ал шілдеде 4°C -ге ыстығырақ. Споканды жылдық диапазон Сиэтлге қарағанда 11°C -ге жоғары. Каскад қыраты Споканды Тынық Мұхиты әсерінен қоршап тұр.



▲ 3.10-сурет. Эврика (Калифорния) және Нью-Йорк қалаларының орташа айлық температурасы. Екі қала бір ендікте және жағалауда орналасқан. Эврика қаласы мұхиттан соғатын жел ықпалында болғандықтан, жылдық температуралық диапазоны мұхит ықпал етпейтін Нью-Йоркке қарағанда төмен.



▲ 3.11-сурет. Сиэтл және Спокан (Вашингтон) қалаларының орташа айлық температурасы. Каскад таулары Споканды Тынық мұхиты ықпалынан бөгеп тұрғандықтан, оның жылдық температуралық диапазоны Сиэтлге қарағанда жоғары.

3.1-атмосфераға шолу

Бұл жағажайда жаздың жылы, күн шуақты күні деп елестетіңіз.



Сұрақтар

1. Сіз жағажай тереңдігін өлшеп, тереңдігі 12 дюйм екендігін анықтадыңыз, енді қандай температура болуы мүмкін екендігін сипаттап беріңіз.
2. Егер сіз белуарға дейін суда тұрып, судың беткі қабатының және 12 дюйм тереңдіктегі температурасын өлшейтін болсаңыз, жағажайда алған өлшем нәтижеңізден қандай айырмашылығы болар еді?

Альбедо вариациясы

Альбедоның қандай да бір дененің немесе беттің шағылдыру қабілетін сипаттайтын шама екенін 2-тарауда қарастырдыңыздар. Күн радиациясы жерден қайтып кеңістікке шағылдырылады. Альбедоның ұлғаюы атмосфераны жылытуға қажет энергия мөлшерін төмендетеді. Керісінше альбедоның төмендеуі жер бетінің сіңіретін энергия мөлшерін арттырады және энергия атмосфераны жылытуға жеткілікті болады.

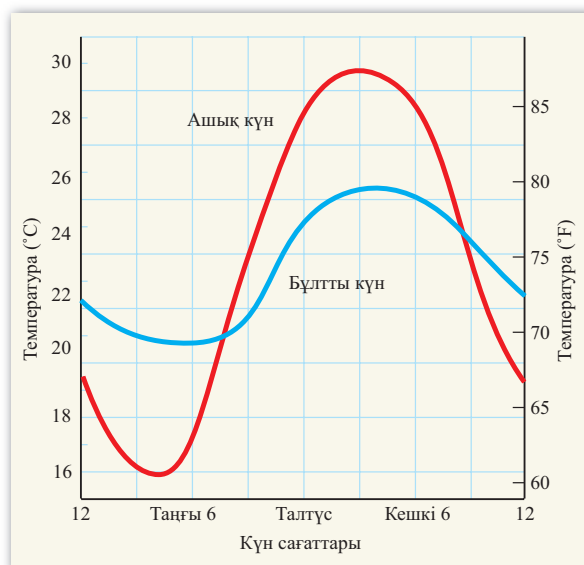
Бұлттылықтың тәуліктік температура диапазонына әсер етуі. Ашық күндер бұлтты күндерге қарағанда жылырақ болатынын және ашық түндер әдетте бұлтты түндерге қарағанда салқын болатынын байқаған боларсыз. Бұл бұлттылықтың төменгі атмосфераның температурасына әсер ететін тағы бір фактор болып табылатынын көрсетеді. Спутниктік түсірілімдер арқылы жүргізген зерттеулер бойынша, кез келген нақты уақытта біздің планетаның жартысына жуығы бұлттармен көмкерілген екен. Бұлттылық маңызды болып табылады, себебі көптеген бұлттардың альбедолық қасиеті жоғары, күннен келетін сәулелердің көп мөлшерін кеңістікке қайта шағылыстырып жібереді. Күн сәулесінің азаюына байланысты, күндіз температура төмен болады (**3.13-сурет**).

2-тарауда айтылғандай, бұлттар альбедосы бұлттың қалыңдығына байланысты және 25-90 пайызға дейін өзгеруі мүмкін (2.15-суретті қараңыз).

Түнгі уақытта бұлттылық күндізгіге қарағанда қарама-қарсы әсер береді. Бұлттар жерден бөлінетін радиацияны сіңіріп, бір бөлігін жердің беткі қабатына қайта бөліп шығарады. Сөйтіп жылу кеңістікке тарап кетпей, жердің беткі қабатында қалады. Соның салдарынан бұлтты түнгі уақытта ашық түнге қарағанда температура төмендемейді. Бұлттылық күндізгі және түнгі уақыттағы температура максимумын төмендете отырып күндізгі температура диапазонын да төмендетеді. Бұл 3.14-суретте жақсы көрсетілген.

Бұлттылықтың орташа айлық температураға әсер етуі. Бұлттылықтың максималды температураны төмендетуімен бірге орташа айлық температураға да әсер ететіні байқалды. Мысалы, жыл сайын оңтүстік Азияның көп бөлігінде күн сәулесі аз түсетін,

салқын күндер кезеңі болады, бұл уақытта қалың муссон жауындары өтеді. Бұл муссондық айналыммен байланысты және 7-тарауда талқыланатын болады. Янгон, Мьянма (сондай-ақ Рангуне, Бирма деп танымал) графигі осы үлгіні көрсетеді (3.12-сурет).



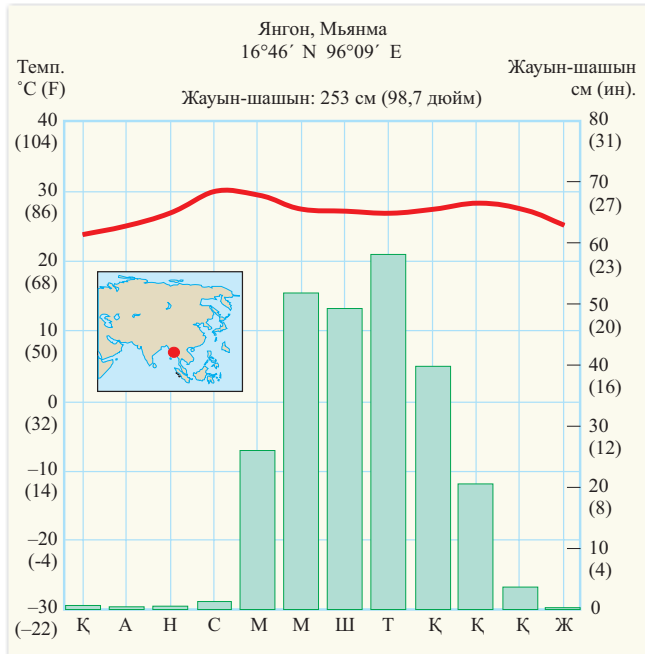
▲ **3.12-сурет. Пеория (Иллинойс) қаласындағы шілденің екі күніндегі тәуліктік температуралық цикл.** Бұлт тәуліктік температуралық диапазонды төмендетеді. Күндізгі уақытта бұлттар күн сәулесін ғарышқа қайта шағылыстырып жібереді. Сондықтан, максималды температура аспан ашық болған жағдайға қарағанда төмен болады, ал түнде минималды температура қатты төмендеп кетпейді, себебі бұлттар жылудың тарап кетуіне тежеу болады.

Назар салыңыздар, ең жоғарғы орташа айлық температура күн тоқырауынан бұрын сәуір-мамыр айларында байқалады, әдетте бұл солтүстік жарты шар аймағында шілде және тамыз айларында байқалады. Себебі температура жоғарылаған жаз айларында қалың бұлттар жамылғысы альбедосын жоғарылатады, бұл жер бетіне түсетін күн энергиясын төмендетеді. Нәтижесінде, ең жоғарғы орташа айлық температура күннің ашық болып тұратын көктем мезгілдерінде болады.

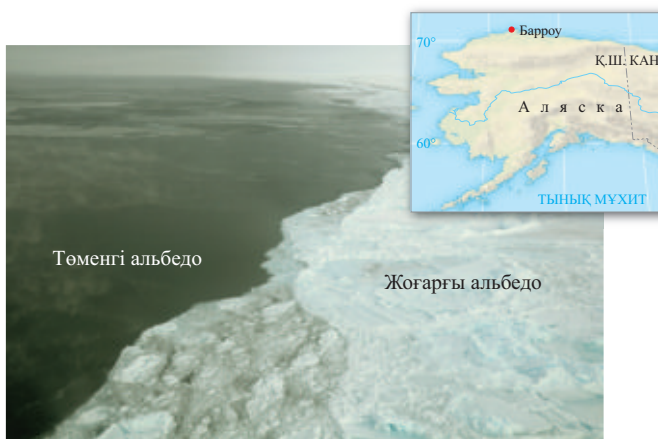
Қар және мұздықтардың әсер етуі. Бұлттылық альбедоны арттырып, ауаның температурасын төмендететін жалғыз құбылыс болып табылмайды. Сондай-ақ қар және мұз басқан жерлердің альбедосы жоғары. Сол себепті тау шындарындағы мұздықтар жаз мезгілінде де ерімей, қар көктемнің жылы күндеріне дейін жатуы мүмкін. Сондай-ақ, қыс мезгілінде ашық күндер суық болады, себебі жердің сіңіретін және ауаны жылытатын күн сәулесі қар жамылғысымен шағылыстырып жіберіледі.

Теңіздің мұз жамылғысы. Солтүстік Мұзды мұхиттың көп бөлігін қалқыған мұзды су – мұз жамылғысы алып жатыр. Мұзбен көмкерілген аймақ ауданы мерзімге байланысты, қыста кеңейеді де, жазда тарылады. 1970 жылдан бері жүргізіліп келе жатқан мониторинг бойынша жылдан-жылға мұз жатқан аудандар кішірею үстінде. Осылайша шағылдыру қасиеті жоғары мұз жабындылары, шағылдыру қасиеті төмен және энергияны көп сіңіретін қою түспен боялған мұхит суына айналу (3.14-сурет). Арк-

тикадағы альбедоның төмендеуі осы аймақта температураның жоғарылауына алып келеді. 14-тарауда бұл құбылысқа нақтырақ тоқталамыз.



▲ **3.13-сурет. Муссондық бұлттардың әсері.** Янгон (Мьянма) қаласының орташа айлық температурасы (график) және орташа айлық жауын-шашын мөлшері (гистограмма). Ең жоғары орташа температура қалың жазғы жауындар басталғанға дейін, яғни сәуір айында болады. Жаңбырлы кезеңдегі қалың бұлт қабаты жазғы температураны жоғарылатып, жерді ысытып жіберетін күн энергиясын ғарышқа шағылыстырып жібереді.



▲ **3.14-сурет. Контрасты альbedo.** Мұз және қар басқан жер қабатының альбедосы жоғары, сол себептен ауа температурасы төмен болып келеді. Бұл Барроу (Аляска) қаласы маңынан алынған қатқан теңіз көрінісі. Сол жақта бейнеленгендей, теңіздің бетіндегі мұз еріген кезде ақшыл түсті қабат күн энергиясының көп пайызын сіңіретін қаралау түске айналады.

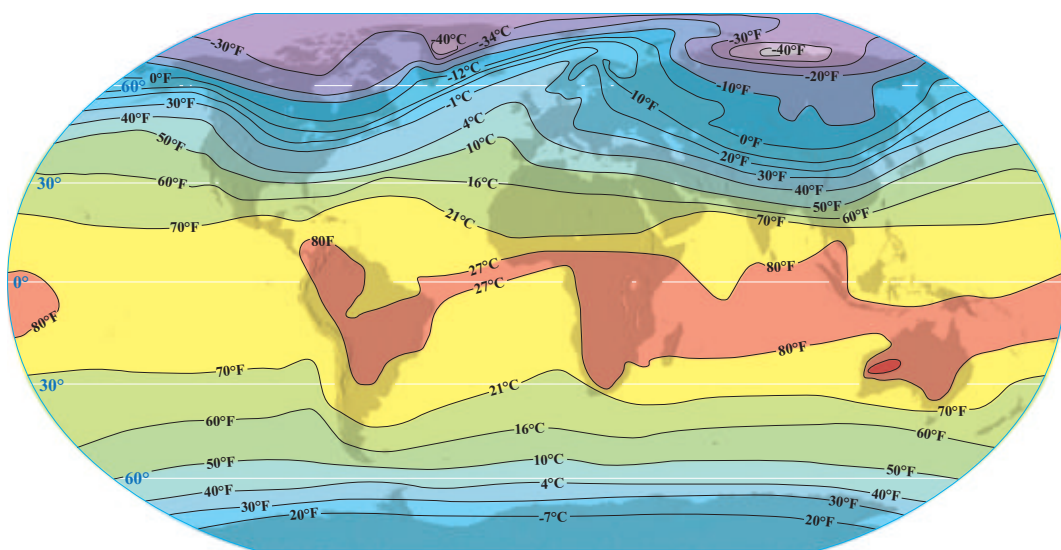
✓ 3.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Төселмелі беткей мен су қоймаларының әртүрлі жылынуы мен сууына әсер ететін факторларды атаңыз.
- 2 Мұхит ағыстарының пайда болуына қандай күш әсер етеді? Мұхит ағыстары температураға қалай әсер етеді? Үш мысал келтіріңіз.
- 3 Биіктіктің ұлғаюы орташа температура мен тәуліктік температура диапазонына қалай әсер етеді?
- 4 Қай мағынада географиялық орналасуды температура бақылаушысы деп санауға болады? Бұлтты күннің тәуліктік орташа диапазоны ашық күнге қарама-қайшы.

3.3 Температураның ғаламдық таралуы

Дүниежүзілік температура карталарында бейнеленген сызықтарды түсіндіру.

3.15 және 3.16-суреттерде бейнеленен дүниежүзілік екі картаға назар салыңыздар. Экваторға жақын ыстық түстерден, полюстерге қарай салқын түстермен бейнеленген бұл карта маусымдық экстремалды айлардың, қаңтар мен шілденің теңіз деңгейіндегі температураларын көрсетеді. Бұл карталарда дүниежүзілік температура үлгілерін және температура реттеуіштердің әсерлерін оқуға болады, әсіресе ендіктің, құрлық пен су бөлігінің таралуын және мұхит ағыстарын. Ірі аймақтардың басқа да көптеген изотермиялық карталары сияқты, бұл дүниежүзілік картада әртүрлі биіктіктердегі айырмашылықты болдыртпас үшін, теңіз деңгейіндегі температуралар алынды.



▲ 3.15-сурет. Теңіз деңгейіндегі әлем бойынша қаңтар айының орташа температурасы, Цельсий (°C) және Фаренгейт (°F) шкаласында.

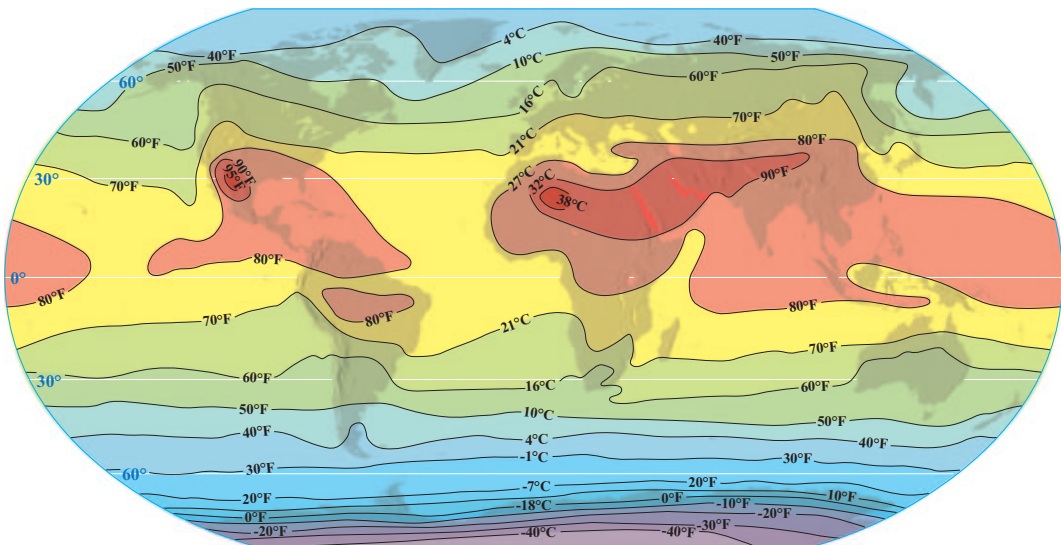
3.2-атмосфераға шолу

Бұл суретте қыстың соңғы шуақты күніндегі орта ендікте орналасқан қарлы аумақ бейнеленген. 1 аптадан кейін бұл жерді суретке қайта түсірдік дерлік, жағдай өзгермеген, тек қар еріп кеткен.



Сұрақтар

1. Ауа температурасы екі күнде әртүрлі болуы мүмкін бе? Егер әртүрлі болса, қай күн жылырақ болар еді?
2. Температура айырмашылығының себептерін айтыңыз.



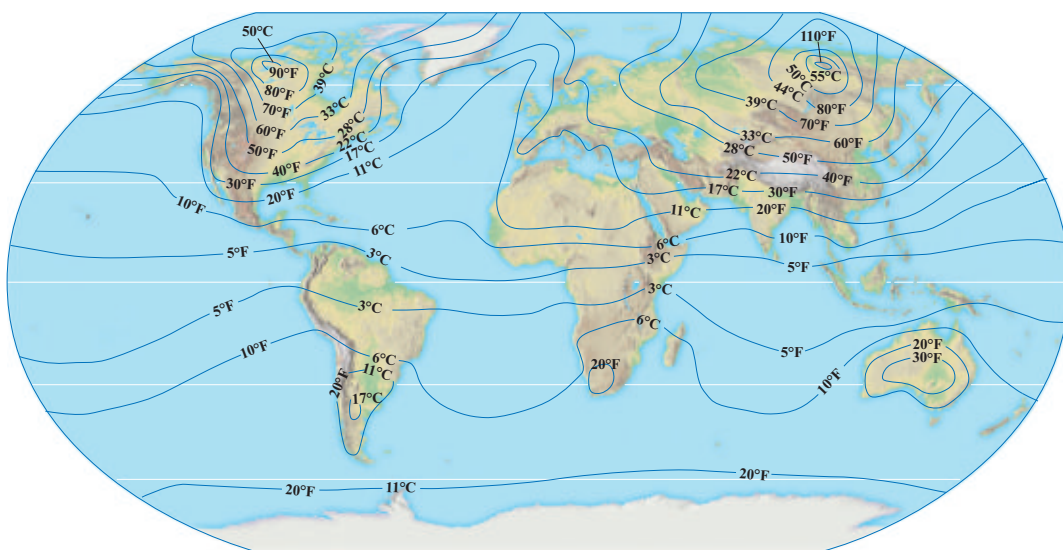
▲ 3.16-сурет. Теңіз деңгейіндегі әлем бойынша шілде айының орташа температурасы, Цельсий (°C) және Фаренгейт (°F) шкаласында.

Жердің батыс және шығыс жарты шарларындағы екі картада датропиктен полюске қарай температураның төмендеуін көрсетеді. Карталар дүниежүзілік температураның таралуындағы ең маңызды аспектілердің бірін суреттейді: жер бетіне радиациялық баланстың таралып, жер мен атмосфераның жылынуы ең алдымен ендікке байланысты. Вертикалды күн сәулесінің маусымдық ауысуына байланысты, температураның ендік бойынша өзгерісі де болады. Бұны байқау үшін, екі картадағы ендік түстерінің жолақтарын салыстырыңыз.

Егер тек ендік температура бақылаушысы болса, біздің талдауымыз осы жерден аяқталар еді, бірақ бұл олай емес. Қаңтар және шілде айларындағы температуралық картасында құрлық пен судың әрқелкі жылыну әсері де нақты бейнеленген. Құрлықтағы ең жылы және ең суық температурасы белгіленген, ең суық аумаққа назар салыңыздар, Сібірдегі күлгін сопақша бұл ең ыстық аймақ, ал қызғылт сары түс бүкіл құрлықта кездеседі. Демек, температура су үстінде емес, құрлық бетінде өзгеріп тұратындығынан, изотерманың солтүстіктен оңтүстікке қарай миграциясы мұхит үстінен емес материк үстінен байқалады. Сонымен қатар, құрлық бөлігі аз және мұхиттар басым оңтүсік жарты шарда изотермалар біркелкі орналасқан, ал солтүстік жарты шарда изотермалар континет үстімен шілде айында солтүстікке қарай, қаңтар айында оңтүстікке қарай иілген.

Сондай-ақ, изотермалар мұхит ағыстарының болуын анықтайды. Жылы ағыстар изотерманың полюске қарай иілуін, ал суық ағыстар экваторға қарай иілуіне себепкер болады. Полюске қарай горизонтальды су тасымалы ауаны жылытып, ендіктерде күтілетін температураға қарағанда жоғары болады. Ал экваторға қарай жылжытын ағыс ауа температурасын салқындатады.

3.15 және 3.16-суреттер температураның маусымдық ауытқуын көрсетеді және оларды салыстыра отырып, біз әртүрлі жерлердегі жылдық температура диапазонын көре аламыз. Екі карталарды салыстыра отырып, экваторға жақын орналасқан станцияларда жылдық диапазонның өте аз көрсеткішін байқаймыз, себебі мұнда күн ұзақтығындағы ауытқу аз ғана және күннің түсу бұрышы салыстырмалы түрде әрдайым жоғары. Орта ендіктегі станцияларда күн ұзақтығы мен күннің түсу бұрышында керісінше жоғары ауытқулар байқалады, соған орай температура да біраз өзгерістер байқалады. Нәтижесінде ендік ұлғайған сайын жылдық температура диапазоны да жоғарылайды (**3.2-мәліметтер жинағы**).



▲ 3.17-сурет. Цельсий (°C) және Фаренгейт (°F) шкаласындағы дүниежүзілік жылдық температура диапазоны. Экватор маңында жылдық диапазон төменірек, ал полюске қарай жоғарылайды. Тропиктен басқа белдеулерде континенттілік ұлғайып және мұхиттардан алшақтаған сайын жылдық амплитуда да жоғарылайды.

Сонымен қатар, құрлық және су маусымдық температура өзгерісіне әсер етеді. Құрлықта орналасқан аймақтарда, жағажайлық аймақтармен салыстырғанда қыс суық, жаз ыстық болады. Демек, тропиктен басқа белдеулерде континенттілік ұлғайған сайын жылдық амплитуда да жоғарылайды.

3.17-сурет жылдық температура диапазонының дүниежүзілік таралуын көрсетеді. Картаға қарап, температуралық статистикаға ендік пен континенттіліктің әсерін оңай байқауға болады. Тропиктерде жылдық температура өзгерістері қатты байқалмайды. Ауқымды өзгерістер әсіресе полярлы ендіктерге жақын жатқан үлкен құрлықтық массивтердің орталығында байқалады.

Осыған орай, мұхиттар басым оңтүстік жарты шарда жылдық температура диапазоны, құрлықтары басым солтүстік жарты шарға қарағанда төмен болады.

Студенттер кейде СҰРАЙДЫ...

Қандай аймақтарда жазғы және қысқы температура арасында үлкен айырмашылық байқалады?

Жазбалар жасалған Жерлер арасында, бұған Сібірдің дәл ортасында орналасқан Якутск станциясын жақсы мысал ретінде айтуға болады. Якутск 62°C солтүстік ендікте, солтүстік полярлы шеңберден бірнеше градус оңтүстікке қарай және су әсерінен алыста орналасқан. Қаңтардың орташа температурасы өте суық -43°C , ал шілденің орташа температурасы жұмсақ -20°C . Нәтижесінде, жылдық температура диапазоны 63°C болып, Жер шарындағы ең жоғарғы диапазон көрсеткішін береді.

жұмсақ - 20°C . Нәтижесінде, жылдық температура диапазоны 63°C болып, Жер шарындағы ең жоғарғы диапазон көрсеткішін береді.

✓ 3.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Қаңтар және шілде айларының температуралық карталарында изотермалар неге шығыс және батыс деп бағытталған?
- 1 Шілде айының картасында изотерманың Солтүстік Америка солтүстігінде иілуін түсіндіріңіз (3.16-сурет).
- 3 3.17-суретке назар салып, қай жерде ең жоғарғы жылдық температура диапазоны бар екенін анықтаңыз. Неге бұл аймақта жылдық диапазон жоғары?

3.4 Ауа температурасының циклдері

Ауа температурасының түйінді тәуліктік және жылдық циклдерін талқылау.

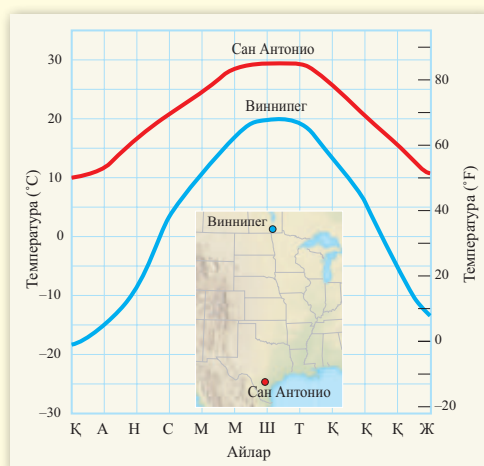
Сіз ауа температурасының ырғақты көтерілуі мен төмендеуі күн сайын жүзеге асатынын білесіз.

Оны **3.18-суретте** көрсетілген термограф жазбаларынан да байқауға болады (*термограф* – температураның өзгеруін автоматты түрде жазып отыратын метеорологиялық аспап). Температура сызығы күн шыққанда минимумға түседі. Біртіндеп түстен кейін екі мен бес уақыты аралығында максимумға жетеді. Кейін, келесі күннің шығысына дейін температура қайта төмендейді.

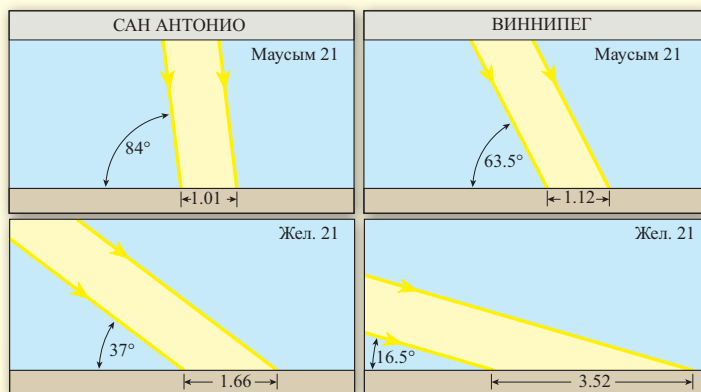
3.2-мәліметтер жинағы

Ендік және температура диапазоны

Ендіктің күн бұрышының түсуіне әсер етуіне байланысты, ең маңызды температура бақылаушысы болып табылады. 3.15 және 3.16-суреттерден тропикалық аймақтарда жоғары температураны және полярлық аймақтарда төмен температураны анық байқауға болады. Сондай-ақ, картада жоғары ендікте төмен ендікке қарағанда жыл ішінде үлкен температуралық ауытқу көрсетілген. Субтропик және полюстер арасындағы температуралық ауытқу әсіресе қыс мезгілінде ең үлкен болып табылады. Сан-Антонио (Техас штаты) және Виннипег (Манитоба штаты) қалаларының температураларын салыстырғанда, екі қала арасындағы күннің түсу бұрышындағы мерзімдік айырмашылық пен күн ұзақтығындағы айырмашылықты көрсетеді. **3(Ә)-сурет** екі қаланың жылдық температурасын көрсетсе, **3(Б)-сурет** маусым және желтоқсан айларында күн тоқырауы кезіндегі тал түс уақытында күннің түсу бұрышын көрсетеді.



▲ **3(Ә)-сурет. Температуралар салыстырмасы.** Виннипегтегі жылдық температура диапазоны Сан-Антониоға қарағанда әлдеқайда жоғары.



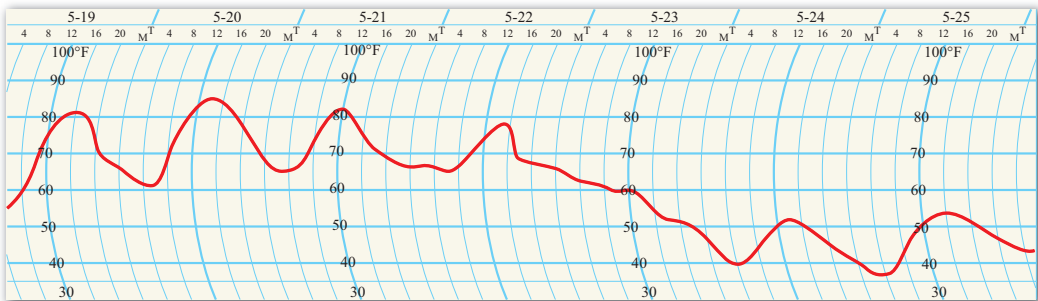
▲ **3(Б)-сурет. Тал түстегі күннің түсу бұрышын салыстыру.** Бұл диаграммада Сан-Антонио мен Виннипегтегі жазғы және қысқы күн тоқырауы кезіндегі күннің түсу бұрышын салыстырған (ыстық тал түсте). Кеңістік 90°С бұрышпен алынған.

Сан-Антонио және Виннипег бір-бірінен белгілі қашықтықта орналасқан (20.5° ендік шамасында), күннің түсу бұрышындағы айырмашылық жыл бойы бірдей болып табылады. Алайда, желтоқсан айында күн сәулесі тіке түскенде бұл айырмашылық жер бетіне түсетін күн радиациясының интенсивтілігіне қатты әсер етеді.

Сондықтан, екі станциялар арасындағы температурада жазға қарағанда, қыста үлкен айырмашылық бар. Сонымен қатар, Виннипегте сәуленің таралу қарқындылығындағы маусымдық айырмашылық Сан-Антониоға қарағанда айтарлықтай үлкен. Бұл солтүстік станцияларда үлкен жылдық температура диапазоны болатынын түсіндіруге көмектеседі. 2.1-кесте күн ұзақтығындағы маусымдық кереғарлық, сондай-ақ екі қаладағы түрлі температуралық заңдылықтарға өз үлесін қосатынын көрсетеді.

Сұрақ

1. Сан-Антонио және Виннипег арасындағы температурада жазға қарағанда неге қыста үлкен айырмашылық бар екенін түсіндіру үшін 3(Б)-суретті қолданыңыз.



▲ **3.18-сурет. Термограф жазбалары.** Мамыр айында 7 күн аралығындағы Пеория (Иллинойс штаты) қаласының температурасы. Күн шығарда температураның ең төменгі деңгейіне және күннің соңында немесе кешқұрым уақытта ең жоғары деңгейіне жететін күнделікті ырғақтылық бірнеше күн байқалады. Тек 23 мамырда температура ең жоғары деңгейге түн жарымда жеткен болса, күні бойы температура төмендейтін ерекшелікті байқауға болады.

Тәуліктік температура циклі

Ауа температурасының тәуліктік циклін бақылау жалпы ауысумен түсіндіріледі: бұл тәуліктік жер айналымы, күн мен түннің ауысуы. Тәуліктің бірінші жартысында күннің түсу бұрышы артқанда күн жарығы қарқындай түседі, талтүсте күн белсенділігінің үдемелі кезі болып, түстен кейін күн жарығы төмендей түседі.

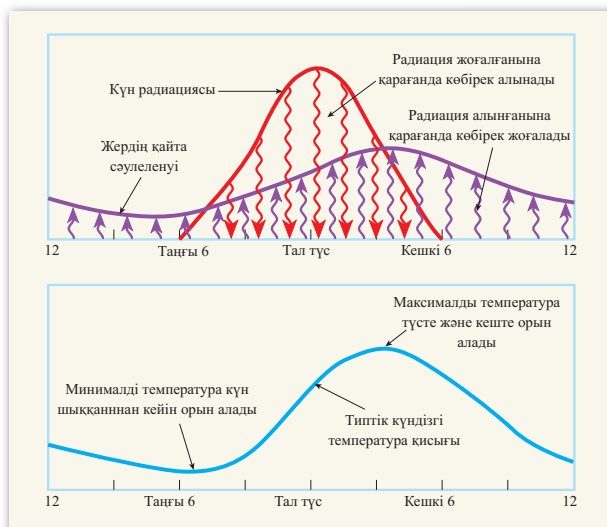
3.19-сурет тәулік ішінде қабылданатын күн энергиясы мен жерден бөлініп шығатын радиация өзгерісін көрсетеді – күн мен түннің теңелуі кезіндегі орта ендікте орналасқан аймақтың температуралық сызығы.

Түнде атмосфера мен жердің беті салқындау, себебі бұл уақытта сәуле қабылдамай, керісінше жылу бөледі. Минималды температура күннің атуы барысында байқалып, одан кейін күн жер бетін қайта жылытып, ал жер өз жылуын ауаға таратады.

Әдетте, ең жоғары температура байқалатын кез максималды сәулелену кезімен сәйкес келмейді.

3.17 және 3.19-суреттерді салыстыру арқылы сіз күн энергиясын қабылдау сызығы тал түске симметриялық болып келетінін, ал тәуліктік ауа температурасының сызығының

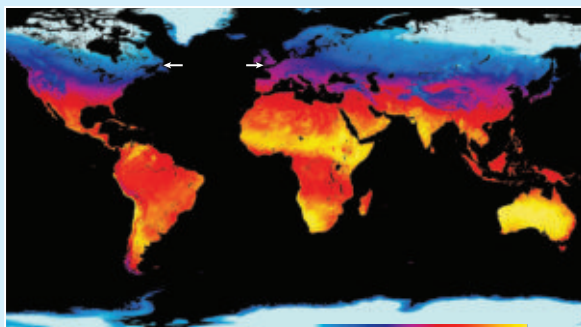
басқа екенін байқайсыз. Максимумның талтүстен түстен кейінгіге дейін кешігуі *максимумнан артта қалу* деп аталады. Күн радиациясының күндізгі уақытта қарқынды қабылдануына қарамастан, жербетінен бөлініп шығатын энергия мөлшері уақыт периоды бойынша артып түседі.



▲ **3.19-сурет. Қабылданатын күн радиациясының, жер радиациясының тәуліктік циклі және температуралық цикл.** Бұл мысал күн тоқырауы кезіндегі орта ендіктегі аймақтарға келтірілген. Күн энергиясы жердің бөліп шығаратын шығыс энергиясынан асатын болса, температура көтеріледі. Ал егер жердің бөліп шығаратын шығыс энергиясы күн энергиясынан артық болса, температура төмендейді. Ескеретін жайт, бұл тәуліктік температура циклі сіңірілетін күн радиациясынан бір-екі сағатқа артта қалатыны.

3.3-атмосфераға шолу

Он жылдан астам ғалымдар НАСА-ның Аква және Терра спутниктерінде жер шарының түкпір-түкпірінен беткі қабаттағы температура деректерін жинау үшін спектрорадиометр оптикалық құралын (MODIS) пайдаланған. Бұл сурет 10 жылдай аралықта (2001-2010) жер бетінің ақпан айындағы орташа температурасын көрсетеді.



Сұрақтар

1. Оңтүстік Ұлыбритания және солтүстік Ньюфаундлендте шамамен қандай температура (картада ақ көрсеткіштермен белгіленген)?
2. Екі жағалау аймақтары бірдей ендікте, бірақ ақпан айының орташа температурасы әртүрлі. Бұл сәйкессіздіктің себебін түсіндіріңіз.

Тәуліктің екінші жартысында артық энергия бөлініп, максимумнан артта қалуға септігін тигізеді. Басқаша айтқанда, күн энергиясының артуы жердің бөліп шығаратын жылуын да арттырады, бұл кезде ауа температурасы жоғарылай береді. Сол сияқты, күн энергиясының төмендеуімен жердің бөліп шығаратын жылуы да азаяды, бұл кезде ауа температурасы төмендейді.

Күндізгі максимумнан артта қалу атмосфераны жылытатын үдерістің нәтижесі болып табылады. 2-тарауды еске түсіретін болсақ, ауа күн радиациясын нашар сіңіреді; керісінше жер бетінен бөлініп шығатын жылу арқылы жылынады. Жердің атмосфераны шағылдыру, кондукция, сондай-ақ басқа да тәсілдер арқылы жылумен қамтамасыз ету жылдамдығы, атмосфераның жылу бөлу жылдамдығымен тепе-тең келмейді.

Жалпы, күн радиациясы максимумынан бірнеше сағаттан кейін, жер бетінен көп мөлшерде бөлінетін энергия атмосфераны қамтып, ал атмосфера кеңістікке таратады. Нәтижесінде, көптеген аймақтарда ауа температурасының жоғарылауы түстен кейін байқалады.

Құрғақ аудандарда, әсіресе бұлтсыз күндері, жер бетінің сіңіретін радиация мөлшері жоғары. Сондықтан, бұл аудандардағы максимум температура біршама кешірек, түстен кейін болады. Керісінше жауын-шашынды аудандарда максимум температураның кешігуі уақыт аралығында қысқарақ.

Тәуліктік температура диапазонындағы өзгеріс

Тәуліктік температура өзгерісінің шамасы құбылмалы болып келеді (3.3-мәліметтер жинағы). Төменде келтірілген төрт ортақ мысал осы көзқарасты дәлелдейді. Алғашқы екеуі орналасқан жеріне, келесі екеуі жергілікті ауа райы жағдайына қатысты:

1. Орта және төменгі ендікте тәулік ішінде күннің түсу бұрышының өзгеруі жоғары. Ал, полюстер маңындағы аймақтарда тәулік ішінде күннің түсу бұрышы төмен. Яғни, жоғарғы ендіктерде тәуліктік температура диапазоны да төмен.
2. Желді жағалау тәуліктік температура циклінде аз ғана ауытқу байқалады. 24-сағаттық кезең ішінде мұхит тек 1°C -ге жылынады. Осыған орай, ауаның температурасында Сәйкесінше шамалы өзгеріс болады. Мысалы, Эврика, Калифорния, желді жағалау станциясы бір ендікте жатқан Де-Мойн (Айова штаты) құрлықты қаласымен салыстырғанда тәуліктік температура диапазоны төмен. Де-Мойн қаласында жылдық тәулікті диапазон 10.9°C болса, Эврикада 6.1°C , демек 4.8°C айырмашылық бар.
3. Жоғарыда айтып кеткеніміздей, бұлыңғыр күн тәуліктік температура сызығын қалыптастыруға жауапты (3.12-суретті қараңыз). Күндіз бұлттар түсетін күн радиациясын шағылдырып, күндізгі жылытуды азайтады. Ал түнде топырақ және ауадан жылудың шығып кетуін бәсеңдетеді. Сол себептен, әдеттегіге қарағанда түнде температура жылырақ болады.
4. Ауадағы судың буының мөлшері тәуліктік температура диапазонына әсер етеді, себебі судың буы атмосфераның жылу сіңіретін маңызды газдары болып табылады. Ауа таза және құрғақ кезде, түнде жылу оңай шығып кетеді және температура тез төмендейді. Ауа ылғалды болған кезде, судың буы ұзынтолқынды сәулелерді сіңіріп, түннің салқындығын баяулатады және температура бірден төмендеп кетпейді. Сол себептен, құрғақ кезде түн уақытындағы температура төмендеуіне байланысты тәуліктік температура диапазоны да жоғары болады.

Дегенмен, тәуліктік температураның жоғарылауы мен төмендеуі түсетін күн радиациясының жоғарылауы мен төмендеуіне байланысты бола бермейді. Мысалы, 3.20-суретке назар салсаңыз, 23-мамыр күні температура максимумы жарым түнде болды, одан кейін температура төмендей бастайды.

Радиостанцияның жазбалары бірнеше апта мерзімінде тексерілген болса, шамасы кездейсоқ ауытқу байқалады. Яғни күннің әсері бұл жерде жоқ. Мұндай ауытқулар бұлттылық пен желдің үнемі соғуы сияқты атмосфералық кедергілермен (ауа райы жүйелері) туындайды. Осындай жағдайларда, ең жоғары және ең төменгі температура тәуліктің кез келген уақытында орын алуы мүмкін.

Жылдық температура циклі

Көп жылдар бойы айлардың ең жоғары және ең төмен орташа температурасы күн радиациясының ең жоғары және ең төменгі түсетін кезеңімен сәйкес келмеді. Тропиктен солтүстікке қарай, күн радиациясының ең үлкен қарқындылығы маусым айында, жазғы күн тоқырауы уақытында жүреді, солтүстік жарты шардағы жылдың ең жылы айлары шілде мен тамыз. Күн энергиясын ең төмен қабылданатын кезі желтоқсан айы, қысқы күн тоқырауы кезінде, бірақ суық айлар қаңтар және ақпан болып табылады.

Жылдық ең жоғары және ең төменгі температурасының радиация максимумы мен минимумына сәйкес келмеу фактісі, түсетін күн радиациясының мөлшері нақты бір Жердің температурасын анықтайтын жалғыз фактор болып табылмайтынын дәлелдейді. 2-тарауда айтылғандарды еске түсіретін болсақ, шамамен экваторға 38°C солтүстік және 38°C оңтүстік бағытта орналасқан аймақтар күннің көп мөлшеріндегі радиациясын алады, кейін кеңістікке таратылады және қарама-қарсы жағдай полюске жақын аймақтарда болады.

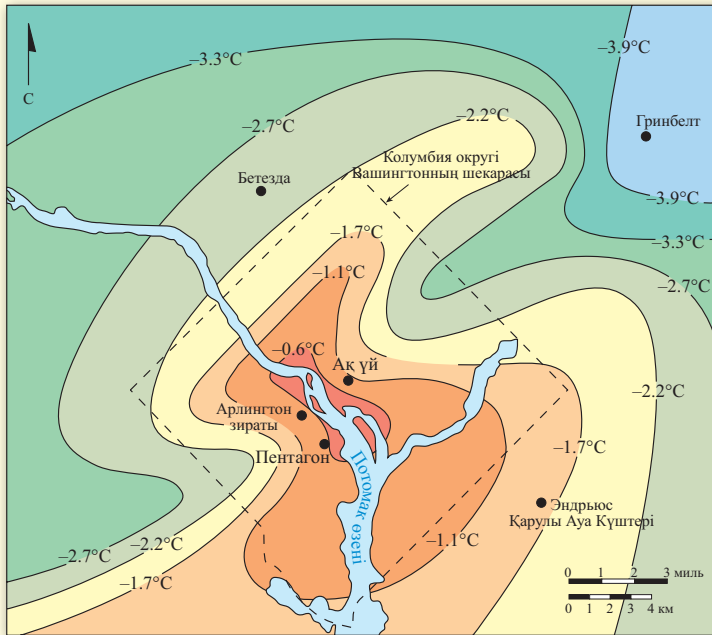
3.3-мәліметтер жинағы

Қалалар температураға қалай әсер етеді: қалалық жылыну аралы

Климатқа ең айқын антропогендік әсерлердің бірі, бұл қала құрылысы жүріп жатқан жерлердегі атмосфералық ортаның өзгеруі. Әрбір зауыт, жол, әкімшілік ғимараттар және үйлер құрылысы микроклиматты бұзып, күрделі мәселе тудырады. Осындай қала климаты өзгеруінің нәтижесінде қалада *жылыну аралдарының* (аймақтарының) пайда болуына алып келеді. Бұл термин қала ішіндегі температураның ауылдық Жерлерге қарағанда әдетте жоғары болатынына сілтеме жасап қолданылған.

3(B)-сурет Вашингтондағы (Колумбия округі) орташа температураның таралуын, орталық аудандарда 5 жылдың ішінде үш айлық қысқы кезеңде (желтоқсан және ақпан аралығында) жылыну аралдарының жақсы дамығанын көрсетеді. Ең жылы қысқы температура қаланың орталығында орын алса, қала маңы мен шетіндегі аймақтарда температура 3,3°C төмен болды. Бұл температуралар орташа мәнде көрсетілген. Қаланың орталығы мен қала төңірегіндегі бұлтсыз және ашық түндердің температурасында да 11°C дейін одан жоғары көрсеткіштегі айырмашылықтар кездесетін. Кейде бұлтты және желді түндері температуралық айырмашылық 0°C-ге теңеседі.

Қалалық жылыну аралдарының тигізетін әсерлерінің бірі – өсімдіктердің циклын ұзарту арқылы биосфераға ықпал ету. Солтүстік Американың шығысындағы 70 қаланы зерттеу барысында, зерттеушілер өсімдіктердің қаладағы өсу циклы ауылды аймақтарға қарағанда, 15 күнге ұзағырақ екенін анықтады.



▲ 3(В)-сурет. Жылыну аралдарының картасы. Вашингтондағы жылыну аралы (Колумбия округі) орташа минималды температура ($^{\circ}\text{C}$) қыс маусымында (желтоқсан және ақпан аралығында). Қала орталығындағы орташа минимум кейбір шалғай аудандарда қарағанда 3°C жоғары.

Толқындары қарқынды жұмыс жасай бастайды.

Өсімдіктер көктемде өсу циклын шамамен 7 күн бұрын бастап, күзде өсімін орта есеппен 8 күнге ұзағырақ жалғастырды.

Неге қалалар ауылдық жерлерде қарағанда жылырақ? Оған себеп жердің беткі қабатының түбегейлі өзгерісі. Ауылды аймақтардың қалаға айналуы қалалық жылыну аралдарының пайда болуының басты себебі. Біріншіден, биік ғимараттар, қалалық бетон мен асфальт ауылдық аймақтардағы өсімдік жамылғысы мен топыраққа қарағанда, күн радиациясын көп мөлшерде сіңіреді және сақтайды. Сонымен қатар, қаладағы су өткізбейтін жабындылар әсерінен жауын суының тез ағып кетуіне себеп болып, булану қарқындылығы айтарлықтай қысқарады. Демек, суды газға айналдыру үшін жұмсалатын жылу енді одан әрі температураны арттыруға қолданылады. Әдетте түнгі уақытта қалалық және ауылдық аймақтарда да температура салқындауы тиіс, бірақ қаланың бетонды немесе басқа қатты құрылыс материалдары күні бойы жинақтаған қосымша жылуды шығарып, қаладағы ауаны жылы етіп ұстап тұрады.

Қала температурасының жоғарылауына үйлерді, ғимараттарды жылыту жүйелері, кондиционер, электр энергиясын өндіру, өнеркәсіп және тасымалдау сияқты жылу көздері де айтарлықтай әсер етеді. Сонымен қатар, қала үстіндегі ластанған қабат қалалық жылыну аралдардың жоғары бағытталған ұзын толқынды радиацияның бір бөлігін сіңіріп және оны Жерге кері қайтаруды мүмкін етеді.

Сұрақ

1. Қалалық жылыну аралдардың дамуына септігін тигізетін үш факторды атаңыз.

✓ 3.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Күн радиациясының қарқындылығы жергілікті уақытпен талтүсте ең көп болғанымен, күннің ең жылы бөлігі түстен кейін болуы мүмкін. Неге? Түсіндіру үшін 3.19-суретті қолданыңыз.
- 2 Уақыт пен орынға байланысты тәуліктік температура диапазонының өзгеруіне әсер ететін үш факторды атап шығыңыз.

3.5 Температура өлшеуіштері

Әртүрлі термометрлер қалай жұмыс жасайтынын және неге термометрлерді қолдану дәл көрсеткіштерді алудың маңызды факторы болып табылатынын түсіндіріңіз. Фаренгейт, Цельсий және Кельвин температуралық шкалаларын айыра білу.

MM® GEODE ▶ Температуралық мәліметтер мен температураны басқару элементтері ▶ Температура бойынша түйінді мәліметтер

Әдетте біз күн сайын ауа температурасын бірнеше рет тексереміз. Радиостанциялар немесе теледидардан ағымдағы температура жайлы жиі хабарлайды. Ауа температурасы жайлы мәліметті көбінесе банктердің таблосынан немесе басқа да ғимараттар сыртынан көреміз. Көптеген автомобильдердің бақылау тақтасы дисплейінде ауа температурасын көрсетіп тұрады? Аталғандардың барлығы нақты мәліметті көрсете ме?

Термометрлер

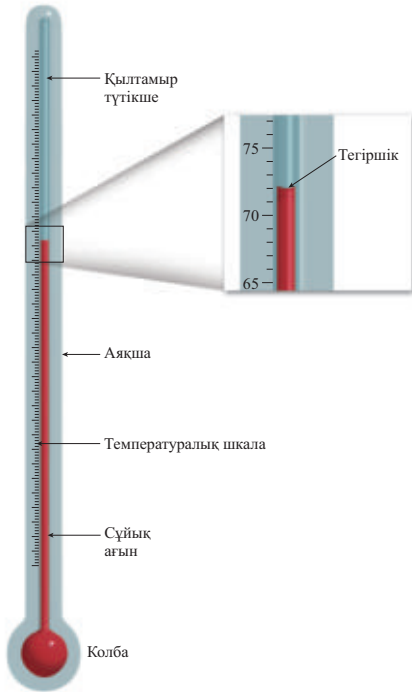
Термометр – дененің, заттың, ауаның температурасын өлшеуге арналған аспап (3.20-сурет). Термометрлер температураны механикалық немесе электрлік түрде өлшейді.



◀ **3.20-сурет. Галилей термоскопы.** 1500 жыл шамасында Галилео термоскоп деп аталатын құрал негізінде термометрдің бір түрін ойлап тапты. Қазір мұндай құралдар тек декорация үшін қолданылады. Бұл құрал шыны цилиндр тәрізді түтік, оның ішіндегі тұнық сұйықтық температураның өзгеруіне байланысты көтеріледі немесе төмен түседі.

Механикалық термометрлер. Көптеген заттектер қыздырған кезде кеңейіп, салқындағанда тарылады және көптеген жалпы термометрлер осы сипатты пайдалану арқылы жұмыс істейді. Дәлірек айтқанда, олар әртүрлі заттар температура өзгерістеріне әртүрлі жауап қайтару фактісіне сүйенеді.

3.21-суретте сұйық-шыны термометр көрсетілген, кең температуралық диапазонда салыстырмалы түрде дәл көрсетуді қамтамасыз ететін қарапайым құрылғы. Бұл құрылғы 1600 жылдың аяғында ойлап табылып, осы күнге дейін жобалық мәніне еш өзгеріс енгізілмеді. Температура жоғарылаған кезде, сұйықтықтың молекулалары белсенді түрде өсіп, таралады (сұйықтық кеңейеді). Колбадағы сұйықтықтың кеңеюі шыныдағы кеңеюге қарағанда әлдеқайда жоғары. Сұйықтықтың жіңішке «жіп» тәрізді сызығы шыны түтікше арқылы жоғары көтеріледі.



▲ 3.21-сурет. Сұйықтық арқылы жұмыс істейтін шыны термометрдің негізгі құраушылары.

ты резервуарға қайта кіргізу керек, сонда оның көрсеткіші нақты температурамен теңеледі.

Максималды термометрде сынап қолданылатын болса, **минималды термометрде** спирт секілді тығыздығы төмен сұйықтық қолданылады. Бақылау мерзімі аралығында ең минималды температураны және нақты температураны көрсетеді. Ол будка ішіндегі горизонтальді түрде орналастырылады. Резервуары цилиндр формалы, ішіне спирт құйылған (3.22-сурет). Шыны трубкада спирт ішінде еркін қозғалатын қара түсті шыны штифт болады. Ауа температурасы төмендегенде спирттің беткі қабықшасы беттік керілу күші арқасында штифті төмен алып кетеді, ал температура өскенде спирт штифті айналып ағып өтеді. Осылайша штифт минималды температура мәнінде тұрып қалады, ал спирт бағаны нақты температураны көрсетеді. Өлшеп болғаннан кейін термометрдің ортасынан ұстап, резервуарын жоғары көтеру арқылы, міндетті түрде штифті спирттің беткі қабықшасына дейін әкелу керек.

Тағы бір жиі қолданылатын механикалық термометр **биметалды тілімше** болып табылады. Аты айтып тұрғандай, бұл термометр бір-бірімен байланысқан және әртүрлі кеңею қасиеттері бар екі жұқа металл тілімшеден тұрады. Температура өзгерген кезде, екі металл кеңейеді немесе тарылады, бірақ біркелкі түрде емес, сөйтіп тілімшелер иіріледі. Бұл өзгеріс температураның өзгеруіне сәйкес келеді.

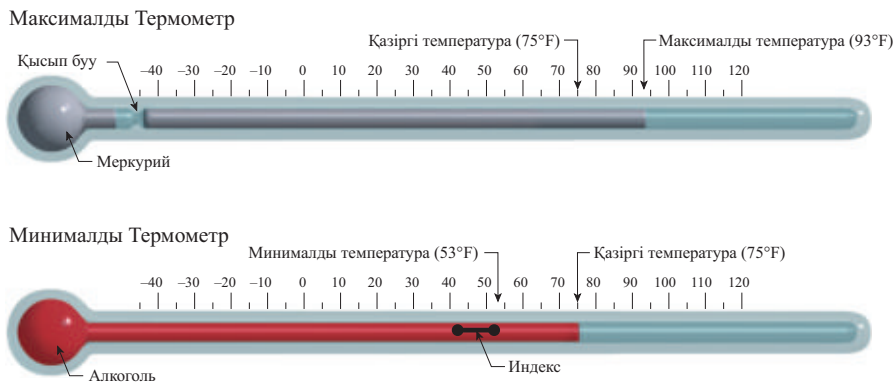
Бастапқы метеорологиялық қолдануда биметал тілімшесін **термограф** құрылығысында пайдаланды, бұл температура өзгерісін өздігінен жазып отыратын аспап. Термографтың Түйінді бөліктері: биметал пластинка, арнайы тасымалдау механизмі, тіркеуші бөлік және шыны терезелі пластмасса қорапша (3.23-сурет).

Керісінше температура төмендегенде, ақ түсті сұйықтық шыны түтікше арқылы табанына қарай жылжиды. Сұйықтықтың соңғы қозғалысы (мениск) температураны индикациялау үшін бекітілген шкалалар бойынша калибрленеді.

Күн сайынғы жоғары және ең төменгі температуралардың айтарлықтай маңызы бар және олар арнайы жобаланған сұйық – ақ шыны термометрлерді қолдану арқылы алынады.

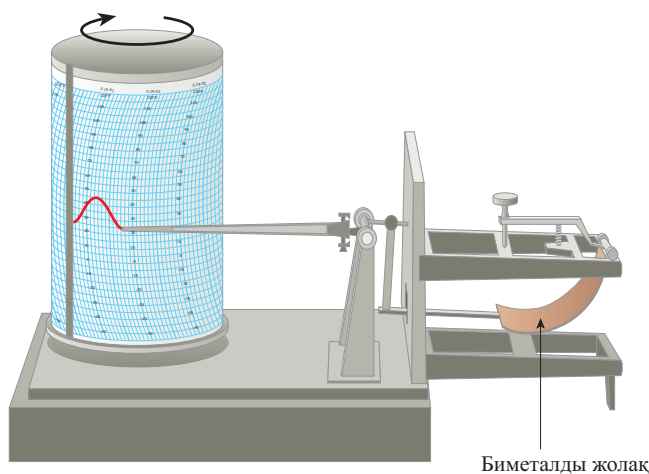
Сынап **максималды термометрде** қолданылатын сұйықтық, ол резервуарға құйылады, резервуар цилиндр формалы, ішіне сынап құйылған және шыны түтікшенің ішіне орнатылады (3.22-сурет).

Температура жоғарылаған кезде сынаптың көлемі өсіп, шыны түтікшемен жоғары көтеріледі. Ал температура төмендегенде түтікшедегі сынап резервуарға қайта кіре алмайды. Осылайша максималды температура сақталып қалады. Температураны өлшеп болғаннан кейін термометрдің ортасынан ұстап (резервуары төменде) бірнеше рет қатты сілкіп түтікшедегі сынап-



▲ 3.22-сурет. Максималды және минималды термометрлер. Екі мысал да сұйықтық арқылы жұмыс істейтін шыны термометрлердің түрі.

Термографтың сезімтал элементі ретінде, ұлғаю коэффициенттері әртүрлі екі металдан тұратын биметалды пластинка қолданылады. Ол екі металл бір-біріне жабысып тұрғандықтан, температураның жоғарылауымен бірге металдардың көлемі ұлғайып, таспа ұлғаю коэффициенті төмен металл жағына иіледі. Ал температураның төмендеуімен бірге биметалл пластинка қайтадан жазылады, себебі ұлғаю коэффициенті жоғары метал тез жиырылады. Биметалл пластинканың бір шеті қозғалмайтындай етіп бекітілген, ал екінші шеті тасымалдау механизмімен байланысты болады. Биметалл пластинканың қозғалысы тасымалдау механизмі арқылы басында сия қаламы бар тілге беріледі. Сия қалам, сағаттық механизмі бар барабанға тиіп тұрады. Сағаттық механизмді барабан тәулігіне бір айналым жасайды. Барабан бетіне арнайы термограф лентасы киіледі. Лента бетінде горизонтальды – температура сызықтары (1°C) мен вертикальды – уақыт сызықтары торы бар. Сия қалам, уақыттың өтуімен бірге лента бетіне ауа температурасының тербелуіне сәйкес сызық сызып отырады.



▲ 3.23-сурет. Термограф. Термограф құрылымында қолданылатын биметалды тілімше, температураны үздіксіз жазатын құрал болып табылады.

Электрлік термометрлер. Кейбір термометрлер дифференциалды кеңеюге сүйенбейді, бірақ оның орнына температураны электрлік түрде өлшейді. Резистор электр тоғының ағымына төтеп бере алатын кішкентай электрондық бөлшек болып табылады. **Терморезисторға** (жылу резисторына) ұқсас, бірақ оның электр тоғына тойтарыс бере алуы температура өзгерісіне байланысты. Температура артқан кезде, терморезистор тойтарыс беріп, тоқ ағымын азайтады. Температура төмендеген бетте, терморезистор тойтарыс беріп, тоқ ағымын ұлғайтады. Қазір температура градусы дәйектелген, температура өлшеуіші немесе сандық дисплейлер бар. Яғни, терморезистор – температура датчигі ретінде қолданылатын электрлік термометр.



▲ **3.24-сурет. Температураны электрлік өлшеу.** Бұл заманауи электрлік термометр *терморезистор* деп аталады.

Терморезистор температура өзгерістерін тез тіркеуге алатын құрылғы болып табылады. Сол себептен оларды әдетте температура өзгерісін жиі бақылайтын радиозондтарда пайдаланады. Сондай-ақ, Ұлттық ауа райы қызметі де терморезистор жүйесін Жер деңгейдегі оқулар үшін пайдаланады. Құрылғы торлы пластикалық шеңберлерден жасалған қалқан ішінде және бұл сандық дисплей жабық жерде орнатылады (**3.24-сурет**).

Құрылғы қорғанышы

Термометр көрсеткіштері қаншалықты дәл болып табылады? Дәлдігі құралдың құрылымы мен сапасына ғана емес, сондай-ақ оның орнатылған жеріне де байланысты. Тура күн сәулесінің астына орнатылған құрылғы нақты мәлімет бермейді, себебі құрылғы ауадан да көп мөлшерде күн энергиясын сіңіреді. Термометрді жылу бөлетін беткейге, ғимаратқа немесе топырақ бетіне орнатқан кезде де көрсеткіштер тура болмайды. Сол себептен бұл құрылғы метеорологиялық будка ішіне орнатылады. Будка термометрді тіке күн сәулесінен, жердің сәуле шашуынан және желден қорғап тұрады (**3.25-сурет**).

Метеорологиялық будка ағаштан жасалып, ақ түске боялады. Будканың бүйір қабырғалары саңылаулы, екі қатарлы жалюздерден тұратындықтан сыртпен ауа алмасып

тұрады. Сонымен қатар, құрылғы шөп үстіне және құрылыстардан алыс орнатылады. Құрылғы стандартты биіктікке сәйкес болуы керек, сондықтан термометр жерден 1,5 метр биіктікте орнатылады.



▲ **3.25-сурет. Стандартты құрылғы қорғанышы.** Метеорологиялық будка ағаштан жасалып (ауа өту үшін), ақ түске боялады (жоғары альбедро үшін). Будка термометрді тіке күн сәулесінен және желден қорғап тұрады.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Жер бетіндегі бұрын-соңды тіркелінген ең төменгі температура қандай?

Тіркелген ең төменгі температура – 89°C. Бұл ең суық температура Антрактидада, ал Ресейлік Шығыс станциясында 1983 жылы 21 шілдеде тіркелген.

Температуралық шкалалар

Америка құрама штаттарында теледидардағы ауа райы болжамдарында температураны Фаренгейт шкаласымен береді. Бірақ ғалымдар, сондай-ақ АҚШ-тың басқа көпшілігі Цельсияны қолданады. Ғалымдар кейде Кельвин, абсолюттік шкаласын пайдаланады. Осы үш температура шкалалары арасында айырмашылықтар қандай? Температураны сандық өлшеу мүмкіндігі үшін, осындай өлшеулерді бекіту қажет болды. Мұндай температура шкалалары **бастапқы нүктені** пайдалануға негізделген, кейде оны тұрақты нүкте деп те атайды. **3.26-сурет** осы үш жиі қолданылатын температуралық шкалаларды салыстырады.

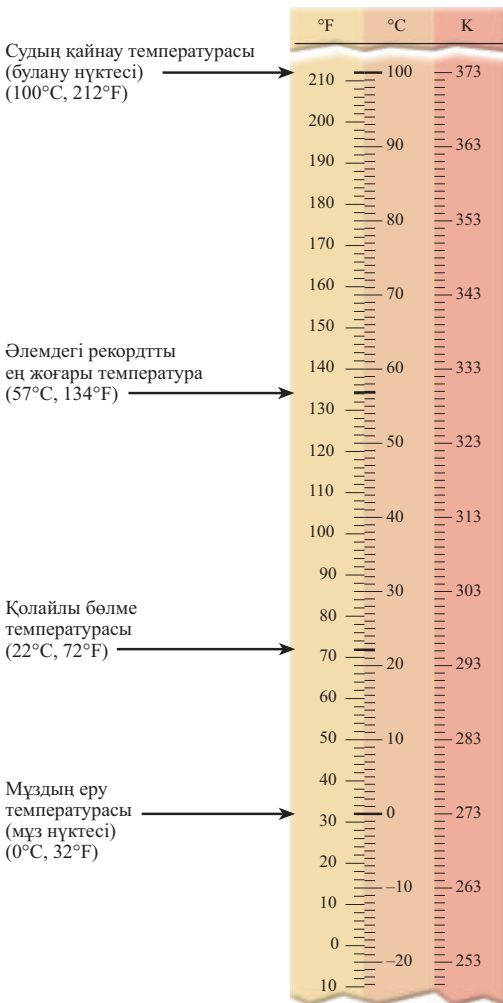
Фаренгейт шкаласы. 1714 жылы Габриэль Дэниел Фаренгейт, неміс физигі, **Фаренгейт шкаласын** ойлап тапты.

Қалыпты атмосфералық қысымда мұздың қату және судың қайнау нүктелерінің аралығын 180 бөлікке бөлу арқылы алынған температуралық шкала. Ол бойынша мұздың қату нүктесі 32°F, судың қайнау нүктесі 212°F мәндеріне теңестіріледі. Адам денесінің дұрыс

температурасы 98.6°F . болады. Фаренгейт шкаласы бойынша алынған температураны *Цельсий* шкаласына айналдыру $t^{\circ}\text{C} = 5/9(t^{\circ}\text{F})$ формуласы арқылы орындалады, яғни $1^{\circ}\text{F} = 5/9^{\circ}\text{C}$.

Цельсий шкаласы. 1742 жылы, Фаренгейт шкаласы ойлап табылған 28 жылдан кейін Андерс Цельсий, швед астрономы, мұздың қату нүктесі 0° және судың қайнау нүктесі 100° болатын ондық шкаласын ойлап тапты. Көптеген жылдар бойы ол *жүз градус-тық шкала* деп аталды, *бірақ* ойлап табылғаннан кейін **Цельсий шкаласы** деп аталады.

Мұздың еру және судың қайнау нүктелерінің аралығындағы интервал **Цельсий шкаласы бойынша** 100°C болса, **Фаренгейт шкаласы бойынша** 180°C , сол себептен $180/100$ немесе $1,8$ коэффициенті бойынша Цельсий ($^{\circ}\text{C}$) градусы Фаренгейт ($^{\circ}\text{F}$) градусынан жоғары. Сондықтан, бір жүйеден екінші жүйеге өзгерткенде градус аралығындағы айырмашылықты ескерген жөн. Цельсий шкаласы бойынша өзгерткенде мұздың қату нүктесі 32°C емес 0°C болу қажет. Бұл қатынас 3.26-суретте көрсетілген.



▲ 3.26-сурет. Үш температура шкалаларының салыстырмасы.

Цельсий және Фаренгейт шкалаларында аталған қайнау нүктесі таза су мен стандартты теңіз деңгейіндегі қысым кезінде ғана қарастырылады. Осы фактіні есте сақтау қажет, өйткені судың қайнау нүктесі биіктік ұлғайған сайын біртіндеп төмендейді.

Цельсий-Фаренгейт қатынасы, сондай-ақ келесі формулалармен көрсетілген:

$$^{\circ}\text{F} = (1,8 \times ^{\circ}\text{C}) + 32$$

және

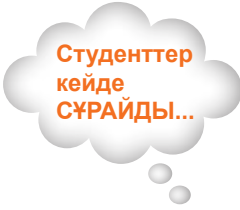
$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1,8}$$

Формулалар $1,8$ факторлы және 0° нүктесіндегі ± 32 факторлы өлшем дәрежесі арқылы өзгертілген.

Кельвин шкаласы. Кейбір ғылыми мақсаттар үшін, үшінші температуралық шкала, **Кельвин (қысқартылған түрде К)** шкаласын пайдаланады. Термодинамикалық температуралық шкала, қолданысқа 1848 жылы енгізілді. Бұл шкаланың ең төменгі температурасы абсолюттік ноль (0°K) және бір ғана тұрақты нүктеге сүйенеді. Ол тұрақты нүкте – судың үштік нүктесі, яғни судың үш күйінің (қатты, сұйық, газ) теңдік қалыпта тұратын нүктесі. Оған $273,16^{\circ}\text{K}$ мәні берілген. Бұл шкала бойынша мұздың қату нүктесі 273°K , ал судың қайнау нүктесіне 373°K температурасы берілген (3.26-сурет).

Кельвин және Цельсий арасындағы қатынас келесі түрде көрсетіледі:

$$^{\circ}\text{C} = K - 273 \text{ немесе } K = ^{\circ}\text{C} + 273$$



Қандай елдерде Фаренгейт шкаласын пайдаланады?

Құрама Штаттар мен Белиз (Орталық Америкада шағын мемлекет) күнделікті қолданыста Фаренгейт шкаласын пайдалануды жалғастыруда. Қалған басқа елдер Цельсий шкаласын, ал ғылыми қауымдастық Цельсий және Кельвин шкаласын пайдаланады.

✓ 3.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Аталған термометрлердің қалай жұмыс жасайтынын сипаттап беріңіз: шыны ыдыстағы сұйықтық, максималды және минималды термометр, биметалды тілімше және терморезистор.
- 2 Термограф дегеніміз не? Термограф құрылғысында механикалық термометрдің қандай түрі қолданылады?
- 3 Ауаның нақты температурасы жайлы мәліметті алу үшін дәл анықтайтын термометрден басқа қандай факторларды ескерген жөн?
- 4 Мұздың қату және судың қайнау нүктелері дегенді қалай түсінесіз? Аталған үш шкалада бұл нүктелерге қандай шамалар берілді?

3.6 Температура мәліметтерінің қолданылуы

Бірнеше температуралық мәліметтердің қолданылуын жалпылау.

Температуралық мәліметтерді пайдаланудың көптеген пайдалы жолдары бар. Бұл бөлімде сіз энергияны пайдалануға қатысты кейбір қарапайым, бірақ маңызды көрсеткіштер туралы оқып біле аласыздар, мысалы, ауыл шаруашылығында, жалпы адамға ыңғайлылығы жайында.

Тәуліктік температура деңгейлері

Үш индикатор тәуліктік температура деңгейлерінің мағынасын ашады: тәуліктің жылыну деңгейі, тәуліктің салқындау деңгейі және белсенді температура жиынтығы. Алғашқы екі салыстырмалы көрсеткіш жылыну мен салқындау үшін ауа райының қажеттілігі мен шығындарын бағалауға мүмкіндік береді. Үшінші көрсеткішті фермерлер дәнді дақылдардың пісіп-жетілуін бағалау үшін қолданады.

Тәуліктің жылыну деңгейі. Энергия қажеттілігі мен қолданылуын бағалау үшін кең түрде қолданатын тәсілдердің бірі тәуліктің жылыну деңгейін анықтау. Бұл индекс далада күнделікті орташа температура 65°F немесе одан жоғары болған кезде ғимаратты жылыту талап етілмейді деген болжамнан туындап отыр. Ұлттық ауа райы қызметі және американдық бұқаралық ақпарат құралдары күнделікті ақпаратты Фаренгейт шкаласымен бергендіктен, біз де осы шкаланы қолданамыз. Егер температура 65°F төмен болса, бұл 1 күндік жылыту деп есептелінеді. Сөйтіп тәуліктің жылыну деңгейі 65°F -тен төмен

тәуліктің орташа температурасын есептеумен анықталады. Орташа температурасы 50°F болатын тәуліктің жылыну деңгейі 15°F болады егер 65°F және одан жоғары болса жылыну деңгейі болмайды.

Ғимаратта белгілі бір температураны ұстап тұру үшін қажетті жылу мөлшері тәуліктің жылыну деңгейінің жалпы мөлшеріне тура пропорционалды. Бұл қатынас жылыну деңгейін жоғарылатуға жағылатын отын шығынын еселейді. Демек, айына 1000 тәуліктік жылыту деңгейі қажет болса, отын мөлшері айына 500 тәуліктік жылыту деңгейіне қарағанда, екі есе ұлғаяды. Әртүрлі жерлердегі маусымдық салыстырулар жүргізілгенде отынды маусымдық тұтытудағы айырмашылықтарды бағалауға болады (3.2-кесте). Мысалы, Лос-Анджелестегі ғимаратты жылыту үшін 1300 тәуліктік жылыту деңгейі қажет, ал сол сияқты Чикагодағы ғимарат үшін 5 есеге артық отын мөлшері қажет (жалпы 6500 тәуліктік жылыту деңгейі). Бұл пайымдау құрылыс ерекшелігі мен халықтың күнделікті тұрмыс-тіршілігі ұқсас болған жағдайда ғана дұрыс бола алады.

Есеп беру мақсатында жылу беру маусымы 1-шілде мен 30-маусым аралығы деп белгіленеді. Есептер арқылы салыстырма жұмыстары жүргізіліп, өткен жылғы көрсеткіштер мен ағымдағы жылдар көрсеткішінің арасындағы айырмашылық анықталады. Соның нәтижесінде ағымдағы маусымның тәуліктің жылыну деңгейінің қалыптылығы немесе өзгешелігі анықталады.

Тәуліктің салқындау деңгейі. Жылытуға деген отын қажеттілігі тәуліктің жылыну деңгейін бағалау және салыстыру арқылы анықталса, ғимаратты салқындату үшін қажетті энергия мөлшерін дәл солай анықтауға болады, ол **тәуліктің салқындау деңгейі деп аталады**. 65°F температуралық көрсеткіш осы индексті есептеу үшін де қолданылады, **тәуліктің салқындау деңгейі** 65°F-тен жоғары тәуліктің орташа температурасын есептеумен анықталады. Орташа температурасы 80°F болатын тәуліктің салқындау деңгейі 15°F болады. Тәуліктің салқындау деңгейінің орташа жылдық көрсеткіші 3.2-кестеде көрсетілген.

3.2-кесте. Таңдалған қалалар үшін жылдық орташа жылыну және салқындау деңгейі

Қала	Тәуліктің жылыну деңгейі	Тәуліктің салқындау деңгейі
Анкоридж, Аляска	10,470	3
Балтимор, Мэриленд	3807	1774
Бостон, Массачусетс	5630	777
Чикаго, Иллинойс	6498	830
Денвер, Колорадо	6128	695
Детройт, Мичиган	6422	736
Грейт Фолс, Монтана	7828	288
Международный Фолс, Миннесота	10,269	233
Лас-Вегас, Невада	2239	3214
Лос Анджелес, Калифорния	1274	679
Майами, Флорида	149	4361
Нью-Йорк	4754	1151
Феникс, Аризона	1125	4189
Сан-Антонио, Техас	1573	3038
Сиэтл, Вашингтон	4797	173

Мәлімет көзі: NOAA, Ұлттық климаттық мәліметтер орталығы

Балтимор және Майамиға арналған қорытындыларды салыстыру арқылы, Балтимордағы ғимаратты салқындатуға қарағанда, дәл сондай Майами ғимараттарын салқындатуға қажетті отын мөлшері $2\frac{1}{2}$ есеге артық. «Салқындау маусымы» шартты түрде қаңтардың 1-нен 31-желтоқсанға дейін өлшенеді. Тәуліктің салқындау деңгейі бойынша есеп жасағанда ағымдағы жылдың 1-қаңтарынан бастап алынған көрсеткіштер қолданылады.

3.4-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Жылу толқындары

Ауа температурасы бірнеше күннен бірнеше аптаға дейін нормадан ауытқыған ыстық температуралық көрсеткіштен түспесе, ол жылу толқындарын тудырады. Мұндай күндері ауа ылғалдылығы да жоғары болады. Жылу толқындарының адамдарға әсері әртүрлі. Қарт адамдар осал болады, себебі ыстық температура әлсіз дене мен жүрекке үлкен ауыртпалық әкеледі. Кондиционер орнатуға мүмкіншілігі жоқ адамдар да зардабын шегеді. Зерттеулер бойынша өлім деңгейін жоғарылататын температура бір қаладан екінші қалаға ауысуда. Далласта (Техас) өлім деңгейі жоғарылағанға дейін температура 39°C , ал Сан-Францискода температура тек 29°C болды.

Жылу толқындары торнадо, дауыл, су тасқыны сияқты қорқыныш сезімін оятпайды. Бірақ оның қатері бірнеше минут немесе бірнеше сағатта емес, ұзақ уақытқа созылатын жылу толқындарымен туындайды. Жылу толқындарының басқа төтенше ауа райы құбылыстарымен келтіретін залалынан төмен болғанымен, адам өміріне өте қауіпті болып табылады.

1936 жылдың жазы

1936 жылдағы Солтүстік Америкадағы жылу толқыны континенттің қазіргі заман тарихындағы ең ауыр кезеңі болды. Ол экономикалық қиын қыстау жылдарында орын алды және Ұлы жазықтар мен Орта Батыстың көптеген бөліктеріндегі құрғақшылықпен тұспа-тұс келді. Ұзаққа созылған жылу толқын маусым айының соңында басталып, қыркүйекке дейін аяқтала қойған жоқ. Қаза болғандар саны 5000-нан асып, көптеген аймақтардың ауыл шаруашылығына апатты шығындарды әкелді. Сол жазда болған бұл төтенше температура әлі де тіркеуде. Ағымдағы рекордтық температура 13 штатта 1936 жылдың шілдесі мен тамыз аралығында болған (**3А-кесте**). Басқа да төтенше тіркеулер бар. Мысалы, Вернонда (Иллинойс) 18 күн қатарынан (12-29 тамыз аралығында) температура 38°C асып түсті.

Қатерлі әсерлер

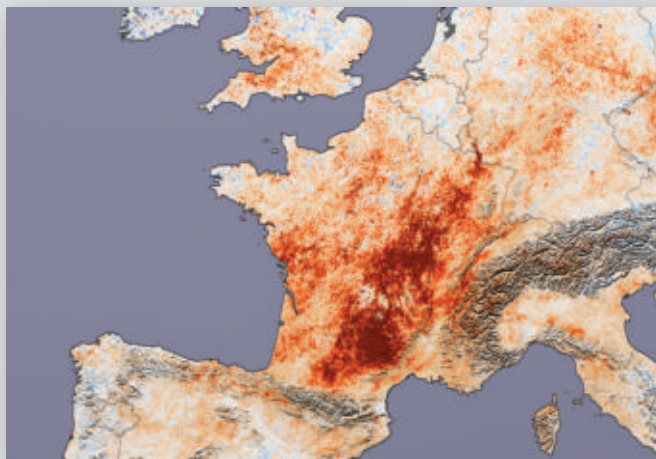
Бір ғасырдан астам уақыттан кейін Еуропаның көптеген бөліктерінің зардап шегуіне себеп болған ең қауіпті жылу толқыны 2003 жылдың жазында болды. **3(Г)-сурет** осы қатерлі оқиғаға байланысты. Мемлекеттік мәліметтер негізіндегі есептеу бойынша қаза болғандар саны 20000-35000 аралығында болды. Көпшілігі тамыздың ең ыстық алғашқы екі аптасы аралығында қайтыс болды. Зардап шеккендердің ең көп саны (14000-нан астам) Францияда болды.

Жазғы ыстықтың қауіпті әсерлерінің артуын **3(Д)-суреттен** байқауға болады, бұл суретте 2004-2013ж. аралығындағы 10 жылдық кезеңде табиғи құбылыстар салдарынан болған орташа жылдық апат саны көрсетілген. Көрсеткіштерді салыстыру арқылы, қатты ыстықтан апат саны ең жоғары көрсеткіштердің бірі болып табылатынын айқындайды.

Жылу толқындарының қатері, әсіресе қаладағы жылыну аралдарына байланысты жоғары болып табылады (3.3-мәліметтер жинағы). Ауылдық аймақтардағыдай ірі қалаларда жылу толқыны кезінде түнде температура салқындамайды, сол себептен қаланың ішкі аймақтарындағы ыстықтың қатерлі мөлшерінде біраз айырмашылықтар болуы мүмкін.

3А-кесте. 1936 жылғы мәліметтер бойынша штаттарда болған температура

Штат	Температура (°F)	Дата
Арканзас	120	10 тамыз
Индиана	116	14 шілде
Канзас	121	24 шілде
Луизиана	114	10 тамыз
Мэриленд	109	10 шілде
Мичиган	112	13 шілде
Миннесота	114	13 шілде
Небраска	118	24 шілде
Нью-Джерси	110	10 шілде
Солтүстік Дакота	121	6 шілде
Пенсильвания	111	10 шілде
Батыс Вирджиния	112	10 шілде
Висконсин	114	13 шілде

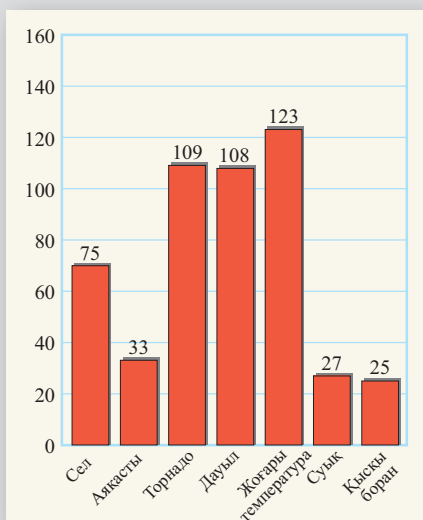


Жер беті температурасының айырмашылығы (°C)



▲ **3(Г)-сурет. Франциядағы жылу толқыны.** Бұл сурет спутниктік мәліметтерден алынған және 2000, 2001, 2002, 2004 жылдармен салыстырғанда 2003 жылдағы (20-шілде, 20-тамыз аралығы) Еуропадағы жылу толқыны кезінде жер бетіндегі күндізгі ауа температурасының айырмашылығын көрсетеді. Қою қызыл түстегі аймақта температура басқа жылдармен салыстырғанда 10°C жоғары болып, Франция ең ыстық аймаққа айналды.

Сонымен қатар, атмосфералық жағдайдағы тоқырауды жылу толқындарының қала аймағында ластаушы заттарды тұзаққа түсіруімен байланыстырады және жоғары температурамен туындаған қатер үстіне ластанған ауа қатері де қосылады.



▲ **3(Д)-сурет.** 2004-2013 ж. аралығындағы 10 жылдық кезеңде табиғи құбылыстар салдарынан болған орташа жылдық апат саны. Суреттегі дауыл категориясының көрсеткішіне 2005 жылы болған Катрина дауылы қатты әсер етті. Бұл 10 жылдық кезең барысында болған Катрина дауылы 1079 апат болғандардың 1016-сына жауапты.

1995 жылдың шілде айында Құрама Штаттар орталығында қысқа бірақ қарқынды жылу толқыны болып өтті. Орталық Батыстың солтүстігінде соңғы 50 жылдағы ең қауіпті 5 күндік кезеңде жалпы 830 адам қаза болды. Қаза болғандардың ең көп саны (525 адам) Чикагода болды. Бұл оқиға жылу толқындары көп болатын ірі қалаларды ескертудің тиімді жоспарлары мен осыған орай әрекет жасау шараларын қабылдауға назар аудартты.

Жылу толқындары мен климаттың өзгеруі

Адам әрекетіне байланысты жаһандық жылынудың ықтимал салдарының біреуіне жылу толқындарының жиілігі мен тигізетін қауіпін ұлғайту болып табылады. Климаттың өзгеруі бойынша үкіметаралық сарапшылар комиссиясының (IPCC) 2013 жылғы есебі бойынша, XX ғасырдың ортасынан бастап адамдардың әрекеті температураның шектен тыс өзгеруіне үлесін қосты дейді.

Үлес қосу көрсеткіші 90 және 99 пайыз аралығында. Есепте сондай-ақ XXI ғасырда жылыну немесе өте жиі ыстық күндер мен түндер көптеген Жерлерде байқалады және жылу толқындары жиіленіп, ұзақтығы созылады делінген. 14-бөлімде Климаттың өзгеруі бойынша үкіметаралық сарапшылар комиссиясы (IPCC) және жаһандық климаттың өзгеру салдары жайлы оқитын боласыздар.

Сұрақ

1. Жылу толқындарының салдарынан қайтыс болғандар санын басқа да табиғи құбылыстардан қайтыс болғандармен салыстырғанда қандай?

Тәуліктің салқындау деңгейі мен тәуліктің жылыну деңгейінен де маңызды, мысалы жел жылдамдығының әсері, күн радиациясы, жауын-шашын мөлшері, орташа тәуліктік температура сияқты көрсеткіштерді назарға алу өте маңызды болып табылады.

Белсенді температура жиынтығы. Ауыл шаруашылығында дәнді дақылдардың пісіп-жетілетін күнін болжамды түрде анықтау үшін температуралық мәліметтер қолданылады. Бұл индекс белсенді температуралық жиынтық деп аталады. Белсенді температуралық жиынтық – белгілі бір өсімдіктің пісіп-жетілуіне қажетті жылу мөлшерін және топырақтың немесе ауаның орташа тәуліктік температурасын сипаттайтын көрсеткіш. Мысалы, тәтті жүгерінің базалық пісіп-жетілу температурасы 50°F болса, бұршақ үшін 40°F болып табылады. Осылайша, тәуліктің орташа температурасы 75°F болған кезде тәтті жүгерінің белсенді температуралық жиынтығы 25, ал бұршақтыкі 35 болады.

Өсу маусымының басталуына бастап, **белсенді температуралық жиынтық** мәні де артады. Егер 2000 белсенді температуралық жиынтық дақыл үшін қажет болса, ол 2000 жиынтыққа жеткенде дақыл жинауға дайын болуы тиіс. Бұл индекс басақ да өсімдіктің өсуі үшін маңызды көптеген факторлар әсер етеді, мысалы, ылғалдылық жағдайы, ашық күндер саны. Дегенмен, бұл жүйе дақылдарды жинау мерзімін шамамен анықтаудағы қарапайым және кең пайдаланылатын құралы ретінде қызмет етеді.

Адамға қолайсыз температуралық индекс

Жаз маусымындағы ауа райы хабарламалары халыққа жоғары температура мен жоғары ылғалдылықтың бір уақытта болуының зиянды әсері барын ескертеді (3.4-мәліметтер жинағы). Ал қыста төмен температура мен күшті жел әсерінің ұштасуындағы әсерді еске аламыз.

Бірінші жағдайда күннің өтіп кету қаупі туралы ескертсе, екінші жағдайда үсіп қалу қаупі туралы ескертеді. Бұл көрсеткіштер **жуық температура** – адам қабылдай алатын температура. Күннің өтіп кету немесе үсіп қалу фактісі адамның ауа температурасын сезінуі термометр көрсеткішіндегі нақы ауа температурасынан айырмашылығы бар екенін айқындайды.

Адамның денесі үздіксіз энергия шығаратын жылу генераторы сияқты. Организмнен жылудың шығып кетуін тездететін факторлардың барлығы температураны сезінуге әсер етеді, ал ол өз ретінде адамның жайлылық сезімін қорғайды.

Бірнеше факторлар адам денесінің жылулық жайлылығын реттеп отырады және ауа температурасы ең алғашқысы болып табылады. Сондай-ақ басақ да қоршаған орта жағдайлары маңызды болып табылады, мысалы, салыстырмалы ылғалдылық, жел, күн сәулесі.

Күннің қатты қызуы. Ыстық күндердегі жоғары ылғалдылық адам өзін жайсыз сезінуге үлес қосады. Неге ыстық, ылғалдылық жоғары күндері соншалықты жайсыз? Адамдар басақ сүтқоректілер сияқты жылықанды болып табылады, қоршаған ортаның температурасына қарамастан дененің тұрақты температурасын ұстап тұрады. Адам денесінде жылу екі жолмен реттеледі. Біріншісі – *химиялық жол*, екіншісі – *физикалық жол*. Химиялық жолмен жылудың реттелуі зат алмасу кезінде ағзада түзелетін жылу мен бұлшық еттердің жұмысына байланысты.

Бұл тағамның құрамындағы ағзалық заттардың ыдырауынан бөлінетін энергия арқылы реттеледі. Физикалық жолмен реттелуі ағзада пайда болған энергияның сыртқы ортаға жылу түрінде бөлінуі арқылы жүзеге асады. Оған теріден судың тер арқылы булануы мысал болады. Тері арқылы ағзадағы жылудың реттелуі тер бездерінің, қан тамырларының, тері шелмай қабатының қатысуымен жүреді.

		Жылу индексі													Ұзақ уақыт экспозиция немесе физикалық белсенділік
		Салыстырмалы ылғалдылық (%)													
Ауа температурасы (°F)		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
		110	136												
108	130	137													
106	124	130	137												
104	119	124	131	137											Күн тию қауіпі, бұлшық еттің тартылуы және/немесе ыстық өтуі мүмкін
102	114	119	124	130	137										
100	109	114	118	124	129	136									
98	105	109	113	117	123	128	134								
96	101	104	108	112	116	121	126	132							
94	97	100	102	106	110	114	119	124	129	135					
92	94	96	99	101	105	108	112	116	121	126	131				Шаршау мүмкіндігін ескеру
90	91	93	95	97	100	103	106	109	113	117	122	127	132		
88	88	89	91	93	95	98	100	103	106	110	113	117	121		
86	85	87	88	89	91	93	95	97	100	102	105	108	112		
84	83	84	85	86	88	89	90	92	94	96	98	100	103		
82	81	82	83	84	84	85	86	88	89	90	91	93	95		
80	80	80	81	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87		

▲ **3.27-сурет. Жылу индексі жуық температураны көрсетеді.** Салыстырмалы ылғалдылықтың артуы сондай-ақ жуықты температураны да жоғарылатады. Мысалы, ауа температурасы 90°F және салыстырмалы ылғалдылық 65 пайыз болғанда ол 103°F сияқты сезіледі.

Тер шығару арқылы адам денесінің температурасын басады. Ал жоғары ылғалдылық адам денесінен тер шығуға кедергі келтіреді, сөйтіп адам өзін ыстық және құрғақ күндерге қарағанда ыстық және ылғалды күндері неғұрлым жайсыз сезінеді.

Жалпы, температура мен ылғалдылық жаз мезгіліндегі адам жайлылығын тудыратын ең маңызды элементтер болып табылады. Жайлылық немесе жайсыздық деңгейін белгілеу үшін Ұлттық ауа райы қызметі **күннің қатты қызу индексі**н немесе қызу индексіні пайдаланады.

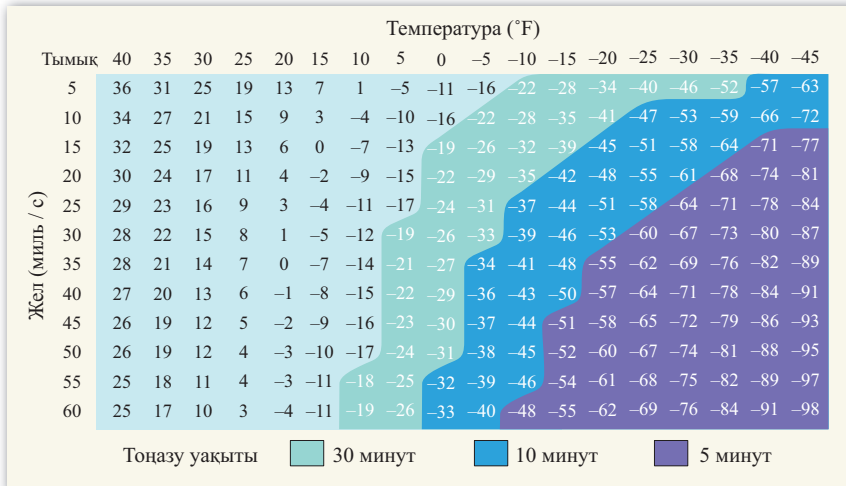
3.27-суреттен сіз салыстырмалы ылғалдылық шамасының артуымен бірге күннің қатты қызу индексінің де артуын байқай аласыз. Салыстырмалы ылғалдылық төмен болған жағдайда анықталған температура нақты ауаның температурасынан төмен болуы мүмкін. Сондай-ақ күн сәулесінің түсу мөлшері, желдің жылдамдығы және тұлғаның жалпы денсаулығы адамның сезінетін күйзеліс мөлшеріне әсер етеді. Қосымша ретінде айтып кететін болсақ, Жаңа Орлеан тұрғындары ыстық, ылғалды ауа райын оңай қабылдай алғанмен, дәл осындай жағдайды Миннеаполистің солтүстігіндегі халық көтере алмауы мүмкін. Себебі Мұндай ауа райы жағдайы Миннеаполис тұрғындарына үйреншіксіз және өте сирек кездесетін жайт. Ал Жаңа Орлеан тұрғындары үшін бұл ауа райы жағдайы қалыпты болып табылады.

Суық желдер

Ауа қозғалысынан қыс мезгіліндегі болатын суық барлығымызға мәлім. Суық күндері соққан жел адамға қолайсыздық тудырады. Суық жел киімнен денеге өтіп, оның жылу

сақтау қабілетін төмендетеді, сөйтіп адам денесі салқындайды. Мұндай кезде дененің жылу бөлуінен қарағанда салқындауы жоғары болады.

АҚШ-тың ұлттық ауа райы қызметі және Канада метеорологиялық қызметтер жел мен суықтың адам терісіне қалай әсер ететінін есептеу үшін **суық желдер температурасының (СЖТ) индексі** пайдаланады (3.28-сурет). Есептеу барысында бет деңгейінде желдің әсер ету индексі және дененің жылу жоғалту көрсеткіштері ескеріледі.



▲ **3.28-сурет. Суық желдер графигі.** Фаренгейт шкаласында көрсетілу себебі Құрама Штаттардағы ұлттық ауа райы қызметі мен бұқаралық ақпарат құралдары әдетте суық желдерге байланысты ақпаратты хабарлауда осы шкаланы пайдаланады. Графигтегі сызықталған бөліктер үсу қаупін көрсетеді. Әр түстегі аймақта қанша уақыт аралығында адам үсіп қалатыны көрсетілген. Мысалы, 0°F температура және сағатына 15 миль желдің жылдамдығы -19°F суық жел температурасын туындатады. Мұндай жағдайда, адамның денесінің ашық жері 30 минутта үсіп қалады.

Бұл тоназыталған аэродинамикалық құбырда адам субъект ретінде сыналған болатын. Осы сынақтардың нәтижелері формула дәлдігін бағалау және жақсарту үшін пайдаланылды. Суық желдер графигі үсу индикаторынан тұрады, ол қандай температура, жел жылдамдығы және уақыт аралығында үсу болатынын көрсетеді (3.28-сурет).

Қыстың суық және желді күні мен шуақты әрі желсіз күндерін салыстырғанда, шуақты күні температура термометр көрсеткіштерінен қарағанда жылырақ сезіледі. Бұл жағдайда, жылы сезім дененің тікелей күн радиациясын сіңіруі салдарынан туындады. Индекс күн радиациясының компенсациясын есепке алмайды. Мұндай фактор болашақта қосылуы мүмкін.

Суық желдер температурасы адамға жайсыз жағдайды ғана бағалауға арналғанын есте сақтаған жөн. Жайсыздық деңгейі әртүрлі адамдармен түрліше сезілуі мүмкін, себебі оған көптеген факторлар әсер етеді. Жеке тұлғалар бір-бірінен жасы, физикалық жай-күйі, денсаулық жағдайы, сондай-ақ белсенділік деңгейімен ерекшеленеді. Дегенмен, суық желдер температурасының (СЖТ) индексі пайдалы болып табылады, себеі сол арқылы адамдар жел және суықтың зиянды әсеріне қатысты неғұрлым негізделген шешімдер қабылдай алады.

✓ 3.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Тәуліктік температура деңгейлерінің мағынасын ашатын үш индикатордың айырмашылығын түсіндір.
- 2 Жуық температура дегеніміз не?
- 3 Жаз маусымындағы жоғары ылғалдылық неге адамды жайсыз сезіндіреді?
- 4 Суық желдер термометрде анықталған температурадан төменірек салқындықты сезінуге қалайша ықпал етеді?

3 Температура тұжырымына шолу

3.1 Жазба үшін: Ауа-температура бойынша мәліметтер

► Температуралық мәліметтердің жиі қолданылатын бес түрін анықтау және изотерманы қолдану арқылы температура жайлы мәліметті бейнелейтін картаны түсіндіру.

Түйінді сөздер: тәуліктік орташа температура, орташа айлық температура, орташа жылдық температура, изотерма температура градиенті

- Тәуліктік орташа температура 24 сағаттық көрсеткіштердің орта есебімен немесе 24 сағат ішіндегі ең жоғары және ең төменгі температура қосындысын 2-ге бөлу арқылы анықталады. Тәуліктік температура диапазоны ең жоғары және ең төменгі көрсеткіштің арасындағы айырмашылықты табу арқылы есептеледі. Орташа айлық температура осы айдағы әр күннің орташа тәуліктік температураларының жиынтығын осы айдағы тәулік санына бөлу арқылы, ал орташа жылдық температура барлық орташа айлық температура жиынтығын 12-ге бөлу арқылы анықталады. Жылдық температура диапазоны ең ыстық және ең суық айдың орташа температура арасындағы айырмашылықты табу арқылы алынады.
- Картада ауа температурасының таралуын қарастыру үшін изотермалар қолданылады. Изотерма картадағы бірдей температураларда орналасқан нүктелерді байланыстыратын сызық. Температура градиенті – температура өзгеруінің қашықтық бірлігіне келетін шамасы. Жақын орналасқан изотермалар температура өзгерісінің күрт жылдамдығын, ал кеңінен орналасқан сызықтар температураның біртіндеп өзгеруін көрсетеді.

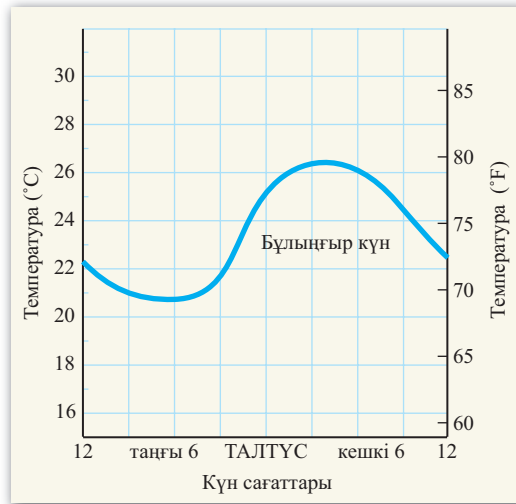
3.2 Температуралар неге өзгереді: Температура

реттеуіштері ► Түйінді температуралық реттеуіштердің атаулары және мысалдарды қолдану арқылы олардың әсерін сипаттау.

Түйінді сөздер: температура реттеуіштері, меншікті жылу сыйымдылық

- Температуралық реттеуіштерге жерден жерге, уақыттан уақытқа байланысты температураның өзгеруіне себеп болатын кез-келген факторды жатқызамыз. Бұған жақсы мысал ретінде 2-тарауда, температуралық ауытқулардың ең маңызды себептері қарастырылған – күн радиациясын қабылдаудағы өзгешеліктер.

- Топырақ пен су беткейлерінің әрқелкі жылынуын температуралық реттеуіштер деп қарастыруға болады. Су бетінің температурасы Жер бетінің температурасына қарағанда баяу жоғарылайды және төмендейді. Жер телімдерінде су басым аймақтарға қарағанда, көбірек температуралық ауытқулар болады.
- Поллюске бағытталған жылы мұхит ағыстары орта ендіктегі қоңыржай қысқы температураның қалыптасуына, ал суық ағыстар орта ендіктерге жаз мезгілінде немесе жыл бойы әсер етеді.



- Теңіз деңгейіндегі биіктіктік температура реттеушісі екенін оңай байқауға болады: неғұрлым жоғары көтерілген сайын соғұрлым суық бола бастайды; сондықтан, таулар іргелес жазық жерлерге қарағанда, суық болып табылады.
- Географиялық орналасу айтарлықтай температураға әсер етуі мүмкін. Мұхиттан құрлыққа үнемі жел соғатын жағалау аймақтарда (желді жағалау), керісінше құрлықтан мұхитқа соғатын аймақтармен (ықты жағалау) салыстырғанда температуралық өзгерістер анық байқалады. Жағалаулық аймақта мұхиттың әсерінен, сол ендікте теңізден алшақ орналасқан жермен салыстыратын болсақ, климат жұмсарып, жазы салқын, қысы жылы болады.

Сұрақ. Бұл диаграмма бұлыңғыр күндегі сағаттық температура графигі болып табылады. Егер күн бұлыңғыр болмаса, онда графикте қандай өзгешілік болар еді? Түсіндіріңіз.

3.3 Температураның дүниежүзілік таралуы ► Дүниежүзілік температура карталарында бейнеленген сызықтарды түсіндіру.

- Жердің қаңтар және шілде айларындағы орташа температурасын көрсететін картасында шығыстан батысқа бағытталған изотермалар тропиктен полюске қарай температураның төмендеуін көрсетеді. Екі картаны салыстырғанда температураның ендік бойынша

өзгерісін жеңіл байқауға болады. Тоғысқан изотермалар мұхит ағыстарының орналасуын анықтайды.

- Экватор маңында жылдық температура диапазоны төмен, ендіктің ұлғайған сайын жылдық диапазон да артады. Тропиктен тыс белдеулерде, теңіздің әсері төмендеген сайын жылдық температура диапазоны да артады.

Сұрақ. 3.16-суретке назар салыңыз. Солтүстік Атлантикада изотерманың иілуіне не әсер етеді?

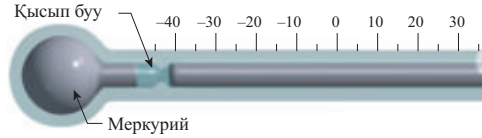
3.4 Ауа температурасының циклдері ► Ауа температурасының түйінді тәуліктік және жылдық циклдерін талқылау

- Ауа температурасының тәуліктік циклін бақылау жалпы ауысыммен түсіндіріледі: бұл тәуліктік жер айналымы, күн мен түннің ауысуы. Ең жоғары температура байқалатын кез максималды сәулелену кезімен сәйкес келмейді. Максимумның талтүстен түстен кейінгіге дейін кешігуі максимумнан артта қалу деп аталады.
- Тәуліктік температура диапазоны орналасу факторына, яғни ендікке және жағажайлық аймақта орналасуына байланысты болады. Ол сондай-ақ бұлттылық пен ылғалдылыққа да байланысты болады.
- Жер атмосферасының жылыну механизміне байланысты, айлық температураның жоғарылауы мен төмендеуі түсетін күн радиациясының жоғарылауы мен төмендеуіне байланысты бола бермейді.

3.5 Температура өлшеуіштері. ► Өртүрлі термометрлер қалай жұмыс жасайтынын және неге термометрлерді қолдану дәл көрсеткіштерді алудың маңызды факторы болып табылатынын түсіндіріңіз. Фаренгейт, Цельсий және Кельвин температуралық шкалаларын айыра білу.

Түйінді сөздер: термометр, шыны-сұйықтық термометрлер, максимум термометр, минимум термометр, биметалды тілімше, термограф, терморезистор, бекітілген нүкте, Фаренгейт шкаласы, мұздың қату нүктесі, судың қайнау нүктесі, Цельсий шкаласы, Кельвин (абсолюттік) шкаласы, абсолюттік нөл

- Термометрлер температураны механикалық немесе электрлік түрде өлшейді. Көптеген материалдар қыздырған кезде кеңейіп, салқындағанда тарылады, механикалық термометрлер осы сипатты пайдалану арқылы жұмыс істейді. Электрлік термометрлер температураны өлшеу үшін терморезисторды (жылу резисторы) пайдаланады.
- Ауа температурасын өлшейтін құралдың дәлдігі құрылымы мен сапасына ғана емес, сондай-ақ оның орнатылған жеріне де байланысты. Ең қолайлы орнатылу жері – метеорологиялық бутка.
- Температуралық шкалалар бастапқы нүктені пайдалануға негізделген, кейде оны тұрақты нүкте деп те атайды. Мұндай үш ортақ шкалалар бұл: Фаренгейт шкаласы, Цельсий шкаласы және Кельвин немесе абсолюттік шкала.



Сұрақтар. Бұл эскиз арнайы функциясы бар термометрдің бір бөлігін бейнелейді. Бұл қандай функция? Оны сіз қалай түсіндіңіз?

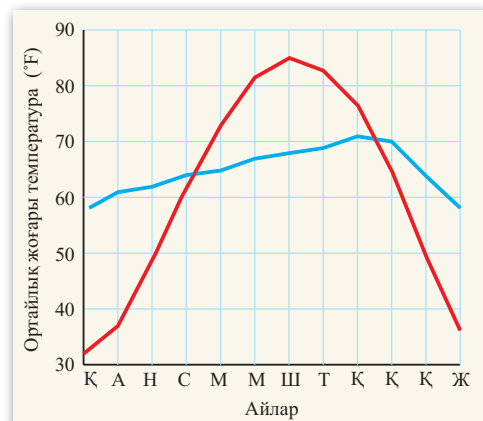
3.6 Температура мәліметтерінің қолданылуы. ► Бірнеше температуралық мәліметтердің қолданылуын жалпылау.

Түйінді сөздер: тәуліктің жылыну деңгейі, тәуліктің салқындау деңгейі, белсенді температуралық жиынтық, жуық температура, күннің қатты қызу индексі, суық желдер температурасы (СЖТ)

- Энергия қажеттілігі мен қолданылуын бағалау үшін кең түрде қолданатын тәсілдердің бірі тәуліктің жылыну деңгейі мен тәуліктің салқындау деңгейін анықтау. Ғимаратта белгілі бір температураны ұстап тұру үшін қажетті жылу мөлшері тәуліктің жылыну немесе суыну деңгейінің жалпы мөлшеріне тура пропорционалды.
- Белсенді температуралық жиынтық – белгілі бір өсімдіктің пісіп-жетілуіне қажетті жылу мөлшерін және топырақтың немесе ауаның орташа тәуліктік температурасын сипаттайтын көрсеткіш.
- Күннің қатты қызуы мен суық желдер туралы мәліметтер адамдардың қабылдай алатын нақты температурасын анықтауға қолданылады.

Ой жүгірту

1. Егер сізге Америка Құрама Штаттарындағы ең суық қаланы (немесе кез-келген басқа аймақтағы қаланың) анықтау керек болса, қандай статистикалық мәліметті пайдаланар едіңіз?
2. График Урбана (Иллинойс штаты) және Сан-Франциско (Калифорния штаты) қалаларының әр айдың жоғары температураларын көрсетеді. Бұл екі қала бір ендіктің бойынша орналасқанмен, температуралық көрсеткіштері әртүрлі. Әр сызықтың қай қалаға тиесілі екенін анықтаңыз. Мұны қалай түсіндіресіз?
3. Төменде көрсетілген жаздың қай күнінде жоғары температуралық диапазон болады? Қай күнінде төменгі температуралық диапазон болады? Таңдаған жауабыңызды түсіндіріңіз?



- а. Күні бойы бұлтты, ал түнде аспан ашық.
 - ә. Күні бойы ашық аспан, ал түнде бұлтты.
 - б. Күні бойы және түнде де аспан ашық.
 - в. Күні бойы және түнде де бұлтты.
4. Тынық мұхитында, экваторға жақын орналасқан аралға байланысты жағдай. Осы жердің климатына ендік, биіктік және жердің төселмелі қабаты мен судың әрқелкі жылынуы қалай әсер ететінін сипаттап беріңіз.
 5. Эскизді картада көрсетілген Солтүстік жарты шардағы гипотетикалық континент болып табылады. Картадан бір изотерма сызығы жүргізілген.



- а. Қай қалада температура жоғары: А қаласында ма немесе Б қаласында ма? Түсіндіріңіз.
 - ә. Қыс мезгілі ме немесе жаз мезгілі ме? Оны қалай анықтай аласыз?
 - б. Осы изотерманың 6 айдан кейін қалай орын алатынын сипаттап беріңіз (немесе эскизін сызыңыз).
6. Төменде келтірілген мәлімет мұхиттың ешқандай әсері болмайтын, құрлықта орналасқан аймақтың айлық температуралары °С көрсетілген. Жылдық температура диапазонына негізделе отырып, бұл жердің шамалы ендігі қандай? Бұл температуралар осы ендікке сай келе ме? Егер сай келмесе, қандай температура реттеуіштері бұл жағдайға түсінік бере алады?

Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж
6.1	6.6	6.6	6.6	6.6	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.6	6.6

7. Шотландияда пальмалар? Ия 1850 және 1860 жылдары бағбандар Шотландияның батыс жағалауында отырғызған болатын. 57°C солтүстік ендікте бейнеленген, бұл Канаданың шығысында Атлант мұхитында орналасқан Лабрадордың солтүстік бөлігінің ендігімен бірдей. Пальмалар осындай жоғары ендікте қалай тіршілігін сақтап қалғанына ықтималды түсініктеме беріңіз.

Мәселелер

1. 3(Д)-суреттегі көрсетілген дауылдарға байланысты қаза болғандардың санын анықтаңыз. Тақырыпты толық оқып шығыңыз. Егер Катрина дауылы болмағанда, графикте қаза болғандар саны қанша болар еді?
2. 3.18-суреттегі термограф жазбасына назар салыңыз. Аптадағы әр күннің максималды және минималды температурасын анықтаңыз. Бұл мәліметті әр тәуліктің орташа температурасын және ауытқу амплитудасын анықтау үшін пайдаланыңыз.
3. Қаңтар және шілде айларындағы температура таралуының дүниежүзілік картасына сүйене отырып (3.15 және 3.16-суреттер), 60°C солтүстік ендікте, 80°C шығыс бойлықта орналасқан жердің және 60°C оңтүсік ендікте, 80°C шығыс бойлықта орналасқан Жердің қаңтар мен шілде айларының орташа температурасын және жылдық температура диапазонын анықтаңыз.
4. Д-қосымшадағы үш қаланың жылдық температура диапазонын анықтаңыз. Әртүрлі диапазондағы қалаларды таңдаңыз және бұл айырмашылықты температура реттеуіштерімен байланыстыра отырып түсіндіріңіз.
5. 3.28-суретке негізделе отырып, келесідей жағдайдағы суық желдер кезіндегі температураны анықтаңыз:
 - а. Температура = 5°F , жел жылдамдығы = 15 mph
 - ә. Температура = 5°F , жел жылдамдығы = 30 mph
6. Қалыпты температура 55°F болып тұр. Келесі күні орташа температура 45°F -қа төмендейді. Әр күннің тәуліктік жылыну деңгейін анықтаңыз. Екінші күні ғимаратты жылыту үшін бірінші күнгіге қарағанда қанша артық отын жағылар еді?
7. Төмендегі температураны ауыстыру үшін тиісті формулаларды пайдаланыңыз:
 $20^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ}\text{F}$
 $-25^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$
 $59^{\circ}\text{F} = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ}\text{C}$

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

4

Ылғал және атмосфераның тұрақтылығы



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімнің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 4.1** Гидрологиялық цикл арқылы судың қозғалысын сипаттау. Судың бірегей қасиеттерін тізу және сипаттау.
- 4.2** Судың бір күйден екінші күйге өзгеруіндегі алты үдерісті түйіндеу. Әр үдеріс үшін энергияның сіңірілгенін немесе шығарылғанын көрсету.
- 4.3** Ауаны сіңіруге кететін судың көлемі мен ауа температурасы жайлы жалпылама жазу.
- 4.4** Табиғаттағы салыстармалы ылғалдылық өзгерісінің жолдарын тізу және сипаттау.
- 4.5** Адиабаттық температура өзгерістерін сипаттау және салқындатудың ылғал адиабаттық көрсеткішінің құрғақ адиабаттық көрсеткішге қарағанда төмен екендігін түсіндіру.
- 4.6** Ауаның көтерілуіне әсер ететін төрт механизмді тізіп, сипаттау.
- 4.7** Қоршаған ортаның биіктіктен метеорологиялық элементтері өзгерісінің градиенттері көрсеткішінің тұрақтылығы жайлы пікіріңізді жазу.
- 4.8** Ауаның тұрақтылығына әсер ететін түйінді факторларды тізу.

Судың булануы дегеніміз – иіссіз, түссіз газдың атмосферадағы басқа газдармен еркін араласуы. Атмосфераның ең бай құрамдас бөліктері оттегі мен азотқа қарағанда, су жердегі температура мен қысымға қарай бір күйден екінші күйге (қатты, сұйық немесе газ) өне алады. (Салыстыру үшін: атмосферадағы азот газы сұйықтыққа – 196°С температурада айналады). Осындай бірегей қасиетінен су мұхиттардан газ болып ұшып, қайтадан мұхиттарға сұйықтық ретінде қайта келеді.

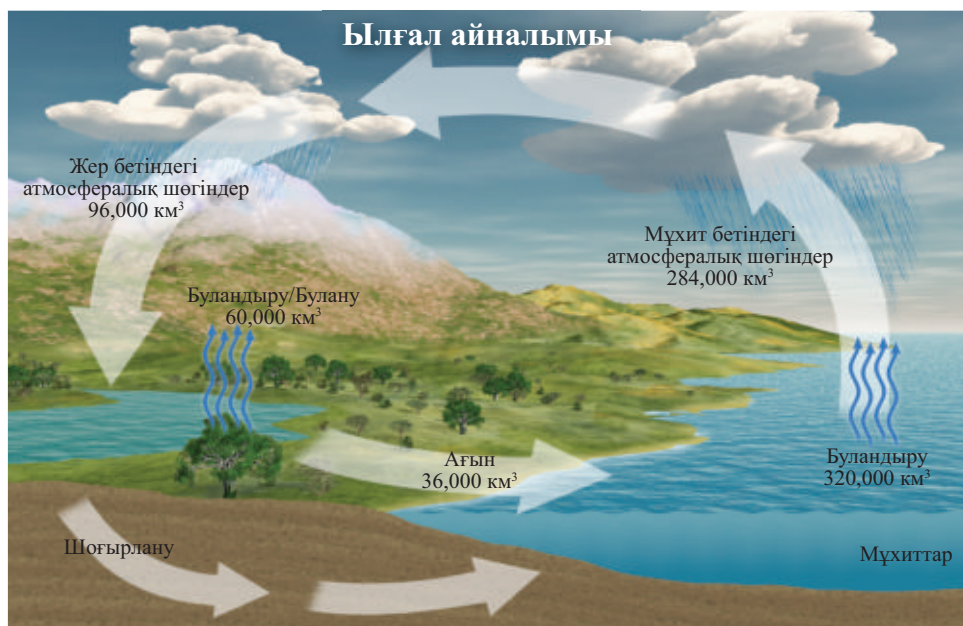
4.1 Жер бетіндегі су

Гидрологиялық цикл арқылы судың қозғалысын сипаттау. Судың бірегей қасиеттерін тізу және сипаттау

Су жердің кез-келген жерінен табылады: мұхиттардан, мұздықтардан, өзен мен көлдерден, ауадан, топырақтан және тірі ұлпалардан. Жерге немесе жер кеңістігіне жақын судың көп бөлігі (97 пайыздан көп) мұхиттағы тұзды сулар болып табылады. Қалған 3 пайызы Антрактида мен Гринландиядағы мұз бөліктерінде сақталады. Тек ғана 0.001 пайыздай аз ғана мөлшерде атмосферадан табылады және көбісі буланған су түрінде кездеседі.

Судың атмосфера бойынша қозғалысы

Судың мұхиттар, атмосфера және құрлықтар арасында алмасуы **гидрологиялық цикл** деп аталады (4.1-сурет).



▲ 4.1-сурет. Жердің гидрологиялық циклі.

Мұхиттағы және аз мөлшерде жердегі су атмосферада буланады. Жел ылғалға толы ауаны бұлт пайда болу үдерісі судың булануы арқылы кіші және сұйық бұлт тамшыларына айналғанша ұзақ қашықтықтарға тасымалдайды.

Бұлт пайда болу үдерісінен атмосферадан түсімдер болуы (қар, жаңбыр сияқты) мүмкін. Мұхитқа жеткен түсімдер өз циклін аяқтап, жаңасын бастауға дайын болады. Қалған түсімдер жер бетіне түседі. Жерге түскен судың бір бөлігі топыраққа сінеді (инфилтрация), кей бөлігі төменге және жанаса қозғалу арқылы біртіндеп көл мен ағынға келіп құяды. Жер кеңістігінде ағатын қалған бөлігі науа деп аталады.

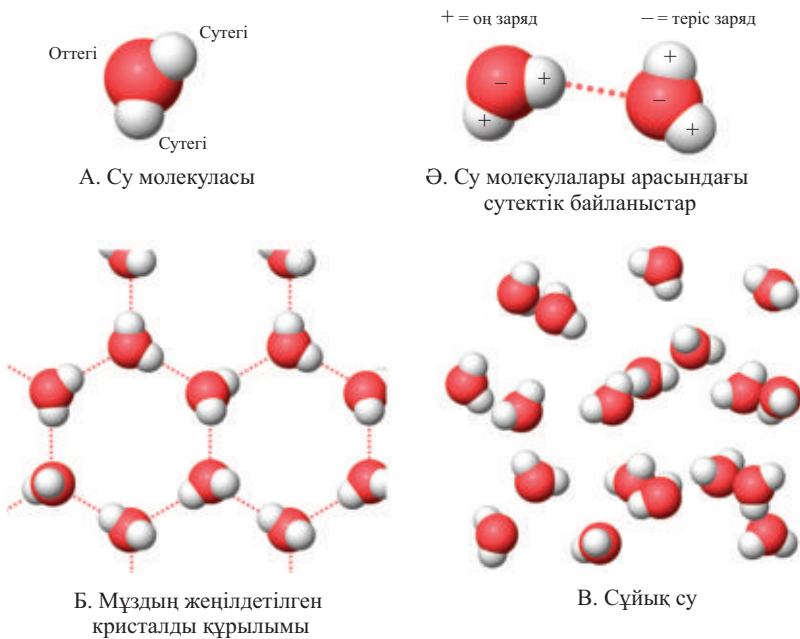
Жер суы мен науалар булану арқылы қайтадан атмосфераға келеді. Жер суының аз бөлігін өсімдіктер сіңіреді және эвапотранспирация үдерісі арқылы атмосфераға шығарады.

Атмосферада буланатын судың жалпы көлемі тұрақты қалады. Сондықтан жер бетіндегі орташа жылдық түсім шамамен булану арқылы жоғалған суға тең. Дегенмен кей материктерде түсім буланудан асып түседі. Әлемдегі мұхиттардың деңгейінің түспейтіндігі туралы фактіден гидрологиялық циклдың шамамен тепе-теңдігі жайлы дәлел табылды.

Судың гидрологиялық цикл арқылы үздіксіз қозғалуы планетамыздағы ылғалдылықтың бөлінуін ұстап тұрады және барлық атмосфералық құбылыстармен байланысты.

Су – бірегей зат

Суды басқа заттардан ерекше ететін бірегей қасиеттері бар. Мысалы, (1) су жер кеңістігінде ең көп кездесетін сұйықтық; (2) су бір күйден екінші күйге ене алады (қатты, сұйық, газ); (3) судың қатты фазасы – мұз сұйық суға қарағанда тығыз емес; (4) судың жылыту қабілеті жоғары, яғни температурасын өзгерту үшін әжептәуір энергия қажет. Бұл қасиеттердің барлығы жердегі ауа райы мен климатқа әсер етеді және өмір үшін маңызды болып саналады.



▲ **4.2-сурет. Судағы сутегілердің байланысы.** А. Ауа молекуласы бір оттегі және екі сутегі атомдарынан құралған. Ә. Су молекулалары бір су молекуласындағы сутегіні келесі су молекуласындағы оттегімен еркін байланыстыратын сутектік байланыспен біріктірілген. Б. Мұздың кристалдық құрылысы. Қарапайымдылық үшін иллюстрация түйінді үш өлшемді емес, екі өлшемді. В. Су сұйық күйінде сутегі байланысымен біріктірілген су кластерінен құралады. Сұйық суда сутегі байланысы үздіксіз үзіліп, жаңаларымен өзгеріп отырады, бұл сұйық суға сұйықтық қасиетін береді.

Бұл бірегей қасиеттердің басым бөлігі судың сутектік байланыс құра білуінің жемісі. **Сутектік байланыс дегеніміз** – судың бір молекуласындағы сутегі мен судың басқа молекуласындағы оттегінің арасындағы тартылыс күші. Сутектік байланысты тереңірек түсіну үшін, су молекуласын қарастырып көрейік. Су молекуласы (H_2O) оттегі атомымен қатты байланысқан екі сутегі атомынан құралған (**4.2А-сурет**). Оттегі атомдарының сутегіге қарағанда, электронмен (теріс зарядталған атом бөлшектері) байланысқа жақын-

дықтары болғаны үшін су молекулаларының оттегі бөлігі жартылай теріс зарядты алады. Дәл осылай су молекулаларының сутегі атомдары жартылай оң зарядты алады. Кері зарядты бөлшектер бір-бірін тартқанда, судың бір молекуласындағы сутегі судың келесі молекуласындағы оттегіге тартылады (**4.2Ө-сурет**).

Сутегі байланысы мұз деп аталатын қатты дене пайда болуы үшін су молекулаларын ұстап тұрады. Мұздарда сутегі байланысы қатты алты қабырғалы желі тудырады (**4.2Б-сурет**). Нәтиже беруші молекулярлық форма өте ашық болады (көптеген бос кеңістік). Мұз жеткілікті жылытылғанда, ериді. Еру кей сутегі байланысының бұзылуына әсер етеді. Нәтижесінде, сұйық судағы су молекулалары тығыз орнадасады (**4.2(Ө)-сурет**). Бұл судың қатты фазаға қарағанда сұйық фазада тығызырақ болатындығын түсіндіреді.

Мұз сұйық суға қарағанда тығыздау болмағандықтан, судың көлемі жоғарыдан төменге қарай қатады. Мұның күнделікті ауа райымыз бен су өміріне ұзақ мерзімдік әсері бар. Су көлемінде мұз пайда болғанда, мұз сұйықтықты окшаулайды және тереңдіктегі қату деңгейін баяулатады. Су астында қатудың салдарын көз алдыңызға елестетіңіз. Көптеген көлдер қыс кезінде қатып қалады, сол арқылы суда өмір жойылады. Сонымен қатар, Арктикалық мұхит сияқты судың терең қабаттары ешқашан мұз жамылмас еді. Бұл жердің энергия балансын өзгертер еді, кейінірек бұл жаһандық атмосфера мен мұхиттық айналымның өзгеруіне әкеліп соқтырар еді.

Судың жылыту қабілеті де сутектік байланыспен байланысты. Су жылытылғанда, кей энергия молекулярлық қозғалысты күшейтуге емес, сутегелік байланысты бұзуға қолданылады (Орташа молекулярлық қозғалыстың үлкеюі температураның өсуіне сәйкес келетінін есіңізге салып өтейік). Бірдей шарттарда су басқа заттармен салыстырғанда, ақырын жылып, ақырын суиды. Нәтижесінде, көптеген су қабаттары көрші құрлықтармен салыстарғанда қыста жылы, жазда салқын температурада болады.

✓ 4.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Көптеген жер суының сақтаушысы ретінде не қолданылады?
- 2 Гидрологиялық циклді қысқаша сипаттаңыз.
- 3 Судың қатты фазасы – мұз сұйық суға қарағанда тығыз. Судың бірегей қасиеті неліктен маңызды?
- 4 Мұздың еріп сұйық суға айналуын түсіндіріңіз.
- 5 Судың қай қасиеті үлкен су қабаттарының көрші құрлықтарға қарағанда қыста жылы, жазда салқын сақталуына әсер етеді?

4.2 Судың күйін өзгертуі

Судың бір күйден екінші күйге өзгеруіндегі алты үдерісті түйіндеу. Әр үдеріс үшін энергияның сіңірілгенін немесе шығарылғанын көрсетіңіз

 **GEODE** ► Ылғалдылық және бұлттың пайда болуы ► Судың күйін өзгертуі

Су жер бетінде табиғи қалпында қатты (мұз), сұйықтық және газ (судың буы) ретінде кездесетін жалғыз зат. Барлық күйдегі су сутегі мен оттегі атомдарының (H₂O) байланысынан құралғандықтан, судың үш фазасының арасындағы бастапқы айырмашылық су молекулаларының қалай орналасуында болып табылады.

Мұз, сұйық су және судың буы

Мұз кинетикалық энергиясы (қозғалыс) аз су молекулаларынан құралған және өзара молекулалық тартылыстармен (сутегі байланысы) өзара бекітіледі. Бұл молекулалар берік, ретке келтірілген желілерді құрайды (4.2В-суретке қараңыз) және бір-бірінен еркін қозғала алмайды, бірақ қозғалыссыз объектілердің айналысында тербеледі. Мұз жылытылғанда, молекулалар жылдамырақ тербеледі. Молекулалық қозғалыс деңгейі жеткілікті көлемге өскенде, кей су молекулаларының арасындағы сутегі байланысы үзіліп, ери бастайды.

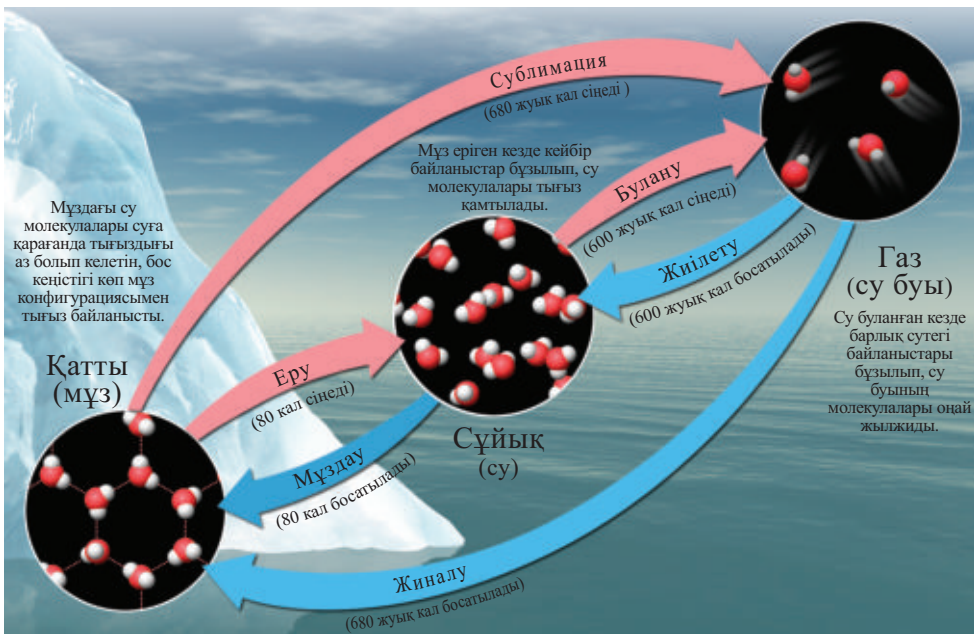
Су молекулалары сұйық күйде әлі де тығыз орналасқан, бірақ бір-бірінен жылжу үшін жеткілікті дәрежеде жылдам қозғалады. Нәтижесінде, сұйық су сұйықтық болады және сақталып тұрған контейнердің көлемін алады.

Сұйық су қоршаған ортадан жылу алғанда, кей молекулалар сутегі байланысын бұзуға жеткілікті энергия алады және кеңістіктен судың буы болып ұшады. Судың буының молекулалары сұйық суға қарағанда кеңінен орналастырылған және өте екпінді, кездейсоқ қозғалыстарды көрсетеді.

Бұл үдерістер судың буы қайта сұйықтыққа айналғанда және су қатқанда кері бағытқа өзгереді. Су күйі өзгергенде, сутегі байланысы пайда болады немесе үзіледі.

Жасырын жылу

Су күйін өзгерткен сайын су және маңайындағылардың арасында энергия алмасады (4.3-сурет).



▲ **4.3-сурет. Күйдің өзгеруінде энергияның алмасуы керек.** Бұл жерде көрсетілген көлем 1 грамм су бір күйден екінші күйге өткендегі шамамен сіңірілген немесе шығарылған калория саны.

Мысалы, судың булануы үшін жылу керек. Су күйін өзгерту кезінде қолданылатын жылу *калориямен* өлшенеді. Бір **калория** 1 грамм суды 1°C температураға көтеру үшін қажетті энергия. Бұл, 10 калория жылу 1 грамм сумен сіңірілгенде, молекулалар

жылдамырақ тербеледі және температура 10°C көтеріледі. (Халықаралық өлшем бірлігі жүйесі [SI] бойынша джоуль [J] энергияны көрсету үшін қолданылады; 1 калория = 4.184 J).

Белгілі шарттарда температураны көтермей-ақ энергия қосуға болады. Мысалы, шыныдағы мұз ерігенде, қоспаның температурасы мұз ерігенше 0°C -та қалады. Қосылған энергия мұзды судың температурасын көтермесе, энергия қайда кетеді? Бұл жағдайда қосылған энергия су молекулаларын кристалдық құрылымда байланыстыратын сутегі байланыс бұзуға қолданылады.

Температураның өзгеруінсіз мұзды ерітуге кеткен энергияны **жасырын жылу** деп атаймыз. Сұйық суда сақталған энергия су қатқанда қоршаған ортаға шығарылады.

1 грамм мұзды еріту үшін 80 калория (334 J) керек және бұл мөлшерді *ерітудің жасырын жылуы* деп атаймыз. Қату керісінше үдерісте қоршаған ортаға 1 граммға 80 калория энергия шығады және мұны *жасырын жылудың бірігуі* деп атаймыз. Жасырын жылудың бірігуінің маңыздылығын қатудың алдын алуға арналған 5-бөлімде қарастырамыз.

Булану және конденсация (газдың сұйықтыққа айналуы). Жасырын жылу сұйықтықтың газға айналу, яғни булану үдерісінде қатысады. Су молекулаларының булану кезінде сіңірілген энергиясы сұйықтықтан газға айналу кезінде қозғалыс беру үшін қолданылады. Бұл энергия *буланудың жасырын жылуы* деп аталады және 1 грамм су үшін 0°C -та 600 калориядан 100°C -та 540 калорияға дейін өзгереді. (4.3-суреттен байқағанымыздай, 1 грамм суды буландыруға кететін энергия 1 грамм мұзды ерітуге кететін энергиядан көбірек). Булану үдерісі кезінде жылдам қозғалатын молекулалар кеңістіктен қашады. Нәтижесінде, орташа молекулаларлық (температура) төмендейді, себебі «булану салқындату үдерісі» болып саналады. Сіз мұны душтан не бассейннен шыққанда сезінген боларсыз. Бұл жағдайда суды буландыруға кететін энергия теріңізден келеді, сол себепті сіз салқындайсыз.

Конденсация, кері үдеріс, буланған су сұйықтық күйге өткенде болады. Конденсация кезінде буланған су молекулалары булану кезінде сіңірілген энергияға (*конденсацияның жасырын жылуы*) тең энергия шығарады. Атмосферада конденсация болғанда, тұман мен бұлт пайда болады (**4.4А-сурет**).

Жасырын жылу атмосферлық үдерістерде маңызды рөл атқарады. Соның ішінде судың буы бұлт тамшыларын құрау үшін қоюланғанда (конденсацияланғанда), қоршаған ортадағы ауаны жылытатын жасырын жылу шығады және ауаға қалқымалылық береді. Ауаның ылғалдылығы жоғары болғанда, бұл найзағайлы бұлттардың өсу үдерісіне себепші болады. Сонымен қатар, тропикалық мұхиттардағы судың булануы және жоғары ендіктердегі конденсациялау экваторлықтық жердерден полюстік жерлерге көлемді энергияның тасымалдануына себепші болады.

Сублимация және бөлінуі. 4.3-суретте көрсетілген екі үдерістермен таныстығыңыз аз болуы мүмкін. **Сублимация** дегеніміз қатты дененің сұйықтыққа айналмай газға тікелей айналуы. Мысал ретінде тоңазытқыштағы қолданылмаған мұз кубтар көлемінің біртіндеп кемуі немесе құрғақ мұздың (қатқан карбон диоксиді) жылдам жоғалып кететін жұқа бұлттарды қарастырсақ болады.

Бөліну деген керісінше құбылыс, яғни будың тікелей қатты денеге айналуы. Мысал ретінде мұз күйінде бөлінетін шөп немесе терезе әйнегіндегі судың буы (**4.4Ә-сурет**). Бұл бөлінулерді *ақ мұз* немесе жай ғана *мұз* деп атайды. 4.4-суретте көрсетілгендей, бөліну үдерісі конденсация және қату кезінде шығатын энергия жиынтығын қоршаған ортаға қайтарады.

Су буының конденсациясы қырау, бұлт және тұман сияқты құбылыстарға әкеледі.



А.



Терезе бетіне қырау түсу мысалы.

Ә.

▲ 4.4-сурет. Тығыздалу мен ығысудың мысалдары.

✓ 4.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Судың бір күйден екінші күйге өзгеруіндегі алты үдерісті түйіндеңіз. Әр үдеріс үшін энергияның сіңірілгенін немесе шығарылғанын көрсетіңіз.
- 2 Неліктен булану салқындату үдерісі болып аталады?
- 3 Жасырын жылуға анықтама беріңіз және биіктегі бұлттардың конденсациялануында қандай рөл атқаратынын түсіндіріңіз.
- 4 Басқа фаза өзгерістерімен салыстырғанда, неліктен сублимация (немесе бөліну) кезінде жасырын жылу алмасуы көбірек болады?

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

«Аязды күйік» деген не?

Аяздан еркін мұздатқышта әлсіз оранған тамақ кейде «аязды күйікке» ұшырауы мүмкін. Заманауи тоңазытқыштарда ылғал мұздатқыш бөлімінен алынып тасталғандықтан, ішіндегі ауа салыстырмалы түрде құрғақ. Нәтижесінде, тамақ сублимациясындағы ылғал мұздан судың буына айналады. Бұл дегеніміз, тамақ негізі өртенбеді: жай ғана құрғады.

4.3 Ылғалдылық: ауадағы судың буы

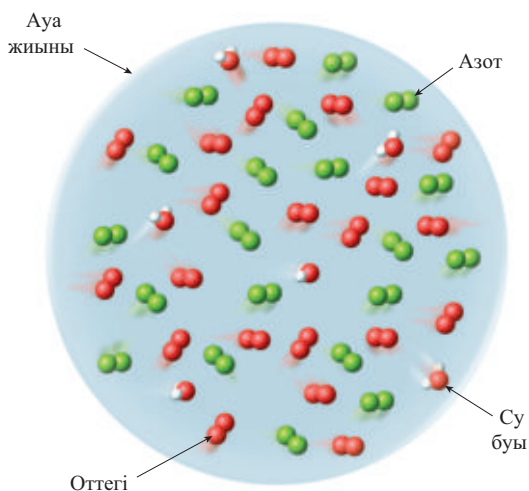
Ауаны сіңіруге кететін судың көлемі мен ауа температурасы жайлы жалпылама жазыңыз.



GEODE ► Дымқылдылық және бұлттардың пайда болуы ► Ылғалдылық: ауадағы судың буы

Ылғалдылық дегеніміз – ауадағы судың буының көлемін сипаттауға арналған жалпылама термин (4.5-сурет). Судың буы атмосфераның аз бөлшегін құрайды, шамамен атмос-

фера көлемінің 0.1-4 пайызы аралығында. Бірақ ауадағы судың қажеттілігі бұл шамадан әлдеқайда жоғары. Негізінде, *судың буы* атмосфералық үдерістер кезінде атмосфераға аса қажетті газ болып саналады.



▲ 4.5-сурет. Метеорологтар ауаның су-бу қатынасын көрсету үшін бірнеше әдіс қолданады.

Ылғалдылық қалай есептеледі?

Метеорологтар ауаның судың буының құрамын есептеу үшін бірнеше әдістер қолданады: (1) абсолюттік ылғалдылық, (2) аралас қатынас, (3) бу қысымы, (4) салыстырмалы ылғалдылық және (5) шық нүктесі. Белгілі бір ауа көлеміндегі судың буының санын көрсеткендіктен, абсолюттік ылғалдылық пен аралас қатынас өзара ұқсас.

Абсолюттік ылғалдылық. Берілген ауа көлеміндегі су буының массасы **абсолютті ылғалдылық** деп аталады (көбінесе метр кубтағы грамм).

$$\text{Абсолют ылғалдылық} = \frac{\text{Су буының массасы (грамм)}}{\text{Суа массасы (текше метр)}}$$

Ауа бір жерден екіншісіне қозғалғандықтан, қысым мен температурадағы өзгеріс көлемнің өзгеруіне себеп болады. Көлемде өзгеріс болғанда, судың буы қосылып алынбаса да абсолюттік ылғалдылық өзгереді. Сондықтан қозғалушы ауа массасының судың буы құрамын абсолюттік ылғалдылық индексі бойынша бақылау қиын. Сол себепті метеорологтар ауаның судың буы құрамын есептеуде аралас қатынасты көбірек қолданады.

Аралас қатынас. Аралас қатынас дегеніміз қалған ауа бірлігіндегі судың буының массасының құрғақ ауаның массасына салыстырылуы:

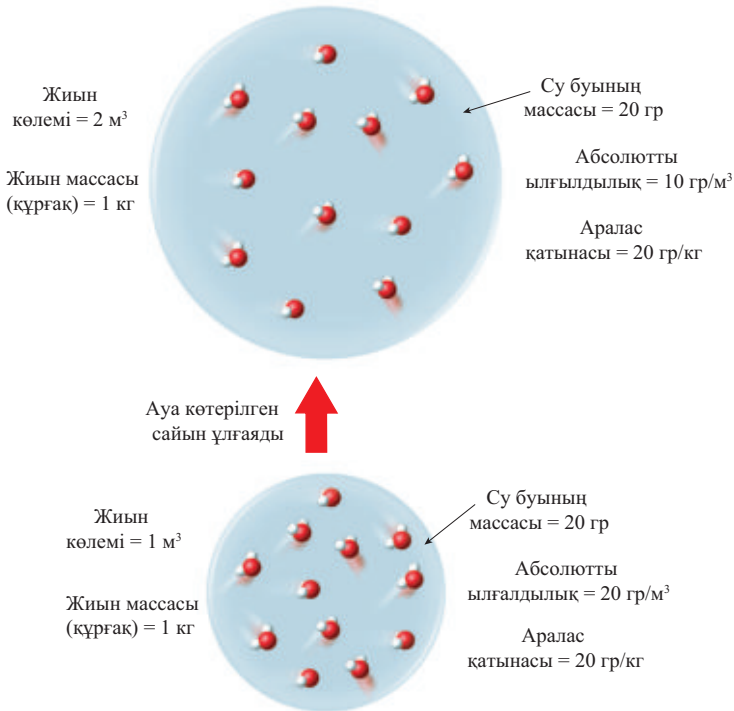
$$\text{Араласу деңгейі} = \frac{\text{Буланған судың массасы (грамм)}}{\text{Құрғақ ауа массасы (килограмм)}}$$

Массаның бірлігімен өлшенгендіктен, көбінесе әр килограммға грамм, аралас қатынасқа қысым мен температурадағы өзгеріс әсер етпейді (4.6-сурет).

Абсолюттік ылғалдылық пен аралас қатынасты өлшеу қиын. Сондықтан ауа райын болжаушылар ауаның ылғал құрамын көрсету үшін жалпы салыстырмалы ылғалдылық пен шық нүктесін қолданады. Бұл мәселелер келесі бөлімде қарастырылады.

Бу қысымы және жұтылу

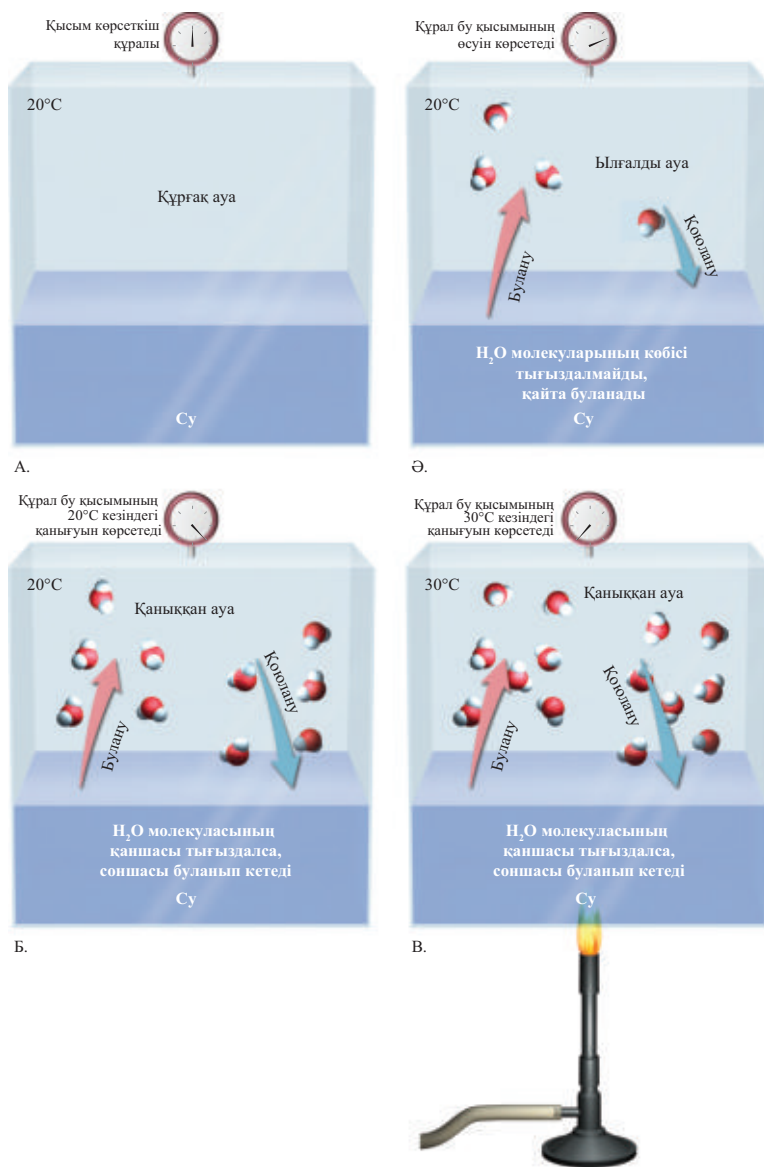
Ауаның ылғалдылық құрамын судың буынан туындайтын қысым арқылы анықтауға болады. Судың буының қысымды қалай тудыратынын түсіну үшін **4.7(А)-суретте** көрсетілгендей құрғақ ауамен қапталған таза суы бар жабық колбаны елестетіңіз.



▲ **4.6-сурет. Көтерілген ауа бумасы үшін абсолюттік ылғалдылық пен аралас қатынасты салыстыру.** Аралас қатынас ауа бумасының көтеріліп, ұлғайғанына байланысты қысым өзгерісінен әсерленбейді.

Бірден су молекулаларының кейбіреуі су кеңістігін тастап, жоғарыдағы құрғақ ауамен буланады. Ауаға судың буының қосылуы қысымның шамалы өсуіне әкеледі (**4.7(В)-сурет**). Қысымның өсуі булану арқылы ауаға қосылған судың буы молекулаларының қозғалысының нәтижесі. Атмосферада бұл қысымды **бу қысымы** деп атайды және ол *толық атмосфералық қысымның судың буы құрамына қатысты бөлігі* ретінде анықталады.

Бастапқыда, көптеген молекулалар су кеңістігінен кетеді (булану), яғни қайта келмейді (конденсация). Дегенмен көптеген молекулалар су кеңістігінен буланған сайын ауаның жоғарысында біртіндеп өсіп жатқан бу қысымы су молекулаларының қайта сұйыққа айналуына мәжбүрлейді. Соңында кеңістіктен кететін су молекулалары мен қайта оралатын су молекулалары тепе-теңдікке жетеді. Бұл нүктеде ауа **жұтылу** деп аталатын тепе-теңдікке жетті деп айтылады (**4.7(Б)-сурет**). Ауа жұтылғанда, судың буы молекулаларынан туындаған қысымды **жұтылудың бу қысымы** деп атаймыз.



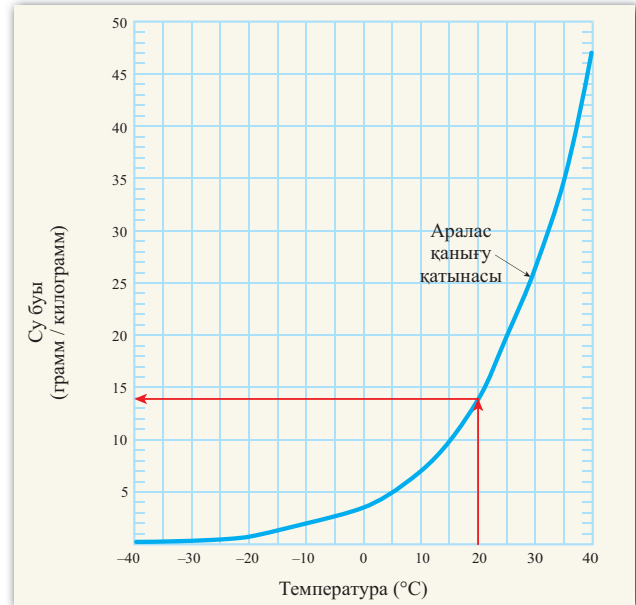
▲ **4.7-сурет. Жұтылу мен бу қысымы арасындағы байланыс.** **А.** Бастапқы шарт – бақыланатын бу қысымы жоқ 20°C-тағы құрғақ ауа. **Ә.** Буланудан өлшенетін бу қысымы шығады. **Б.** Су кеңістігінен көптеген молекулалар қашқан сайын біртіндеп өскен бу қысымы өспелі молекулалар санын қайта сұйыққа еруге мәжбүрлейді. Соңында кеңістікке келетін су бу молекулалары саны кеткен санға тең, бұл жерде ауа жұтылады. **В.** Контейнер 20°C-тан 30°C-қа жылытылғанда, булану көрсеткіші артады, жаға теңдікке жеткенге дейін бу қысымы өседі.

Жабық контейнердегі су жылытылса, **4.7(В)-суретте** көрсетілгендей, булану мен конденсация арасындағы тепе-теңдік жойылады. Қосылған энергия булану көрсеткішін өсіреді, бұл ауаның жоғарысындағы бу қысымын жаңа тепе-теңдікке жеткенше өсіреді. Бұл дегеніміз, жұтылудың бу қысымы температураға тәуелді деген сөз, жоғары температура-ларда ауаның жұтылуы үшін көп су қажет (**4.8-сурет**).

Өртүрлі температурада 1 килограмм құрғақ ауаны жұтуға қажетті су көлемі **4.1-кестеде** көрсетілген. Температура 10°C өскен сайын, жұтылуға қажетті су көлемі екі еселенеді. Яғни, 30°C температурадағы ауаны жұтылдыру үшін 10°C температурадағы ауаға қарағанда төрт есе артық судың буы қажет.

Атмосфера біздің жабық контейнер секілді әрекет етеді. Табиғатта гравитация су буының (және басқа газдардың) ғарыштан қашып кетпеуінің алдын алады. Біздің контейнерде де сол жағдай, су молекулалары (көл, бұлт тамшылары сияқты) сұйық кеңістіктерден тұрақты түрде булануда, ал қалған су молекулалары сұйыққа айналууда.

Дегенмен, табиғатта әрдайым тепе-теңдік бола бермейді. Су шалшығы кеңістігіндегі су молекулалары қайта келгеннен гөрі көбірек кетеді, метеорологтар мұны *таза булану* деп атайды. Тұман пайда болғанда, көптеген су молекулалары майда тұман тамшыларынан буланғаннан гөрі сұйыққа айналады, сол арқылы *таза конденсацияға* себеп болады.



▲ 4.8-сурет. 1 кг құрғақ ауаны өртүрлі температурада жұтуға қажетті судың буының графигі. Мысалы, қызыл сызық жұтылған ауаның 20°C -та әрбір килограмм құрғақ ауада 14 грамм судың буы болатындығын көрсетеді.

4.1-кесте. Жұтылған аралас қатынас (көл деңгейіндегі қысым)

Температура, $^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{F}$)	Жұтылған аралас қатынас, г/кг
-40(-40)	0.1
-30(-22)	0.3
-20(-4)	0.75
-10(14)	2
0(32)	3.5
5(41)	5
10(50)	7
15(59)	10
20(68)	14
25(77)	20
30(86)	26.5
35(95)	35
40(104)	47

Булану көрсеткішінің конденсация көрсеткішінен артық болуын не кем болуын не анықтайды? Ең маңызды фактордың бірі судың температурасы, ретімен ол су молекуласының қанша кинетикалық энергиясының бар екендігін анықтайды. Жоғары температураларда молекулалардың энергиясы көп болады және жылдам қаша алады.

Үдерісте буланудың не конденсацияның басым болатынын анықтайтын басқа фактор – бу қысымы. Бу қысымы су молекулаларының қай деңгейде кетіп (булану), қай деңгейде қайта оралатынына (конденсация) әсер ететінін жабық контейнер мысалынан есіңізге түсіріңіз. Ауа құрғақ (бу қысымы төмен) болғанда, сұйық кеңістіктен қашатын су молекулаларының деңгейі жоғары. Бу қысымы өскен сайын, сұйық фазаға судың буының қайта келу деңгейі де артады.

✓ 4.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Абсолюттік ылғалдылық пен аралас қатынастың айырмашылығы қандай? Қандай ортақшылықтары бар?
- 2 Бу қысымына анықтама беріп, бу қысымы мен жұтылудың арасындағы байланысты сипаттаңыз. (Еске салу: 4.7-суретке қараңыз.)
- 3 4.1-кестені қарағаннан соң, ауаны жұтуға қажетті ауа температурасы мен судың буы көлемінің байланысын қысқаша қорытындылаңыз.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неліктен қар жиынтығы қар түскеннен кейін бірнеше күннен соң температура қату температурасынан төмен болса да қысқарады?

Қар түскен ашық, салқын күндерде ауа қатты құрғақ болады. Бұл фактімен қатар күннің жылытуы мұз кристалдарының сублимациясына әкеледі, яғни қаттыдан газға айналады. Ешқандай еріткісінсіз-ақ қар жиынтықтары біртіндеп азаяды..

4.1-атмосфераға шолу

Су жердің кез келген жерінде кездеседі: мұхиттарда, мұздықтарда, өзендерде, көлдерде және тірі ұлпаларда. Сонымен қатар, су жердегі температура мен қысымға қарай күйін өзгертеді. Гранд Тетон, Виомингтің жоғарысынан түсірілген суретке қарап, келесі сұрақтарға жауап беріңіз.



Сұрақтар

1. Суреттегі қай зат сұйық күйінде судан құралды?
2. Мұздың қаттыдан судың буына айналдыратын үдерісті атаңыз.
3. Бұл суреттің қай жерінде судың буы бар екенін анықтаңыз.

4.4 Салыстырмалы ылғалдылық және шық нүктесі температурасы

Табиғатта салыстырмалы ылғалдылықтың өзгеру жолдарын атап, сипаттаңыз. Салыстырмалы ылғалдылықты шық нүктесі температурасымен салыстырыңыз

MM^o GEODE ▶ Ылғал және бұлттың пайда болуы ▶ Ылғалдылық: ауадағы судың буы

Ауаның ылғал құрамын сипаттауда ең атақты әрі ең бұрыс түсінілетін ұғым ол – салыстырмалы ылғалдылық. **Салыстырмалы ылғалдылық** дегеніміз *ауаның түйінді су құрамын сол температурада (қысым) жұтуға қажетті судың буының қатынасы. Яғни, салыстырмалы ылғалдылық ауадағы судың буы санын емес, ауаның жұтылуға қаншалықты жақын екендігін көрсетеді. (4.1-мәліметтер жинағын қараңыз)*. Салыстырмалы ылғалдылықты төмендегідей анықтай аламыз:

$$\text{Салыстырмалы ылғалдылық (RH)} = \frac{\text{Араласу деңгейі (ауадағы су буы массасы, г/кг)}}{\text{Ауадағы су буының сиымдылығы (г/кг)}} \times 100$$

Мысал арқылы көрсететін болсақ, 4.1-кестеден көргеніміздей, ауа 25°C-та ауаның әр килограммында 20 грамм судың буы (жұтылудың аралас қатынасы) болғанда жұтылады. Яғни, 25°C күнде ауа әр килограмда 10 грамм болса, салыстырмалы ылғалдылық 10/20 түрінде немесе 50 пайыз болады. Әрі қарай ауа 25°C температурамен әр килограммында 20грамм болса, салыстырмалы ылғалдылық 20/20 немесе 100 пайыз болады. Салыстырмалы ылғалдылық 100 пайызға жеткен жағдайда ауа *жұтылған* деп есептеледі.

Салыстырмалы ылғалдық қалай өзгереді?

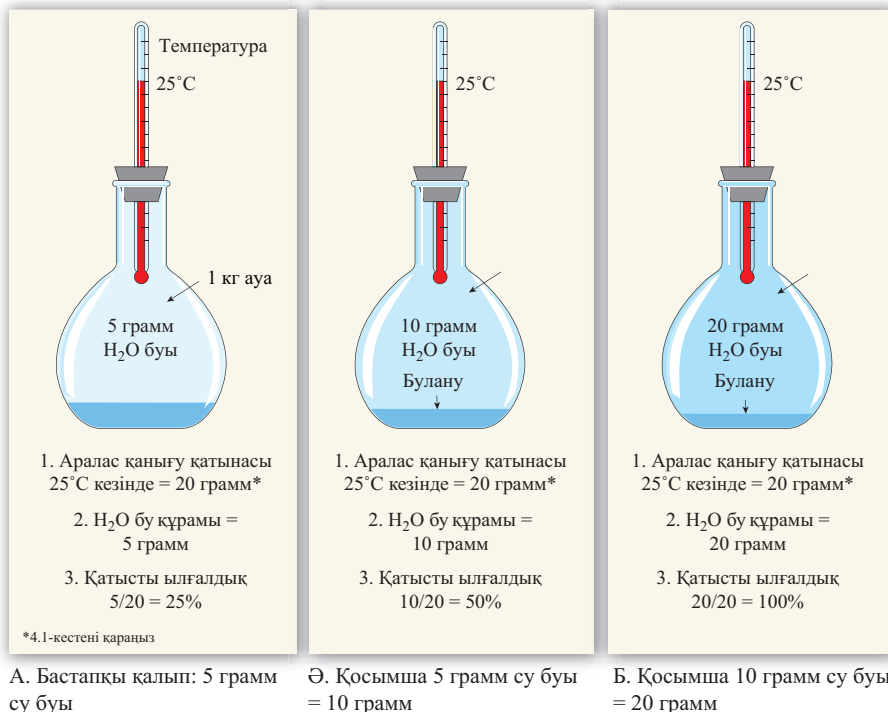
Салыстырмалы ылғалдылық су-бу құрамына және жұтуға кететін ылғалдылық көлеміне тәуелді болғандықтан 2 түрде өзгереді. Біріншісі, салыстырмалы ылғалдылық атмосфераға судың буы қосылғанда не алынғанда өзгереді. Екіншісі, жұтуға кететін ылғал көлемі ауа температурасының функциясы болғандықтан, температураға байланысты салыстырмалы ылғалдылығы өзгереді.

Ылғалдылық өзгерісі қалай салыстырмалы ылғалдылықты өзгерттеді?

4.9-суретте байқағанымыздай, судың буы булану кезінде ауа тобына қосымша ылғал қосылса, не болады? Салыстырмалы ылғалдық 100%-дан аса ма? Негізі, мұндай жағдай орын алмайды. Керісінше, артық су сұйық суға айналады. Жылы душ қабылдағанда, бұл жағдайды байқаған боларсыз. Су өте мықты (ыстық), яғни булану деңгейі өте жоғары молекулалардан, құралады. Душ қабылдау барысында булану процесі душтағы жұтылмаған ауаға үздіксіз судың буын қосады. Егер сіз ұзақ уақыт душта қалсаңыз, ауа біртіндеп жұтылады және артық судың буы айнада, терезеде, кафельде және бөлменің басқа жерлерінде сұйықтық пайда болады.

Табиғатта ауаға ылғал мұхиттағы булану арқылы қосылады. Бірақ өсімдік, топырақ және судың кішірек денелері айтарлықтай үлес қосады. Душқа қарағанда, судың буын қосатын табиғи үдерістерде ауа жұтылу тікелей болатындай деңгейде жылдам әрекет етпейді. Бір ерекшелігі қыстың суық күнінде деміңізді шығарғанда ауа көресіз: өкпеңізден

шыққан жылы, ылғал ауа сырттағы салқын ауамен араласады. Сіздің деміңізде сырттағы аз көлемдегі салқын ауаны жұтатын жеткілікті ылғал бар, бұл «бұлт» сияқты миниатюра туғызады. Бұлт қаншалықты жылдамырақ пайда болса, ол жанындағы құрғақ ауамен араласып буланады.



▲ **4.9-сурет. Тұрақты температурада (бұл мысалда 25°C) судың буы ауаға қосылғанда салыстырмалы ылғалдылығы артады.** Ауаның 25°C-тағы жұтылған аралас қатынасы 20 г/кг (4.1-кестеге қараңыз). Колбадағы су-буы құрамы өскен сайын А-дағы салыстырмалы ылғалдылық 25 пайыздан С-дағы 100 пайызға дейін өседі.

4.1-мәліметтер жинағы

100 пайыз салыстырмалы ылғалдылықтағы құрғақ ауа?

Жоғары салыстырмалы ылғалдылығы бар ауаның төмен салыстырмалы ылғалдылығы бар ауаға қарағанда су-бу құрамының жоғары болады деу қате түсінік. Бұл әрдайым олай болмайды (**4(A)-сурет**). Чикаго, Иллиноистағы қаңтардағы бір күнді Калифорниядағы Диз Валлей шөлімен салыстырып көрейік. Гипотетикалық күнде Чикагода күн салқын, -10°C (14°F) және салыстырмалы ылғалдылық 100 пайыз. 4.1-кестеге сүйенсек, -10°C -тағы жұтылған ауаның су-буы құрамы (аралас қатынас) 2 г/кг. Салыстырмалы түрде, Диз Валлейдегі шөл ауасы жылы, 25°C және салыстырмалы ылғалдылығы 20 пайыз. 4.1-кестеге қарасақ, 25°C -тағы ауаның жұтылу аралас қатынасы 20г/кг. Сондықтан 20 пайыздық салыстырмалы ылғалдылықтағы Диз Валлейдің ауасының су-бу құрамы 4г/кг ($20 \text{ г} < 20 \text{ пайыз}$). Сәйкесінше, Диз Валлейдегі «құрғақ» ауа негізінен Чикагоның ауасындағыдай екі есе судың буынан тұрады және салыстырмалы ылғалдылығы 100 пайыз.

Бұл мысал салқын жерлердің аса құрғақ екендігін көрсетеді. Салқын ауаның (жұтылса да) төмен су-буы құрамы арктикалық ауданындарда өте аз жаңбыр көлемі түсуін түсіндіреді және «полярлық шөл» деп аталады. Бұл, сонымен қатар, адамдардың терісі құрғақ болады және қыс кезінде еріндері жарылады. Салқын ауаның су-буы құрамы кейде ыстық, құрғақ аудандарға қарағанда өте төмен.



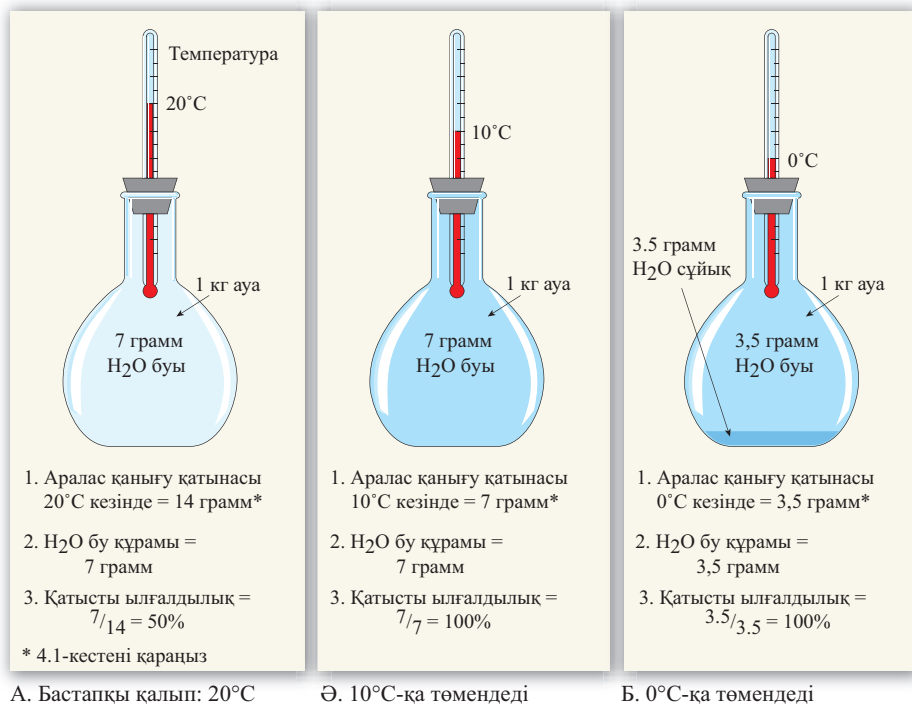
▲ **4.А-сурет. Ыстық ауа мен салқын ауаның ылғал құрамы.** А. Салыстырмалы ылғалдылығы төмен ыстық шөл ауасы Ә. Салыстырмалы ылғалдылығы жоғары салқын ауаға қарағанда жоғарырақ су-буы құрамына ие.

Сұрақ

1. Біреуі екіншісіне салқын екі аймақтың салыстырмалы ылғалдылығы бірдей деп қабылдайық (50 пайыз). Қай аймақта ауаның су-буы құрамы жоғарырақ болады?

Салыстырмалы ылғалдылық температураға байланысты қалай өзгереді? Салыстырмалы ылғалдылыққа әсер ететін келесі шарт ауа температурасы (4.2-мәліметтер жинағын қараңыз). 4.10А-суретті мұқият қараңыз және 20°C температурада ауаның бір килограммындағы 7 грамм судың буында салыстырмалы ылғалдылық 50%. 4.10(А)-суреттегі колбаны 20°C температурадан 10°C температураға суытсақ, салыстырмалы ылғалдылық 50%-дан 100%-ға өседі. Бұдан су-бу құрамы тұрақты қалғанда, температураның түсуі салыстырмалы ылғалдылықтың өсуіне әкеледі деп тұжырымдама жасай аламыз. Бірақ салқындату ауаның жұтылу сәтін қысқартады деуге еш негіз жоқ. Жұтылу болатын төмен температурада ауа салқындатылса, не болады? 4.10(С)-суреті бұл жағдайды қарастырады. 4.1-кестеден көргеніміздей, колба 0°C-қа дейін салқындатылғанда, әр бір килограмм ауаға 3.5 грамм судың буында ауа жұтылады. Алғашында бұл колбада 7 грамм судың буы болғандықтан, 3.5 грамм судың буы контейнердің қабырғасына жиналатын сұйық тамшыларға айналады. Бұл уақытта іштегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 100%-да қалады. Бұл маңызды түсінік қалыптастырады: жоғарыдағы ауа жұтылу деңгейінен төмен деңгейде салқындатылса, кейбір судың буы бұлт жасау үшін сұйықтыққа айналады.

Бұлттар су тамшыларынан құралғандықтан (немесе мұз кристалдары), бұл ылғал ауаның су-буы құрамының бөлігі болып саналмайды. Керісінше, температураның өсуі салыстырмалы ылғалдылықтың түсуіне әкеледі. Мысалы, 4.10(А)-суреттегі 7 грамм судың буы бар колбаны 20°C-тан 35°C-қа жылытайық. 4.1-кесте бойынша бір килограмм ауаға 35 грамм судың буымен 35°C температурада жұтылады. Сәйкесінше, ауаны 20°C-тан 35°C-қа жылытқанда, салыстырмалы ылғалдылық 7/14 (50%-дан) 7/35 (20%-ға) түседі.



▲ **4.10-сурет. Салыстырмалы ылғалдылықтың температураға қарай өзгеруі.** Су-бу құрамы (аралас қатынасы) тұрақты қалғанда, ауа температурасының өсуінен не түсуінен салыстырмалы ылғалдылық өзгереді. Осы мысалда колбадағы ауа температурасы А-да 20°C-тан Ә-да 10°C-қа түседі, ал салыстырмалы ылғалдылық 50 пайыздан 100 пайызға артады. Б-дағы 10°C-тан С-да 0°C-қа салқындату судың буының бір жартысын сұйықтыққа айналдырады. Табиғатта жұтылған ауа салқындатылғанда, конденсация бұлт, шық, тұман күйінде болады.

Салыстырмалы ылғалдылықтың табиғи өзгерісі

Табиғатта сәйкесінше салыстырмалы ылғалдылықтың өзгеруін болдыратын 3 түйінді ауа температурасының өзгеруі кездеседі:

- Күнделікті температура өзгерісі (күндізгі және түнгі температура)
- Бір Жерден келесі Жерге ауаның көлденең қозғалуынан туындайтын температура өзгерісі
- Атмосферадағы ауаның тігінен қозғалуынан туындайтын температура өзгерісі.

3 үдерістің алғашқысының әсері (күнделікті өзгеріс) **4.11-суретте** көрсетілген. Түстен кейін салыстырмалы ылғалдылық ең төмен деңгейіне жетеді, сәйкесінше, салқын кеш сағаттарында салыстырмалы ылғалдылық деңгейі жоғары. Бұл мысалда түйінді ауаның су-бу құрамы (аралас қатынасы) өзгеріссіз қалады, тек салыстырмалы ылғалдылығы өзгереді. Қалған екі үдерісті келесі бөлімдерді кеңірек қарастырамыз.

Қорытындылай келгенде, салыстырмалы ылғалдылық ауаның жұтылуға қаншалықты жақын екендігін көрсетеді, ал ауаның аралас қатынасы сол ауадағы түйінді судың буының көлемін білдіреді. Су-бу құрамы тұрақты қалғанда, салыстырмалы ылғалдылық ауаның өсуімен түседі және керісінше ауа температурасының түсуімен өседі.

4.2-мәліметтер жинағы

Ылғалдандырғыштар мен құрғатқыштар

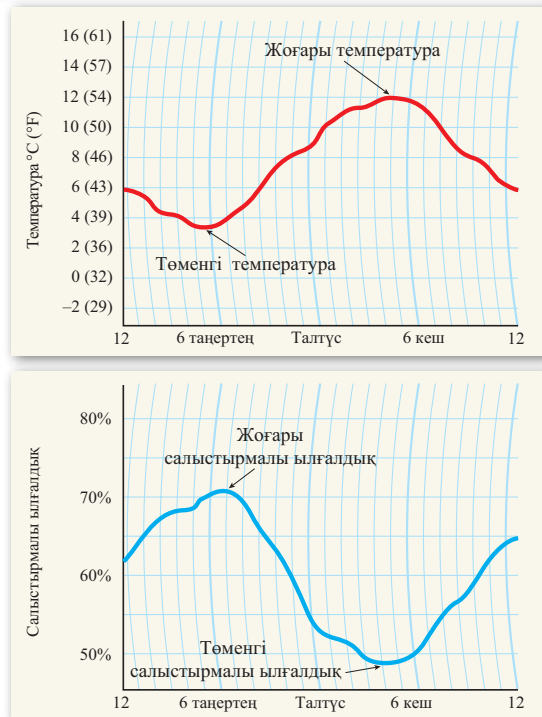
Жаз кезінде дүкендер ылғалдандырғыштар сатады. Қақаған қыс келгенде, дәл осы дүкендер құрғатқыштардан пайда көреді. Не себепті көптеген үйлерде қос құрылғы орнатылған? Жауап температура мен салыстырмалы ылғалдылықтың арасындағы байланыста жатыр. Ауаның су-бу құрамы тұрақты деңгейде қалса, температураның өсуі *салыстырмалы ылғалдылықты түсіреді* және температураның түсуі *салыстырмалы ылғалдылықты арттырады*.

Жаз айларында Америка штаттарының орталығында және шығысында ауа райы жылы әрі ылғалды келеді. Үйге ыстық, ылғал ауа кіргенде, ауаның кей бөлігі салқын жертөлеге таралады және ол ауаның салыстырмалы ылғалдылығын өсіреді. Нәтижесі – ылғал, көгерген жертөле. Үй иесі мәселені шешу үшін құрғатқыш орнатады. Ауа құрғатқыштың салқын катушкасынан айдалғандықтан, судың буы сұйықтыққа айналып, шелегіне жиналады немесе құрғатылады. Бұл үдеріс ауаның ылғалдылығын азайтып, жертөлені құрғатады және ыңғайлы етеді.

Салыстырмалы түрде, қыс айларында ауа салқын әрі құрғақ болады. Ауа үйге кіргенде, бөлме температурасында жылынады. Бұл үдеріс салыстырмалы ылғалдылықтың көбінесе 25 пайыз немесе одан да төмен деңгейге түсуіне әкеледі. Құрғақ ауамен өмір сүргенде статикалық электрлік шокқа, құрғақ тері, бас қуысындағы бас аурулар, мұрыннан қан кетуіне әкеледі деген сөз. Сол себепті үй иесі ауаға судың буы қосатын және салыстырмалы ылғалдылықты қолайлы деңгейге көтеретін ылғалдандырғыш орнатады.

Сұрақ

1. Қай маусымда үй иелері құрғатқышты қолданады? Түсіндіріңіз.



▲ 4.11-сурет. Вашингтонның көктемдегі күнделікті температура мен салыстырмалы ылғалдылық өзгерістері.

Шық нүктесіндегі температура

Шық нүктесіндегі температура немесе жай ғана шық нүктесі – *судың буының сұйықтыққа айналу температурасы*. Шық нүктесі термині түнгі сағаттарда жерге жақын объектілер шық нүктесінен төмен температурада салқындағандықтан және шықпен қапталғандықтан пайда болған. Шүбәсіз ылғалды жаз күндеріндегі мұзбен салқындатылған сусыннан пайда болған «шықты» көрген боларсыз.

Табиғатта шық нүктесінен төмен температурада ауа салқындатылғанда, көбінесе шық, тұман немесе бұлт пайда болады, ал шық нүктесінен жоғары температурада (0°C, 32°F) мұз және аяз тудырады.

Студенттер
кейде
сұрайды...

Неліктен менің ернім қыста жарылады?

Қыс айларында сырттағы ауа салқындау әрі құрғақ болады. Бұл ауа үйге кіргенде, ол жылынады және салыстырмалы ылғалдылық түседі. Үйіңізде ылғалдандырғыш орнатқанға дейін осы маусымда ерніңіз жарылып, теріңіз құрғайды.

Сонымен қатар шық нүктесін ауа бумасындағы түйінді ылғал құрамына тікелей байланысты болғандықтан *ауаның жұтылғандағы температурасын* қарастырамыз. Жұтылған бу қысымы температураға тәуелді және әр 10°C-қа өскенде, жұтылуға керек судың буы екі еселенеді. Сондықтан суық *жұтылған ауада* (0°C) 10° температурасы бар жарты ауаның судың буынан тұрады және шамамен 20°C температурадағы $\frac{1}{4}$ *жұтылған ауадан* тұрады. Шық нүктесі жұтылуудағы температура болғандықтан, жоғары шық нүктесінің температурасы ылғал ауаны, керісінше, төмен шық нүктесінің температурасы құрғақ ауаны көрсетеді (**4.2-кесте**). Нақтырақ айтсақ, бу қысымы мен жұтылу жайлы үйренгендерімізді негізге алсақ, біз әр 10°C шық нүктесіндегі температурада өскен сайын, ауада екі есе судың буы болады. Сондықтан шық нүктесінің температурасы 25°C, шық нүктесі 15°C болғанда, ауа екі есе судың буынан және 5°C шық нүктесінде төрт есе судың буынан тұрады.

Шық нүктесінің температурасы ауадағы судың буы көлемінің жақсы өлшемі болғандықтан, ауа райы карталарында көрсетіледі. Шық нүктесі 18°C-тан асқанда, көп адам ауаны ылғал деп есептейді. 24°C немесе жоғары шық нүктелі ауа деспотты болады.

Студенттер
кейде
сұрайды...

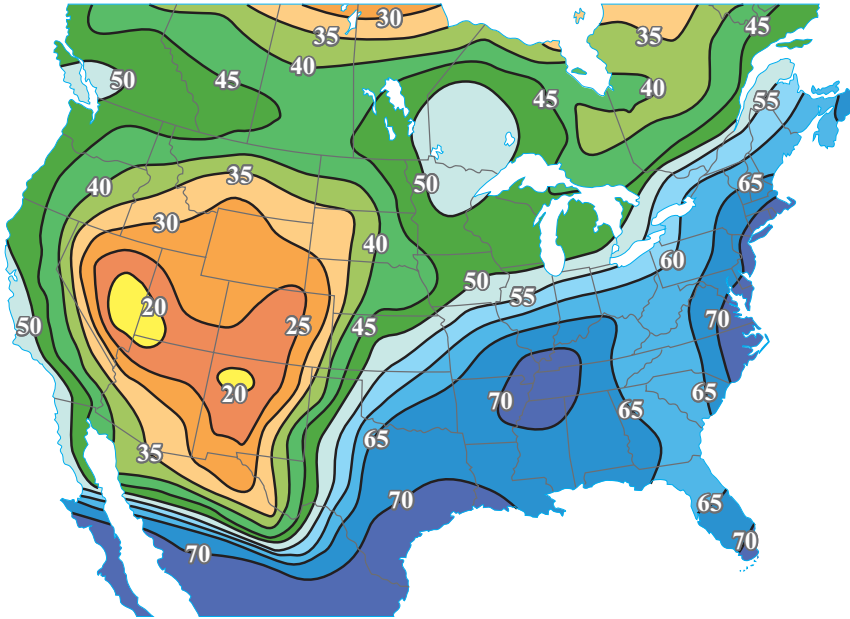
Аяз деген жай қатқан шық па?

Аяз деген қатқан шық емес. Ақ аяз 0° C (32°F) немесе одан да төмен температурада (аяз нүктесі) жұтылғанда пайда болады. Яғни, аяз су буы газдан қаттыға (мұз) сұйықтың күйіне кірмей ауысқанда пайда болады. Бұл депонеттеу үдерісі қыста терезелерде мұз кристалдарының пайда болуына әкеледі.

4.2-кесте. Шық нүктесінің төменгі шегі

Шық нүктесі температурасы	Төменгі шегі
≤10°F	Көлемді қарға кедергі бар
≥55°F	Күшті желдің пайда болуына қажетті минимум
≥65°F	Көпшілік үшін ылғал саналады
≥70°F	Жаңбырлы тропика үшін әдеттегі нәрсе
≥75°F	Көпшілік тарапынан ауыр саналады

4.12-суреттегі картаға қарасаңыз, Құрама штаттардың оңтүстік-шығысының шық нүкте температурасы 18°C -тан асады. 4.12-суреттен тағы да байқағанымыздай, оңтүстік-шығыста көбінесе ылғал жағдай басым, ал өзге мемлекеттердің көпшілігінде құрғағырақ ауа кездеседі.



▲ 4.12-сурет. Қарапайым қыркүйек күнінің шық нүктесі температурасын көрсететін кеңістік картасы. 60°F -тен жоғары шық нүктесі температурасы Америка штаттарының оңтүстігінде бұл аймақ ылғал ауалы болғаны үшін көптеп кездеседі.

Ылғалдылық қалай өлшенеді?

Ауаның құрамындағы ылғалды өлшеу үшін гигрометр деген құрал қолданылады. Сонымен қатар гигрометрлер ылғалға сезімтал біршама өндірістік орнатуларда, жылыжайларда, хьюмидорларда (темекіні сақтайтын ауасы тығыз контейнер), музейлерде қолданылады.

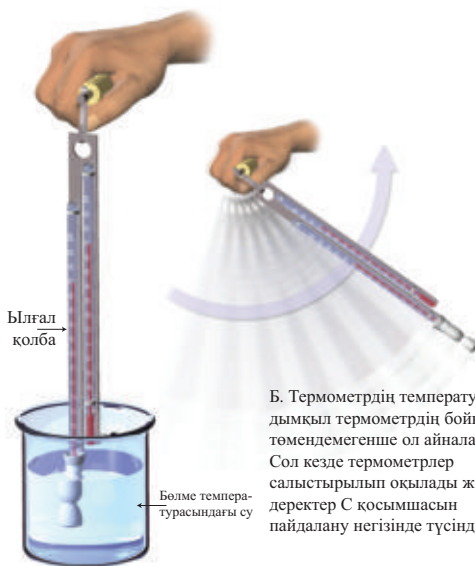
Абсолюттік ылғалдылық пен аралас қатынасты тікелей өлшеу қиын болғандықтан, көп гигрометрлер салыстырмалы ылғалдылық не шық нүктесі температурасын өлшейді. Екеуінің біреуі анықталғанда, ылғалдылықтың басқа өлшемдеріне айналдыру өте оңай.

Психрометрлер. Гигрометрлердің ең қарапайым түрі (сап және бұрандамен жалғасса, *ілекті психрометр* деп аталады) бір-бірімен қатар тұрған екі термометрден құралған (4.13А-сурет).

Термометрдің біреуі *құрғақ кішкене шар* ауа температурасын өлшейді, екіншісі *ылғал кішкене шардың* түбінде байланысқан жұқа мата тығыны бар. Мата тығын суды жұтады және ауаның үздіксіз ағыны термометрді тербелту арқылы немесе құрылғыдан ауа өту үшін электрлік желдеткішті қозғалту арқылы тығыннан өтеді. (4.13(Ә,Б)-суреттер). Нәтижесінде су тығыннан ылғал кішкене шарды термометрден жылу энергиясын сіңіру арқылы буланады, бұл температураның түсуіне әсер етеді.



А. Құрғақ қолба термометры ауаның қазіргі кездегі температурасын көрсетеді.



Ә. Ылғалды қолба термометры суға батырылған білге матасымен қапталған.

Б. Термометрдің температурасы дымқыл термометрдің бойымен төмендегенше ол айнала береді. Сол кезде термометрлер салыстырылып оқылады және деректер С қосымшасын пайдалану негізінде түсіндіріледі.

▲ 4.13-сурет. Ілмек психометр.

Сіздің болжамыңыз қандай?

Ылғалдылық және адамның жайлылығы



◀ 4(В)-сурет. Жылы ауада су буы көп болғандықтан, жазда сыртта жұмыс істеу ылғал мен жайсыздық тудырады. Температура мен ылғалдылық өскенде, жылу күйзелісі пайда болуы мүмкін.

Машинаңыздағы, үйіңіздегі ауа кондиционері дұрыс жұмыс істемесе, жайсыз қоршаған ортаға тап боласыз. Ауа кондиционері ауаны салқындатып, ылғалдылықты түсіргендіктен жайлылық береді. Ауаның құрамындағы ылғал немесе ылғалдылық метеорологтар мен метеоролог еместер үшін де аса маңызды. Метеоролог үшін ылғалдылық жан-жағымыздағы ауаның бақылаушы факторы. Атмосферадағы ылғалдылық жанбыр жауу ықтималдылығына және атмосферада дауыл болуы үшін жеткілікті мөлшерде тұрақсыз болуына әсер етеді. Барлығымыз үшін ылғалдылық жайлылығымыздың деңгейін және қоршаған ортаның саулығын көрсетеді (4(В)-сурет). Жаздың

ортасындағы ылғал ауа сізді ауа кондиционері бар үйде отырғызады. Жоғары ылғалдылық адам денсаулығына әсер ететін көгергенді және шаңды кенелердің өсуіне соқтыруы мүмкін. Егер ылғалдылық төмен болса, теріңіз құрғап, түлеп кетуі мүмкін. Салқын климаттардағы адамдар қыста жайлы сезіну үшін үйлеріне ауаға ылғалдылық қосады (4.2-мәліметтер жинағына қараңыз).

Ылғалдылықты өлшеу

Ауаның құрамындағы ылғалдың мөлшерін білу өте маңызды, бірақ оны нақты өлшеу қиын болып табылады. Ылғалдылық масса, қысым, температура немесе электрлік кедергі сияқты бірліктермен байланыстырылып өлшенгендіктен, ең кем дегенде, екі ақпаратты білуіңіз қажет. Негізі гигрометрлер абсолюттік ылғалдылық пен аралас қатынасқа (ауадағы судың түйінді массасы) қарағанда салыстырмалы ылғалдылықты (ауа жұтылуға қаншалықты жақын) сезеді. Салыстырмалы ылғалдылық температура мен ылғалдылық құрамының функциясы, температурадағы өзгеріс салыстырмалы ылғалдылықтың өзгерісіне әкеледі. Мысалы, салқындалатын айналы гигрометр айналы қоршаған ортаның температурасында салқындалатын, айнада тұман тудыру арқылы жұмыс істейді. Сол себепті салқындалатын айналы гигрометр салыстырмалы ылғалдылықты сезеді. Ауаның ылғалдылық құрамын анықтау үшін оның температурасын білуіңіз қажет.

Сандармен жұмыс жасау

Салыстырмалы ылғалдылық пен шық нүктесі температурасын анықтаудың тиімді жолы жіпті гигрометрді (4.14-сурет) қолдану. Ылғал кішкене шар мен құрғақ кішкене шардың температурасы салыстырылады. С-қосымшасына сүйенсек, құрғақ кішкене шардағы ауа температурасы 70°F, ылғал кішкене шардағы ауа температурасы 57°F, ылғал кішкене шардағы ауаның температурасы 13°F-ке кем. 3(C)-кестесіне сәйкес, салыстырмалы ылғалдылық 44 пайыз. 4C-кестесіне сәйкес, шық нүктесі температурасы 47°F. Жылу индекс диаграммасы 68° F сияқты төмен температураны қоспайды, бұл салыстырмалы ылғалдылыққа байланысты еш аурудың әсері жоқ деген сөз. Ал бұл – жайлы әрі қолайлы бір күн!

Сұрақтар

1. Жеткіліксіз ақпараттардағы шамаларды анықтау үшін С-қосымшасындағы кестелерді пайдаланыңыз.
2. Егер құрғақ кішкене шардағы ауа температурасы 85°F және ылғал кішкене шардағы ауа температурасы 81°F болса, онда ылғал кішкене шардағы ауаның артта қалуын, шық нүктесі температурасын, салыстырмалы ылғалдылығын табыңыз.
3. Егер құрғақ кішкене шардағы ауа температурасы 75°F және ылғал кішкене шардағы ауа температурасы 20°F болса, онда ылғал кішкене шардағы ауаның артта қалуын, шық нүктесі температурасын, салыстырмалы ылғалдылығын табыңыз.
4. Егер құрғақ кішкене шардағы ауа температурасы 90°F, салыстырмалы ылғалдылық 74 пайыз болса, онда ылғал кішкене шардағы ауа температурасын, ылғал кішкене шардағы ауаның артта қалуын, шық нүктесі температурасын табыңыз.
5. Егер құрғақ кішкене шардағы ауа температурасы 100°F, салыстырмалы ылғалдылық 65 пайыз болса, ылғал кішкене шардағы ауа температурасын, ылғал кішкене шардағы ауаның артта қалуын, шық нүктесі температурасын табыңыз.
6. 1-сұрақтағы жауаптарыңызға сүйене отырып, берілген жағдайда қалай жайлы болатындығыңызды көрсетіп, әріптерге рейтинг беріңіз. 3-бөлімдегі жылу индексі диаграммасын (3.27-сурет) таңдау үшін қолданыңыз.

Аумақты суыту ауаның құрғақтылығымен тура пропорционалды: ауа қаншалықты құрғағырақ болса, көбірек салқындату керек. Сондықтан ылғал және құрғақ кішкене шартердің арасындағы температура айырмашылығы қаншалықты үлкен болса, салыстырмалы ылғалдылықтары соншалықты төмен. Салыстырсақ, ауа жұтылғанда булану болмайды, екі термометр бірдей көрсеткіш көрсетеді. Психрометр мен С-қосымшасындағы кестелерді қолдану арқылы салыстырмалы ылғалдылық пен шық нүктесі температурасы оңай анықталады.

Шаш гигрометрлері. Салыстырмалы ылғалдылықты өлшеуге арналған ең ескі құрал, шаш гигрометрі, шаштың ұзындығының өзгерісі салыстырмалы ылғалдылық өзгерісіне пропорционалды дегенге негізделген. Шаш салыстырмалы ылғалдылық ұлғайған сайын өседі және салыстырмалы ылғалдылық түскен сайын қысқарады. Табиғи бұйра шашы бар адамдар бұл құбылысты сезінеді: ылғал ауа райында олардың шашы ұзарып, бұйра болады. Шаш гигрометрі өзара 0 және 100 пайыз аралығында тербелетін индикаторға байланысқан шаш бумасын қолданады. Бүгінде нақты өлшейтін құрылғылардың пайда болуына байланысты бұл құрылғыларды ескірді.

Электрлік гигрометрлер. Бүгіндері *электрлік гигрометр* әртүрлі ылғалдылықты өлшеу үшін қолданылады. Электрлік гигрометрдің бір түрі салқындатылған айна мен айнада конденсация болатын температураны анықтайтын механизмді қолданады. Яғни, *салқындатылған айна гигрометрі* ауаның шық нүктесі температурасын өлшеу үшін қолданылады.

Ұлттық ауа райы қызметіне қарасты автоматтандырылған ауа райын бақылау жүйесі электрлік гигрометрді *сыйымдылық – материалдың электр зарядын жинау қабілеті* қағидасына негіздеп қолданады. Сенсор ток күшімен байланысқан жұқа гигроскопиялық (су сіңіруші) қабықшадан тұрады. Қабықша суды сіңірген не шығарған сайын, сенсордың сыйымдылығы қоршаған ортадағы ауаның салыстырмалы ылғалдылығы көрсеткішіне пропорционалды өзгереді. Яғни, салыстырмалы ылғалдылық қабықшаның сыйымдылығындағы өзгерістерді бақылау арқылы да өлшенеді. Жоғары сыйымдылық жоғары салыстырмалы ылғалдылыққа тең.

✓ 4.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Салыстырмалы ылғалдылықтың абсолюттік ылғалдылық және аралас қатынастан айырмашылығы неде?
- 2 4.11-суретті негізге ала отырып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз:
 - а. Күннің қай уақыттарында салыстырмалы ылғалдылық ең жоғары және ең төмен деңгейде болады?
 - ә. Күннің қай уақытында шық пайда болады?
 - б. Салыстырмалы ылғалдылықтың өзгерісіне байланысты ауа температурасының өзгерісін жалпылама жазыңыз.
- 3 Егер температура өзгеріссіз қалса және аралас қатынас деңгейі түссе, онда салыстырмалы ылғалдылық қалай өзгереді?
- 4 Шық нүктесінің температурасына анықтама беріңіз.
- 5 Ауаның массасындағы судың буының түйінді санын ылғалдылықтың қай өлшемі ең жақсы сипаттайды, салыстырмалы ылғалдылық па, әлде аралас қатынас па?
- 6 Психрометрдің жұмыс істеу қағидаларын қысқаша сипаттаңыз.

4.5 Адиабаттық температура өзгерістері және бұлттардың пайда болуы

Адиабаттық температура өзгерістерін сипаттау және салқындатудың ылғал адиабаттық көрсеткішінің құрғақ адиабаттық көрсеткішінен кем болуын түсіндіру

MM GEODE ► Ылғал және бұлттың пайда болуы ► Бұлттың пайда болуының негіздері: адиабаттық салқындату

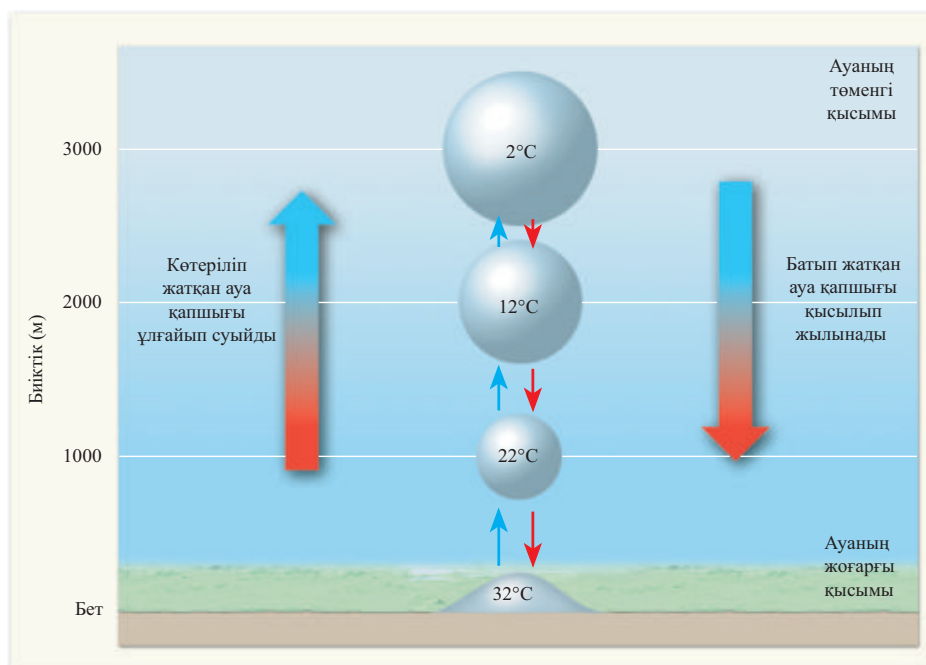
Конденсация жеткілікті мөлшерде судың буының ауаға қосылуынан пайда болады, жалпылай айтқанда, ауа өзінің шық нүктесінің температурасында салқындатылғанда пайда болады. Конденсациядан шық, тұман немесе бұлт пайда болады. Жер кеңістігіндегі жылу жер мен жоғарыдағы ауа арасында еш қиындықсыз алмасады. Жер кешкі уақытта жылуын жоғалтқандықтан (салқындату радиациясы), шық шөптердің үстінде сұйылады, ал тұман жердің жоғарысында орын алады. Күн батуынан кейінгі кеңістіктің салқындауынан конденсация пайда болады. Дегенмен бұлттар күннің ең жылы бөлігінде орын алады, бұл көкте бұлтты тудыру үшін ауаны салқындатудың басқа механизмінің жұмыс істейтіндігінің көрінісі.

Бұлттарды тудыратын үдерістердің көбісі көзге көрінерлік. Велосипедтің дөңгелегін қол сорғышымен үрлегенде, сорғының жылып кететінін байқаған шығарсыз? Ауаны *тығыздау* үшін энергия қолданғаңызда, газ молекулаларының қозғалысы артады және ауаның температурасы өседі. Керісінше, велосипедтің дөңгелегінен ауаның шығуына мүмкіндік бергеніңізде, ауа ұлғайып, газ молекулалары баяу қозғалады және ауа салқындайды. Шаш спрейі немесе спрей дезодорант қолданғанда, газдың қозғалу күшінің ұлғаюының салқындату әсерін сезінген боларсыз. Жылу энергиясының алынбауындағы не қосылмауындағы температура өзгерісін **адиабаттық температура өзгерісі** деп атайды. Қысымдағы өзгеріс температураның өзгеруіне әкеледі. Ауа тығыздалғанда ол жылынады, ауа ұлғайғанда ол салқындайды.

Адиабаттық салқындату және конденсация

Адиабаттық салқындатудың талқыламасын жеңілдету үшін жіңішке шар тектес затқа толы ауаны елестетейік. Метеорологтар ойдағы ауа көлемін **бума** деп атайды. Негізі біз буманың көлемі бірнеше жүз метр куб деп есептейміз және қоршаған ауадан тәуелсіз әрекет етеді деп қарастырамыз. Бумадан ешқандай жылу шықпайды және жылу кірмейді. Бұл бейне идеал болғанына карамастан, қысқа уақыт мерзімінде, ауа бумасы атмосферадан жоғары және төмен қозғалатын ауаның түйінді көлеміндей әрекет етеді. Табиғатта кей кездері қоршаған ауа ауаның өспелі не кемімелі тобын фильтрлейді, бұл үдерісті **тарту** деп атайды. Талқылау үшін мұндай аралас типтер болмайды деп есетейміз.

1-бөлімде атмосфералық қысым биіктіктің әсерінен кемиді дегенбіз. Ауа бумасы жоғары қозғалғанда төмен қысымды аймақтардан сәтті өтеді. Нәтижесінде, өспелі ауа ұлғаяды және адиабаттық салқындайды. Жұтылмаған ауа әр 1000 метрлік өсу үшін тұрақты 10°C-тық деңгейде салқындайды. Сәйкесінше, кемімелі ауа қысымның өсуінен туындайды, тығыздалады және әр 1000 метрлік кему үшін 10°C температурада жылиды (**4.14-сурет**).



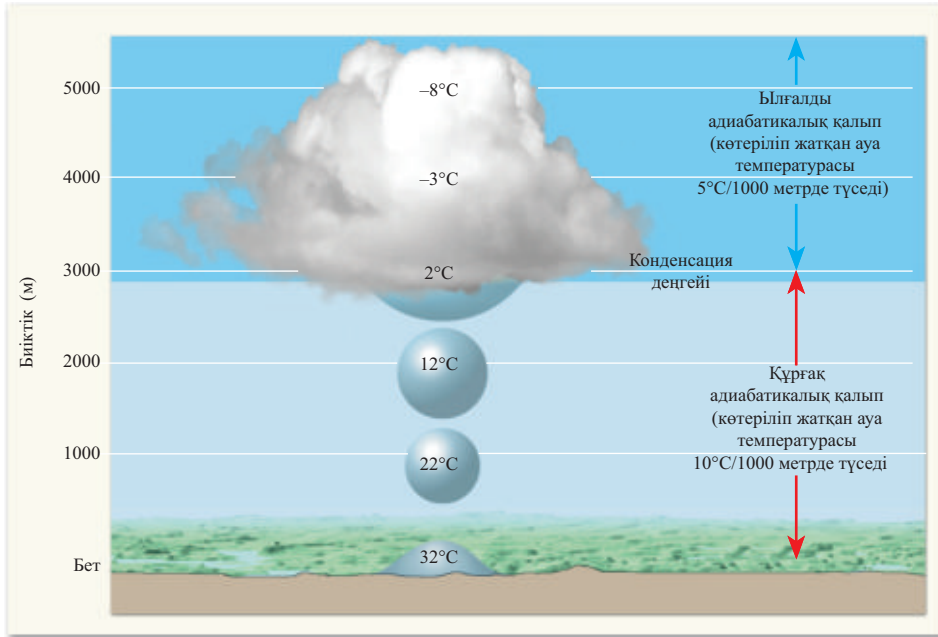
▲ 4.14-сурет. Салқындату мен жылытудың құрғақ адиабатиялық көрсеткіші. Жұтылмаған ауа бумасы көтерілген сайын ол ұлғаяды және әр 1000 метр үшін 10°C құрғақ адиабаттық көрсеткішпен салқындайды. Ауа қысылғанда тығыздалады және дәл сол көрсеткішпен жылынады.

Салқындатудың немесе жылытудың деңгейі тек жұтылмаған ауа үшін қолданылады және **құрғақ адиабаттық көрсеткіш** деп аталады (ауа жұтылмағандықтан, «құрғақ» деп аталады).

Егер ауа бумасы жеткілікті мөлшерде биікке көтерілсе, онда ол біртіндеп шық нүктесінде салқындайды және конденсация үдерісінің басталуына мүмкіндік туғызады. Буманың жұтылуға жету биіктігін және бұлттың пайда болуын **конденсация деңгейінің көтерілуі** немесе конденсация деңгейі деп атаймыз. Конденсацияның деңгейінің көтерілуінде маңызды өзгерістер туындайды: судың булануы кезінде сіңірілген жасырын жылу термометрмен өлшеуге болатын *сезілетін жылу* есебінде сыртқа шығады. Бума адиабаттық салқындаса да, жасырын жылудың шығуынан салқындату мөлшері саябырлайды. Басқаша айтқанда, ауа бумасы конденсацияның деңгейінен өспелі болғанда салқындату мөлшері түседі. Салқындатудың баяу деңгейін **ылғал адиабаттық көрсеткіш** деп атайды (көбінесе ылғал не жұтылған адиабаттық көрсеткіш деп те аталады).

Шығарылған жасырын жылудың көлемі ауадағы ылғалдың санына (көбінесе 0-4 пайыз) тәуелді болғандықтан ылғал адиабаттық көрсеткіш әр 1000 метрдегі ылғалдылығы жоғары ауаға 5%, әр 1000 метрдегі ылғалдылығы төмен ауаға 9% аралықта өзгереді. Бұлттың пайда болуындағы адиабаттық салқындатудың маңыздылығын **4.15-сурет** көрсетеді.

Қорыта келгенде, өспелі ауа құрғақ адиабаттық көрсеткіште кеңістіктен конденсация деңгейінің арасында салқындатады, конденсация деңгейінде ылғал адиабаттық көрсеткіште салқындайды.



▲ **4.15-сурет. Конденсациялық көтерілу деңгейі және Ылғал адиабаттық көрсеткіші.** Көтерілетін ауа ұлғаяды және шық нүктесіне жеткенше әр 1000 метр үшін 10°C құрғақ адиабаттық көрсеткішпен салқындайды және конденсация (бұлт пайда болу) басталады. Ауа көтерілуін жалғастырған сайын конденсациядан шыққан жасырын жылу салқындату көрсеткішін төмендетеді. Сондықтан ылғал адиабаттық көрсеткіш құрғақ адиабаттық көрсеткіштен әрдайым кем.

✓ 4.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Энергияның қосылмауынан не алынбауынан ауа температурасының өзгерісін қарастыратын үдерісті қалай атаймыз?
- 2 Атмосферада ауаның жоғары қозғалуынан не себепті ауа ұлғаяды?
- 3 Жұтылмаған ауа қай деңгейде салқындайды және атмосфераға көтеріледі?
- 4 Конденсация басталғанда, салқындатудың адиабаттық көрсеткіші өзгереді?
- 5 Не себепті ылғал адиабаттық көрсеткіші тұрақты емес?

4.6 Ауаны көтеретін үдерістер

Ауаның көтерілуіне әсер ететін төрт механизмді тізіңіз және сипаттаңыз.

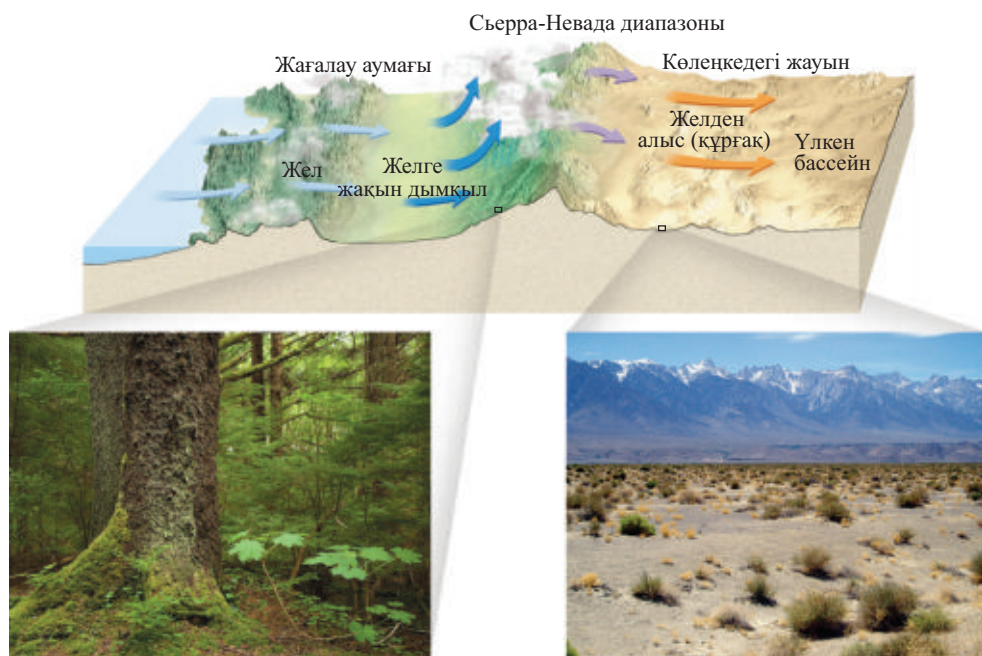
MM® GEODE ► Ылғал және бұлттың пайда болуы ► Ауаны көтеретін үдерістер

Кей жағдайларда бұлттарды тудыру үшін ауа көтеріледі. Негізі, ауа тік қозғалыстарға қарсылық көрсетеді деген тенденция бар. Кеңістіктегі ауа кеңістікте тұрғысы келеді, көктегі ауа көкте қалғысы келеді. Дегенмен, мына төрт үдеріс ауаның көтерілуіне және бұлттың пайда болуына әсер етеді:

1. *Орографиялық көтерілу*: ауа тау кедергілеріне қарсы көтерілуге міндетті
2. *Алдымен (фронтальды) көтерілу*: жылырақ, тығыз емес ауа салқын және тығыз ауаға қарсы
3. *Конвергенция*: көлденең ауа ағынының жоғары қозғалғандағы соқтығысуы
4. *Локалдендірілген конвективтік көтерілу*: біртекті кеңістіктің жергілікті ауа бумаларының қалқымалылық қасиетіне байланысты жылытуынан көтерілуі

Орографиялық көтерілу

Орографиялық көтерілу тау сияқты биік жерлер ауаға кедергі әрекет еткенде пайда болады (4.16-сурет).



А. Орографиялық көтерілу тау бөктерінде жауын-шашынды болдырады.

Ә. Ауа таудың желге қарсы тұсына жеткенде, ылғалдың көп бөлігі жоғалады.

▲ **4.16-сурет. Орографиялық көтерілу және жаңбыр.** А. Орографиялық көтерілу тау сияқты топографиялық кедергінің жел бағытында жаңбырдың жаууына жол ашады. Ә. Ауа таудың желге қарсы тұсына жеткенде, ылғалдың көп бөлігі жоғалады. Ұлы Базин шөлі жаңбыр көлеңкесі шөлі және оған Невада мен көршілес штаттардың ауқымының басым бөлігі кіреді.

4.3-мәліметтер жинағы

Жаңбыр көрсеткіші мен таулы аймақ

Әлемдегі ең көп жаңбыр жауатын жерлер жел бағыттан тау еністерінде орналасқан. Бұл аймақтардағы таулар жердің табиғи айналымына кедергі болғандықтан, жаңбыр көп болады. Таралған желдер ылдиды аймақтарда көтерілуге мәжбүр болады, сондықтан бұлттар құралып, жиі жаңбыр жауады. Гавайдағы Ваяляль тауында ең жоғары орта жылдық жаңбыр көрсеткіші тіркелген, кейбіреуі 1234 сантиметр. Кауаи аралы жағажайының жел бағытында

(солтүстік шығыс) 1569 метр биіктікте орналасқан. Салыстыру үшін, 31 км қашықтықта Баркинг Сандс орналасқан, жылдық орташа жаңбыр 50 сантиметрден кем.

12 айлық периодтағы ең ұзақ жаңбыр көрсеткіші Үндістандағы Черепанияда тіркелген, 2647 сантиметр, 86 қадамнан көп жаңбыр 1860 жылдың тамызынан 1861 жылдың шілдесіне дейін жауған. Жаңбырдың басым бөлгілі жазды маусымында жауған, шілдедегі рекордтық көрсеткіш 930 сантиметр. Чикагоның орташа жылдық жаңбыр түсуімен салыстырсақ, Черапунджиде айда түскен жаңбыр 10 есе көп. Черапунджи Бенгал шығанағының солтүстігінде орналасқан және биіктігінің 1293 метр болуы Үндістанның ылғал жаз айларындағы толық әсерді алуға ең керемет аймақ етеді.

Таулар қатты жаңбырды қабылдайтындықтан олар, әсіресе Америка Штаттарының батысындағы құрғақ аймақтар үшін, судың түйінді қоры болады. Таудың биігінде қыста жиналатын тау бумасы жаңбыры аз, суға сұраныс көп жаз маусымында судың түйінді қоры болады. Қардың түсуі бойынша Америка Штаттарындағы жылдық рекордтық көрсеткіш Вашингтондағы Ситлдің солтүстігінде шаңғы аймағы бар Бэйкер тауына тиесілі, 1998-1999 жылдардағы қыстағы қардың түсуі 2896 сантиметр.

Таулар көтерілуге көмектесумен қатар, басқа жолдардағы қосымша ылғалдарды алып тастайды. Ауаның көлденең қозғалуын баяулату арқылы конвергенция пайда болады және жел жүйесінің жолына кедергі болады. Сонымен қатар, таулардың біртегіс топографиясы локалдендірілген конвективті көтерілуді тудыратын дифференциалды жылытуды жақсартады. Біріккен әсерлер жазық аймақтарға қарағанда, таулы аймақтарды жиі жаңбырмен байланыстырылады.

Сұрақтар

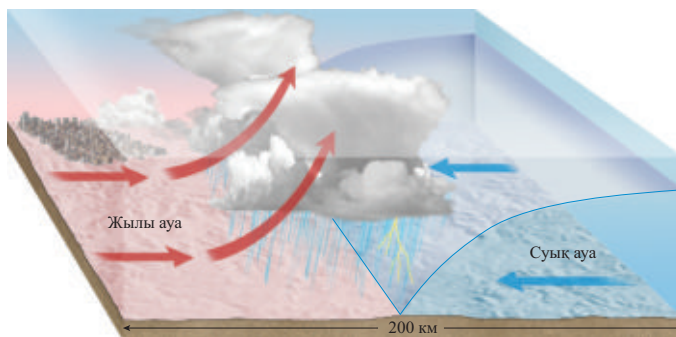
1. Ең жоғары жылдық орташа жаңбыр жауу көрсеткіші қай аймаққа тиесілі?
2. Неліктен таулы аймақтар қатты жауындарды қабылдайды?

Ауа тау иірімдеріне көтерілгенде, адиабаттық салқындаудан бұлт және мол жауын-шашын пайда болады. Ең жиі жаңбыр жауатын аймақтар көбінесе желге қарсы тау иірімдерінде орналасады (**4.3-мәліметтер жинағы**).

Ауа таудың жел бағытталған бөлігіне жеткенде ауаның ылғалының басым бөлігі жоғалады. Ауа кемісе ауа адиабаттық түрде жылыиды және конденсация мен жаңбырдың жауу мүмкіндігін азайтады. 4.16-суретте көрсетілгендей, нәтижесі **жаңбыр көлеңкелі шөлге** айналады (**4.4-мәліметтер жинағы**). Америка Штаттарының батысындағы Ұлы Базин шөлі Тынық мұхиттан бірнеше жүз метр жерде орналасқан, бірақ Сиерра Неваданың (4.16-сурет) кедергісінен мұхиттан келетін әсерлі ылғалдылықтан құр қалған. Монғолияның Гоби шөлі, Қытайдың Такли Маканы, Аргентинаның Патагония шөлі жел бағытталған тау жүйелерінде орналасқан шөлдер болып табылады.

Алдымен көтерілу

Егер орографиялық көтерілу ауаны жоғарыда ұстайтын механизм болғанда, Солтүстік Американың орталығының жазық бөліктері «мемлекеттің нан қазынасы» емес, кең шөл болар еді. Бірақ жағдай бұлай емес. Солтүстік Американың орталығында жылы және суық массалар кездеседі және олардың арасында **«фронт»** деп аталатын шекара пайда болады. Ауа көтерілгенде салқындау, тығыздау ауа жылылау, тығыз емес ауаға кедергі тудырады. Бұл үдеріс **фронтальды көтерілу** немесе **фронтальды сыналану** деп аталады және **4.17-суретте** бейнеленген.

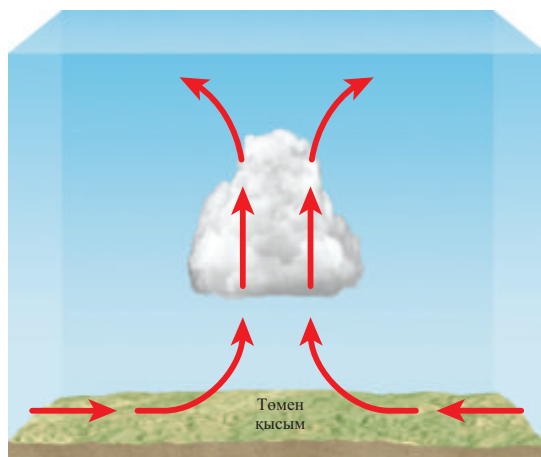


▲ 4.17-сурет. **Фронтальды көтерілу.** Салқын, тығыз ауа кедергі ретінде әрекет етеді және жылырақ, тығыз емес ауа көтеріледі.

Ескере кететін жайт бар: ауа райын тудыратын фронттар *орташа ендіктегі циклондар* деп аталатын дауыл жүйелерімен байланысты. Бұл дауылдар орташа ендіктерде жоғары пайыздық жаңбыр тудыруға жауапты болғандықтан, 9-бөлімде кеңірек қарастырамыз.

Конвергенция

Жер кеңістігіне жақын ауа жүйесіндегі аймаққа ауа шыққаннан көбірек кірсе, бұл феномена **конвергенция** деп аталады және көтерілу жүзеге асады (4.18-сурет).



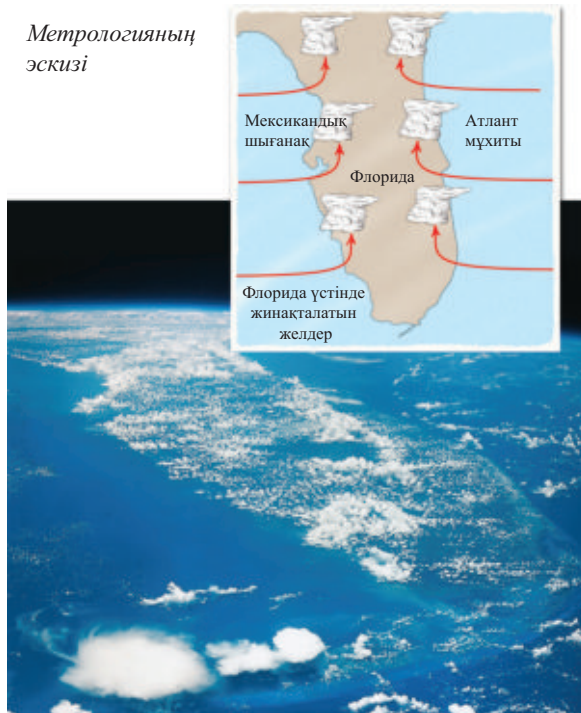
▲ 4.18-сурет. **Кеңістіктегі конвергенция ауаны көтереді.** Жер кеңістігіне жақын жел жүйесінде аймаққа кірген ауа шыққан ауадан көп болса, конвергенциялық көтерілу болады.

Конвергенция көтерілу механизмдерінің ішінен *төмен қысым*, көбінесе орташа ендікті циклондар және дауылдармен 4.18-сурет байланыстырылады. Бұл жүйелердің кеңістігіндегі ішкі ауа ағыны көтерілетін ауа, бұлттардың пайда болуы және жаңбыр арқылы теңестіріледі.

Конвергенция кедергі азайғанда немесе көлденең ауа ағынын (жел) шектегенде, пайда болады. Мысалы, ауа салыстырмалы тегіс кеңістіктен қозғалғанда, мысалы мұхиттан тегіс емес ландшафтқа қозғалғанда, өскен кедергі жылдамдығын азайтады. Нәтижесінде ауа

тобы (конвергенция) пайда болады. Ауа конвергенцияланғанда, ауа молекулалары өзара қысылғаннан гөрі (көп адамның ғимаратқа кіргенінде болады) ауа молекулалары ағыны жоғарыға қарай болады.

Бұлт пен жаңбырдың пайда болуындағы конвергенцияның ролін Флорида түбегіндегі мысалдар көрсете алады. Жылы күндерде Флориданың қос жағалауындағы аумаққа мұхиттан ауа ағыны келеді. Бұл жағалау арасында ауа тобына және түбекте жалпы конвергенцияға әкеліп соқтырады. Конвергенцияның бұл түрі және жоғары көтерілуіне жердің күн тарапынан жылытылуының күші көмектеседі. Нәтижесінде, Америка Құрама Штаттары бойынша Флорида түбегінде ең үлкен жиіліктегі түстен кейінгі дауылдар кездеседі (4.19-сурет).

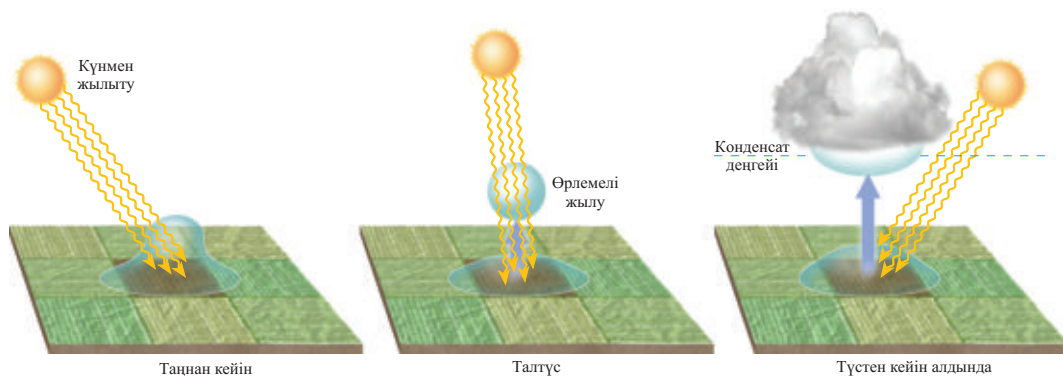


▲ 4.19-сурет. Флорида түбегіндегі конвергенция. Кеңістіктегі ауа қосылғанда, ауа қатарлары езі орналасқан кішірейген аймаққа кіру үшін биіктік бойынша өседі. Флорида – жақсы мысал. Атлант мұхиты мен Мехико бұғазынан Флорида түбегіне жылы күндерде келетін ауа ағыны көптеген түстен кейінгі уақыттардағы дауылдардың себебі.

Оқшауланған конвективтік көтерілу

Жаздың жылы күндерінде жер кеңістігінің біртекті жылытылуы қоршаған ауаға қарағанда ауа бумаларының жылынуына әкеліп соқтырады (4.20-сурет).

Мысалы, айдалған егістіктегі ауа егінді жердің жоғарысындағы ауаға қарағанда, жылырақ болады. Сәйкесінше, қоршаған ортаға қарағанда жылырақ және тығыз емес егістіктің жоғарысындағы ауа бумасы жоғарыға қалқиды. Жылырақ ауаның жоғары көтерілуін қызу деп атайды. Сұңқар және бүркіт сияқты құстар қызуды үлкен биіктікке көтерілу үшін қолданады, жоғары биіктікте олар өздерінің олжаларын анықтай алады. Адамдар көтерілмелі бумаларды ұшу үшін дельтаплан ретінде қолданады.



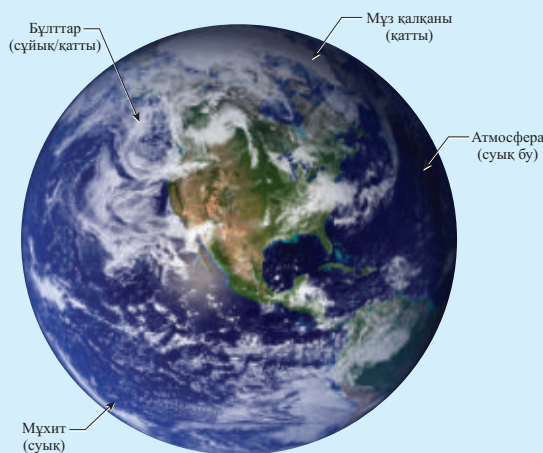
▲ **4.20-сурет. Локалдандырылған конвективті көтерілу.** Жер кеңістігінің әртүрлі жылынуы ауа бумаларының қоршаған ортадағы ауаға қарағанда жылырақ болуына жол ашады. Нәтижесінде қалқымалы ауа бумалары көтеріледі, термалдар (жылу) пайда болады. Егер конденсация деңгейіне жетсе, онда бұлт пайда болады.

Қызуды көтеруді тудыратын феномді **локалдандырылған конвективтік көтерілу** немесе жай ғана **конвективтік көтерілу** деп атайды. Жылы ауа бумалары көтерілудің конденсациялық деңгейінен жоғары көтерілгенде, бұлттар құралады, нәтижесінде түстен кейін жаңбыр душтары пайда болады.

Осы түрде пайда болған бұлттардың биіктіктері шектеулі, себебі біртекті жер кеңістігінен туындаған қалқымалылық ең көп атмосфераның бірнеше шақырыммен шектеулі. Ілеспе жаңбырлар ауыр болғанына қарамастан, қысқа мерзімді әрі кеңінен шашырайды және бұл феномен *күн душтары* деп аталады.

4.2-атмосфераға шолу

Жерге ғарыштан қаралғанда, көзге ең көп түсетін нәрсе су. Су ғаламдық мұхиттарда сұйық күйінде, полярлық мұздықтарда қатты күйде, атмосферада бұлт және судың буы күйінде болады. Жер суының 1 пайызының мыңнан бір бөлігі судың буы күйінде болатынына қарамастан, оның планетамыздың ауа райы мен климатына әсері аса зор.



Сұрақтар

1. Жер кеңістігін жылытуда судың буының рөлі қандай?
2. Судың буы жердің өзен-көл кеңістігінен атмосфераға жылуды қалай тасиды?

✓ 4.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Америка Штаттарының батысындағы Ұлы Базин шөлі не себептен құрғақ екендігін түсіндіріңіз. Бұл аймақтар үшін қандай термин қолданылады?
- 2 Фронтальды көтерілу ауаның көтерілуіне қалай әсер етеді?
- 3 Конвергенцияға анықтама беріңіз. Атмосферадағы конвергенциямен байланыстырылатын ауа-райының екі жүйесін анықтаңыз.
- 4 Неліктен Флоридада түстен кейінгі дауылдар ең көп болады?
- 5 Конвективті көтерілуге анықтама беріңіз.

4.7 Ауа райының қалыптасуының мәселелері: атмосфералық тұрақтылық

Тұрақтылық пен қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші байланысы жайлы жазыңыз

MM GEODE ► Ылғал мен бұлттың құралуы ► Ауа-райының қалыптасуының мәселелері: атмосфералық тұрақтылық

Неліктен бұлттардың көлемі әртүрлі, неліктен оның нәтижесі жаңбыр да әртүрлі болып келеді? Жауап – *ауаның тұрақтылығымен* байланысты.

Ауа бумасы көтерілгенде, ұлғаюдың (адиабаттық салқындаудың) әсерінен, температурасы түседі. Ауа мен буманың температурасын салыстырғанда, біз оның тұрақтылығын анықтай аламыз. Бума қоршаған ортаға қарағанда салқынырақ болса, тығыз болады; егер әрі қарай осылай жалғасса, бұл өзінің бастапқы қалыпына түседі. Ауаның мұндай түрін **тұрақты ауа** деп атайды және ол тігінен қозғалуға кедергі келтіреді.

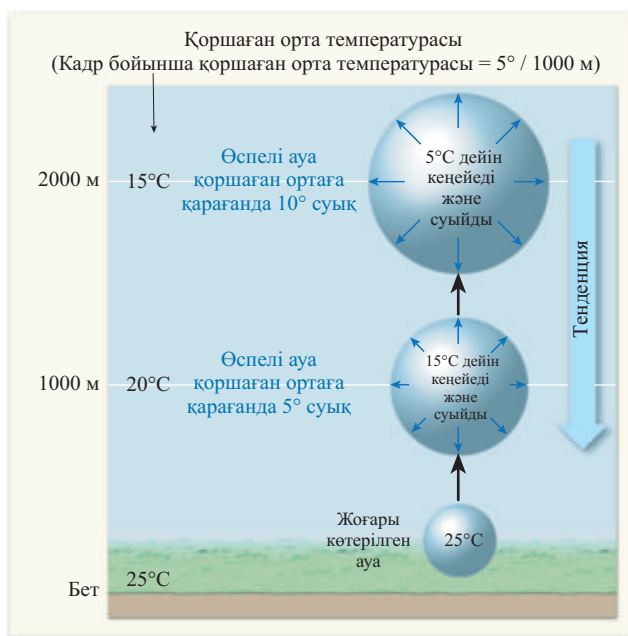
Ойымыздағы көтерілетін бума жылырақ болса, қоршаған ортадағы ауаға қарағанда тығыз емес және оның температурасы қоршаған ортаның температурасына тең болатын биіктікке жеткенге дейін көтеріле береді. Ауаның мұндай түрі **тұрақсыз ауа** деп аталады. Тұрақсыз ауа ыстық ауаға толы шарға ұқсайды: шардағы ауа қоршаған ортадағы ауаға қарағанда жылырақ әрі тығыз болмаса, онда шар жоғары көтеріле береді.

Тұрақтылық түрлері

Ауаның тұрақтылығы әртүрлі биіктіктегі ауа температураларын жиі өлшеу арқылы анықталады. Бұл өлшемді **қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші** деп атайды және оны адиабаттық температура өзгерістермен шатастырмау керек. **Қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші** атмосфераның түйінді температурасының биіктікке байланысты өзгерісінің көрсеткіші, радиозондтар мен ұшақтардан жасалған бақылаулардан анықталады (радиозонд – шарға байланған және шар атмосферада көтерілген сайын ақпараттарды радио арқылы жеткізуші құрал). Адиабаттық температура өзгерістері деп ауа бумасының тігінен атмосферада қозғалу барысында температураның өзгерістерін айтады.

4.21-сурет ауа кеңістіктен 1000 метр жоғары болғанда кеңістіктегі ауаға қарағанда, 5°C-қа салқынырақ болғандағы, 2000 метр биіктікте 10°C-қа салқынырақ болғандағы атмосфераның тұрақтылығын анықтауды көрсетеді. Яғни, таралып жатқан қоршаған

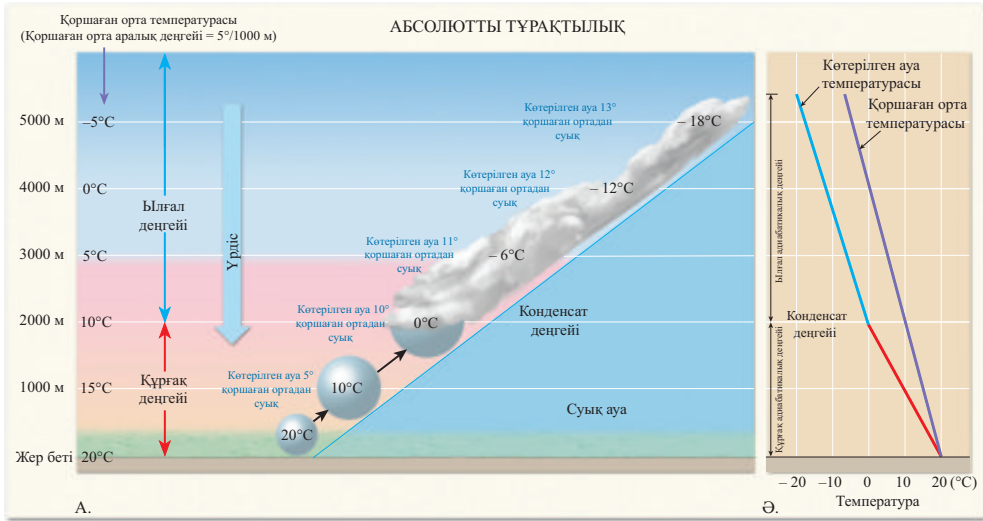
ортаның тік градиенттік көрсеткіші әр 1000 метр үшін 5°C . Кеңістіктегі ауа 1000 метрдегі ауаға қарағанда тығыз еместігі оның 5°C -қа жылы болуынан. Дегенмен егер кеңістіктегі ауа 1000 метрге көтерілуге міндеттелгенде, онда ауа ұлғайып, әр 1000 метр үшін 10°C -тағы құрғақ адиабаттық көрсеткішпен салқындар еді. Сондықтан 1000 метрге жеткенде, көтерілмелі буманың температурасы 25°C -тан 15°C -қа түсер еді. Көтерілген ауа қоршаған ортадағы ауаға қарағанда 5°C -қа салқындау болғандықтан, ауа тығызырақ болады және өзінің бастапқы қалыпына түседі. Яғни, кеңістікке жақын ауа жоғарыдағы ауаға қарағанда салқынырақ болады.



▲ **4.21-сурет. Ауаның тұрақтылығы қалай анықталады.** Жұтылмаған ауа бумасы көтерілгенде, ауа ұлғаяды және әр 1000 метрге 10°C құрғақ адиабаттық көрсеткішпен салқындайды. Бұл мысалдағы көтерілген ауа бумасының температурасы қоршаған ортаның ауасына қарағанда төменірек, сондықтан ол ауырлау болады, егер әрі қарай осылай жалғасса, онда өзінің бастапқы қалыпына түседі.

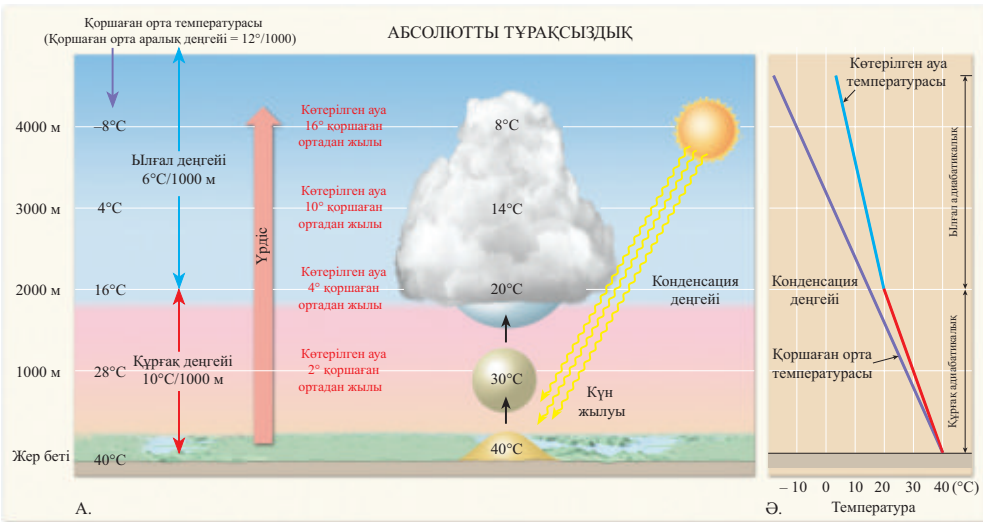
Абсолюттік тұрақтылық. Абсолюттік тұрақтылық қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші адиабаттық көрсеткіштен кем болғанда кездеседі. **4.22-сурет** бұл жағдайды әр 1000 метрге 5°C -тық градиент тәсілін қолдану арқылы (және әр 1000 метрге 6°C -тық ылғал адиабаттық көрсеткіш) көрсетеді. 1000 метрде өспелі буманың температурасы қоршаған ортаға қарағанда 5°C -қа салқынырақ және бұл оны тығызырақ етеді. Егер тұрақты ауа конденсациялық деңгейден көтеруге мәжбүрленсе де, ол қоршаған ортаға қарағанда салқынырақ әрі тығызырақ күйінде қалар еді және өз кеңістігіне қайта оралу тенденциясына ие болар еді.

Жер кеңістігіне жақын қалу тенденциясына қарамастан, тұрақты ауа орографиялық көтерілу арқылы емес, көбінесе фронталды көтерілудің ықпалы арқылы жоғары көтерілуге күштеледі. Егер тұрақты ауа конденсациялық деңгейден жоғарыға айдалса, кеңінен тараған салыстырмалы жұқа бұлттар пайда болар еді. Егер жаңбыр жауса, онда ол ауадағы ылғалдың құрамына байланысты жеңілден орташа деңгейге дейін ғана болар еді.



▲ 4.22-сурет. Абсолюттік тұрақтылыққа апаратын атмосфералық шарттар. Абсолюттік тұрақтылық қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші ылғал адиабаттық көрсеткіштен кем болғанда орын алады. **А.** Көретілетін ауа бумасы әрдайым қоршаған ортадағы ауадан салқындау және ауырлау, нәтижесінде тұрақтылық болады. **Ә.** А-бөлімінде қарастырылған шарттардың графиктік көрінісі.

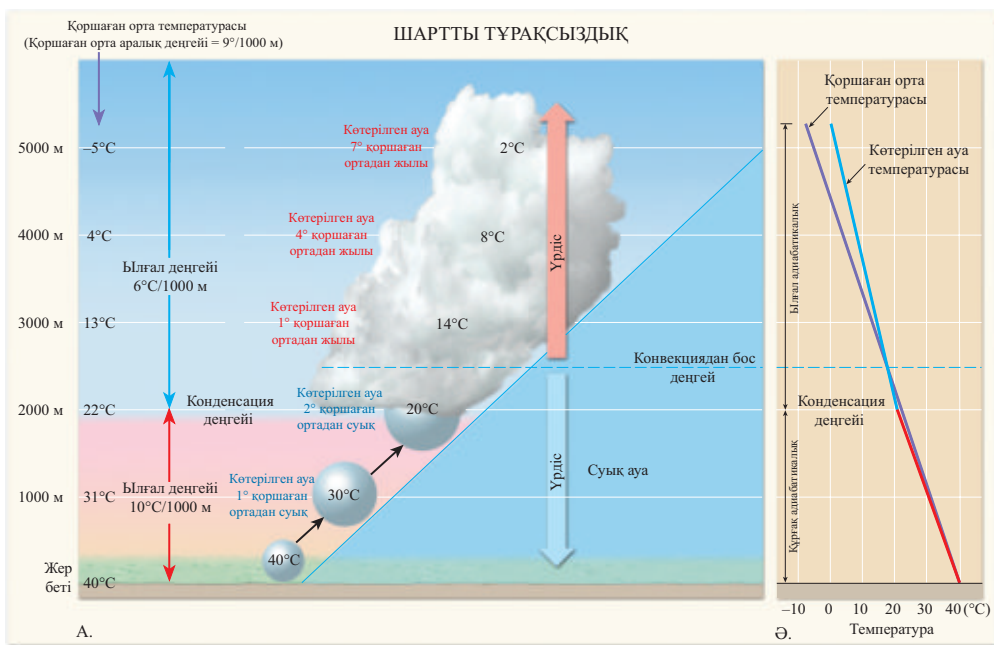
Абсолюттік тұрақсыздық. Ауаның кей қабатында абсолюттік тұрақсыздық қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші ылғал адиабаттық көрсеткіштен артық болғанда кездеседі. 4.23-суретте көрсетілгендей ауаның көтерілген бумасы әрдайым қоршаған ортадан жылырақ және қалқымалылығының әсерінен өсуін жалғастырады.



▲ 4.23-сурет. Абсолюттік тұрақсыздыққа апаратын атмосфералық шарттар. **А.** Күн жылуы атмосфераның ең төменгі қабатын жоғарғы ауаға қарағанда әлдеқайда жоғары температураға қыздырады. Нәтижесінде атмосфераны тұрақсыз ететін қоршаған ортаның өспелі тік градиенттік көрсеткіші пайда болады. **Ә.** А-бөлімінде қарастырылған шарттардың графиктік көрінісі.

Абсолюттік тұрақсыздық күннің жылуының мықты кезі болатын ең жылы айларда және ашық күнде болады. Бұл шарттар орындалғанда, атмосфераның ең төменгі қабаты жоғарыға қарағанда өте жоғары температурамен жылытылады. Бұл қоршаған ортаның аса өспелі тік градиенттік тік көрсеткішінің нәтижесін береді, басқаша айтқанда, ауа температурасы биіктікке және тұрақсыз атмосфераға байланысты бірден түседі. Жер кеңістігіне жақын конвективті көтерілу биік бұлттардың және күн батқан соң жоғалатын түстен кейінгі дауылдардың пайда болуына мүмкіндік туғызады.

Шартты тұрақсыздық. Атмосфераның тұрақсыздығының бір түрі **шартты тұрақсыздық** деп аталады. *Ылғал ауаның қоршаған ортадағы тік градиенттік і құрғақ және ылғал адиабаттық көрсеткіштің арасында (шамамен әр 1000 метрге 5°C–10°C аралығында) кездеседі. Қысқаша айтсақ, атмосфера жұтылмаған ауа бумасына қарсы тұрақты, бірақ жұтылған ауаға қарсы тұрақсыз болғанда шартты тұрақсыздық орын алады.*



▲ **4.24-сурет. Шартты тұрақсыздыққа апаратын атмосфералық шарттар.** Шартты тұрақсыздық жылы ауа фронталды шекара бойымен қозғалуға мәжбүр болғанда орын алады. Әр 1000 метрге 9°C қоршаған ортаның тік градиенттік тік көрсеткіші құрғақ және ылғал адиабаттық көрсеткіштердің ортасында қалатынын есте сақтаңыз. **А.** Ауа бумасы 3000 метрге дейін қоршаған ауадан салқындау, оның тенденциясы кеңістікке (тұрақтылық) қайта түсу. Бума қоршаған ортадан бұл көрсеткіштен жоғары көрсеткіште жылылау және қалқымалылығы әсерінен жоғары көтеріледі (тұрақсыздық). Яғни, шартты тұрақсыз ауа көтерілуге мәжбүр болғанда биікте түйдек бұлттар пайда болады. **Ә.** А-бөлімде қарастырылған шарттардың графикалік көрінісі.

4.24-суреттен байқағанымыздай, көтерілген ауа бумасы қоршаған ортадағы ауаға қарағанда 2500 метрде салқындау болады. Дегенмен, конденсациялық деңгейден жоғарыда жасырын жылудың бөлінуінен бума қоршаған ортадағы ауаға қарағанда жылырақ келеді. Мұның көтерілуіне қарасақ, бума ешқандай сырт күштің әсерінсіз көтеріле береді. *Шарт-*

ты сөзі ауа тұрақсыз болып, ауа жоғары көтерілуге күштелетіндігі үшін қолданылады. Ауаның өз қалқымалылығынан көтерілу биіктігін **еркін конвекция деңгейі** деп аталады.

Шартты тұрақсыздық жаз уақытындағы жылы, ылғал ауамен байланысты феномен. Шартты тұрақсыз ауа конденсациялық деңгейден жоғары көтерілгенде (көбінесе фронталды), ауа райы қатты дауыл мен торнадолардан тұратын болады.

АТМОСФЕРАЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҚ			
ТҮРЛЕРІ	АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАР	БАЙЛАНЫСТЫ АУА РАЙЫ	КӨРІНІСТЕР
Абсолютты Тұрақтылық	Қоршаған ортаның аралық деңгейі ылғал адиабатикалық деңгейден кем	Жер бетіндегі ауа күшпен көтермегенше, жоғары тұрмайды. Егер ауа жылы желдер бағытында күштелсе, пайда болатын бұлттар жұқа және кең таралған болады. Жауын, егер болса, аздап немесе бірқалыпты болады.	
Абсолютты Тұрақсыздық	Қоршаған ортаның аралық деңгейі құрғақ адиабатикалық деңгейден көп	Жылы, ылғалды жазғы күндері күн қызуы қатты кезінде, төменгі атмосфера жоғарыдағы ауадан ыстық болады. Бұл күн батқаннан кейін тарайтын түстен кейінгі найзағайлардың пайда болуына әкеледі.	
Шартты Тұрақсыздық	Құрғақ және ылғал адиабатикалық деңгейлер арасындағы қоршаған орта аралық деңгейдегі ылғалды ауа	Жасырын жылудың босатылып конденсация деңгейінен жоғары болып келуі, ауаның тұрақсыздығына әкеледі. Әдетте, ылғал ауаның фронталды көтерілімімен байланысып, найзағайлар мен кейде торнадонь пайда болуына әкеледі.	

▲ 4.25-сурет. Атмосфералық тұрақтылық үш түрін өзара салыстыру.

4.25-сурет атмосфералық тұрақтылықтың үш түрін қорытындылайды. Ауаның тұрақтылығы атмосфераның әртүрлі биіктіктегі (қоршаған ортаның тік градиенттік тік көрсеткіші) температурасын және ылғал мен құрғақ адиабаттық көрсеткіштерді өлшеу арқылы анықталады.

✓ 4.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Тұрақты ауаны тұрақсыз ауадан қалай ажыратуға болады?
- 2 Адиабаттық салқындату мен қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткішінің айырмашылығын түсіндіріңіз.
- 3 Ауаның тұрақтылығы қалай анықталады?
- 4 Тұрақтылық пен қоршаған ортаның тік градиенттік тік көрсеткіші байланысы жайлы жазыңыз.
- 5 Шартты тұрақсыздықты сипаттаңыз.

4.8 Тұрақтылық және күнделікті ауа райы

Ауаның тұрақтылығына әсер ететін түйінді факторлар тізімі

Ауа тұрақтылығы күнделікті ауа-райына қалай әсер етеді? Тұрақты ауа биікке қарай ығыстырылғанда, салыстырмалы жіңішке кең тараған бұлттар құралады және жаңбырдың деңгейі жеңілден орташаға дейін өзгеріп отырады. Салыстырсақ, тұрақсыз ауа көтерілгенде, биік бұлттар пайда болып ауыр жаңбыр жаууы мүмкін.

Тұрақтылық қалай өзгереді?

Кеңістікке жақын ауаны көктегі ауаға қарағанда салыстырмалы жылы ететін кез келген фактор ауаны тұрақсыз етеді (тұрақсыздықты көбейтеді). Сол сияқты кеңістіктегі ауаны салқындататын кез келген фактор тұрақтылықты өсіреді. Басқаша айтқанда, қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткішін өсіретін кез келген фактор ауаның тұрақсыздығына әкеледі, сол сияқты қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткішін түсіретін кез келген фактор ауаның тұрақтылығын арттырады.

Тұрақсыздықты өсіретін факторлар:

1. атмосфераның ең төменгі қабаттарын күндізгі сағаттарда күн радиациясы арқылы жылыту;
2. суық ауа массасын жылы кеңістіктен өткенде астынан жылыту;
3. орографиялық, фронтальды көтерілу және конвергенция сияқты үдерістердің әсерінен ауаның жоғарыға қарай қозғалысы;
4. бұлттың жоғарғы шекарасын радиациялық салқындату.

Тұрақтылықты өсіретін факторлар:

1. жер кеңістігін күн батқан соң радиациялық салқындату;
2. суық ауа массасын салқын кеңістікпен қиылысқанда астынан салқындату;
3. ауа қатарларының арасында түсуі.

Тұрақтылықты өзгертетін үдерістердің басым бөлігі көлденең және тік ауа қозғалысынан туындайтынын есіңізде сақтаңыз, дегенмен күнделікті температура өзгерісі де маңызды.

Күндік жылыту және тұрақтылық. Ашық жаз күндерінде, кеңістік молынан жылытылғанда, төменгі атмосфера артығымен жылынып, локалдандырылған конвекция ауа бумасының көтерілуіне әсер етеді. Күн батқан соң кеңістіктегі салқындату атмосфераны қайта тұрақты етеді.

Ауаның көлденең қозғалысы және тұрақтылық. Тұрақтылықтағы өзгеріс ауа әртүрлі температурасы бар кеңістікпен қозғалғанда орын алуы мүмкін. Мысалы, қыста Мехико шығанағынан жылы ауа солтүстіктен суық, қар жамылған Орталық-батысқа қозғалғанда, ауа астынан салқындайды. Бұл ауаның *тұрақтылығын арттырады* және көбінесе кеңінен тараған тұман пайда болады, бірақ бұлттар пайда болмайды.

Басқаша қарастырғанда, *тұрақсыздық* қыс кезінде өте салқын полярлық ауа оңтүстіктен Ұлы Көл (Грейт Лэйкс) ашық суларына қарай қозғалғанда өседі. Грейт Лэйктер қыста салқын болса да, олар оңтүстіктен көлге дейін мұз басқан полярлық ауаға қарағанда 25°C-қа жылырақ. Саяхат барысында төменнен салыстырмалы жылы судан ылғал мен жылу аса салқын полярлық ауаға қосылады, бұл ауаны ылғал және тұрақсыз етеді.

Нәтижесінде Грэйт Лэйктің төменгі жағалауында қалың қар түседі, мұны «көл әсерлі» қар деп атайды, ол туралы толығырақ 8-бөлімде қарастырылады.

Ауаның тігінен қозғалуы және тұрақтылық. Субсиденция деп аталатын төменгі ағын болғанда, төмен кабат қатарының жоғары бөлігі қысу арқылы жылынады (Көбінесе кеңістіктің жоғарысындағы ауа субсиденцияға араласпайды, сондықтан оның температурасы өзгеріссіз қалады).

Көктегі ауа кеңістікке жақын ауаға қарағанда көбірек жылынғандықтан, субсиденция атмосфераны тұрақтандырады. Субсиденцияның бірнеше жүз метрлік жылыту әсері бұлттарды буландыруға жеткілікті.

4.3-атмосфераға шолу

Аризонадағы Пэйдж жанындағы Навайо Индия Резервейчте орналасқан Навайо электростанциясында 236-метрлік үш баған бар.



Сұрақтар

1. Не себепті электроэнергия өндіретін ортада мұндай биік бағандарға қажеттілік бар?
2. Не себепті түтін бағаннан 200 қадам биіктікке жеткенде түсін ашық түстен солғын сары түске өзгертеді?

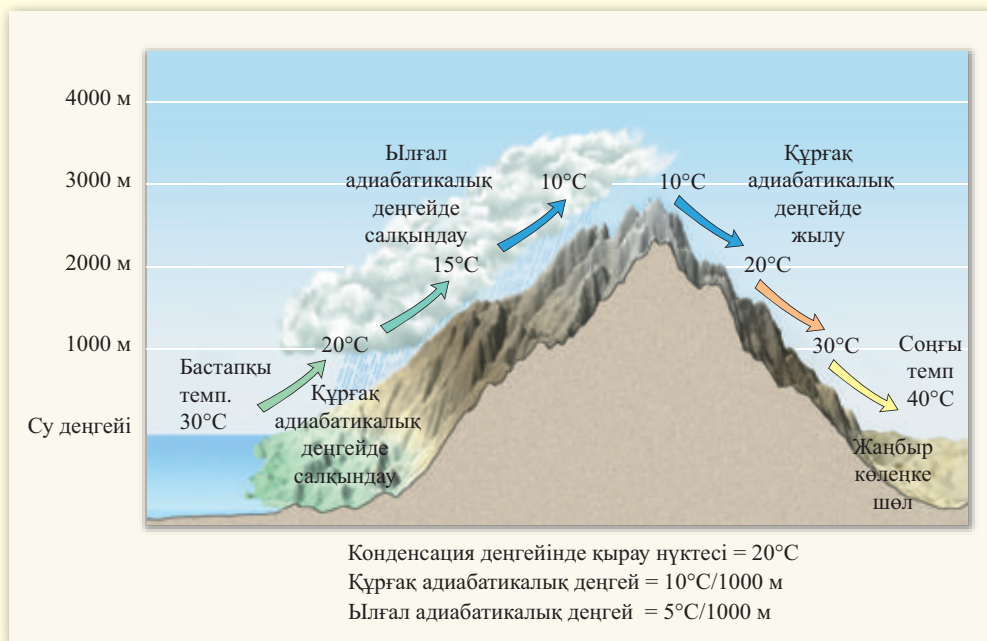
4.4-мәліметтер жинағы

Орографиялық әсерлер: жел бағытас жаңбыр және желге қарсы жаңбыр көлеңкелері

Орографиялық көтерілу жел бағытас жаңбыр мен желге қарсы жаңбыр көлеңкелерінің құралуындағы аса маңызды фактор. **4(В)-суретте** көрсетілген жеңілдетілген гипотетикалық жағдай шамамен 3000 метрлік тау жүйесі биіктігіндегі жылы ылғалды ауаға қарсы таралған желдерді көрсетеді. Жұтылмаған ауа жүйенің жел бағытас бөлігіне көтеріледі, әр 1000 метрде 20°C-тық шық нүктесі температурасына жеткенше, 10°C көрсеткішімен (құрғақ адиабаттық көрсеткіш) салқындайды.

Шық нүктесі температурасына 1000 метрде жеткендіктен, биіктік конденсациялық көтерілу деңгейін және бұлт негізінің биіктігін көрсетеді. Конденсациялық көтерілу деңгейінен жоғарыда жасырын жылу шығарылады және ол салқындату көрсеткішін баяулатады.

Бұлт негізінен таудың биігіне дейін судың буы көтерілген ауаның сұйыққа айналуынан көбірек бұлт тамшылары пайда болады. Нәтижесінде таудың жел бағыттас бөлігінде қатты жауын болады.



▲ **4(В)-сурет. Орографиялық көтерілу және жауын көлеңкелі шөлдердің пайда болуы.**

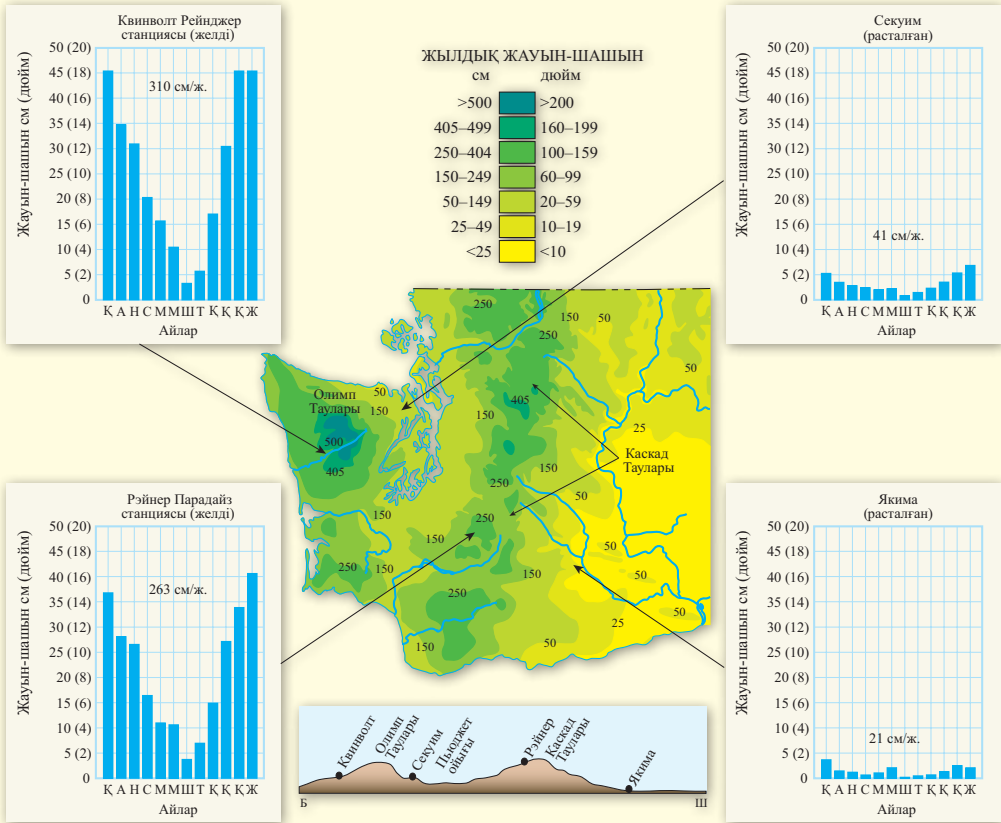
Қарапайымдылық үшін таудың биігіндегі мәжбүрленген ауа қоршаған ауадан салқынырақ және таудың желге қарсы бағытында төменге түсуге бастайды деп есептейік. Ауа түскен сайын тығыздалады және құрғақ адиабаттық көрсеткіште жылиды. Таулы жотаның етегіне жеткенше, түсіп жатқан ауаның температурасы 40°C-қа дейін көтерілді немесе таулы жотаның жел бағытындағы температурасынан 10°C-қа жылырақ. Тығыздалу уақытында жіберілген ық жақтағы анағұрлым жоғары температура, жел таулы тізбектің жел жақ беткейінде көтерілгендіктен, жасырын жылудың нәтижесі болып табылады.

Тау жүйелерінің желге қарсы бағытындағы жаңбыр көлеңкесіне екі фактор жауапты. Біріншісі, су жел бағытындағы жаңбырдың формасындағы ауадан адынады. Екіншісі, желге қарсы бағыттағы ауа жел бағытындағы ауадан жылылау (Температураның өсуі салыстырмалы ылғалдылықты азайтатынын есіңізге түсіріңіз).

Жел бағыттас жаңбыр мен желге қарсы бағыттағы жаңбыр көлеңкесінің классикалық мысалын Вашингтон штатының батысынан көруге болады. Ылғалды Тынық мұхиттық ауа Олимпик және Каскейд тауларына енгендіктен, орографиялық жаңбыр қатты болады (**4(Г)-сурет**). Секюм мен Якиманың жаңбыр туралы деректері бұл биік таулы аймақтарың желге қарсы бағытында жаңбыр көлеңкелерінің бар екендігін көрсетеді.

Сұрақ

1. Топографиялық кедергінің жел бағытындағы ауасының желге қарсы бағытқа жеткендегі ауамен салыстырғанда салыстырмалы ылғалдылығы жоғары болуының екі себебін атаңыз.



▲ 4(Г)-сурет. Вашингтон штатының батысындағы жаңбыр үлесі. Төрт станциядан алынған деректер ылғалдырақ жел бағытындағы аймақ пен құрғағырақ желге қарсы бағыттағы жаңбыр көлеңкесінің мысалдарын көрсетеді.

Ауаның субсиденцияланғанының бір белгісі – анық көк, бұлтсыз аспан. Ауаның өрлемелі қозғалысы жалпы *тұрақсыздықты* арттырады және ыстық жаз айларында биіктегі бұлттар мен дауылдардың құралуында маңызы зор. *Шартты тұрақсыз ауа* қатты көтерілгенде, *тұрақсыз* болып, қалқымалылығының әсерінен өсуін жалғастырады (4.26-суретті қараңыз).

Бұлттар арқылы радиациялық салқындату. Кешкі сағаттарда бұлттың жоғары шекарасынан шығатын радиацияның әсерінен жоғалған жылу тұрақсыздықты және өсуді арттырады. Бұлт тамшылары ғарышқа, ауаға қарағанда, барынша мол энергия шығарады (ауа – әлсіз радиатор). Кеңістікті жылытудың әсерінен өсетін биіктегі бұлттар күн

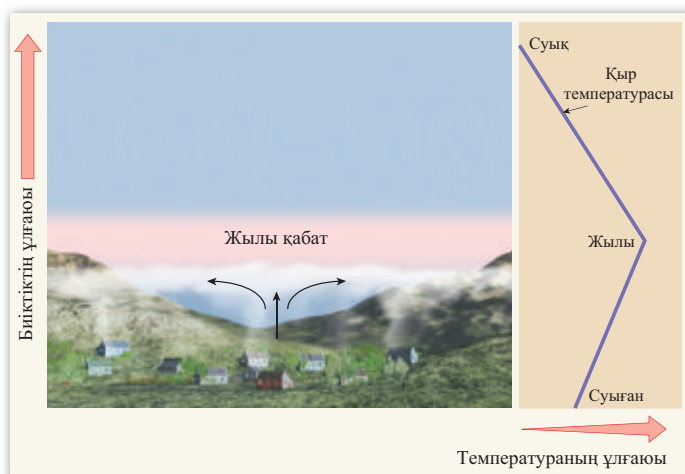
батқанда энергия көзін жоғалтады. Күн батқан соң, жоғарыдағы радиациялық салқындату градиенттік тік көрсеткішін осы бұлттардың жоғарысында жақын біршама үлкейтеді және төменнен қосымша жылырақ ауаның жоғары ағынына әкеліп соқтырады. Бұл үдеріс күн батқаннан, өсуі уақытша тоқтатылған бұлттардан түнгі дауылдардың пайда болуына жауапты.

Температурадағы кері өзгеріс және тұрақтылық

Ең тұрақты атмосфералық шарттар температурадағы кері өзгеріспен байланыстырылады.

Температурадағы кері өзгеріс дегеніміз биіктікке байланысты температура түсетіннен гөрі температура өсетін атмосфера қабаты. Температурадағы кері өзгеріс қақпақ сияқты әрекет етеді, кері өзгеріс атмосферадағы конвективті қозғалыстың енуінен сақтайды. Кері өзгерістің кеңістікке жақын және көкте пайда болатын түйінді екі түрі бар.

Ашық түнде Жер кеңістігін радиациялық салқындату сияқты көптеген үдерістер температураның кері өзгерісіне әкеледі (4.26-сурет).



▲ 4.26-сурет. Температураның кері әрекеті және атмосфералық тұрақтылық. Ең тұрақты шарттар ауа қабатындағы температура биіктікке байланысты түскенде емес, өскенде пайда болады. Атмосфералық шарттың мұндай түрін *температураның кері әрекеті* деп атаймыз.

Күн батқан соң, жер кеңістігі энергиясын өткізгіштік әсерінен жылдам жоғалтады және кеңістікке жақын ауа салқындайды. Дегенмен, ауа әлсіз жылу өткізгіш болғандықтан, көктегі ауа салыстырмалы жылы түрде сақталады.

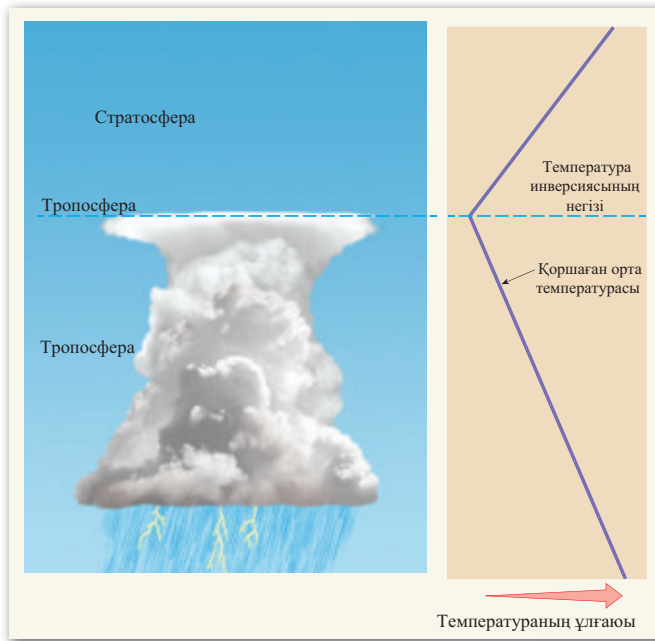
Кеңістіктегі ауа көктегі ауа қабатына қарағанда салқынырақ әрі ауырырақ болғанда, екі қабат арасында минималды тік араласу болады.

Төменнен атмосфераға ластаушы заттар қосылғаннан, температураның кері өзгерісі ластаушы заттарды ең төменгі қабатқа шектейді және мұнда олардың концентрациясы температурадағы кері өзгеріс жоғалмайынша өсуін жалғастыра береді.

Кеңінен тараған тұман да температураның кері өзгерісінен өсуі мүмкін. Тұман көбінесе радиациялық салқындатудың әсерінен күн батқан соң шығады.

Кері әрекет пайда болса, кеңістікке жақын ылғал, тұманы көп ауа мен көкте құрғақтау ауадан құтыласыз, бұл тұманның жоғалуына кедергі келтіреді. Температураның кері

әрекеті көкте болуынан конвективті бұлттар жан-жаққа шашырап, майысқан кейіпке енеді. Трофосфераның ең биігіне жететін *тропосфераның шегі* деп аталатын биіктегі майысқан жел бұлттары бұған мысал болып табылады. Температураның кері әрекеті – стратосферада табылатын озон қабатын күнмен жылытудың нәтижесі (4.27-сурет). Көкте температураның кері әрекетін тудыратын субсиденция механизмін 13-бөлімде талқылаймыз.



▲ **4.27-сурет. Көктегі температураның кері әрекеті бұлттардың өсуін кешіктіреді.** Бұл мысалда стратосферада жылы инверсия қабаты пайда болады (озонның күнмен жылытылуынан пайда болады, сол себепті конвективті бұлттардың өсуін тоқтату үшін қақпақ сияқты қызмет атқарады) 95% түседі.

Қорыта айтқанда, күнделікті ауа райын анықтауда тұрақтылықтың рөлін артығымен көрсетудің қажеті жоқ. Ауаның тұрақтылығының болуы не болмауы бұлттардың пайда болу деңгейін және жаңбырдың қарапайым себегі не қатал нөсер ретінде пайда болу деңгейін көбірек анықтайды. Тұрақты ауа көкте күшпен тұрғанда, тиісті бұлттар өте аз тік жіңішкелілік пен жеңіл жаңбырмен байланыстырылады. Салыстырмалы түрде тұрақсыз ауа биіктегі жиі тұмандармен және ауыр жаңбырлармен байланыстырылады. Ең тұрақты шарттар температураның кері әрекеті кезінде, яғни ауа температурасының биіктікке байланысты өсіп, ауаның тігінен қозғалуына кедергі болған кезде пайда болады.

✓ 4.8 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауа райының қай шарты ауаның тұрақсыздығына сендіреді?
- 2 Ауа райының қай шарты ауаның тұрақтылығына көзіңізді жеткізеді?
- 3 Тұрақсыздықтың өсуіне апаратын төрт жолды тізіңіз.
- 4 Тұрақтылықтың өсуіне апаратын үш жолды тізіңіз.

4 Ылғал және атмосфералық тұрақтылық тұжырымына шолу

4.1 Жер бетіндегі су ► Судың гидрологиялық цикл бойынша қозғалысын сипаттау. Судың бірегей қасиеттерін тізу және сипаттау.

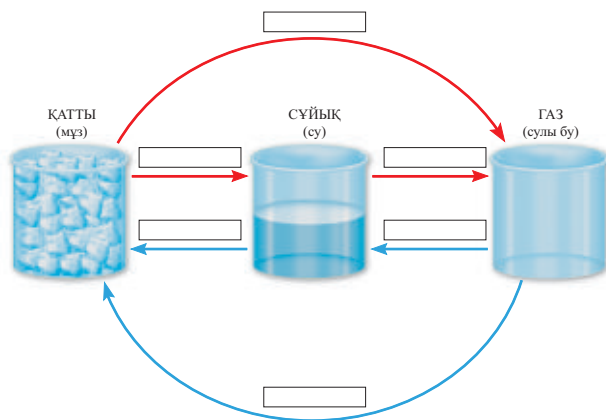
Түйінді сөздер: гидрологиялық цикл, сутектік байланыс

- Жер суының бітпейтін су ұсынысын гидрологиялық цикл деп атаймыз. Цикл мұхиттан атмосфераға, атмосферадан жерге, жерден қайта көлге үздіксіз су қозғалысын көрсетеді.
- Судың бірегей қасиеттері бар: (1) жер кеңістігінде сұйық күйінде көп мөлшерде табылатын жалғыз сұйықтық; (2) су заттың бір күйінен екінші күйіне оңай айналады (қатты, сұйық, газ); (3) судың қатты күйі – мұз, ол сұйық суға қарағанда тығыз емес; (4) судың жоғары жылу сыйымдылығы бар, су температурасын өзгерту үшін көлемді энергияны қажет етеді.

4.2 Судың күйін өзгерту ► Судың бір күйінен екінші күйге өтуінің алты процесін қорытындылау. Әр үдеріс үшін энергияның берілгенін, не сіңірілгенін анықтаңыз.

Түйінді сөздер: калория, жасырын жылу, булану, конденсация, сублимация, депоненттеу

- Су буы иіссіз, түссіз газ, жердегі температура мен қысымға қарай зат күйінің біріне (қатты, сұйық, газ) алмаса алады.
- Күй өзгерту үрдісіне булану (сұйықтан газға), конденсация (газдан сұйыққа), еру (қаттыдан сұйыққа), кату (сұйықтан қаттыға), сублимация (қаттыдан газға), депоненттеу (газдан қаттыға) кіреді. Әр өзгерісте жасырын (латент, жиналған) жылу сіңіріледі немесе сыртқа шығарылады.



Сұрақ. Көрсетілген күй өзгерісіне қатысты терминдерді диаграммасына сәйкес орналастырыңыз.

4.3 Ауадағы судың буы ► Ауаның жұтылуы үшін қажетті ауа температурасы мен судың буы көлемінің байланысы жайлы жалпылама жазыңыз.

Түйінді сөздер: ылғалдылық, абсолюттік ылғалдылық, аралас қатынас, бу қысымы, жұтылу, жұтылудың бу қысымы

- Ылғалдылық ауаның құрамындағы судың буының мөлшерін сипаттайтын жалпы ұғым. Ылғалдылықты санмен көрсететін әдістерге мыналар жатады: (1) абсолюттік ылғалдылық, берілген ауа көлеміндегі судың буының массасы; (2) аралас қатынас, қалған құрғақ ауаның массасымен салыстырғандағы ауадағы судың буының массасы; (3) бу қысымы, барлық атмосфералық қысымындағы су-бу құрамының бөлігі; (4) салыстырмалы ылғалдылық, ауаның түйінді су-бу құрамының сол температурадағы жұтылу үшін қажетті судың буына қатынасы; (5) шық нүктесі, жұтылу болатын температура.
- Ауа жұтылғанда, жұтылудың бу қысымы деп аталатын судың буының қысымы пайда болады және ол су кеңістігінен кететін су молекулалары және қайта енетін су молекулаларының арасында тепе-теңдік құрады. Жұтылудың бу қысымы температураға тәуелді болғандықтан, жоғары температураларда жұтылу болу үшін молырақ судың буы қажет болады.

4.4 Салыстырмалы ылғалдылық және шық нүктесі температурасы ► Табиғатта салыстырмалы ылғалдылықтың өзгеру жолдарын тізіп сипаттау. Салыстырмалы ылғалдылықты шық нүктесі температурасымен салыстырыңыз.

Түйінді сөздер: салыстырмалы ылғалдылық, шық нүктесі температурасы, гигрометр, Психрометр

- Салыстырмалы ылғалдылық екі түрлі жолмен өзгереді: (1) ауадағы ылғал көлемі өскенде, не түскенде; (2) температура өзгерісі арқылы. Ауаның су-бу құрамы тұрақты қалғанда, температураның түсуі салыстырмалы ылғалдылықты өсіреді, температураның өсуі салыстырмалы ылғалдылықты азайтады.
- Шық нүктесі температурасы (жай ғана шық нүктесі) дегеніміз ауа бумасының жұтылуы үшін салқындатылатын температурасы. Шық нүктесі температурасы ауаның түйінді ылғал құрамын өлшейді. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығына қарамастан, жоғары шық нүктесі температурасы ылғал ауаға тең, төменгі шық нүкте температурасы құрғақ ауаны көрсетеді.
- Гигрометр деп аталатын құрылғылар салыстырмалы ылғалдылықты өлшеуде қолданылады.

Сұрақ. Тиісті суретке қарап, белгілі бір күндегі үй ішіндегі және үй сыртындағы салыстырмалы ылғалдылықты салыстырыңыз.



4.5 Адиабаттық температура өзгерісі және бұлттың

құралы ► Адиабаттық температура өзгерісін сипаттаңыз және салқындатудың ылғал адиабаттық көрсеткіші құрғақ адиабаттық көрсеткішке қарағанда кем екендігін түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: адиабаттық температура өзгерісі, бума, тарту, құрғақ адиабаттық көрсеткіш, конденсациялық көтерілу деңгейі, ылғал адиабаттық көрсеткіш

- Ауа ұлғайғанда – салқындайды; қысылғанда – жылынады. Осы шарттарда пайда болған температура өзгерісі (жылу энергиясының берілмеуі не сіңірілмеуі) адиабаттық температура өзгерісі деп аталады. Тігінен қозғалатын жұтылмаған ауаның («құрғақ») салқындату не жылыту көрсеткіші әр 1000 метрге 10°C құрғақ адиабаттық көрсеткіш. Конденсациялық көтерілу деңгейінде жасырын жылу шығады және салқындату көрсеткіші түседі. Салқындатудың баяу көрсеткіші, салқындатудың ылғал адиабаттық көрсеткіші («ылғал», себебі ауа жұтылады) әр 1000 метр үшін 5°C -тан 9°C -қа дейін өзгереді.
- Ауа көтерілгенде ұлғайып, адиабаттық салқындайды. Ауа жеткілікті дәрежеде көтерілсе, шық нүктесі температурасына дейін салқындап, бұлттар пайда болады.

4.6 Ауаны көтеретін үдерістер ► Ауаны көтеретін түйінді төрт механизмді тізіп, сипаттаңыз.

Түйінді сөздер: орографиялық көтерілу, шөлдің жаңбырлы көлеңкесі, фронт, фронтальды көтерілу, конвергенция, локалдандырылған конвективті көтерілу

- Ауаны көтеретін төрт механизм: (1) орографиялық көтерілу, ауа таудағы кедергілерге қарсы көтерілуге мәжбүрлейді; (2) фронтальды көтерілу, фронт арқылы жылырақ әрі тығыз емес ауа салқындау әрі тығыз ауаға қарсы көтеріледі; (3) конвергенция, жоғарыға кеткен көлденең ауа тобы; (4) локалдандырылған конвективті көтерілу, қалқымалылық қасиетінен локалдандырылған ауа бумасының біртекті кеңістік жылыту әсерінен көтерілуі.

4.7 Ауа-райының қалыптасуының мәселелері:

атмосфералық тұрақтылық ► Тұрақтылық пен қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші байланысы жайлы жазыңыз.

Түйінді сөздер: тұрақты ауа, тұрақсыз ауа, қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші, абсолюттік тұрақтылық, абсолюттік тұрақсыздық, шартты тұрақсыздық, еркін конвекция деңгейі

- Тұрақты ауа тік қозғалысқа кедергі келтіреді, тұрақсыз ауа қалқымалылығынан көтеріледі. Ауаның тұрақтылығын қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші анықтайды, ол атмосфераның әртүрлі биіктіктегі температурасы. Атмосфераның түйінді үш шарты: (1) абсолюттік тұрақтылық, қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші ылғал адиабаттық көрсеткіштен кем болғанда; (2) абсолюттік тұрақсыздық, қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші құрғақ адиабаттық көрсеткіштен үлкен болғанда;

(3) шартты тұрақсыздық, қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші құрғақ және ылғал адиабаттық көрсеткіштердің арасында болғанда.

- Жалпы, тұрақты ауа көкте қалғанда тиісті бұлттарда тік жіңішкелік аз және жаңбыр болса, ол жеңіл болады. Ал тұрақсыз ауаның бұлттары қалың, әрі қатты жаңбырдың болатындығын көрсетеді.



Сұрақ. Тиісті суреттегі қалың бұлттардың пайда болуымен байланыстырылатын атмосфералық шарттарды сипаттаңыз.

4.8 Тұрақтылық және күнделікті ауа райы ► Ауаның тұрақтылығына әсер ететін түйінді факторларды тізіңіз.

Түйінді сөздер: субсиденция, температураның кері әрекеті

- Кеңістікке жақын ауаның көктегі ауаға қарағанда жылырақ ететін кез келген фактор ауаның тұрақсыздығын арттырады. Керісінше де дұрыс саналады: кеңістік ауасын көктегі ауаға қарағанда салқын ететін кез келген фактор ауаның тұрақтылығын арттырады.
- Ең тұрақты атмосфералық шарттар температураның кері әрекетімен байланыстырылады. Температураның кері әрекеті дегеніміз атмосфераның қабатындағы биіктікке қарай температураның түсуі емес, өсуі. Температураның кері әрекеті қақпақ сияқты әрекет етеді, кері өзгеріске атмосферадағы конвективті қозғалыстың енуінен сақтайды.

Ой жүгірту

1. 4.3-суретке қарап, келесі тапсырмаларды орындаңыз:
 - а. Заттың қай күйінде су аса тығыз болады?
 - ә. Заттың қай күйінде су молекулалары аса белсенді болады?
 - б. Заттың қай күйінде су сығылады?
2. Сәйкес сурет ыстық кофенің бір кесесін көрсетеді. Заттың қай күйінде «бу» сұйықтықтан көтерілуде? (Еске түсіру үшін: судың буын көре аласыз ба?)



3. Терлеу адам денесін салқындататын түйінді механизм.
- Терлеудің теріні қалай салқындататынын түсіндіріңіз.
 - Фоникс, Аризона, Тампа және Флорида бойынша берілген дерекке (А-кестесі) сүйене отырып, терлеу арқылы қай қалада салқындау жеңілірек? Таңдауыңызды түсіндіріңіз.

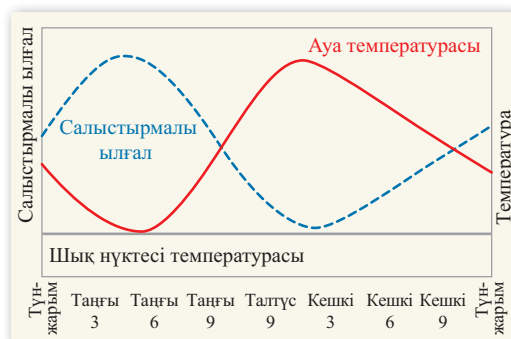
А КЕСТЕСІ		
Қала	Температура	Шық нүкте температурасы
Феникс, Аризона	101°F	47°F
Тампа, Флорида	101°F	77°F

4. Тиісті суретте көрсетілгендей, ыстық жаз ауа райында адамдардың көбі сусындарының жанына салқын болуы үшін контейнерлер қояды. Контейнерлердің суды салқындатуының ең кем дегенде екі жолын сипаттаңыз.
5. 4.1-кестеге қарап, сұраққа жауап беріңіз. Тропикалық аймақта 40°C температурада жұтылған ауада температурасы –10°C температура-сы бар полярлық аймаққа қарағанда қанша артық су болады?
6. Фоникс, Аризона, Бисмарк пен Солтүстік Дакота бойынша берілген дерекке (В-кестесі) қарап, келесі тапсырмаларды орындаңыз:
- Қай қалада салыстырмалы ылғалдылық жоғары?
 - Қай қаланың ауасында ең көп су мөлшері бар?
 - Қай қалада ауа судың буымен салыстырғанда өзінің жұтылу нүктесіне ең жақын?
 - Қай қалада ауаның судың буын ұстау сыйымдылығы ең көп?



В КЕСТЕСІ		
Қала	Температура	Шық нүктесі температурасы
Феникс, Аризона	101°F	47°F
Бисмарк, солт. Дак.	39°F	38°F

7. Тиісті график Ортабатыстағы қарапайым жаз күніндегі ауа температурасы мен салыстырмалы ылғалдылықтың өзгерісін көрсетеді.
- Шық нүктесінің температурасы тұрақты қалса, күннің қай уақытында шөпке себілген судың булануын азайту үшін газонды сулау керек?
 - Осы графикті қолдану арқылы шықтың әрдайым таңертең түсуін түсіндіріңіз.



8. 4.21-суретте көрсетілген атмосфералық шарттар абсолюттік тұрақтылықтың, абсолюттік тұрақсыздықтың немесе шартты тұрақсыздықтың неге мысалы бола алады?
9. Бұл бөлім ауаны көтеретін төрт үдерісті түсіндіреді. Конвективті көтерілудің басқа көтерілу түрлерінен айырмашылығы қандай?

10. Кеңістікте 40°C температурасы және конденсациялық көтерілу деңгейінде 20°C шық нүктесі температурасы бар буманы елестетіңіз. Қоршаған ортаның тік градиенттік көрсеткіші әр 1000 метрге 8°C , құрғақ адиабаттық тік градиенттік көрсеткіші әр 1000 метрге 10°C және ылғал адиабаттық тік градиенттік көрсеткіші әр 1000 метрге 6°C болсын. С-кестесіне қоршаған ортаның температурасын, буманың температурасын, температура айырмасын (бума температура

С КЕСТЕСІ				
Биіктік метр	Десте Температура $^{\circ}\text{C}$	Экологиялық Температура $^{\circ}\text{C}$	Температура айырмашылығы (Десте-қоршаған орта)	Тұрақты немесе орнықсыз
7000				
6000				
5000				
4000				
3000				
2000				
1000				
Бет	40°C	40°C	0°C	Тұрақты

турасы минус қоршаған орта температурасы) жазыңыз және әр биіктікте атмосфераның тұрақты немесе тұрақсыз екендігін анықтаңыз.

- а. Конденсациялық көтерілудің биіктігі қанша?
- ә. Бұл мысал қай шартты: абсолюттік тұрақтылықты, абсолюттік тұрақсыздықты немесе шартты тұрақсыздықты сипаттайды?
- б. Осы шарттар негізінде дауылдың болатын болжай аласыз ба?
11. Келесі екі мысал үшін конденсациялық көтерілу деңгейін (ККД) есептеңіз. (Шық нүктесі ККД-ға жеткенше өзгермейді деп есептеңіз).

	Кеңістік температурасы	Кеңістіктің шық нүктесі	ККД
Мысал А	35°C	20°C	_____
Мысал Ә	35°C	14°C	_____

Бұл есептеулер бұлт пайда болатын биіктік пен кеңістіктегі шық нүктесі температурасы арасындағы байланыс жайлы не дейді?

Мәселелер

1. 4.1-кестені пайдалану арқылы келесі сұрақтарға жауап беріңіз:
- а. Егер ауа бумасы 25°C -та әр килограмм ауада 10 грамм судың буы болса, онда салыстырмалы ылғалдылық қанша?
- ә. Егер ауа бумасы 35°C -та әр килограмм ауада 5 грамм судың буы болса, онда салыстырмалы ылғалдылық қанша?
- б. Егер ауа бумасы 15°C -та әр килограмм ауада 5 грамм судың буы болса, салыстырмалы ылғалдылық қанша?
- в. С бөліміндегі температура 5°C -қа дейін түссе, онда оның салыстырмалы ылғалдылығы қалай өзгереді?
- г. 20°C -тағы ауада ауаның әр килограммына 7 грамм судың буы болса, оның шық нүктесі қанша?

2. Стандартты кестелерді (С-қосымшасы, С1, С2-кестелері) қолдану арқылы құрғақ кішкене шарлы термометр 22°C-ты, ылғал кішкене шарлы термометр 16°C-ты көрсеткендегі салыстырмалы ылғалдылық пен шық нүктесі температурасын анықтаңыз. Ылғал кішкене шарлы термометр 19°C-ты көрсетсе, салыстырмалы ылғалдылық пен шық нүктесі температурасы қалай өзгереді?
3. Жұтылмаған ауа 20°C-та көтерілсе, 500 метрлік биіктіктегі температура қанша болады? Конденсациялық көтерілу деңгейіндегі шық нүктесі температурасы 11°C болса, онда бұлттар қай биіктікте құрала бастайды?
4. 10°C температурасы бар 1 галлон аяқ суды пеште қайнату үшін әжептеуір уақыт керек. Ыдыстағы суды қайнату температурасына (100°C) жеткізу үшін көп энергия қажет, оны газға айналдыру үшін одан да көп энергия қажет. Суды қайнатқан кездегі судың буын жинасақ және саптыаяққа қайта сұйылтсақ, үйдің фундаментін жылытуға энергия шығарады. Динамит таяқшасы бар болғандағы шығатын энергияның көлемін салыстыру арқылы тұжырымдаманы дәлелдеңіз.

Маңызды ақпарат:

1 галлон су = 3785 грамм

J = Джоуль, SI жүйесінде энергия үшін қолданылатын өлшем бірлігі

4.186 Дж/г = 1 грамм суды 1°C-қа көтеруге қажетті энергия

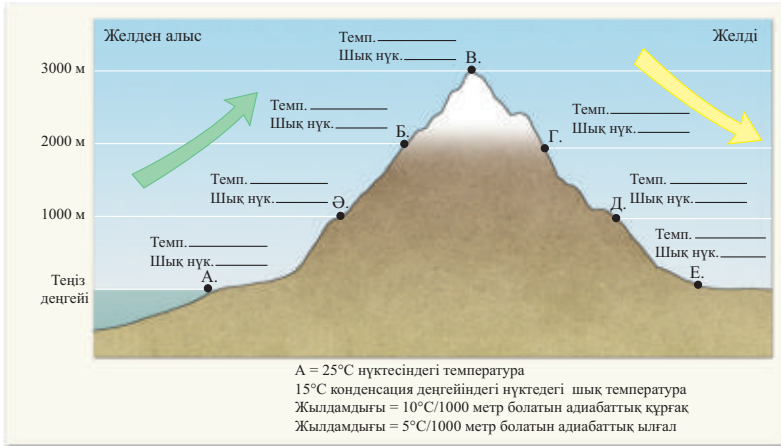
2260 Дж/г = 1 грамм сұйық суды су температурасы 100°C-та буландыруға қажетті энергия

10°C – судың бастапқы температурасы

2.1×10^6 Дж = динамиттің бір таяқшасындағы энергия көлемі

1 галлон суды толығымен қайнатып шығу үшін қанша энергия қажет (динамиттің таяқшасымен өлшегенде)? Егер су буын ыдысқа қайтадан конденсацияласақ, тура сондай энергия көлемі босатылатын еді.

5. Келесі сұрақтарға жауап беру үшін диаграмманы толтырыңыз. (*Еске салу:* 4.4-мәліметтер жинағын қараңыз)
 - а. Бұлттың төменгі шегінің биіктігі қанша?
 - ә. Таудың ең биігіне жеткендегі көтерілген ауаның температурасы қандай?
 - б. Таудың ең биігіне жеткендегі көтерілген ауаның шық нүктесінің температурасы қандай? (100% салыстырмалы ылғалдылық бар деп есептеңіз).
 - в. Ауа бұлт негізінен таудың ең биік нүктесіне қозғалуы үшін қанша судың буы (әр килограмм үшін граммен есептеңіз) сұйықтыққа айналады?
 - г. Ауа Е нүктесіне түссе, температура қанша болады? (Сұйыққа айналған ылғал таудың жел жағына жаңбыр болып сезіледі деп есептейік).
 - ғ. Е нүктесінде судың буын жібермейтін ауаның сымдылығы жобамен қандай?
 - д. Ауа төменге түскенде, ешқандай ылғал қосылмаса не алынбаса, Е нүктесіндегі салыстырмалы ылғалдылықты есептеңіз.
 - е. А нүктесіндегі салыстырмалы ылғалдылық шамамен қанша? (Кеңістіктің шық нүктесін конденсациялық көтерілу деңгейінің шық нүктесінің температурасы ретінде қолданыңыз).
 - ж. А және Е нүктелеріндегі салыстырмалы ылғалдылықтың арасындағы айырмашылықтың ең кем дегендегі екі себебін беріңіз.
3. Калифорнияғы Нидлиз Е нүктесіне ұқсас таудың желге қарсы құрғақ бөлігінде орналасқан. Бұл жағдайды қай термин түсіндіреді?



6. 4.8-сурет ауа температурасы мен жұтылған аралас қатынастың арасындағы бейсызықты байланысты көрсетеді. Бұл байланыс екі жұтылмаған ауа бумасының араласып, жұтылған бума құруына мүмкіндік береді. Мысалы, келесі екі ауа бумасын қарастырайық.

	А	Ә
Температура	10°C	40°C
Салыстырмалы ылғалдылық	75%	85%

- 4.1-кестені қолдану арқылы А және Ә бумаларының жұтылған аралас қатынасын табыңыз.
- А және Ә бумаларының түйінді аралас қатынасы қандай? б-д сұрақтары үшін екі ауа массасы араласып, нәтиже беруші температура 10°C пен 40°C-тың арасында жатыр және түйінді аралас қатынасы ә бөлігінде тапқан мәндердің арасында жатыр деп есептеңіз.
- Қосылған буманың температурасы қанша? _____°C
- Қосылған буманың жұтылған аралас қатынасы: _____ г/кг
- Қосылған буманың түйінді аралас қатынасы: _____ г/кг
- Түйінді аралас қатынастың жұтылған аралас қатынастан қанша айырмашылығы бар? _____ г/кг
- Салыстырмалы ылғалдылық 100 пайызды аспайтындықтан, қосылған бумадағы артық судың буы не болады?
- Екі жұтылмаған ауа бумасын араластырғанда, жұтылған ауа бумасы шыққан жағдайды сипаттаңыз.

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODe, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

5

Конденсация және жауын-шашын түрлері



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімнің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 5.1** Бұлттардың түзілуіндегі адиабаттық суыну мен конденсация ядросының рөлін түсіндіру.
- 5.2** Пішіні мен орналасу биіктігі бойынша 10 түйінді бұлт түрлерін атап, сипаттау. Қабатты-жаңбырлы және будақ-жаңбырлы бұлттар айырмашылығын және оларға байланысты ауа райы туралы білу.
- 5.3** Тұманның түйінді түрлерін анықтап, олардың қалыптасуын сипаттау.
- 5.4** Бержерон үдерісін сипаттаңыз және оның соқтығысу-коалесценция үдерісінен қандай айырмашылығы бар екенін түсіндіру.
- 5.5** Қарлы жаңбыр, мұзды жаңбыр және бұршақты қалыптастыратын атмосфералық жағдайды сипаттау.
- 5.6** Жерге түскен жауын мөлшерін өлшейтін стандартты құрылғыны метеорадиолокатормен салыстырғандағы артықшылығы мен кемшілігін атау.
- 5.7** Адамдардың ауа райын модификациялау тәжірибесіндегі бірнеше жолдарын талқылау.

Бұлт, тұман және жауын-шашынның әртүрлі формалары ең айқын ауа райы құбылыстары болып табылады. Осы тараудағы басты назар аталған құбылыстар жайлы түйінді түсінік қалыптастыру. Сондай-ақ бұлттар қалай жіктеледі және олардың атаулары, тамшылардың түзілуінің өте күрделі үдеріс екенін, судың қалыптасуына миллиондаған тамшылардың қажет екенін оқып білесіздер.

5.1 Бұлттардың түзілуі

Бұлттардың түзілуіндегі адиабаттық салқындау мен конденсация ядросының рөлін түсіндіріңіз.

Бұлт – атмосферада қалқыған өте ұсақ судың буы тамшыларының және мұз кристалдарының жиынтық жүйесі. Аспанда әртүрлі және көзтартарлық пішіндерді қалыптастыру метеорологтар үшін өте қызықты болып табылады, себебі олар атмосфералық жағдайдың визуалды индикациясын қамтамасыз етеді. Бұлттар ауа құрамындағы су буының қоюлануың нәтижесінде пайда болады және жер бетінен 2-18 км-ге дейінгі биіктікте атмосфераның төмен бөлігінде (тропосфера) құралады.

Ауа қанығу жағдайына қалай жетеді?

Жоғары биіктіктегі ауаның қанығуы екі тәсілдің бірімен жүзеге асырылады. Біріншіден, шық нүктесіне жеткен салқын ауа температурасы қанығуға алып келеді, ол конденсация үдерісі және бұлттардың түзілуін қалыптастырады. 4-бөлімді еске түсіретін болсақ, ауа жоғары көтеріліп және *адиабаттық суыну* үдерісі кезінде температурасы шық нүктесіне дейін салқындаған кезде бұлттар түзіледі. Ауа бөлшектері жоғары көтерілгенде, оның ұлғаюы мен адиабатты салқындауын тудыратын ауа қысымы төмендей беретін аймақтар арқылы өтеді. *Конденсацияның жоғарылау деңгейі* деп аталатын биіктікке жеткен бөлшек температурасы шық нүктесіне дейін салқындап, қанығу жағдайына жетеді.

Сондай-ақ қанықпаған, салқын ауа массасы жылу су беткейімен ығысып, судың буы төменгі жағынан қосылу кезінде де ауа қанығу жағдайына жетеді. Бұл үдеріс, әсіресе, субтропикалық мұхиттар бетіндегі төменгі бұлттардың қалыптасуына жауап береді.

Конденсация ядросының рөлі

Конденсация үдерісі жүру үшін тағы бір талап, бұл судың буының конденсацияланатын беткейінің болуы. Мұндай беткейге жер бетіндегі шөп жабындысын жатқызуға болады. Конденсация биіктікте (ауада) жүзеге асырылатын болса, *бұлттардың конденсация ядросы* болып табылатын ұсақ бөлшектер осы мақсатта қолданылады. Конденсация ядросы болмаған жағдайда, бұлт тамшыларын қалыптастыруға қажетті ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 100 пайыздан асып түседі (Температура өте төмен болғанда, немесе кинетикалық энергияның төмендігі кезінде конденсация ядросы боламаса да су молекулалары өте ұсақ кластерлерге бірігеді).

Шаңды дауылдар, жанартаулық атқылаулар және өсімдіктердің тозаңы конденсация ядросының түйінді көздері болып табылады. Сонымен қатар, конденсация ядролары орманның өртенуі, автомобильдер үшін бензиннің және көмір сияқты жағылатын отынның жанама өнімдерімен атмосфераға шығарылады.

Биіктіктегі (ауадағы) конденсация үшін **гигроскопиялық (ылғал жұтқыш) ядролар** ең тиімді бөлшектер. Біртұтас азық-түлік заттары, мысалы, крекер және жарма өнімдері гигроскопиялық болып табылады. Ылғалды ауада кезде, олар ылғалды сіңіріп және тез қатып қалады. Мұхит суы буланған кезде тұзды бөлшектер атмосфераға шығарылады. Тұз гигроскопиялық болғандықтан, 100 пайыздан кем емес салыстырмалы ылғалдылықта су

тамшылары мұхиттың тұзды бөлшектерінің айналасында құрала бастайды. Нәтижесінде, мұхит тұздары сияқты гигроскопиялық бөлшектерде бұлт тамшылары **гидрофобты ядроларда (су жұқпайтын)** түзілетін тамшылардан көп болады. Гидрофобты бөлшектер тиімді конденсация ядролары болып саналмаса да, салыстырмалы ылғалдылығы 100 пайызға жеткенде бұлт тамшылары түзіледі.

Бұлттың конденсация ядросы судың көптеген түрлеріне икемді болғандықтан, әртүрлі мөлшердегі бұлт тамшылары сол қалыптасқан бұлттыңда орнығады, ал бұл жауын-шашынды қалыптастыру үшін маңызды фактор.

Бұлт тамшыларының өсуі

Бастапқыда бұлт тамшыларының өсуі тез жүреді. Алайда, көп мөлшердегі тамшылар су буларын тұтынуына байланысты өсу қарқыны баяулайды. Нәтижесінде миллиондаған ұсақ су тамшыларынан тұратын бұлт қалыптасады, әдетте радиусы 20 микрометр (мкм) немесе одан кем болады. Бұлт тамшылары өте ұсақ болғандықтан, жоғарыдағы баяу ағыс арқылы ауада қалқып жүреді.

Тіпті өте ылғалды ауада, қосымша конденсация арқылы бұлт тамшыларының іріленуі өте баяу. Бұлт тамшысы мен жауын тамшысының мөлшері арасындағы үлкен айырмашылық (бір жауын тамшысын қалыптастыру үшін шамамен бір миллион бұлт тамшылары қажет), конденсация жауын тамшыларының (мұз кристалдарының) буланусыз жерге түсуі үшін жеткілікті мөлшерде өсуіне жауап бермейтінін көрсетеді. Жауын-шашынды қалыптастыратын үдерістерді кейінірек осы тарауда зерттейтін боламыз.

✓ 5.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Бұлттың қалыптасу үдерісін сипаттаңыз.
- 2 Бұлттың конденсация ядросы бұлттардың қалыптасуында қандай рөл атқарады?
- 3 Гигроскопиялық ядро анықтамасын айтыңыз.
- 4 Неге тамшылар жауын болып түсетін өлшемге дейін конденсациялық жолмен ірілене алмайды?

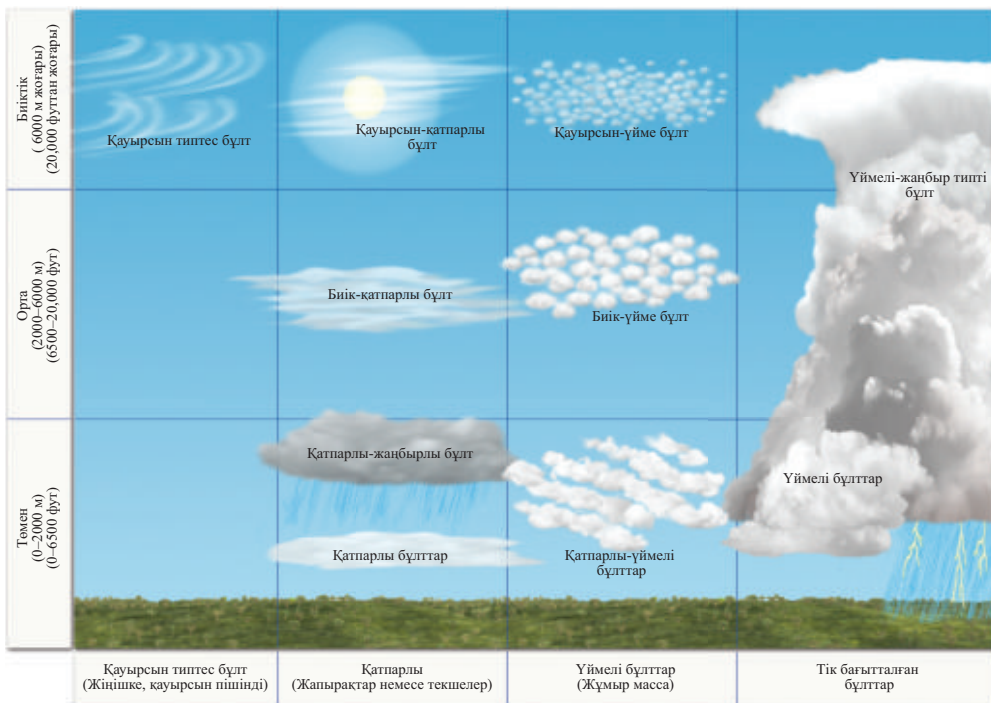
5.2 Бұлттардың жіктелуі

Пішіні мен орналасу биіктігі бойынша 10 түйінді бұлт түрлерін атап, сипаттаңыз. Қабатты-жаңбырлы және будақ-жаңбырлы бұлттар айырмашылығы және оларға байланысты ауа райы



GEODE ► Конденсация және жауын-шашын түрлері ► Бұлттардың жіктелуі

1803 жылы ағылшын табиғаттанушысы Люк Ховард бүгінгі күнгі жүйенің негізі болатын бұлттар жіктелуінің сызбасын жариялады. Ховард жүйесіне сәйкес бұлттар екі критерий негізінде жіктеледі: *пішіні* мен *биіктігі* бойынша (**5.1-сурет**). Алдымен түйінді бұлттардың кескіндерін немесе пішіндерін қарастырып, кейін бұлттардың орналасу биіктігі бойынша түрлерін қарастырамыз.



▲ 5.1-сурет. Пішін мен биіктікке негізделген бұлттардың жіктелуі.

Бұлт пішіндері

Бұлттар жер бетінен қарағанда пайда болу жағдайына негізделе жіктеледі. Түйінді кескіндері немесе пішіндері болады:

- *Шарбы бұлттар «Cirrus»* (қазбауыр бұлттар) – құрылымы талшық немесе қауырсын тәріздес болып келген мөлдір ақ түсті, жауын жаудырмайтын бұлттар. Олар мұз түйіршіктерінен тұрады («*Cirrus*» сөзі латын тілінен аударғанда «шиыршық» немесе «талшық» деген мағына береді).
- *Будақ бұлттар «Cumulus»* (шоғыр бұлттар) – көбінесе суық ауа массаларында көтерілме бұлттар түрінде пайда болады, үйіліп жатқан жүнге немесе мақтаға ұқсайды. Үстіңгі жағы күмбез немесе мұнара тәріздес дөңгелектеніп бітеді («*Cumulus*» сөзі латын тілінен аударғанда «шоғыр» немесе «буда» деген мағына береді). Будақ бұлт конвекция және жоғары өрлеген ауа ағындары бар атмосфераның қабаты шегінде қалыптасады.
- *Қатпарлы бұлттар «Stratus»* (strata-қабат) – қабаттардан тұрып, бір беткей бұлтты тұман құрады. Аспанның көп бөлігін немесе түгел алып жататын бұлт.

Дегенмен, бұл аталған бұлттардың нақты бір түрі ғана аспанды жауып жатпайды. Кейбір бұлттардың пішіндері аралас болуы да мүмкін. Мысалы, қатпарлы-будақ бұлттар құрылымы көбінесе қатпарлы, ұзын параллелді шиыршықтан немесе домалақ пішінде шоғырланған будақтардан тұрады. Сондай-ақ қатпарлы-жаңбыр «*Nimbostatus*» деген бұлт («*nimbus*» терминінің латын тіліндегі мағынасы «нөсер жауын») қатты жауын-шашын мөлшерін тудыратын түрі. *Қатпарлы-жаңбыр бұлт* – қара-сұр түсті, біртекті бірақ, төменгі шекарасы ыдыраңқы, аспанды түгел алып жататын қалың бұлт. Одан ақ жауын немесе қалың қар жауады.

Бұлт биіктігі

Бұлттарды жіктеудің екінші қыры – орналасу биіктігі – үш қабатқа топтастырылады: жоғарғы, ортаңғы және төменгі қабат бұлттары. **Жоғарғы қабат бұлттары** – тропосфераның ең жоғары, суық аймағында және 6000 метрден жоғары биіктікте қалыптасады. Бұл ендіктегі температура әдетте қату нүктесінен төмен болады, сондықтан жоғарғы қабаттағы бұлттар мұз кристалдарынан немесе өте суық су тамшыларынан тұрады. **Ортаңғы қабат бұлттары** – 2000-6000 метр биіктік аралығында орналасқан және атмосферадағы температура мен жыл мезгіліне байланысты су тамшыларынан немесе мұз кристалдарынан тұруы мүмкін. **Төменгі қабат бұлттары** – жер беті мен 2000 метр биіктік аралығында орналасады және су тамшыларынан тұрады. Бұл абсолюттік биіктіктер ендік және жыл маусымына байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы, жоғары (полюсті) ендікте және суық қыс айларында жоғарғы қабат бұлттары төменірек биіктікте қалыптасуы мүмкін. Кейбір бұлттар жоғары бағыттталып, бірнеше диапазондағы биіктікті қамтиды, оларды **вертикальды дамыған бұлттар** дейді.

Халықаралық деңгейде танылған бұлттардың 10 типі **5.1-кестеде** көрсетілген және келесі тарауда сипатталады.

5.1-кесте. | Бұлттардың негізгі түрлері

Бұлттар тобы және орналасу биіктігі	Бұлт түрі	Сипаттамалар
Жоғарғы қабат бұлттары – 6000 метрден жоғары	Шарбы (Ci)	Құрылым нәзік, жіңішке талшық тәрізді. Бұл ұлла мұз түйіршіктерінен тұратын талшықтар жел әсерінен шиыршықталады. Шарбы бұлттар ілмектелген жіп немесе қауырсын тәріздес (5.2(A)-сурет).
	Шарбы-қатпарлы (Cs)	Жіп және тұман тәрізді болып бөлінеді. Бұл бұлттар өте жұқа, ақшыл біртекті тегіс болып келеді. Күн мен айдың айналасында шарбы-қатпарлы бұлттар болса гало – үлкен жарық шеңберлер пайда болады (5.2(B)-сурет).
	Шарбы-будақ (Cc)	Ақшыл кішкентай бұйралардан немесе толқындардан тұратын құраққа ұқсас. Тұтасқан немесе шашыраңқы күйдегі бұл ұсақ түйіршіктер балық қабыршығын елестетін сурет тәрізді. Әдетте мұндай кезді «скуприялы аспан» дейді (5.2(Ә)-сурет).
Ортаңғы қабат бұлттары – 2000-6000 метр биіктік аралығы	Биік будақ (Ac)	Ірі бөлек-бөлек бұйра элементтерден немесе дөңгелектелген пішінді массадан тұрады, ақшыл-сұр түсті, күн сәулесін көбіне өткізбейді (5.3(A)-сурет).
	Биік қатпарлы (As)	Пішінсіз сұрғылт түсті біртекті тегістеу жамылғыдан тұрады, аспанды толығымен немесе көп бөлігін алып жатады. Жалпы биік қатпарлы бұлттан жарық дақ тәрізді болып тұрған күнді байқауға болады, бірақ күн дискісі анық көрінбейді (5.3(Ә)-сурет).
Төменгі қабат бұлттары – жер беті мен 2000 метр биіктік аралығында	Қатпарлы (St)	Төменгі горизонтальды қабатта қалыптасып, сіркіреме жауын немесе тұман тудыруы мүмкін. Ақшыл-сұр түсті, біртекті тегістеу күн сәулесін өткізбейтін бұлт жамылғысынан тұрады.
	Қатпарлы-будақ (Sc)	Қатпарлы бұлтқа ұқсас бірақ төменгі жақтары иреленген, сұр түсті. Аспанда төменірек орналасады және әдетте биік қатпарлы бұлттарға қарағанда әлдеқайда көп бөлек-бөлек бұйра элементтерден тұрады (5.4-сурет).
	Қатпарлы-жаңбырлы (Ns)	Бұлттар атауының латын тіліндегі мағынасы «нәсер жауын»-«nimbus» және «қатпарлы бұлттар»-«stratus». Қатпарлы-жаңбырлы бұлттардан әрдайым жауын-шашын жауады және күн сәулесін өткізбейді (5.5-сурет).
Вертикальды дамыған бұлттар	Будақ (Cu)	Вертикальды дамыған мұнара іспеттес масса шыңы гүлді қырыққабатты елестетеді. Будақ бұлттар жер бетінің біркелкі жылымауы негізінде ауаның конвекция арқылы конденсат деңгейінен жоғары көтерілуіне себеп болуына байланысты, көбінесе ашық күндері қалыптасады (5.6-сурет).
	Будақ-жаңбыр (Cb)	Будақ бұлттың әрі қарай дамуынан пайда болатын, табаны төменгі қабатта, шыңы жоғарғы қабатта жататын қалың бұлт. Ол мұнара немесе тау іспетті вертикальді қатты дамыған, жоғарғы жағының құрылымы талшықты (тәж сияқты), төменгі бөлігі қара түсті бұйра бұлт болып келеді (5.7-сурет).

Жоғарғы қабат бұлттары

Жоғарғы бұлттар тобы (6000 метрден жоғары): *шарбы*, *шарбы-қатпарлы* және *шарбы-будак*. Олар төменгі температурада құралатындықтан мұз кристалдарынан тұрады. Олардың түсі ақшыл, жіңішке болғандықтан, күн дискісі анық немесе бұлдырланып көрінеді және құрылысы талшықты болып келеді. Бұл қабаттың бұлттарынан жауын жаумайды.

Шарбы (Cirrus [Ci]) бұлттар құрылым нәзік, жіңішке талшық тәрізді. Бұл ұлпа мұз түйіршіктерінен тұратын талшықтар жел әсерінен шиыршықталады. Шарбы бұлттар ілмектелген жіп немесе қауырсын тәріздес (**5.2(А)-сурет**).

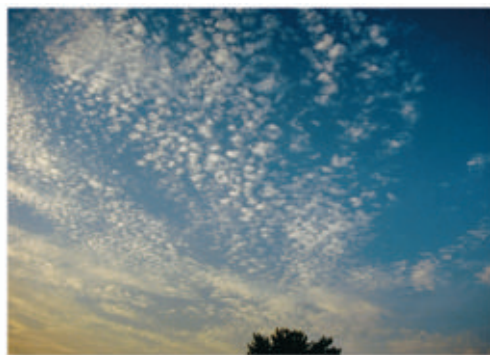
Шарбы-қатпарлы (Cirrostratus [Cs]) бұлттар жіп және тұман тәрізді болып бөлінеді. Бұл бұлттар өте жұқа, ақшыл біртекті тегіс болып келеді. Күн мен айдың айналасында шарбы-қатпарлы бұлттар болса гало – үлкен жарық шеңберлер пайда болады. Ол күн сәулесінің бұлт кристалдарынан сынуы арқасында пайда болатын оптикалық құбылыс (**5.2(Б)-сурет**).

Шарбы-будак (Circumulus [Cc]) бұлттар ақшыл кішкентай бұйралардан немесе толқындардан тұратын құраққа ұқсас. Тұтасқан немесе шашыраңқы күйдегі бұл ұсақ түйіршіктер балық қабыршығын елестетін сурет тәрізді. Әдетте мұндай кезді «скумбриялы аспан» дейді (**5.2(Ә)-сурет**).

Жоғарғы қабат бұлттары жауын-шашын тудырмаса да, шарбы бұлттар шарбы-будак бұлттарға ауысқанда дауылды ауа райы күтілетініне белгі береді.



А.



Ә.



Б.

▲ 5.2-сурет. Жоғарғы қабат бұлттарының тобын құрайтын үш негізгі бұлт түрі . А. Шарбы. Ә. Шарбы-будак. Б. Шарбы-қатпарлы.

Ортаңғы қабат бұлттары

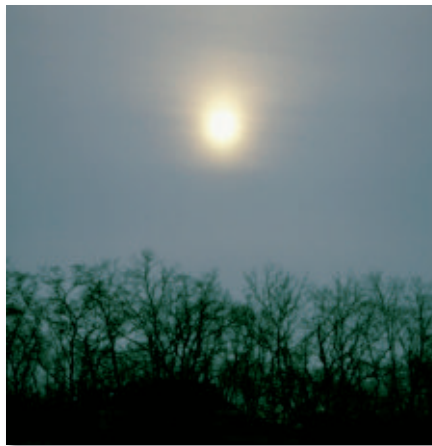
Орта биіктікте қалыптасатын (2000-6000 метр биіктік аралығы) бұлттар және ағылшанша атауы *alto* («middle» – ортаңғы) сөз алдына жалғанатын қосымшасы арқылы сипатталады. Екі түрі бар: *биік будақ* және *биік қатпарлы*.

Биік будақ (*Alto cumulus [Ac]*) бұлттар ірі бөлек-бөлек бұйра элементтерден немесе дөңгелектелген пішінді массадан тұрады, ақшыл-сұр түсті, күн сәулесін көбіне өткізбейді (**5.3(A)-сурет**). Бұл бұлттар мұз кристалдары емес су тамшыларынан тұратындықтан, пішіндері айқын болып келеді. Биік будақ бұлттарды кейде шарбы-будақ бұлттармен (тығыздығы мен көлемі кішірек) және қатпарлы-будақ бұлттармен (қалың қабатты) шатастырады.

Биік қатпарлы (*Altostratus [As]*) бұлттар пішінсіз сұрғылт түсті біртекті тегістеу жамылғыдан тұрады, аспанды толығымен немесе көп бөлігін алып жатады. Жалпы биік қатпарлы бұлттан жарық дақ тәрізді болып тұрған күнді байқауға болады, бірақ күн дискісі анық көрінбейді (**5.3(Ә)-сурет**). Биік қатпарлы бұлттарда шарбы-қатпарлы бұлттардағыдай гало пайда болмайды. Бұл бұлттардан қылау немесе қар жауады. Биік қатпарлы бұлттар жылы фронттың жақындауына байланысты қатпарлы-жаңбырлы, қою-сұр түсті бұлттарға айналып, қатты жауын-шашын мөлшерін тудыруы мүмкін.



А.



Ә.

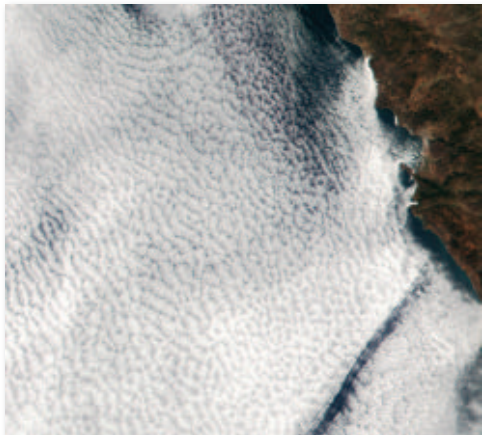
▲ **5.3-сурет. Теңіз деңгейінен орта биіктік аралығында кездесетін бұлттар.** А. Биік будақ бұлттар бұйра элементтерден тұратын буманы немесе дөңгелектелген пішінді массаны қалыптастырады. Ә. Биік қатпарлы бұлттар сұрғылт біртекті жамылғы іспеттес, аспанды толығымен немесе көп бөлігін алып жатады.

Төменгі қабат бұлттары

Төменгі қабат бұлттар тобы үшке бөлінеді (жер бетінен 2000 метр биіктік аралығында): *қатпарлы*, *қатпарлы-буда* және *қатпарлы-жаңбыр*.

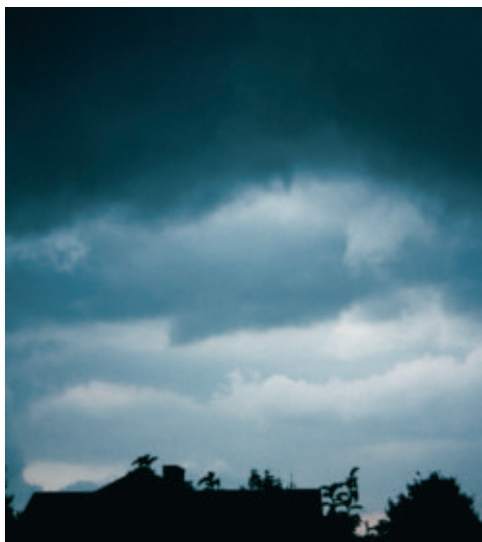
Қатпарлы (*Stratus [St]*) бұлттар төменгі горизонтальды қабатта қалыптасып, сіркіреме жауын немесе тұман тудыруы мүмкін. Ақшыл-сұр түсті, біртекті тегістеу күн сәулесін өткізбейтін бұлт жамылғысынан тұрады.

Қатпарлы бұлтқа ұқсас бірақ төменгі жақтары иреленген, бөлек-бөлек ірі бұйра элементтерден тұратын бұлттарды **қатпарлы-будақ бұлттар** деп атайды (*Stratocumulus [Sc]*) (**5.4-сурет**).



▲ 5.4-сурет. Қатпарлы-будак бұлттар әдетте орта ендіктегі мұхиттар үстінде түзіледі. Калифорния штаты, Сан-Диегоның оңтүстігіндегі Тынық мұхитының үстіндегі қатпарлы-будак бұлтының спутниктан үлкейтілген көрінісі.

Қатпарлы-жаңбырлы (*Nimbostratus* [Ns]) бұлттар атауының латын тіліндегі мағынасы «нөсер жауын» – «*nimbus*» және «қатпарлы бұлттар» – «*stratus*» (5.5-сурет).



▲ 5.5-сурет. Қатпарлы-жаңбыр бұлттары көп жауын-шашынды қалыптастырушы болып табылады. Қара-сұр түсті бұлт қабаттары жұлымдалған пішінде байқалады.

масса шыңы гүлді қырыққабатты елестетеді. Будак бұлттар жер бетінің біркелкі жылымауы негізінде ауаның конвекция арқылы конденсат деңгейінен жоғары көтерілуіне себеп болуына байланысты, көбінесе ашық күндері қалыптасады (5.6-сурет).

Қатпарлы-будак бұлттар биік будак бұлттарға ұқсас болғанымен, аспанда төменірек орналасады және әдетте биік қатпарлы бұлттарға қарағанда, әлдеқайда көп бөлек-бөлек бұйра элементтерден тұрады. Осы екі түрді ажыратудың қарапайым тәсілі бұл, нақты бұлт массасына қолыңызды бағыттаңыз, егер бұлт сіздің үлкен бармағыңыздың тырнақ мөлшеріндей болса ол биік будак бұлт, егер жұдырығыңыздай болса, онда ол қатпарлы-будак бұлт болғаны.

Қатпарлы-будак бұлттар жердің беткі қабатындағы жауын-шашын мөлшерін қамтамасыз етіп, субтропикалық мұхиттардың көп бөлігін жауып жатады. Қатпарлы-будак бұлттар үлкен аумақты алып жатқандықтан, жердің энергетикалық тепе-теңдігі үшін өте маңызды, себебі олар күн радиациясының едәуір мөлшерін шағылыстырады.

Қатпарлы-жаңбырлы бұлттардан әрдайым жауын-шашын жауады және күн сәулесін өткізбейді. Бұл бұлттылық әдетте ауа фронты жағалай көтерілуге мәжбүр болғандағы тұрақты жағдайда қалыптасады (9-бөлімде талқыланады). Тұрақты ауаның мәжбүрлі түрде жоғары көтерілуі қалың қабатты бұлттардың пайда болуына әкеп, аспанға кеңінен таралып, тропосфераның орта деңгейіне дейін өсуі мүмкін. Одан жауатын ақ жауын ұзақ қалың жауынға айналып, үлкен аумақты қамтитын болады.

Вертикальды дамыған бұлттар

Аталған үш биіктік категориясына жатпайтын, бірақ өзінің негізін төменгі биіктік диапазонынан ортаңғы немесе жоғары биіктікке дейін қалайтын бұлттарды **вертикальды дамыған бұлттар** деп атайды.

Бұл түрге будак бұлттар (*cumulus* [Cu]) ұқсайды, вертикальды дамыған мұнара іспеттес

Түске дейін байқаған будақ бұлттар күннің қызығуына байланысты түстен кейін мөлшерін ұлғайтады. Кішірек будақ бұлттар (*будақ жіңішке*) «ашық» күндері кезінде қалыптасып және жауын-шашынды сирек болдыртуына байланысты оларды «тұрақсыз бұлттар» деп те атайды. Алайда, ауа тұрақсыз кезде будақ бұлттар биіктікке өрлеп, күрт қалыңдай алады. Бұлттың қарқынды өсуіне байланысты, шыңы орта биіктікке жеткен бұлтты *будақ қалың* бұлттар деп атайды. Бұлттар қалыңдауын жалғастырып, жаңбыр жауатын болса, ол *будақ-жаңбыр* бұлттар деп аталады.

Будақ-жаңбыр (*Cumulonimbus [Cb]*) бұлты – будақ бұлттың әрі қарай дамуынан пайда болатын, табаны төменгі қабатта, шыңы жоғарғы қабатта жататын қалың бұлт. Ол мұнара немесе тау іспетті вертикалды қатты дамыған, жоғарғы жағының құрылымы талшықты (тәж сияқты), төменгі бөлігі қара түсті бұйра бұлт болып келеді (**5.7-сурет**).

Будақ жаңбыр бұлтынан нөсер жаңбыр жауады, белгілі бір жағдайларда бұршақ түседі. Бұлттың жоғарғы жағы мұз кристалдарынан тұратындықтан, онда бұршақ дами бастайды, ал ол төменгі бөлігіне жеткенде суланып және іріленіп дөңгелек мұзға айналады. Будақ-жаңбыр жер бетінен 12 шақырым биіктік аралығында, кейде 20 шақырымға дейінгі аралықта орналасады. Бұл алып мұнаралар найзағайлы қатты жауын-шашынды, бұршақты, кейде тіпті торнадоны тудырады. 10-бөлімде осы маңызды ауа райын қалыптастырушылардың дамуын қарастырамыз.

Бұлт түрлері

Бұлттардың түйінді 10 типі нақты бұлт сипаттамасын беретін атауларына байланысты түрлерге бөлінеді. Мысалы, шарбы бұлттар жіп тәрізді – *fibratus (Ci fib)*, тығыз – *spissatus (Ci sp)*, ілмек тәрізді – *uncinus (Ci unc)*, мақта тәрізді – *floccus (Ci floc)*, жота тәрізді – *vertebratus (Ci vert)*, т.б. болып түрлерге бөлінеді. *Uncinus* – «ілмек тәрізді» деген мағына береді, шарбы жолақтары жоғарғы жағында үтір формалы болып келеді. *Шарбы ілмек тәрізді* бұлттар нашар ауа райының бастамасы болып табылады.



▲ 5.6-сурет. Будақ бұлттар, жақсы ауа райы кезінде болатын бұлттар. Бұл кішірек, ақ түсті, толқынды бұлттар шуақты күндері қалыптасады.



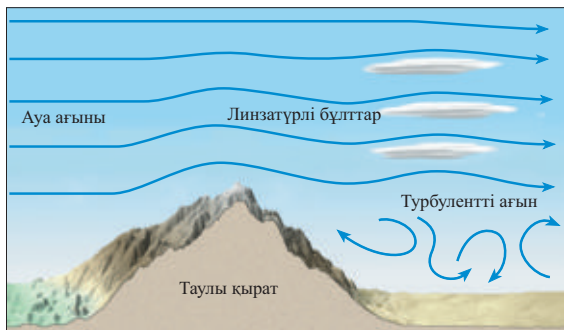
▲ 5.7-сурет. Будақ-жаңбыр бұлты. Бұл тығыз, толқынды бұлттылық үлкен вертикалды қашықтыққа таралған және қатты жауын-шашын мен күшті найзағай қалыптастыра алады.

Қатпарлы бұлттар тұман тәрізді – *nebulosus* (As neb), толқынды – *undulates* (As und) және қатпарлы-жыртық – *fractus* (St fr) бұлттары болып бөлінеді. Будақ бұлттар жіңішке – *humilis* (Cu hum), будақ орташа – *mediocris* (Cu med), будақ қалың – *congestus* (Cu cong) және будақ жыртық – *fractus* (Cu fr) бұлттары болып бөлінеді.

Линза пішінді стационарлы бұлттарды **лентикаулярлы бұлттар** дейді. Массивті Жер бедері немесе таулы аймақ үстінде таралады. Ауа ағыны толқын тудырған кезде де лентикаулярлы бұлттар дами алады, бірақ олар көбінесе таудың ық бетінде пайда болады (**5.8-сурет**).



А.



Ә.

▲ **5.8-сурет. Лентикаулярлы бұлттар.** А. Бұл линза пішінді бұлттар таулы аудандарда кең таралған құбылыс. Ә. Бұл диаграмма таудың ық бетінде пайда болатын турбулентті толқында линза пішінді бұлттардың түзілуін бейнелейді.

Ылғалды тұрақты ауа таулы аймақ арқылы өткенде, ықты бетте ағынсыз толқын пайда болады.

Ауа толқын жотасына жеткенде адиабаттық түрде салқындайды. Ауа температурасы шық нүктесіне жетсе, ауадағы ылғалдылық конденсацияланып, сөйтіп ауа толқынында немесе ауаның екі қабаты ортасында лентикаулярлы бұлттар түзіледі.

5.1-атмосфераға шолу



Тау үстінде қалыптасқан қалпақ-бұлт сол орнында бірнеше сағат тұруы мүмкін. Қалпақ-бұлттар *орографиялық бұлттар* деп аталатын топқа жатады.

Сұрақтар

1. Орографиялық бұлттар деп аталуына негізделі отырып қалпақ-бұлттардың қалай түзілетінін сипаттаңыз.
2. Неге бұл бұлттардың төменгі жағы салыстырмалы түрде тегіс болып келеді?
3. Қалпақ-бұлттар пішініне ұқсайтын тағы бір бұлт түрі бар, ол қалай аталады?

✓ 5.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Қандай екі критерий бойынша бұлттар жіктеледі?
- 2 Неге жоғарғы қабат бұлттары ортаңғы және төменгі қабат бұлттарына қарағанда әрдайым жұқа болып келеді?
- 3 10 түйінді бұлт типтерін атаңыз және пішіні мен орналасу биіктігі бойынша түрлерін сипаттаңыз.
- 4 Лентиккулярлы бұлттардың қалай түзілетінін түсіндіріңіз.

5.3 Тұман түрлері

Тұманның түйінді түрлерін анықтап, олардың қалыптасуын сипаттаңыз

MM® GEODE ► Конденсациясы және жауын-шашын түрлері ► Тұман түрлері

Тұман – атмосфераның Жерге таяу қабатына бұлттың, яғни ұсақ су тамшыларының немесе мұз кристалдарының жиналуы. Физикалық тұрғыдан тұман және бұлт арасында ешқандай айырмашылық жоқ; олардың пайда болуы мен құрылымы бірдей. Тек маңызды айырмашылықтарының бірі, олардың қалыптасу әдісі мен пайда болатын орны. Бұлттар – ауа жоғары көтеріліп және адиабаттық салқындау нәтижесінде пайда болса, тұман – салқындану немесе ауа судың буының артуы нәтижесінде қаныққанда пайда болады.

Тұман табиғи жаратылысы бойынша қауіпті емес болғанымен, әдетте атмосфералық қауіп болып саналады (5.9-сурет).



А



Ә

▲ 5.9-сурет. Радиациялық тұман жер бетінің радиациялық салқындату нәтижесінде қалыптасады. А. 2002 ж. 20 қарашада Калифорнияның Сан-Хоакин алқабындағы қалың тұманның спутниктік бейнесі. Бұл таңертеңгі радиациялық тұман жол-көлік апаттарына себеп болып, 14 автокөлік соқтығысты. Тұманнан шығысқа қарай ақ түсті аудандар қарлы Сьерра-Невада тау жүйесі болып табылады. Ә. Радиациялық тұман таңғы жол қатынасына аса қауіпті болуы мүмкін.

Күндізгі уақытта көріну қашықтығын 2 немесе 3 км-ге нашарлатады. Тұман өте тығыз болғанда оншақты метрге дейін көру қашықтығын нашарлатып, қозғалыстың кез-келген түрін қиын әрі қауіпті етеді. Тұман қалындап, көру қашықтықтығын 1 шақырымға немесе оданда төмен қашықтыққа нашарлатқан жағдайда ресми ауа райы станциялары ескерту жасайды. **5.2-кестеде** тұманның түйінді түрлері көрсетілген.

5.2-кесте. | Тұманның негізгі түрлері

Тұман топтары	Тұман түрлері	Қалыптасу режимі және сипаттамалары
Салқындану тұмандары	Радиациялық тұман	Түнгі уақытта топырақ бетінің сәуле шашып салқындауы және шектескен ауа қабаты салқындағанда пайда болады. Әдетте айналасын төбешіктер қоршаған алқапта кеңінен таралады.
	Адвективтік тұман	Жылы, ылғалды ауа салқын Жер бетімен қозғалғанда және оның төменгі жағы салқындағанда пайда болады. Адвективтік тұман Оңтүстік-Шығыс және Орталық батыста қыс маусымында кең таралған құбылыс болып табылады, бұл кезде Мексика шығанағы мен Атлант мұхитының ылғалды ауасы суық ағын үстімен жылжиды және қар жатқан Жер бетінде тұман пайда болады.
	Тау беткейі тұмандары	Ылғалды ауа беткейлі аймақтармен немесе тік тау бөктерлерімен жайлап жоғары көтерілгенде пайда болады. Ауа жоғары қарай қозғалуына байланысты кеңейеді және адиабатты түрде салқындайды. Шық нүктесіне жеткен кезде, қалың тұман қабаты қалыптаса бастайды.
Булану тұмандары	Бу тұман	Салқын және қанықпаған ауа жылы су беткейі арқылы жылжығанда, жоғарыдағы ауаны жылыту үшін жеткілікті түрде ылғалдылық буланып тұман қабаты түзіледі. Бу тұмандары салқын кезде, әсіресе күздің таңертеңгі уақытта суы жылы көл, өзен, теңіздердің үстінде жиі пайда болады.
	Фронтальды (жауын-шашынды) тұман	Фронттар шекарасында, жылы әрі ылғалды ауа массасы жоғары көтерілгенде, салқын әрі құрғақ ауа фронтальды (жауын-шашынды) тұманды қалыптастырады. Жылы жауын тамшысы төмендегі салқын фронтальды булану беткейіне түсіп, ауаны қанықтыру нәтижесінде тұман конденсациясы болады. Суық, дымқыл күндері қалыптасатын қыстық құбылыс.

Салқындану тұмандары

Жерге жақын ауа қабатының температурасы шық нүктесінен төмен түскенде, судың буының конденсациясы нәтижесінде тұман пайда болады. Ондай жағдай радиациялық сәуле шашу, жылы ауаның салқын беткейге енуі және ауаның тау беткейімен жоғары көтерілуі нәтижесінде орнығады. Сондықтан да салқындану тұмандары *радиациялық, адвективтік және тау беткейі тұмандары* болып бөлінеді.

Радиациялық тұман. Аты айтып тұрғандай, **радиациялық тұман** топырақ бетінің сәуле шашып салқындауы арқылы ауа қабаты да салқындағанда пайда болады. Мұндай тұманның пайда болуына түнгі уақыттағы ашық аспан және ауа ылғалдылығының жоғары болуы жағдай тудырады. Ашық аспан астында топырақ пен ауа тез салқындайды. Салыстырмалы ылғалдылықтың жоғары болуына байланысты, аздаған салқындық температураны шық нүктесіне дейін төмендетеді. Егер ауа райы желсіз болса, тұман әдетте әртекті болып және таралу биіктігі 1 метрден аз болады. Радиациялық тұманның вертикальды кең таралуы үшін сағатына 3-5 шақырым жылдамдықтағы әлсіз жел қажет, бұл жеткілікті турбуленттілікті қалыптастырып тұманның 10-30 метр биіктікке дейін көтерілуіне себеп болады. Ал қатты желдер жоғарыдағы ауаны құрғатушылармен араласып, тұманды таратып жібереді.

Тұманды ауаның салқын және тығыз болуына байланысты ол таулы аймақ беткейімен ағады. Нәтижесінде, ойпаттарда радиациялық тұман өте қалың болады, ал қоршаған баурайларда анық болып қала береді (**5.9(A)-сурет**). Әдетте, радиациялық тұман күн шыққаннан кейін 1-3 сағат ішінде тарап кетеді, сол себепті оны «көтермелі» деп те атайды. Алайда, іс жүзінде тұман «көтермелі» болып табылмайды. Керісінше, күн жерді қыздыра бастаған кезде ауаның ең төменгі қабаты бірінші жылынады және тұман қабаты да төменнен жоғарыға қарай буланады. Радиациялық тұман қалдығы қатпарлы бұлттардың төменгі қабаты ретінде байқалуы мүмкін.

Адвективтік тұман. Жылы, ылғалды ауа салқын жер бетімен қозғалғанда, ол да салқиндайды. Салқындық жеткілікті мөлшерде болса, жер бетін **адвективтік тұман** жамылады (*Адвекция* термині ауаның горизонтальды қозғалуына байланысты қолданылған). Мысал ретінде Сан-Францискодағы Алтын қақпа көпірінің (Golden Gate Bridge) айналасында жиі болатын адвективтік тұманды айтуға болады (**5.10-сурет**).

Метеорологияның эскизі



▲ **5.10-сурет. Адвективті тұман жылы, ылғалды ауа салқын жер бетімен қозғалғанда қалыптасады.** Бұл Сан-Франциско шығанағында қалықтаған қалың тұман ылғалды ауа суық Калифорния ағымының үстімен жылжу нәтижесінде пайда болады.

Сан-Франциско (Калифорния штаты), сондай-ақ көптеген батыс жағалаулы аймақтарда болатын бұл тұман Тынық мұхитының жылы және ылғалды ауасы суық Калифорния ағымдарының үстімен жылжығанда пайда болады.

Адвективтік тұман дұрыс қалыптасуы үшін турбуленттіктің белгілі бір мөлшері қажет, желдің жылдамдығы сағатына 10 және 30 км аралығында болуы керек. Турбуленттік ауаның қалың қабатын салқындатуды жеңілдетіп қана қоймай, тұманды биіктікке жоғарылатады. Осылайша, адвективтік тұман жер бетінен 300-600 метр аралығында таралады және радиациялық тұманға қарағанда ұзақ сақталады. Мұндай тұманды Құрама Штаттардағы тұманды аймақ – Вашингтондағы түңілу мүйісінен (Cape Disappointment) кездестіруге болады.

Адвективтік тұман Оңтүстік-Шығыс және Орталық батыста қыс маусымында кең таралған құбылыс болып табылады, бұл кезде Мексика шығанағы мен Атлант мұхитының ылғалды ауасы суық ағын үстімен жылжиды және қар жатқан жер бетінде тұман пайда болады.

Адвективтік тұманның бұл түрі өте қалың болады және қозғалыс үшін қауіпті жағдай туғызады.

Тау беткейі тұмандары. Аты айтып тұрғандай, **тау беткейі тұмандары** ылғалды ауа беткейлі аймақтармен немесе тік тау бөктерлерімен жайлап жоғары көтерілгенде пайда болады. Ауа жоғары қарай қозғалуына байланысты кеңейеді және адиабатты түрде салқындайды. Шық нүктесіне жеткен кезде, қалың тұман қабаты қалыптаса бастайды.

Тау беткейі тұмандарын таулы аймақтардағы пайда болуын көп Жерлерден байқауға болады. Алайда, Құрама Штаттарда тау беткейі тұмандарын Ұлы жазықта да пайда болады, ылғалды ауа Мексика шығанағынан Жартасты тауларға қарай жылжығанда (Денвер, Колорадо штаты, «миль биік қала» деп аталатынын және Мексика шығанағы теңіз деңгейінде екенін естеріңізге сала кетейік).

Бұл Сан-Франциско шығанағында қалықтаған қалың тұман ылғалды ауа суық Калифорния ағымының үстімен жылжу нәтижесінде пайда болады. Ауаның жоғары ағысына байланысты, 12°C температурада Ұлы жазықтағы ауа кеңейіп, адиабатты түрде салқындайды, бұл батыс жазықтарда тау беткейі тұмандарының кең таралуына алып келеді.

Булану тұмандары

Ауаның қанығуы ең алдымен судың буының қосылуымен жүзеге асқанда пайда болатын бұлттарды *булану тұмандары* деп атайды. Булану тұмандарының екі түрі бар: *бу тұманы* және *фронтальды (жауын-шашын) тұман*.

Бу тұманы. Салқын және қанықпаған ауа жылы су беткейі арқылы жылжығанда, жоғарыдағы ауаны жылыту үшін жеткілікті түрде ылғалдылық буланып тұман қабаты түзіледі. Ылғалдылық пен энергияға қаныққан ауа қалқымалы болып, жоғары көтеріледі. Ыстық кофе ыдысының үстінде пайда болатын тұманды ауа «бу» сияқты көрінеді, бұл құбылысты **бу тұманы** деп атаймыз. Бу тұмандары салқын кезде, әсіресе күздің таңертегі уақытында суы жылы көл, өзен, теңіздердің үстінде жиі пайда болады. Бұл тұмандар әдетте аса қалың болмайды, себебі су тамшылары жоғарыдағы қанықпаған ауамен қосылып буланып кетеді.

Бірақ кей жағдайда, бу тұманы тығыз болуы мүмкін – әсіресе қыс мезгілінде, суық арктикалық ауа салыстырмалы жылы мұхит үстіндегі мұз қабаты мен континенттер арқылы жылжығанда. Жылы су беткейінің температурасы мен оның үстіндегі ауа массасы температурасының айырмашылығы 30°C болады. Демек, жоғары көтерілген бу ауаның көп мөлшерін қанықтыру нәтижесінде бу тұманы қалыптасады. Бұл тығыз бу тұманының пайда болу көзіне байланысты *арктикалық теңіз түтіні* деген атау берілген.

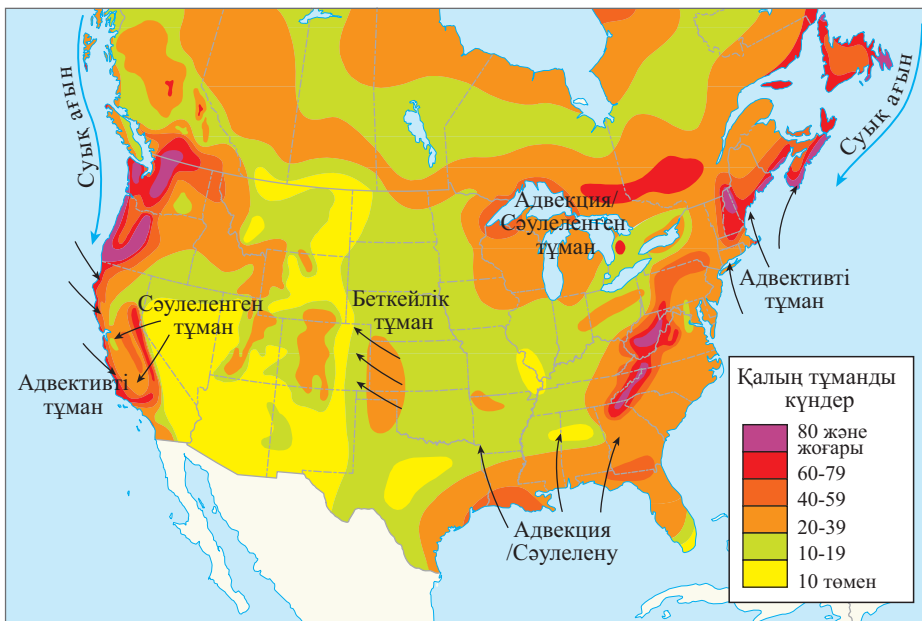
Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неге мен таңертеңгі суықта тыныс алғандағы лебімді байқай аламын?

Суық күндері сіз тыныс алғанда байқаған лебіңіз негізінен ол бу тұманының қалыптасуы. Сіз тыныс шығарғандағы ылғалды ауа суық ауаны қанықтырып, нәтижесінде ұсақ тамшылар қалыптасады. Ұсақ тамшылар лезде буланып, сіз қалыптастыран «тұман» айналасындағы қанықпаған ауамен араласады.

Фронтальды (жауын-шашынды) тұман. Фронттар шекарасында, жылы әрі ылғалды ауа массасы жоғары көтерілгенде, салқын әрі құрғақ ауа **фронтальды (жауын-шашынды) тұманды** қалыптастырады. Жылы жауын тамшысы төмендегі салқын фронтальды булану беткейіне түсіп, ауаны қанықтыру нәтижесінде тұман конденсациясы болады. Фронтальды тұман, қалың бола алады және салқын күндері ұзаққа созылған ақ жауын кезеңдерінде пайда болады.

Тұманның тығыздық жиілігі аймаққа байланысты айтарлықтай өзгеріп отырады (5.11-сурет).



▲ **5.11-сурет. Картада жылына қалың тұман болатын орташа күн саны көрсетілген.**

Тұманның ең жоғарғы қамту аймағы жағалаулар болып табылады, әсіресе суық ағындары көп Тынық мұхиты мен Жаңа Англия жағалауларында.

Тұманның ең жоғарғы қамту аймағы жағалаулар болып табылады, әсіресе суық ағындары көп Тынық мұхиты мен Жаңа Англия жағалауларында. Сондай-ақ салыстырмалы жоғары тығыздық Ұлы көлдер аймағында, Құрама Штаттардың шығыс бөлігіндегі ылғалды Аппалачи тау жүйесінде қалыптасқан. Керісінше, тұман құрлықтарда өте сирек, әсіресе Батыстық шөлді және шөлейт аудандарында (5.11-суреттегі сарымен боялған аудандар).

✓ 5.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Бұлт және тұман арасындағы айырмашылық қандай?
- 2 Тұманның бес түрін атаңыз және олар қалай пайда болатынын талқылаңыз.
- 3 Радиациялық тұман «көтерілгенде» нақты жағдайда не болады?
- 4 Неге салыстырмалы тығыздық жиілігі Тынық мұхиты жағалауында жоғары?

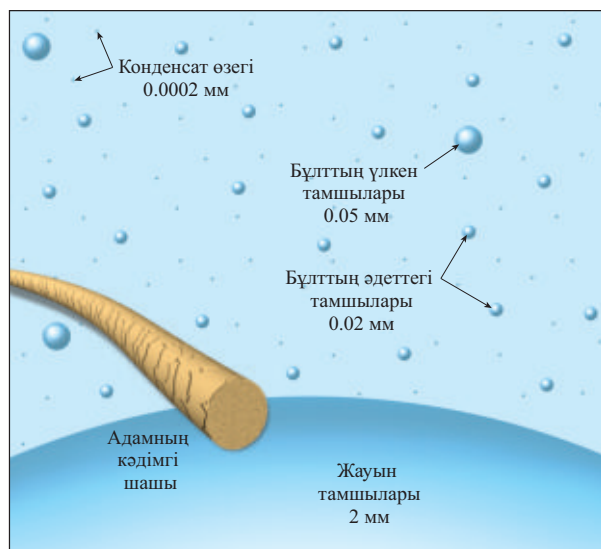
5.4 Жауын-шашынның құрылуы

Бержерон үдерісін сипаттаңыз және оның соқтығысу-коалесценция үдерісінен қандай айырмашылығы бар екенін түсіндіріңіз

MM® GEODE ► Конденсация және жауын-шашын түрлері ► Жауын-шашын қалай құралады?

Егер барлық бұлттар құрамында су болса, неге кейбіреулері жауын-шашынды тудырады, ал басқалары тек жоғарыда қалықтап жүреді? Бұл қарапайым сұраққа көптеген жылдар бойы метеорологтар нақты жауап бере алмады.

Бұлт тамшылары өте ұсақ болып келеді – диаметрі 20 микрометр (5.12-сурет).



▲ 5.12-сурет. Конденсация және жауын-шашын үдерісіне қатысатын бөлшектер диаметрі.

Салыстырмалы түрде адамның бір тал шашының диаметрі шамамен 75 мкм құрайды. Өте ұсақ болуы салдарынан, бұлт тамшылары төмен қарай қозғалыссыз ауада өте баяу құлайды. Бұлт тамшысына 1000 метр биіктіктен жерге жету үшін бірнеше сағат қажет.

Бұлт тамшысы жауын-шашын ретінде түсуі үшін қандай өлшемге дейін өсуі қажет? Жаңбыр тамшысының диаметрі шамамен 2 миллиметр немесе бұлт тамшысының диаметрінен орта есеппен 100 есе үлкен (5.12-сурет). Алайда, жаңбыр тамшысының көлемі бұлт тамшысынан 1 млн есе үлкен болып табылады. Яғни, бұлт тамшысының жауын-шашын ретінде түсуі үшін 1 млн есе көлемде өсуі керек. Сізде қосымша конден-

сация арқылы тамшы жерге дейін түсу үшін жеткілікті мөлшерде іріленеді деген ой туған болар. Алайда, бұлт өте ұсақ көптеген миллиард тамшылардан тұрады және су болып бірігу қарқындылығы өте жоғары. Сол себепті конденсацияның жаңбыр тамшыларын қалыптастыруда үлесі аздау.

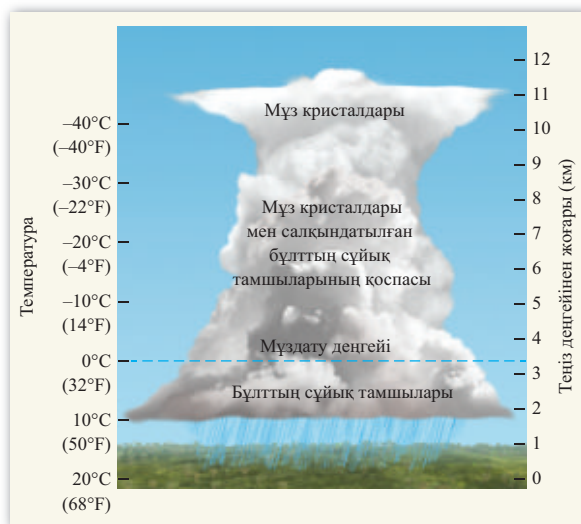
Жауын-шашынның құрылуы екі үдеріс арқылы жүзеге асады: *Бержерон үдерісі және соқтығысу-коалесценция үдерісі*.

Суық бұлттардан құрылған жауын-шашын: Бержерон үдерісі

Орта және жоғары ендіктегі жауын-шашынды қалыптастыратын **Бержерон үдерісі** оны алғаш ашқан, швед метеорологы Тор Бержерон есімінің құрметіне аталған. Бұл механизмнің қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін, біз алдымен судың екі маңызды қасиеттерін қарастырып шығуымыз қажет.

Қатты суынған су. Бержерон үдерісі температурасы 0°C -ден төмен сұйық бұлт тамшылары мен мұз кристалдары бар *суық бұлттарда* жүзеге асырылады. Осыған орай *бұлт тамшылары әдетте 0°C температурада қатпайды деп күтіледі*. Шын мәнінде, ауадағы таза күйдегі су температура -40°C -ге жетпегенше қатпайды. 0°C температурадан төмен сұйық күйде су **қатты суынған су** деп аталады. Қатты суынған су объектімен соқтығысатын болса, ол лезде қатып қалады. Мысалы, ұшақ суық бұлттар арасынан ұшатын болса, оның қанаттарында немесе басқа құрылғыларында пайда болған мұзды байқауға болады. Қатты суынған су тамшылары, сондай-ақ *мұзды жаңбырды* тудырады, сұйықтық ретінде жауып, кейін ағаш бұтақтарына, автокөлік терезелеріне және жол бетіне түскенде мұзды жабындыға айналады.

Атмосферада қатты суынған тамшылар мұз пішініне ұқсас қатты бөлшектермен соқтығысқанда қатады (мысалы, күміс иодиді). Бұл **қатыру өзегі** деп аталатын материалдар атмосферада өте сирек және ауа температурасы шамамен -15°C немесе одан суық болмағанша белсенді емес. Осылайша, 0 және -15°C аралығындағы температурада бұлттардың көп мөлшері қатты суынған су тамшыларынан тұрады (**5.13-сурет**).



▲ 5.13-сурет. Бұдақ-жаңбыр бұлттардың құрамындағы бөлшектердің табиғи болмысы.

–15 және –40°C аралығында бұлттардың көп мөлшері қатты суынған су тамшылары мен мұз кристалдарынан тұрады, температура –40°C-ден төмендегенде бұлттар тек мұз кристалдарынан тұрады. Мысалы, будақ-жаңбыр бұлттардың ең жоғарғы бөлігі мен жоғары биіктіктегі жұқа шарбы бұлттар тек мұз кристалдарынан тұрады.

Су үстіндегі қаныққан бу қысымының мұз үстіндегімен салыстырмасы.

Судың тағы бір маңызды қасиеті, бұл қаныққан бу қысымы мұзды кристалдар үстінде су тамшыларының үстіндегі қысыммен салыстырғанда төмен болады. Басқаша айтқанда, су тамшысының айналасындағы ауа қаныққан болады (100 пайыздағы салыстырмалы ылғалдылық), ал бұл қанығу мұз кристалдарының айналасында шегінен асып түскен болып табылады. Мысалы, **5.3-кестені** қарасаңыз, –10°C температурада судың салыстырмалы ылғалдылығы 100 пайыз болса, мұздың салыстырмалы ылғалдылығы шамамен 110 пайыз. Бұл айырмашылықтың себебі, сұйық тамшыларға қарағанда мұз кристалдары қатты болып келеді, сондықтан молекулалар бір-бірін тығыз ұстап тұрады. Ал аталған температурада судың буының молекулалары мұз кристалдарымен салыстырғанда, су тамшыларынан жылдам қарқынмен буланып кетеді.

5.3-кесте. Судың ылғалдылығы 100 пайыз болғандағы мұздың ылғалдығымен салыстырмасы

Температура (°C)	Салыстырмалы ылғалдылық қатынасы:	
	Су	Мұз
0	100%	100%
–5	100%	105%
–10	100%	110%
–15	100%	115%
–20	100%	121%

5.2-атмосфераға шолу

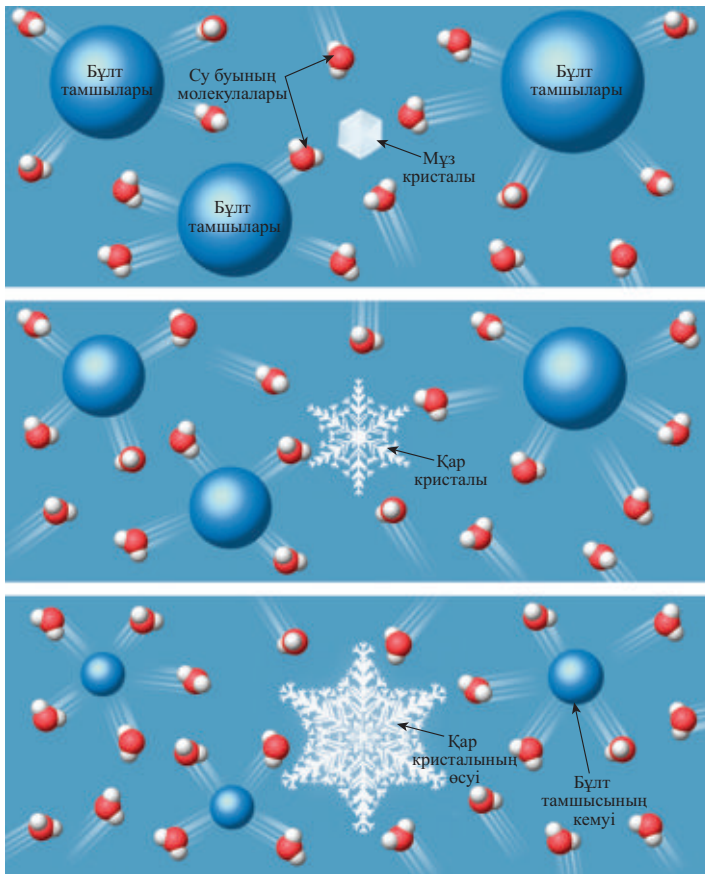
Бұл спутниктен түсірілген бұл сурет Құрама Штаттардың солтүстік-батысындағы шығанақ пен су жолдары арқылы шығысқа қарай жылжыған және өте төмен жатқан бұлт қабатын бейнелейді. Жағалау сызығы бұл орманды Жағалаулық қырат және құрлыққа қарай бірнеше ірі жанартаулардан тұратын Каскад таулары орналасқан.



Сұрақтар

1. Неге сіз мұхит үстінде түзілген бұлттар құрлық үстіндегі бұлттарға қарағанда еркін қозғалыстағы деп ойлайсыз?
2. Неге Вашингтон штатының батысындағы таулы аудандар қалың өсімдіктермен жабылған, ал шығысының жартысынан көбі шөлейтті аймақ болып табылады?

Бержерон үдерісі жауын-шашынды қалай қалыптастырады. Ауада мұз кристалдары мен қатты суынған су тамшылары бірге болған жағдай жауын-шашынның түзілуі үшін өте қолайлы болып табылады. Қатыру өзегі сирек болғандықтан, суық бұлттар көптеген сұйық тамшылар қоршаған бірнеше мұз кристалдарынан (қар кристалдарынан) тұрады (**5.14-сурет**). Ауада бірнеше мұз кристалдары болып, қанығуы өте жоғары болған кезде мұз кристалдары тұндыру үдерісі арқылы су молекулаларын өзіне жинай бастайды. Бұл өз кезегінде ауаның жалпы салыстырмалы ылғалдылығын төмендетеді. Бұған жауап ретінде, мұз кристалдарын қоршаған су тамшылары жоғалған судың буын толықтыру үшін булана бастайды. Осылайша мұз кристалдары үздіксіз булану мен сұйық тамшылардың құрғауы арқылы өзінің өсуін қамтамасыз етеді.



▲ **5.14-сурет. Мұз кристалдары төмен құлау үшін жеткілікті мөлшерде үлкен болғанша бұлт тамшыларының есебінен өседі.** Бұл бөлшектердің көлемі қатты үлкейтілген.

Мұз кристалдары жеткілікті мөлшерде іріленгенде құлай бастайды. Ауа қозғалысы бұл нәзік кристалдарды бұзады және оның бөлшектері басқа сұйықтық тамшылары үшін қатыру өзегіне айналады. Бұл тізбекті реакция жалғаса береді, сөйтіп олар бір-бірімен үлкен массаға бірігіп қылау немесе *қар ұлпасын* қалыптастырады.

Бержерон үдерісі бұлттың көп мөлшері жеткілікті мөлшерде суық болып, мұз кристалдарын қалыптастыру үшін температура шамамен -15°C болған жағдайда орта

ендікте жауын-шашынды жыл бойы қалыптастыра алады. Жерге түсетін жауын-шашын түрлері (қар, қарлы жаңбыр, жаңбыр немесе мұзды жаңбыр) атмосфераның төменгі бірнеше шақырымындағы температура бейініне байланысты. Жер бетіндегі температура 4°C-ден жоғары болса, қар ұлпалары еріп, жерге жаңбыр түрінде түседі. Тіпті жаздың ыстық күніндегі нөсер жауын жоғары биіктікте қарлы боран болып басталуы мүмкін. Қыс мезгілі барысында орта ендіктегі төменгі қабат бұлттарының суықтығы Бержерон үдерісі арқылы жауын-шашынды қалыптастыруға жеткілікті болып табылады.

Жылы бұлттардан құрылған жауын-шашын: соқтығысу-коалесценция үдерісі

Соқтығысу-коалесценция үдерісі жылы бұлттарда (бұлттардың жоғарғы бөлігінде температура –15°C-ден жоғары болады) жауын-шашынды қалыптастыратын Түйінді үдеріс болып табылады. Жалпы айтқанда, соқтығысу-коалесценция үдерісі бұл, бұлттағы ұсақ тамшылардың соқтығысып, бір-бірімен бірігуі арқылы жеткілікті мөлшердегі жаңбыр тамшысына айналуы.

Соқтығысу-коалесценция үдерісі арқылы жаңбыр тамшысының қалыптасуы үшін бұлт тамшысының үлкен мөлшерде болуы қажет. Зерттеулер көрсеткіші бойынша, толығымен сұйық тамшылардан тұратын бұлттардың кейбір тамшылары 20 мкм-дан үлкенірек. Мұндай ірі тамшылар үлкен мөлшердегі конденсация ядролары бар болғанда немесе ылғал жұтқыш бөлшектер (теңіз тұзы сияқты) атмосфераға көтерілгенде қалыптасады. Ылғал жұтқыш бөлшектер салыстырмалы ылғалдылық 100 пайыздан төмен болғанда судың буын жинай бастайды. Ірі бұлт тамшылары көптеген ұсақ тамшылармен араласқан кез, жауын-шашынды қалыптастыру үшін өте қолайлы жағдай болып табылады.

Бұлт тамшысының мөлшері және құлау жылдамдығы. Объект құлағандағы ең жоғарғы жылдамдық, оның соңғы немесе құлау жылдамдығы деп аталады. Құлау жылдамдығы ауаның кедергісі объектідегі тартылыс күшіне тең болған кезде орын алады. Ірі тамшылар салмағына байланысты кіші тамшыларға қарағанда жылдам құлайды. Елестетіңіз, сіз парашюттан секіре бергеніңізде бас киіміңіз құлап кетеді.

Салмағыңызға байланысты сіздің денеңіздің кеңістік аймағымен өзара қатынасы төмен болғандықтан, бас киімге қарағанда сіздің құлау жылдамдығыңыз жоғары болады.

5.4-кестеде жоғарыда айтылғанның бұл тамшыларына қолданылуы мен олардың құлау жылдамдығы көрсетілген.

5.4-кесте. Су тамшыларының құлау жылдамдығы

Түрі	Диаметрі (миллиметр)	Құлау жылдамдығы	
		(км/сағ)	(миль/сағ)
Ұсақ бұлт тамшысы	0.01	0.01	0.006
Типті бұлт тамшысы	0.02	0.04	0.03
Ірі бұлт тамшысы	0.05	0.3	0.2
Сіркіреуік тамшысы	0.5	7	4
Типті жауын тамшысы	2.0	23	14
Ірі жауын тамшысы	5.0	33	20

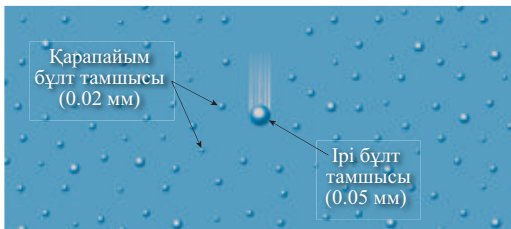
Смитсон метеорологиялық кестелерінен алынған мәлімет.

Үлкен тамшылар құлау барысында баяу әрі ұсақ тамшылармен соқтығысып, бірігеді. Олар ірілене түсіп, құлау жылдамдығын жоғарылатады, сөйтіп соқтығысу мүмкіншілігі артып, өсуін жалғастырады (**5.15(A)-сурет**). Осылай миллиондаған бұлт тамшылары соқтығысып, жерге түскенше буланып кетпейтіндей жеткілікті мөлшерде өседі.

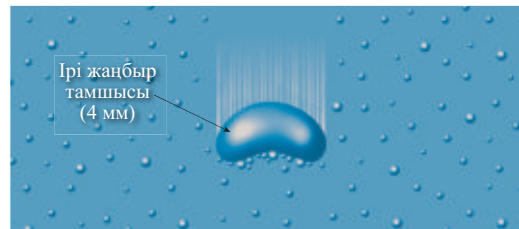
Жаңбыр тамшысы болып өсуге қажет көптеген тамшылар соқтығысулары бар вертикалды дамыған бұлттар көп мөлшердегі жауын-шашынды қалыптастырады. Тұрақсыз ауа барысындағы тамшылардың жоғары көтерілуі, бұл үдерісті арттыра түседі, себебі тамшылар бұлттарда үздіксіз қозғалыста болғандықтан, көптеген соқтығысуларды қамтамасыз етеді.

Жаңбыр тамшысы мөлшерін ұлғайтқан сайын құлау жылдамдығы да арта түседі. Бұл өз кезегінде ауа кедергісін арттыра түсіп, тамшының «төменгі жағы» тегістелуіне алып келеді (**5.15(Ә)-сурет**).

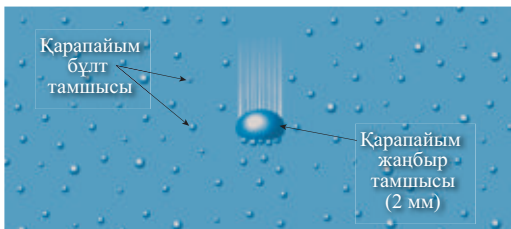
Тамшы диаметрі 4 миллиметрге жеткенде, оның ортасынан ойыс пайда бола бастайды (**5.15(Б)-сурет**). Жаңбыр тамшысы максимум 5 миллиметрге дейін өсіп, сағатына 33 км жылдамдықпен құлайды. Ауа кедергісі салдарынан суда керіліс болып, тамшылар бір-бірін ұстап тұрады. Ойыс жарылуға дейін ұлғаяды да жеке доңғалақтар қалыптасып, олар лезде бөлектеніп кетеді. Ірі жауын тамшысының ыдырауына байланысты көптеген ұсақ тамшылар пайда болып, олар қайтадан бұлт тамшыларын өзіне біріктіре бастайды (**5.15(В)-сурет**).



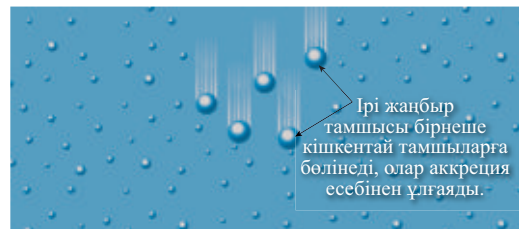
А. Ірі бұлт тамшылары кішкентайларға қарағанда жылдамырақ түсетіндігінен, олар өз жолында кішкентай тамшыларды жұтып ұлғаяды.



Б. Жаңбыр тамшысының мөлшері 4 мм-ге жеткенде, ол төменгі жағында қысым тудырады.



Ә. Тамшылардың ұлғаюы, құлау жылдамдығын көбейтеді, бұл ауаға қарсыласу күшін арттырады, сондықтан жаңбыр тамшылары теңеседі.



В. Соңында, жаңбыр тамшысының мөлшері 5 мм-ден асканда, қысым өте жылдам жоғары көтеріледі, ол көптеген майда тамшыларға бөлінетін су жүзігін құрайды.

▲ **5.15-сурет. Соқтығысу-коалесценция үдерісі.** Соқтығысу-коалесценция үдерісі бұлт, бұлттағы ұсақ тамшылардың соқтығысып, бір-бірімен бірігуі арқылы Жерге жеткенше буланып кетпейтін жеткілікті мөлшердегі жаңбыр тамшысын қалыптастыруы.

Бұлт тамшылары қалай бірігеді? Соқтығысу-коалесценция қарапайым үдеріс емес. Біріншіден, ірі тамшы төмен түскенде айналасында ауа ағысын қалыптастырады, мысалы тас жолда қатты жылдамдықпен ағызып келе жатқан автокөлік сияқты. Ауа ағысы ұсақ бұлт тамшылары сияқты объектілерді серпіп жібереді. Жаздың бір түнінде автокөлікпен келе жатқаныңызды елестетіңіз. Ауадағы бұлт тамшылары сияқты ұсақ бөлшек-

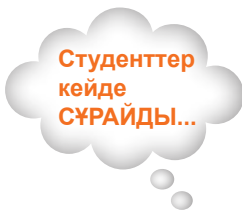
тер автокөлікке тимей шеттетіліп кетсе, ірілерінің қақтығысуға үлкен мүмкіншілігі бар.

Бірақ, соқтығысу бірігуге кепілдік бермейді. Издену тәжірибелері көрсеткендей, соқтығысу кезінде тамшылар бір-бірін ұстап қалу үшін атмосфералық электр қуаты болу қажет. Егер теріс зарядталған тамшы оң зарядталған тамшымен соқтығысатын болса, олардың электрлік тартылысы бір-бірін байланыстырады.

Тропикалық мұхит үстінде ауа соқтығысу-коалесценция үдерісі арқылы жауын-шашынды қалыптастыратын өте қолайлы жағдай болып табылады, себебі салыстырмалы таза ауада қалалық аймақ үстіндегі ауаға қарағанда конденсация ядролары аз болады. Аз мөлшердегі конденсация ядролары судың буын (көп мөлшердегі) өздеріне тартуға жарысады, конденсация қарқынды жүреді және салыстырмалы түрде аз мөлшердегі ірі бұлт тамшыларын құрайды. Будақ бұлттарды түзеу барысында, ірі тамшылар тез жылдамдықпен ұсақ тамшыларды біріктіріп, тропиктік климатқа тән түстен кейінгі жылы жауынды қалыптастырады.

Орта ендікте соқтығысу-коалесценция үдерісі Бержерон үдерісімен бірге ірі будақ-жаңбырлы бұлттарда жауын-шашынды қалыптастыруға септігін тигізе алады, әсіресе ыстық әрі ылғалды жаз айларында. Бұл мұнараның жоғарғы биіктігінде Бержерон үдерісі қарды түзейді, қар қату нүктесінен төмен деңгейде болғандықтан ери бастайды. Қар ұлпалары еріген кезде, құлау жылдамдығы жоғары ірі тамшыларды түзейді. Бұл ірі тамшылар құлау кезінде баяу әрі ұсақ тамшыларды өзіне біріктіріп, бұлттың төменгі қабатының көп бөлігін қамтиды. Соның нәтижесінде нөсер жаңбыр жауады.

Қорытындылай келе, екі механизм жауын-шашынды құрайтынын білдік: Бержерон үдерісі және соқтығысу-коалесценция үдерісі. Бержерон үдерісі суық бұлттар (немесе суық бұлт шыңдары) бар орта және жоғары ендікте басым. Тропиктерде судың буы мол және конденсация ядролары салыстырмалы түрде аз. Бұл аз мөлшердегі, құлау жылдамдығы жоғары, соқтығысу және бірігу арқылы өсетін ірі тамшылардың қалыптасуына алып келеді.



Неге ұзақ құрғақ кезең аяқталғаннан кейін жаңбыр жауғанда жолдар тайғақ сияқты көрінеді?

Зерттеулердің болжауынша, құрғақ ауа райының ұзақ кезеңі ішінде автомобильдерден бөлінетін майлы қалдықтар жауын-шашыннан кейін осы тайғақ жол жағдайларына себеп болады дейді. Жауын жауған күннің келесі күні көлік қозғалысындағы жол-апаттарына Мұндай құбылыстың салдары аз. Бірақ, соңғы жауған жаңбырдан 2 күн өткеннен соң жол-апаттарының қаупі 3.7 пайызға ұлғаяды. Егер соңғы жауған жаңбырдан соң 21 күн өтсе, онда қауіп 9.2 ұлғаяды.

апаттарының қаупі 3.7 пайызға ұлғаяды. Егер соңғы жауған жаңбырдан соң 21 күн өтсе, онда қауіп 9.2 ұлғаяды.

✓ 5.4 Бақылау сұрақтары

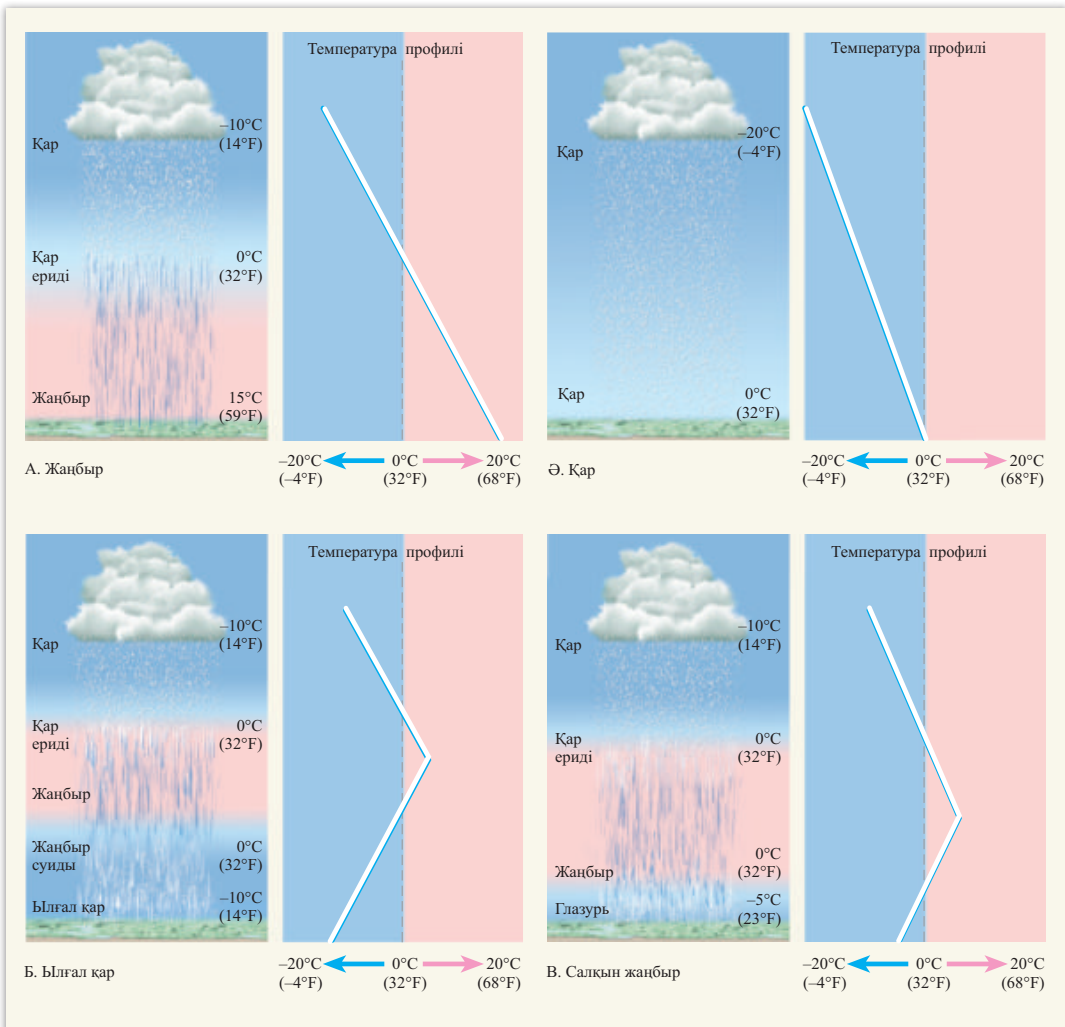
- 1 Бержерон үдерісі арқылы жауын-шашынның қалыптасуы үшін бұлттардағы температуралық жағдайды сипаттап беріңіз.
- 2 Қатты суынған су дегеніміз не?
- 3 Ең жоғары қабат бұлттарында қалыптасқан қар қалай жаңбыр түзей алатынын түсіндіріңіз.
- 4 Соқтығысу-коалесценция үдерісін қысқаша түсіндіріп беріңіз.
- 5 Объектінің құлау жылдамдығын не негіздейді?

5.5 Жауын-шашын түрлері

Қарлы жаңбыр, мұзды жаңбыр және бұршақты қалыптастыратын атмосфералық жағдайды сипаттаңыз

MM[®] GEODE ► Конденсациясы және жауын-шашын түрлері ► Жауын-шашын түрлері

Географиялық және маусымдық тұрғыдан атмосфералық жағдайлар әртүрлі болады, соған орай жауын-шашынның да бірнеше түрлері бар (**5.16-сурет**). Жаңбыр мен қардың таныс әрі кең тараған, басқа да маңызды түрлері **5.5-кестеде** көрсетілген. Қарлы жаңбыр, мұзды жаңбыр және бұршақ қауіпті ауа райын тудырып, кейде айтарлықтай зиянын тигізеді.



▲ 5.16-сурет. Жауын-шашынның төрт түрі мен олардың температуралық бейіні.

5.5-кесте. Жауын-шашын түрлері

Түр	Шамалы мөлшері	Су күйі	Сипаттамасы
Мұнар	0.005–0.05 мм	Сұйық	Ауа секундына/1 метр жылдамдықпен қозғалып, тамшылар бетіңізге тигенде сезіне алатындай айтарлықтай мөлшерде. Қатпарлы бұлттардан жауады.
Сіркіреуік	0.05–0.5 мм	Сұйық	Қатпарлы бұлттардан ұсақ, біркелкі тамшылар бірнеше сағат немесе сирек жағдайларда күні бойы үздіксіз жаууы мүмкін.
Жаңбыр	0.5–5 мм	Сұйық	Қатпарлы-жаңбыр немесе будақ-жаңбыр бұлттарынан түзіледі. Қалың жауған кездері жаңбыр тамшысының мөлшері әр жерде әртүрлі болып өзгеруі мүмкін.
Қарлы жаңбыр	0.5–5 мм	Қатты	Жаңбыр тамшысы минуслық температура қабатынан құлағанда түзілетін ұсақ, домалақтанған немесе қиыршықталған мұз бөлшектер. Мұз бөлшектері ұсақ болғандықтан, қандай да бір зиян шамалы. Көктайғақ сапарды қауіпті етуі мүмкін.
Мұзды жауын	Қабат қалыңдығы 1 мм–2 см дейін	Қатты	Қатты салқындаған жаңбыр тамшысы қатты денемен байланысқа түсіп қатқанда түзіледі. Мұзды жауын ағаштар мен электр желілеріне зиян келтіретіндей жеткілікті салмақтағы қалың мұз қабаты болып түзілуі мүмкін.
Қырау	Әртүрлі шоғырлану	Қатты	Әдетте желге байланысты мұз қауырсындарынан тұратын шоғырлар. Бұл нәзік, аязды шоғыр қатты суыңған бұлттардан немесе тұман тамшысы объектілермен соқтығысып қатқанда түзіледі.
Қар	1 мм–2 см	Қатты	Қардың кристалды болмысы әртүрлі пішінде бола алады, соның ішінде алтыбұрышты кристал, жалпақ пішінде және ине тәрізді. Судың буы мұз кристалдары ретінде жинақталатын қатты суыңған бұлттарда түзіледі. Жауған кезінде де қатты күйде болады.
Бұршақ	5–10 см немесе одан үлкен	Қатты	Қатты, дөңгелек түйіршік немесе біркелкі емес мұз сені түріндегі жауын-шашын. Қатқан мұз бөлшектерімен бірге қатты суыңған су кездесетін үлкен конвективті будақ-жаңбыр бұлттарынан түзіледі.
Қар түйіршігі	2–5 мм	Қатты	«Жұмсақтау бұршақтар» біркелкі емес «жұмсақ» мұз массасын қалыптастыру барысында қар кристалдарына жиналып түзіледі. Бұл бөлшектер бұршаққа қарағанда жұмсақ болғандықтан, соқтығысқан кезде тегістеліп кетеді.

Жаңбыр, сіркіреуік және мұнар

Метеорологияда жаңбыр деп бұлттан бөлініп жерге түсетін, диаметрі кем дегенде 0,5 миллиметр болатын атмосфералық сұйық тамшылардың жиынтығын атайды. Жаңбырдың көп мөлшері қатпарлы-жаңбыр немесе биік будақ бұлттарда түзіледі, олар *нөсер* деп аталатын қатты жаңбыр қалыптастырады. Жаңбыр бұлттың төменіндегі қанықпаған ауаға енгенде булана бастайды. Ауаның ылғалдылығы мен тамшылардың мөлшеріне байланысты жаңбыр жерге жетпей буланып кетуі мүмкін. Бұл құбылыс, жаңбырдың құлау жолақтарын (**virga**) қалыптастырады, бұлттардан құлаған жолақ іспеттес жаңбыр жерге жетпей буланып кетеді. Жаңбырдың құлау жолақтарына ұқсас мұз кристалдары төмендегі құрғақ ауаға енгенде сублимациялануы мүмкін (4-бөлімді қараңыз). Бұл мұз бөлшектерінің жиынтығы мұз жармасы деп аталады.

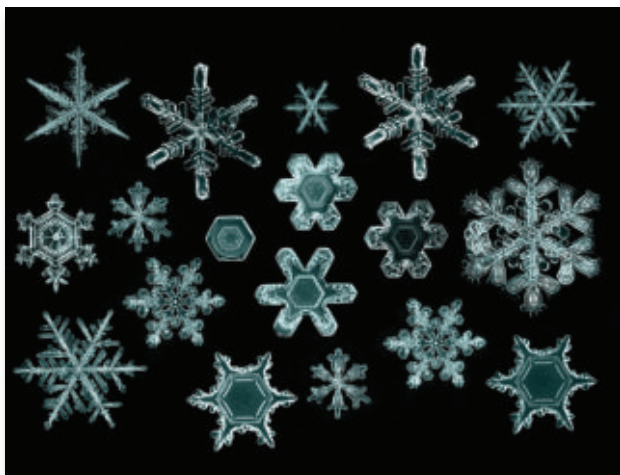
Бүркіп, сылбыр жауатын және диаметрі 0,5 миллиметр су тамшысын **сіркіреуік** дейді. Сіркіреуік және ұсақ жаңбыр тамшылары қатпарлы немесе қатпарлы-жаңбыр бұлттарынан пайда болады, жауын бірнеше сағат немесе сирек жағдайларда күні бойы үздіксіз жаууы мүмкін.

Жерге жету мүмкіншілігі бар өте ұсақ тамшылардан тұратын шашынды бүркемені **мұнар** деп атайды. Мұнар өте жұқа болғандықтан ұсақ тамшылар қалқып жүреді, тіпті олардың әсері де байқалмайды. Мұнар тұманға ұқсас болып келеді. Бірақ метеорологтар *тұман* деп көріну қашықтығы 1 шақырымнан төмен болса айтады, ал мұнарда көру қашықтығы 1 шақырымнан жоғары болады.

Қар және қар қиыршығы

Қар – атмосферадан түсетін әртүрлі пішінді үлпек мұз кристалдары түріндегі қыстық жауын-шашын. Қар үлпегінің мөлшері, пішіні және шоғырлануы атмосферадағы температураның таралуына байланысты.

Өте төмен температурада ауаның ылғалдығы төмен екенін еске салайық. Су буының сублимациясы нәтижесінде өте шағын (0,1-0,2 мм) кристалдар үлкейіп қар жұлдызшаларына айналады (5.17-сурет).



▲ 5.17-сурет. Қар кристалдары. Қар кристалдары әдетте алты бұрышты, бірақ олардың пішіндері алуан түрлі болып келеді. Жерге жеткен қар үлпегі көптеп бір-бірімен жабысқан мұз кристалдарына тұрады.

Олар тау шаңғы жоталарын жапқан «қар жамылғысы» болып табылады. Температура шамамен -5°C -ден жылырақ болса, мұз кристалдары шиеленіскен мұз агрегаттарынан тұратын ірі кесектерге бірігеді. Мұндай қар үлпектерінің қосындысынан жауған қар салмағы ауыр және ылғалдылығы жоғары болады, бұл қар жентегін домалатуға өте ыңғайлы.

Жерге жақын ауаның жұқа қабатының температурасы нөлден жоғары болған кезде қар жер бетіне жетуі мүмкін. Бұл жағдайда, қар жерге жеткенге дейін еріп кету үшін уақыт жеткіліксіз болады. Әдетте қардың бұл түрі өте дымқыл болады.

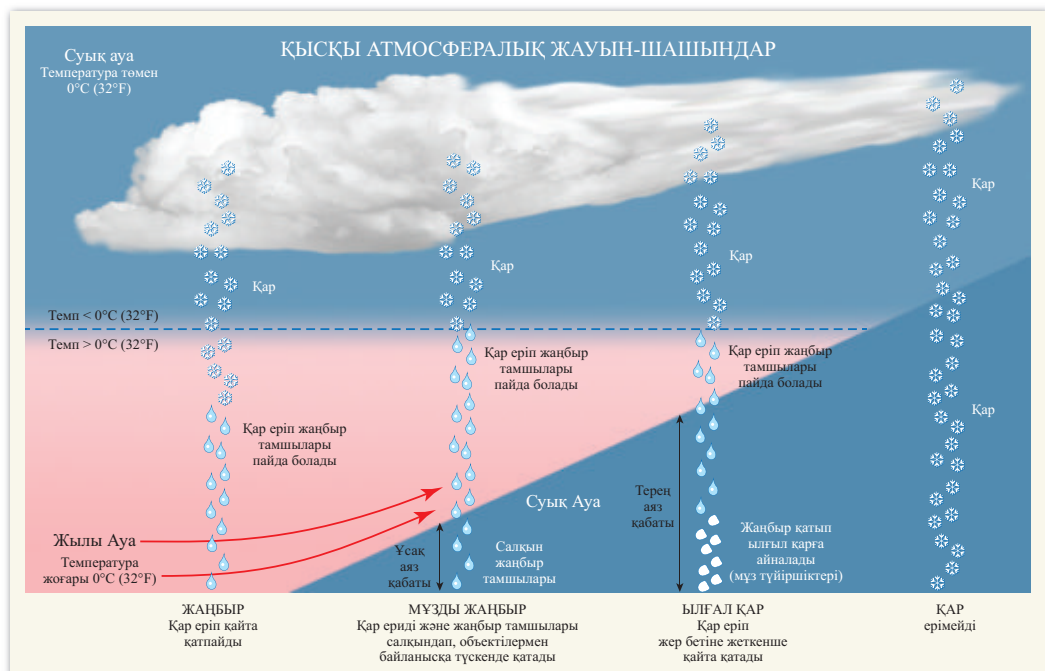
Белгілі бір атмосфералық жағдайларда, құлаған қар кристалына ұсақ, қатты суынған су тамшылары бірігіп, қатуына байланысты кристалдар іріленуі мүмкін. Соның нәтижесінде қалыптасқан қар ұшқыны *қылаумен бүркеледі*. Егер қылау бүркеуін жалғастырып, алты қырлы қар кристалының пішін қалыптастыратын болса, қар **қиыршығын** қалыптастырады. Сопақталған және нәзік болып, бір түрткеннен өзінің пішінін бірден жоғалтады. Қар қиыршығын *қар түйіріуігі* деп те атайды.

Қарлы жаңбыр және мұзды жауын

Қарлы жаңбыр қыстық құбылыс: мөлдірлеу қар түйіршіктерінен тұрады. Қарқындылығы мен жауу ұзақтығына байланысты қарлы жаңбыр Жер бетін жұқа қар қабаты ретінде жаууы мүмкін. **Мұзды жауын** қатты суынған жаңбыр тамшысы ретінде түсіп, тас жолдар, электр желілері және басқа заттарға тигенде қатады. 5.18-суретте көрсетілгендей, қарлы жаңбыр және мұзды жауын қыста болады, олар көбінесе Жерге жақын

өтпелі мұздатылған қабат үстінде керілген салыстырмалы жылы ауа массасы шебінде қалыптасады. Олар қар еріп, жаңбыр тамшысы төмендегі жылы ауа қабаты арқылы өткенде жауа бастайды.

Дегенмен, тамшылар қарлы жаңбыр ға немесе мұзды жауынға айналуы атмосфералық жағдай анықтайды. Егер жаңа қалыптасқан жаңбыр тамшысы шептік шекарасының төменгі жағындағы қалың әрі суық ауа қабатына соқтығысатын болса қарлы жаңбыр ға айналады. Мұндай жағдайда жаңбыр тамшысы минуттық ауа қабаты арқылы құлағанда, олар қатып және жерге жеткенде жаңбыр тамшысының мөлшеріндей ұсақ мұз түйіршігі болып түседі. Алайда, жерге жақын суық ауа қабаты жаңбыр тамшысының қатуы үшін жеткілікті мөлшерде қалың болмаса, онда қатты суынған тамшы болып түседі – қату нүктесінен төмен температурада тамшы сұйықтық болып қала береді (**5.18-сурет**). Қатуға таяу объектілер жер бетіне түскенде, бұл қатты суынған жаңбыр тамшысы бірден мұзға айналады. Нәтижесінде қалың және ауыр салмақты жабынды ағаш бұтақтарын сындырып, электр сымдарын төмен салбыратып, жаяу жүруді қиындатады және автокөлік қозғалысына қауіп төндіреді.



▲ **5.18-сурет. Қарлы жаңбыр мен мұзды жауынның қалыптасуы.** Жаңбыр суық ауа қабаты арқылы өтіп және қатқанда пайда болатын түйіршіктер қарлы жаңбыр деп аталады. Мұзды жауын да осындай кондацияда қалыптасады, бірақ суық ауа қабаты жаңбыр тамшысын қатыру үшін жеткілікті мөлшерде қалың болмайды, жылы ауа (жылы фронт айналасындағы) минуттық ауа қабатының үстінде орнығуға мәжбүр болған кезде жауын-шашынның бұл түрлері қыста жиі орын алады.

1998 жылдың қаңтарындағы тарихи ауқымдағы мұзды дауыл Жаңа Англия мен оңтүстік-шығыс Канадаға үлкен зиян келтірген.

Бес күн жауған мұзды жаңбыр шығыс Онтариодан Атлант жағалауына дейін қалың мұз қабатымен жапты. 8 сантиметрлік жауын-шашын ағаштардың сынуына, электр сымда-

рынының және жоғары вольтты мұнаралардың бұзылуына себеп болып, дауылдан кейін бір ай бойы 1 миллионнан астам үйді электр қуатынсыз қалдырды. Кем дегенде 40 адам қайтыс болып, \$3 млрд астам залал тигізді. Көп залал электр желілері бойынша болып, осыған орай Канадалық климатологтың айтқан сөзі: «Адамның жарты ғасыр жасаған құрылысын, табиғат күші бір сағаттың ішінде талқанын шығарды».

Бұршақ

Бұршақ – мөлшері 5 миллиметр, кейде одан да үлкен тығыз мұз бөлшектері түрінде жауатын атмосфералық жауын-шашын. Жылдың жылы кезінде биік будақ-жаңбыр бұлттарынан жіңішке (бірнеше км) бірақ ұзын (жүздеген км) жолақта, ауаның тік бағыттағы өте күшті қозғалысы кезінде (сағатына 160 км) және ауа температурасы нөлден төмен болғанда қалыптасады. Басында мұз түйіршіктері немесе қату үстіндегі қиыршық тәрізді қалыптаса бастайды.

Кейін бұл түйіршіктер қатты суынған су тамшыларын, басқа да ұсақ бұршақ кесектерін біріктіріп, мөлшерін ұлғайтады.

Бұршақты түзейтін будақ-жаңбыр бұлттары жоғары көтерілетін және төмен түсетін ауа ағысының күрделі жүйесінен тұрады.

Қарқынды жоғары көтерілген ауа ағымы **5.19(А)-суретте** көрсетілгендей жаңбыр және бұршақтың жаууын тоқтатып, ауа ағымы төмен түскен аймақта қалың жауын-шашын қалыптасады. Ірі бұршақтар қарқынды көтерілген ауа ағымының дәл ортасында түзіледі, бұл аймақта бұршақтар қатты суынған суды жеткілікті мөлшерде жинап алу үшін баяу көтеріледі. Бұл үдеріс көтерілген ауа ағымы бұршақты ұстап тұра алатындай ауыр көлемге дейін өскенше жалғасады немесе төмен түскен ауа ағысына соқтығысқанда жерге қарай төмен құлайды.

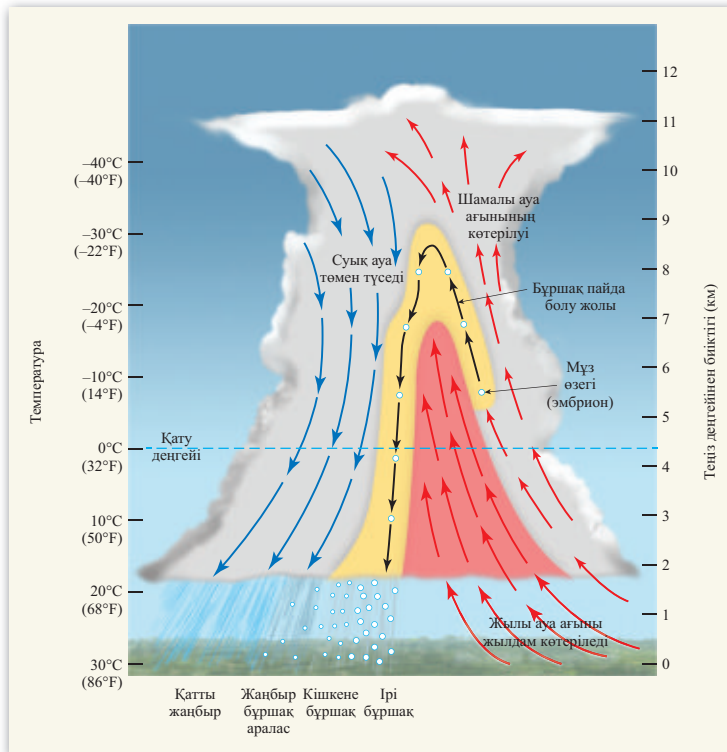
Мұз түйіршіктері өсуінің *дымқыл және құрғақ өсу* сияқты екі әдісі бар, бұл мұз түйіршіктерінің мөлдірлігіне және бұлдыр болуына әсер етеді (**5.19(Ә)-сурет**). Мөлдір мұз түйіршіктері бұлттың төменгі, жылы аймағында дымқыл әдіс арқылы өседі, бұл аймақта соқтығысқан тамшылар түйіршік бетін ылғалдандыра түседі. Бұл тамшылар жаймен қата бастағанда, судағы ауа көпіршіктері жоғала бастайды да, көпіршіксіз мөлдір мұз түйіршігі қалыптасады. Керісінше, температура қату нүктесінен төмен бұлттардың жоғарқы жағында қатты суынған тамшылар мұз түйіршіктермен соқтығысқанда бірден қатып қалады. Ауа көпіршігі де бірге қатып, бұлдыр мұз түзіледі.

Бұршақтардың диаметрі көбінесе 1 сантиметр (асбұршақ мөлшері) және 5 сантиметр (гольф добының мөлшері) аралығында болады, кейде одан да ірі болып түсуі мүмкін. Салмағы 1 фунт немесе одан да ауыр бұршақ жауған кездер болған; олар тастармен араласып қатқан бұршақтар. Бұл ірі бұршақтардың жылдамдығы сағатына 160 км-ден асып түскен.

Құрама штаттарда ең ірі бұршақ бойынша рекорд 2010 жылдың 23-шілдесінде Вивианда (Оңтүстік Дакота) тіркелінген. Тасбұршақ диаметрі 20 сантиметрден астам және салмағы 900 грамм шамасында болды. Оның алдындағы рекорд 1970 жылы, Коффивилл қаласында (Канзас штаты) болды, тасбұршақ салмағы 766 граммды құрады (5.19(Ә)-сурет).

Оңтүстік Дакотадан табылған тасбұршақ диаметрі 17,8 сантиметр болып, алдыңғы рекордтан асып түсті, ол 2003 жылы Аврора қаласына (Небраска штаты) құлаған. Бангладеште тіркелінген Мұндай үлкен бұршақтар салдарынан 1987 жылы 90-нан астам адам қаза тапты.

Қатты жауған бұршақ шаруашылыққа, әсіресе егістіктерге, жүзімдіктерге және т.б. үлкен шығын тудырып, терезелерді шағып, шатыр, автокөліктерге зиян келтіреді.



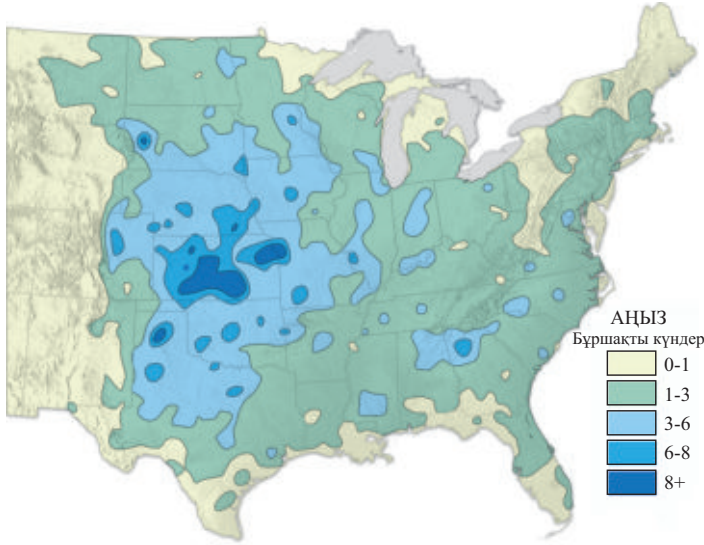
А.



Ә.

▲ **5.19-сурет. Бұршақтың түзілуі.** А. Бұршақтар алғашында ұсақ мұз түйіршіктері ретінде болып, бұлттар арқылы жоғары қозғалу барысында қатты суынған су тамшыларының қосылуы нәтижесінде өседі. Көтерілген ауа ағысы бұршаққа мұз қабаттарын арттыра көлемін ұлғайтып жоғары көтере береді. Нәтижесінде, көтерілген ауа ағымы бұршақты ұстап тұра алмайтындай ауыр көлемге жетеді немесе төмен түскен ауа ағысына соқтығысқанда жерге қарай төмен құлайды. Ә. Бұл жарылған тасбұршақ салмағы 766 граммды құрап, 1970 жылы Коффивилл қаласында (Канзас штаты) жауған.

Құрама Штаттарда бұршақ шығыны жыл сайын миллион долларды құрауы мүмкін. Осындай үлкен шығынға ұшыратқан бұршақ 1990 жылы Солтүстік Америкада, Колорадо штаты, Денвер қаласында болды, шығын мөлшері \$625 миллионды құрады. **5.20-суретте** 10 жыл ішінде орташа жауған бұршақ сандарын көрсетеді.



▲ 5.20-сурет. 10 жыл ішінде 100 шаршы мильдан астам ауданға жауған орташа бұршақ саны.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Қыстық дауыл ескертулері мен боран ескертулерінің арасындағы айырмашылық қандай?

Қысқы дауыл ескертулері әдетте қар қалыңдығы 12 сағатта 6 дюймнан асатын болса немесе мұзды кондиция болуы мүмкін болса жарияланады. Жоғарғы Мичиган және қары қалың таулы аудандарында қар 12 сағатта 8 дюймнан артық жауатын болса ғана қысқы дауыл ескертулері айтылады.

Ал қар желмен бірге сағатына 35 немесе одан да көп миль жылдамдықпен соғатын болса боран ескертулері жасалады. Сөйтіп, боран қардың түсу қалыңдығы арқылы емес жел жылдамдығы арқылы анықталатын, қыстық дауылдардың бір түрі болып табылады.

Қырау

Қырау – ауадағы су буының салқындауынан, температурасы нөлден төмен объектілер бетінде мұз кристалдарының шөгуінен пайда болады. Қырау ағаш бұтақтарына қатқанда оны мұз қауырсындары тәрізді безендіріп, тамаша көрініс қалыптастырады. Бұл жағдайда қарағай қылқаны қатыру ядросы ретінде болып, қатты суынған тамшыны беткейге тигенде қатыруға себеп болады. Жел тұрған кезде, ықты беткейде ғана қырау қалыптасады. Шамалы аязда құралған қырау кристалдары алтыбұрышты призма, ал қатты суық кездегі қыраудың кристалдары ұзынша ине тәріздес болады.

✓ 5.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Жаңбыр, сіркіреуік, мұнарды салыстырыңыз және айырмашылығын атаңыз.
- 2 Қарлы жаңбырды және мұзды жауынды сипаттаңыз. Мұзды жауын мен қарлы жаңбыр неге екі түрлі жағдайда қалыптасады?
- 3 Бұршақ қалай пайда болады? Бұршақ түйіршіктерінің мөлшеріне қандай факторлар әсер етеді?

5.6 Жауын-шашынды өлшеу

Жерге түскен жауын мөлшерін өлшейтін стандартты құрылғыны метеорадиолокатормен салыстырғандағы артықшылығы мен кемшілігін атаңыз.

Жауын-шашынның ең қарапайым түрі жаңбыр, оны өлшеу де жеңілірек. Тығыз көлденең қималардан тұратын беті ашық кез келген контейнер жауын өлшеуіші бола алады (**5.21(A)-сурет**). Дегенмен, жалпы тәжірибеде аз мөлшерде түскен жауын-шашынды нақты өлшеу үшін және буланып кетуді болдыртпайтын күрделі құрылғылар да бар.

5.1-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Ең сұрапыл қыстық ауа райы

Белгілі бір жердегі *өте биік* ғимарат немесе *өте төменгі температура* көптеген адамдарды таңқалдырып жатады. Ауа райына байланысты айтатын болсақ, кейбір аймақтар өздерінің сұрапыл қыстарын мақтан тұтады. Колорадо штатындағы Фрейзер және Миннесота штатындағы Халықаралық Фолс өздерін «ұлттың суық жәшігі» деп жариялады. 48 штаттар ішінде Фрейзерде 1989 жылы 23 рет ең төменгі температура анықталғанмен, көрші жатқан Колорадо штатындағы Ганнисонда басқа жерлермен салыстырғанда ең төменгі температура 62 рет анықталды.

Мұндай фактілер 1989 жылдың наурыздың бірінші аптасында температура -38°C -ге дейін төмендеген Миннесота штатындағы Хиббинг қаласының тұрғындарын таңқалдырмады. Солтүстік Дакотадағы Парсхолл тұрғындары бұл температураны жұмсақ деп тапты, себебі бұл жерде 1936 жылдың 15 ақпанында температура -51°C -ге дейін төмендеді. Монтана штатындағы Браунинг 24 сағат ішіндегі температуралық төмендеу рекордын жасады. Мұнда температура бірден 56°C -ге төмендеп кетті, 1916 жылдың қаңтарда салқын 7°C температурадан аязды -49°C -ге төмендеді.

Қанша әсерлі болғанымен, бұл жерде келтірілген температураның айрықша жақтары қысқы ауа райының бір ғана қыры болып табылады.



◀ **5(A)-сурет.** Қысқы боран тарихи пропорцияда болды. Чикаго, Иллинойс, 2 ақпан 2011 жыл.

Қалың қардың жаууы туралы не ойлайсыз (**5A-сурет**)? Монтанадағы Кук қаласы маусымдық қалың қар жаудан рекорд жасады, 1977-1978 жылғы қыста қар 1062 сантиметр қалыңдықта болды. Мичиган штатындағы Су-Сент-Мари қаласы мен Нью-Йорктегі Буффало қаласы туралы ше? Қыста жауатын қалың қар Ұлы көлдер сияқты. Тіпті қалың қар көптеген сирек қоныстанған таулы аудандарда да жауады.

1993 жылдың наурыз айындағы боран қатты дауылды желдер мен температураның төмендеуімен бірге қалың қар жауғызды, бұл шығыс Канаданың теңіз жағалаулық облыстары мен Алабама өңірінің көп бөлігін қозғалыссыз қалдырды. Бұл оқиға лезде Ғасыр Бораны деген атаққа ие болды.

Сөйтіп, қай аймақ ең сұрапыл қыстық ауа райына ие екенін анықтау, оның қалай бағаланатынына байланысты. Маусымдағы ең қалың жауған қарымен? Суықтың ұзаққа созылуымен? Ең суық температура? Ең күшті дауылымен?

Қыстық ауа райы терминдері.

Мұнда Ұлттық ауа райы қызметінің жалпы қолданысындағы қысқы ауа райы құбылыстарына пайдаланатын терминдердің мағыналары берілген.

Екпінді қар.

Қар үзік кезеңдер ішінде қысқа уақыт қана жауады, нәтижесінде өте жұқа жамылғы пайда болады немесе жиналмауы да мүмкін.

Боранды қар.

Қар жер бетінен жел арқылы көтеріліп және жоғары қарай құйындауы мүмкін, бұл горизонтальды бағытта көрініс мүмкіншілігін нашарлатады.

Қалқымалы қар.

Күшті желден туындаған борпылдақ қар жиынтығы.

Боран.

3 сағат ішінде аз дегенде сағатына 56 шақырым жылдамдықтағы желмен сипатталатын қыстық дауыл. Дауыл сондай-ақ төменгі температурамен және көріністі 0,25 миль немесе одан аз қашықтыққа нашарлататын қарқынды қар жаууымен немесе боранды қарымен сипатталады.

Қатты боран.

Сағатына 72 шақырым жылдамдықтағы дауыл, қарқынды немесе қалқымалы қар жауу, температура -12°C немесе одан төмен.

Қалың қар жауу туралы ескерту.

Қар қалыңдығы 12 сағатта 4 дюймнен немесе 24 сағатта 6 дюймнен асатын жағдайда.

Мұзды жауын.

Жаңбыр жерге жақын, жұқа минустық ауа қабаты арқылы құлайды. Жаңбыр (немесе сіркіреуік) жерге немесе басқа объектілерге тигенде қатады, нәтижесінде әйнектей мұз жамылғысы қалыптасады.

Қарлы жаңбыр.

Жерге жақын өтпелі минустық қабат үстінде керілген салыстырмалы жылы ауа массасы шебінде қалыптасады. Олар қар еріп, жаңбыр тамшысы төмендегі жылы ауа қабаты арқылы өткенде жауа бастайды. *Мұз түйіршіктері* деп те аталатын қарлы жаңбыр ағаштар мен сымдарға жабыспайды. Қарлы жаңбыр үйіндісі құрғақ құмконсистенциясына ұқсайды.

Саяхат кеңестері.

Қар, қарлы жаңбыр, мұзды жауын-шашын, тұман, жел, немесе шаң дауылдарының қозғалыс қаупін туғызатын болған жағдайда жұртшылықты хабардар етеді.

Суық толқын.

24-сағат ішінде температураның тез төмендеуі, әдетте өте суық ауа райының басталуын білдіреді.

Суық жел.

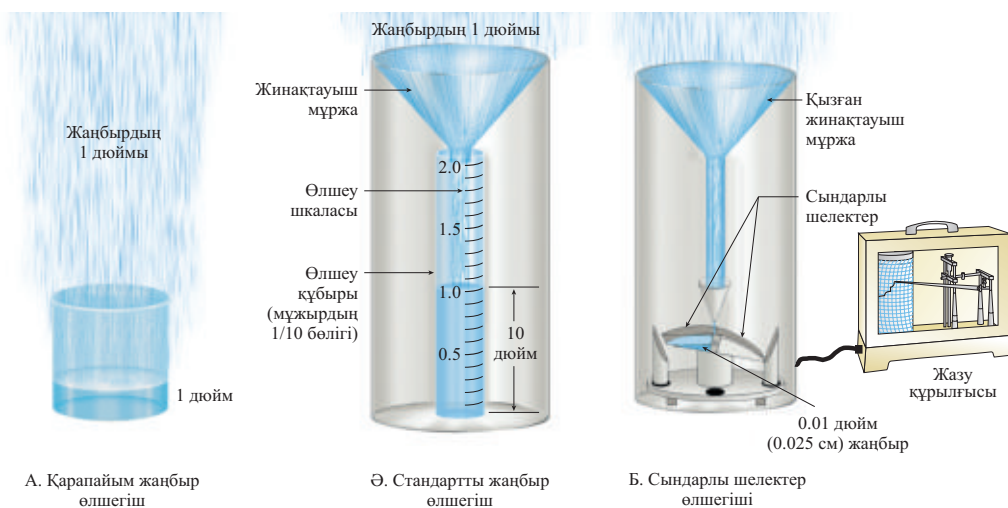
Желдің салықындату күші әсерінен адам денесіне сезілетін өлшем. Ол тек адам денесіне тиесілі және автомобильдер, ғимараттар немесе басқа да нысандар үшін ешқандай маңызы жоқ.

Сұрақ

1. Ауа райы оқиғаларының рекордын анықтау неге қиынға түсетінін түсіндіріңіз.

Стандартты құрылғы

Стандартты жауын өлшеуішінің (5.21(Ә)-сурет) жоғарғы жағының диаметрі шамамен 20 сантиметр. Су жинақтаушы құйғышқа (воронка) жиналып, жіңішке түтік арқылы көлденең қималары бар цилиндрлі өлшеуішке түседі, жинақтаушы құйғыш көлемі өлшеуіш түтігіндегі бір қиманың оннан бір бөлігін құрайды. Демек, жауын-шашын мөлшерінің тереңдігі 10 есе ұлғайып, 0.025 сантиметрге жақындағанда дәл өлшеуге мүмкіндік береді. Жауын-шашын мөлшері 0.025 сантиметрден аз болса, ол **жауын-шашын ізі** деп тіркеледі.



▲ **5.21-сурет. Жауын-шашынды өлшеу.** **А.** Ең қарапайым өлшеуіш бұл жауын кезінде қалдырылған кез-келген контейнер. **Ә.** Стандартты жаңбыр өлшеуіші 10 рет жинақталған судың биіктігін арттырып, 0.025 сантиметрге жақындағанда дәл өлшеуге мүмкіндік береді. Жинақтаушы құйғыш көлемі өлшеуіш түтігіндегі бір қиманың оннан бір бөлігін құрайды. **Б.** Еңкеймелі қауға жауын өлшеуіші екі «қауғадан» тұрады, әрқайсысына 0.025 сантиметр эквивалентіндегі жауын-шашын сияды. Бірінші «қауға» жауын суына толғанда төмен қарай еңкейіп, екіншісі оның орнына келеді. Әрбір шара 0,01 дюйм деп тіркеледі.

Стандартты жауын өлшеуішінде тіркеу өлшеуіштерінің бірнеше түрлері бар. Бұл құралдар жаңбыр мөлшерін ғана емес, сондай-ақ пайда болу уақытын және қарқындылығын (уақыт бірлігіндегі мөлшерін) тіркейді. Кең таралған екі өлшеуіш түрі: «еңкеймелі қауға» және «салмақты».

5.21(Б)-суретте көрсетілгендей, **еңкеймелі қауға өлшеуіші** екі бөліктен тұрады, әр бөліктің жауын сыйымдылығы 0,025 сантиметр және воронкаға негізделі орналасқан. Бірінші «қауға» жауын суына толғанда, төмен қарай еңкейіп судан босатылады. Сол уақытта екінші бөлік воронка аузына тақалады. Әр бөлік еңкейген сайын электр тізбек бекітіледі де, 0.025 сантиметр мөлшеріндегі жауын-шашын автоматты түрде өлшеуіште тіркелініп жазылады.

Салмақты өлшеуіш серіппелі теңгерімде орнатылған цилиндрде жауын-шашынды жинайды. Суға толу барысындағы цилиндр қозғалысы автоқаламға әсер етіп, ол алынған мәліметті тіркейді.

Жаңбыр өлшеуіштері дәл көрсетпеуі мүмкін. Еңкеймелі қауға өлшеуіші қатты жауған жауынның 25 пайыздай мөлшерін бағалай алмай қалады, себебі қауға еңкейген кез-

де жауын суы жиналмай қалады. Сондай-ақ, желдің себебінен жинаушы контейнерге жауын-шашынның көп немесе аз мөлшері түсіп өлшем қателіктеріне әкеледі. Сонымен қатар, жаңбыр өлшемдері нақты бір мекен бойынша мағлұматтармен қамтамасыз етеді, сол аймақтан тыс түскен жауын мөлшеріндегі айтарлықтай ауытқу дәл бағалау бермеуі мүмкін.

Қар жамылғысының өлшемі

Қар жамылғысы бойынша жазбалар жүргізілгенде негізінен екі өлшем қолданылады: қар биіктігі және қардағы су қоры. Қардың биіктігін өлшеу үшін қар өлшегіш тақтайшасы қолданылады. Бұл өлшемді жүргізу қиын болмаса да, қардың қалдырған дақ сызығын анықтау біраз қиындық туғызады. Аздап соққан желдің өзінде қар күрткітеніп жатады. Өлшемді бірнеше жерден, ағашсыз ашық алаңнан, кедергі болатын заттардан алшақ жерлерден алып, орташа мәнін алған дұрыс. Су қорын анықтау үшін, қарды ерітіп салмағы өлшенеді немесе жауын ретінде өлшейді.

Қар көлемі мен ерітіліп алынған су мөлшері екі түрлі болады. Ауа райын хабарлайтын бұқаралық ақпарат құралдарынан қардың әрбір 10 дюймі жаңбырдың 1 дюйміне тең дегенді естіген боларсыз. Бірақ қардың су қоры бұл көрсеткішті қатты өзгертуі мүмкін. 1 дюйм су алу үшін ақ ұлпалы, құрғақ қардың 30 дюймі (30:1) немесе дымқыл қардың аз дегенде 4 дюймі қажет (4:1).

Батыс Құрама штаттарды сумен жабдықтауда, судың 75 пайызын өндіретін таудағы қар жамылғысын өлшеу үшін автоматтандырылған метеорологиялық станциялар 600-ден астам учаскелерінде орнатылған **қар жастықтарын** пайдаланады.

Қар жастықтары екі немесе үш үлкен панельден тұрады. Панельде жиналған қар салмағы арқылы қар тығыздығы өлшенеді. Қар жастықтарының беті үлкен аумақты және қардағы су қорын өлшейтіндіктен, олар жауын-шашын мөлшерін дұрыс бағалауды қамтамасыз етеді.

5.3-атмосфераға шолу

Бұл сурет «Тесік» бұлттар» деп аталатын құбылысты бейнелейді. Реактивті ұшақтардың қатты салқындаған су тамшыларынан тұратын қалың бұлттардың арасымен өткен тұсында қалыптасатын құбылыс. Ұшақ бұлттан өткенде, реактивті қозғалтқыштан бөлінген ұсақ бөлшектер қатты салқындаған бөлшектермен әрекетке түсіп, лезде қата бастайды. Суреттің ортасындағы қаралау аймақ негізінде ақшыл және тесіктің айналасындағы бұлттарда қалыптасатын ірі мұз кристалдарынан тұрады, олар жауын-шашын түрінде жауа бастайды.



Сұрақтар

1. Кейбір бұлт тамшылары қатып және қалған сұйық бұлт тамшылары есебінен өсетін үдерісті қалай атаймыз?
2. Неге қатты салқындаған тамшылардан тұратын бұлттар ғана «тесік» бұлттарды қалыптастыра алатынын түсіндіріңіз.
3. Тесік бұлттардың қалыптасуындағы реактивті ұшақтардың ролін түсіндіріңіз.

Метеорадиолокатор арқылы жауын-шашынды өлшеу

Метеорадиолокаторды пайдалану арқылы, Ұлттық ауа райы қызметі (NWS) **5.22-суретте** көрсетілгендей карталарды жасайды, ондағы түстер жауын-шашын қарқындылығын анықтайды. Метеорадиолокатордың жетілдіре түсуі, дауыл сағатына жүздеген шақырым жылдамдықпен қатты соққанда да жауын-шашын құрылымы мен дауыл жүйелерін бақылауға үлкен мүмкіншілік туғызды.

Радиолокациялық құрылғыда радиотолқындардың қысқа импульсін таратқышы бар. Алынған толқын ұзындығы анықталатын объектіге байланысты. Радар жауын-шашынды бақылау үшін пайдаланылса, 3 және 10 сантиметр арасындағы толқын ұзындығы қолданылады. Радиотолқындар, осы толқын ұзындығында ұсақ тамшылардан тұратын бұлт ішіне ене алады, бірақ ірі тамшылар, мұз кристалдары және бұршақтар шағылдырып жібереді.

Сіздің болжамыңыз қандай?



Ғарышқа негізделген жауын-шашын өлшемі

Доктор Дж. Маршалл Шеперд Джорджияның атмосфералық ғылыми бағдарламасы университетінің директоры; Ғаламдық жауын-шашын өлшеу (GPM) жобасы ғылыми жетекшісінің бұрынғы орынбасары, НАСА; 2013 жылғы Америкалық метеорология қоғамының президенті

Жердің су айналымын, ауа райын және климатты түсіну ғаламдық көзқарасты талап етеді, бірақ оған жердегі құралдар мүмкіншілік бермейді. Жауын-шашын ауа райының күрделі тұрақсыздығы болып табылады, себебі ол уақыт және географиялық орны бойынша үнемі өзгеріп отырады. Дегенмен нақты өлшем және жауын-шашынды ғаламдық зерттеу көптеген себептер үшін маңызды, мысалы ауа райы болжамдарын жетілдіру, климаттық ауытқуларды анықтау, көшкін қаупі туралы ескерту, ықтимал инвекциялық аурулардың таралуын бағалау, ауыл шаруашылығы өнімділігін болжау сияқты.

Қадағалаулар

Жанбыр өлшеуіштері немесе метеорадиолокатор есептеулері арқылы көптеген қолданыстар үшін жауын-шашынды өлшеу лайықты болып келеді. Алайда, ғаламдық қолданыс үшін және жердегі өлшеуіштердің мүмкіндігі жоқ аймақтар үшін (мысалы, мұхиттар, таулар, шөлді аймақтар) НАСА ғарышқа негізделген жауын-шашын өлшеулеріндегі технологиялардың жаңа буынын жетілдіріп жатыр. Менің мұндай миссияға көмектесіп, 12 жыл жұмсауыма сәті түсті. 2014 жылдың ақпан айында НАСА Ғаламдық жауын-шашын өлшеу (GPM-Global Precipitation Measurement) миссиясын іске қосты. Мен осы миссия жобасының ғылыми жетекшісінің орынбасары ретінде қызмет атқардым, бұл өте керемет іс. Ғаламдық жауын-шашын өлшеудің спутниктік орталығы бар (**5(A)-сурет**), онда жаңбыр немесе қарды өлшеу үшін инфрақызыл (жылу) немесе қысқа толқындарды пайдаланатын көптеген құралдар және кеңістік ауа райы радары орнатылған. GPM-нің назар аудартатын ерекшелігі, стандартты екі өлшемді картасын немесе ауа райы жүйесінің үш өлшемді компьютерлік томографиялық түрдегі бейнесін жасай алады 5(A)-суретте көрсетілгендей.

Жауын-шашынның ғаламдық картасын жасау үшін, халықаралық қолданыстағы әуе кемелерінің жасағы мен болашақ спутниктер деректерінен алынған өлшемдер біріктіріледі. Тропикалық Аймақтарда Жауын-шашынды өлшеу Миссиясы (TRMM – Tropical Rainfall

Measuring Mission) спутнигінің сәттілігімен GPM дами түсті. Спутник планетамыздағы тропикалық аймақтардағы жауын-шашынды өлшеу, жердің жалпы айналымының заңдылықтары туралы білімді жетілдіре түсу мен жылыну мәселелерін анықтау үшін 1997 жылы іске қосылды. 1 ай бойынша жауған жауын-шашын TRMM спутнигі арқылы өлшеніп мысал ретінде **5(Ө)-суретінде** көрсетілген. 2011 жылдың шілде айында тропикішілік конвергенция аймағы (7-бөлімді қараңыз) айқын көрінді. TRMM әліде орбитада және GPM галактикасының маңызды бөлігі.

Үлгілеу және талдау

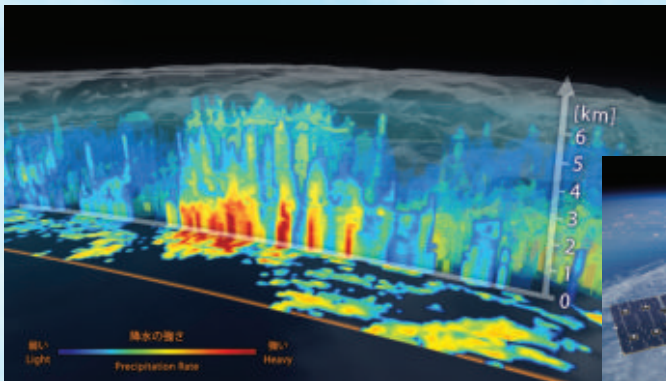
НАСА-ның Жерді зерттеу ғалымдары сияқты, сіз өз талдауыңызды жасай аласыз. НАСА жер Обсерваториясы нақты спутниктік деректерді пайдаланып, біздің ғаламшарды зерттеуге арналған үлкен сайт болып табылады.

- <http://earthobservatory.NASA.gov/GlobalMaps/> сілтемесі арқылы өтіңіз және жалпы жаңбыр мөлшері бөлімін қарастырып шығыңыз.
- Бірнеше жылдар ішіндегі ғаламдық жауын-шашынның жалпы мөлшерін көргіңіз келсе жер шары астындағы батырманы басыңыз.

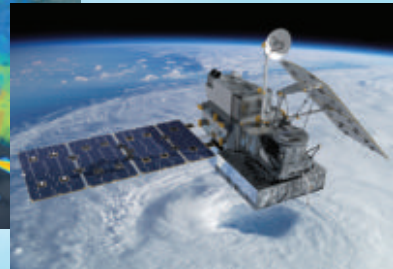
Сұрақтар

1. Өзіңіз құрған жауын-шашын картасын пайдалана отырып, ол жерден қандай бейнелерді анықтай аласыз? Неге бұндай бейнелер картада көрсетілуі қажет (мысалы таулар, конвергенция аймағы, жиі болатын дауылдар)?
2. Климаттың жылынуына байланысты ғалымдардың жиі айтатыны «су айналымының жеделдеуі». <http://climate.gov>, <http://earthobservatory.NASA.gov>, or <http://ipcc.ch> сілтемесі бойынша ресурстарды пайдаланып, үдемелі су аналымына байланысты пайдалы тұжырымдамаларды тауып және оның мағынасын анықтаңыз. Сіз оны досыңызға қарапайым тұрғыда қалай сипаттап берер едің?

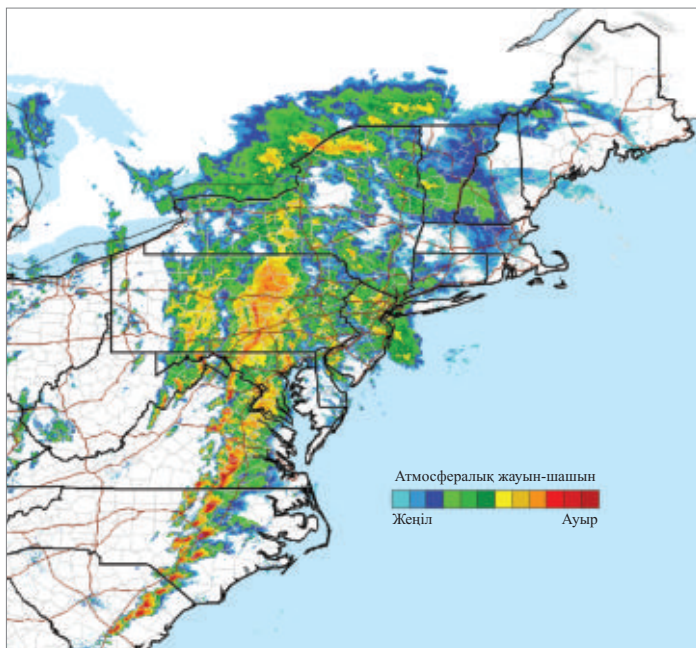
Ғаламдық жауын-шашын өлшеу (GPM) немесе Тропикалық аймақтарда жауын-шашынды өлшеу миссиясы (TRMM) туралы қосымша ақпарат алғыңыз келсе НАСА-ның Жауын-шашынды Өлшеу миссиясының парақшасына мына сілтеме арқылы кіріңіз <http://pmm.NASA.gov>.



▲ 5(A)-сурет. Жапонияның тропиктік емес циклон жағалауындағы Ғаламдық жауын-шашын өлшеу радарын қолдану арқылы жасалған жауын-шашынның 3D көрінісі.



▲ 5(Ө)-сурет. Ғаламдық жауын-шашын өлшеудің спутниктік орталығы.



▲ 5.22-сурет. Ұлттық ауа райы қызметімен жасалған Доплер радиолокациялық дисплейі. Түстер жауын-шашынның әртүрлі қарқындылығын көрсетеді. Шығыс жағалауының бойындағы қатты жауын жолағына назар салыңыз.

Жаңғырық деп аталатын шағылдыру сигналы телемониторда қабылданып, байқалады. Жауын-шашан қарқынды болғанда жаңғырық «жарқылы қатты» болғандықтан, заманауи метеорадиолокаторлар жауын-шашан жылдамдығын және аймақтық масштабта сипаттай алады. Сонымен қатар, өлшем нақты уақытта жүргізілгендіктен, әсіресе қысқа мерзімді болжау кезінде пайдалы.

Оның пайдалығына қарамастан, метеорадиолокатор жер деңгейінде не болып жатқанын көрсетпейді. Мысалы, радар жерге әлі жетпеген атмосфераның жоғарғы қабатындағы жауын-шашынды анықтауы мүмкін. Сондай-ақ нақты жер бейнесін түсіру кезінде ағаштар, ғимараттар көрінісі әсерінен метеорадиолокатор «Жер бұдырлығын» анықтайды. Кейде радар жәндіктер немесе құстар тобы шығаратын дыбыстарды қабылдайды. Жай радар жүйелері жаңбырды (сұйық су) қатты жауын түрлерінен ажырата алмайды. Қуанышқа орай, Ұлттық ауа райы қызметі жергілікті болжам орталықтарын *қос поляризация радарларымен* желгілдірді, ол екі өлшемді бейнені жасайды. Бұл бейнелер болжаушыларға жауынды, бұршақты, қарды, қарлы жаңбырды немесе ұшып жірген объектілерді, тіпті торнадо ұшқынын айыруға көмек береді.

✓ 5.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Кез келген беті ашық контейнер жауын өлшеуіш бола алса да, стандартты жауын өлшеуішінің қандай артықшылығы бар?
- 2 Стандартты жауын өлшеуіші қандай қателіктер жіберуі мүмкін?
- 3 Метеорадиолокатордың стандартты жауын өлшеуішінен қандай артықшылығы бар?

5.7 Ауа райының жоспарлы және аңдаусыз модификациясы

Адамдардың ауа райын модификациялау тәжірибесіндегі бірнеше жолдарын талқылаңыз.

Адамдар ауа райын аңдаусыз, сондай-ақ белгілі бір мақсатпен модификациялайды. Жоспарлы модификацияға мысал келтіретін болсақ, тау шаңғы курорттарына қардың көп мөлшері түсу үшін бұлттарды арнай жолмен себу және аэропорттарда тұманды сейілітіп жіберуді айтуға болады. Ал аңдаусыз ауа райын модификациялауға түйінді көлік дәліздері бойында реактивті ұшақтардың өндіретін конденсат іздерінен бұлттылықтың артуы болып табылады.

Жоспарлы ауа райы модификациясы

Жоспарлы ауа райы модификациясы ауа райын қалыптастыратын атмосфералық үдерістерге адамның арнайы араласуы, яғни адам мақсаттары үшін ауа райын өзгерту болып табылады. Адамның ауа райы құбылыстарын өзгерту немесе күшейте түсіру үшін жасаған ұмтылысы ежелгі тарихтан бастау алады, мысалы дұғаны, сиқырды, би және басқа қара магияны ауа райын өзгерту үшін қолдануы.

Жаңбыр мен қарды жасау. Ауа райын модификациялаудағы бірінші серпін 1946 жылы, Винсент Дж. Шефер құрғақ мұз қатты суынған бұлтқа түсіп, ол мұз кристалдарының өсуін ынталандыруға ықпал еткенін анықтағанда орын алды. Естеріңізге сала кетейік, мұз кристалдары қатты суынған бұлтта қалыптасқанда олар үлкен болып өседі (бұлтта қалған сұйық тамшылар есебінен) және жеткілікті мөлшерге жеткенде жауын-шашын түрінде жауады.

Ғалымдар кейінірек күміс йодид кристалдары **бұлтты себу** үшін пайдалануға болатынын білді. Құрғақ мұз ауаны салқындататын ғана болса, күміс йодид кристалдары ядроларды қатырып тастайды. Күрделі атмосфералық жағдайда жайын-шашынды болдырту үшін күміс йодид кристалдарына бұлт құрамында қатты салқындатылған тамшылар болуы қажет, яғни 0°C-ден төмен температурадағы сұйық тамшылардың болуы. Күміс йодид кристалдарын бұлтқа жанарғы немесе ұшақ арқылы жеткізу оңай болғандықтан, ол құрғақ мұзға қарағанда үнемді балама болып табылады.

Тау тосқауылдары айналасында қалыптасатын қысқы бұлттарды себу (орографиялық бұлттар) бірнеше рет әрекет жасалған. 1977 жылдан бастап Колорадолық Вейл және Бивер-Крик шаңғы аудандарында қыста қарды арттыру үшін осы әдісті пайдаланып келеді. Сондай-ақ бұлтты себудің артықшылығы, көктем және жаз айларында көп мөлшерде еріген қар суын қоймаларында жинап, оны суару және су электр өндірісі үшін пайдалануға да болады.

Соңғы жылдары, гигроскопиялық (ылғал сіндіргіш) бөлшектері бар жылы конвективті бұлттарды себу үлкен назар аудартуда. Оңтүстік Африка, Нелспрейт қаласы маңындағы қағаз комбинаты шығаратын ластаушы заттардың жауын-шашынды болдыртуы анықталғанда, бұл әдіске қызығушылық оянды. Қағаз комбинаты маңындағы бұлттар арқылы ұшқан зерттеу ұшақтары бөлшектердің үлгілерін жинады. Сөйтіп, комбинат бұлтқа ұсақ тұз кристалдарын (калий хлоридін және натрий хлоридін) шығаратыны анықталды. Бұл тұздар ылғал тартқыш болғандықтан, ірі бұлт тамшыларын түзеп, соқтығысу-коалесценция үдерісі арқылы жауын тамшыларын қалыптастырады. Гигроскопиялық бөлшектері бар жылы конвективті бұлттарды себу арқылы жауын-шашын үдерісін жылдамдату мүмкіншіліктері бар.

Құрама Штаттарда көптеген ғылыми-зерттеу жобалары жүргізілуде. Зерттеушілердің бағалауы бойынша күміс йодиді жолымен бұлтты себу нәтижесінде жауын-шашын мөлшері 10 пайызға артқан. Бұлтты себу болашағы бар нәтижелер көрсетті және салыстырмалы түрде қымбат емес болып табылғандықтан қазіргі заманғы ауа райы-модификациясы технологиясының басты бағыттарының біреуі айналады.

Тұман және қатпарлы бұлтты сейілету. Бұлтты себудағы тағы бір артықшылық құрамында қамтитын құрғақ мұзды (қатты көмір қышқыл газды) қатты суынған тұманды немесе қатпарлы бұлттарды сейілітіп және көруді жақсарту үшін осы қабатқа тарату. Әуежай, кемежай және тұман басып тұрған автомагистральдарда осы мақсатта пайдаланады. Мұндай әдіс бұлттың құрамындағы қатты суынған тамшыларды мұз кристалдарына айналдырады. Мұз кристалдары бұлтқа немесе тұманға енгенде саңылау қалыптастырады. Құрама Штаттарындағы әуе күштері осы технологияны әуе базаларында көптеген жылдар бойы қолдануда, сондай-ақ коммерциялық әуе линиялары батыс Құрама Штаттардағы тұманды әуежайларда осы әдісті пайдаланды.

Өкінішке орай, көптеген тұмандар қатты салқындаған су тамшыларынан тұра бермейді. «Жылы тұмандарды» аталған әдіс арқылы сейілдіру қиынға соғады. Бұлттарды сейілдіру жұмысын жүргізу барысында тұманның жоғарғы қабатын құрғақ ауамен араластырады. Тұман қалыңдығы селдірегенде тікұшақтар қолданылады. Тікұшақ тұман үстімен ұшқанда жерге дейін жететін төмен бағыттағы ауа ағысын қалыптастырып, қаныққан тұман ауасымен құрғақ ауа қарқынды араласа түседі. Мұндай жылу әдісі көптеген муниципалды әуежайлар үшін өте қымбат болып келеді.

Бұршақты тоқтату. Құрама Штаттарда бұршақты дауыл жыл сайын шаруашылыққа, әсіресе егістіктерге орта есеппен \$500 миллион материалдық шығын тудырды. Аяқ астынан болатын мұндай бұршақты дауылдардың шығыны бұл соммадан да асып түскен кездер болды. Нәтижесінде ауа райын модификациялау тарихындағы қызықтыра түскен әрекет бұршақты тоқтатуға бағытталды.

Фермерлер егістіктерін сақтап қалу әдістерін іздеу барысында қатты тарсыл, жарылыс дыбыстары, шіркеу қоңырауының дыбысы найзағай кезінде жауатын бұршақ мөлшерін азайтады деп сенді. Еуропада дін қызметкерлері бұршақты болдыртпау үшін осындай әрекетті қолданды. 1780 жылы қоңыраудың дыбысын іске қосуды найзағайдан қайтыс болып, мұндай әрекетке тыйым салынды. Дегенмен бірнеше аймақтарда әлі күнге дейін оны пайдаланады.

Бұршақты тоқтатудағы заманауи әрекет, бұл бұршақтың өсуіне кедергі болатын күміс йодид кристалдарын қолданып, бұлтты себу сияқты түрлі әдістерді пайдалану. Бұршақты тоқтату механизмі ретіндегі бұлтты себу тиімділігін тексеру мақсатында, АҚШ үкіметі Колорадонның солтүстік-шығысында Ұлттық бұршақ зерттеу тәжірибесін жүргізді. Бұл жұмыс бірнеше рандомизациялы бұлт себу тәжірибелерінен тұрды. 3 жыл ішінде себілген бұлт және себілмеген бұлт кезінде жауған бұршақ туралы жиналған мәліметтер аса өзгешілік байқатпады, сол себептен жоспарланған 5 жылдық тәжірибе тоқтатылды. Дегенмен, бұршақ зиянын болдыртпау үшін әлі күнге дейін бұлт себу әдісі қолданылады және бұршақты тоқтату жолдары зерттелу үстінде.

Үскіріктің алдын алу. Үскірік немесе аяз қауіптері ауа температурасы 0°C немесе одан төмен түскенде орын алатын температураға тікелей тәуелді құбылыс. *Үскірік* сөзі жалпы түнгі уақытта жер бетіне жақын қабатта қалыптасатын мұз кристалдарына қатысты

қолданылады. Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның пайымдауынша, бұл термин температурасы нөлден төмен қаныққан ауа кезінде пайда болған мұз кристалдары кезінде қолданылады.

Үскірік немесе аяз қауіптер суық ауа массасы аймаққа енгенде немесе бұлтсыз түнгі уақытта жеткілікті мөлшердегі радиациялық салқындау орын алған кезде сияқты екі жолмен пайда болуы мүмкін. Суық ауаның енуі салдарынан пайда болған үскірік егістікке залал келтіріп, күндізгі уақыттағы төмен температура және аязды кездердің ұзаққа созылуымен сипатталады. Радиациялық салқындау нәтижесіндегі үскірік тек түнгі уақытта және ойпат жерлерде болатын құбылыс. Осыған орай, соңғы аталған үскіріктің алдын алу мүмкіншіліктері бар.

Үскіріктің алдын алудағы бірнеше әдістер нәтижелі болды. Ол жоғарғы температураны сақтап қалу (түнгі уақыттағы жылу жоғалтуды азайту) немесе ауаның ең төменгі қабатын жылыту үшін жоғарғы температураны арттыру.

Жылу-сақтау әдісі, бұл өсімдіктерді қағаз немесе мата сияқты материал арқылы оқшаулап, арада бөлшектерді тудыру. Бұл бөлшектер екі ортада қалықтап жүргенде радиациялық салқындау жылдамдығы азаяды. Жылыту әдісін *суды бүрку*, *ауаны араластыру әдістері* және *бау-бақшаны жылыту* кезінде пайдаланады. Суды бүрку судың жылулығы және су қатқанда шығаратын жасырын еру жылуы сияқты екі жол арқылы жылуды арттыра түседі. Өсімдік бетіндегі мұзбен аралас су бөлінетін жасырын жылудық температурасының 0°C -ден төмендеп кетпеуді сақтайды.

Ауаны араластыру жұмыстары жер деңгейінен 15 метр биіктіктегі ауа температурасы жер бетіндегі температурадан аз дегенде 5°C -ге жылырақ болғанда тиімді жүргізіледі. Жел машинасы арқылы жоғарыдағы жылы ауа жердің бетіндегі салқын ауамен араластырылады.

Бау-бақша жылытқыштары өте жақсы нәтиже берді. Бірақ бір акр жерге 30-40 шақты жылытқыштар қажет, жұмсалған жанармай және одан шыққан ластаушы заттар орасан зор.

Ауа райының аңдаусыз модификациясы

Ауа райының *аңдаусыз* немесе *байқаусыз модификациясының* кері әсері көп және ғалымдар оны жақсы түсіне бастады. Бұл тақырыпта бұлттың түзілуі мен жауын-шашын үлгілеріне әсер ететін ауа райының аңдаусыз модификациясына назар аударылған. Ауа сапасының, тазалығының өзгеруі, адам әрекеті нәтижесінде қалыптасқан қышқыл жауындар жайлы 13-бөлімде, ал 14-бөлімде ғаламдық климатқа адамның әсері карастырылады. Сонымен қатар, «қалалық жылу аралдары» деп аталатын адамның температураға әсері 3-бөлімде талқыланған болатын.

Ірі көлік дәліздерінің әсері. Сіз ашық күні ұшқан реактивті кемеңіз *инверсиялық ізін* (*конденсат ізін*) көрген боларсыз .

Ұшақтың инверсиялық ізі, адам әрекеті нәтижесінде пайда болған бұлт ағысын қалыптастырады, себебі реактивті ұшақ қозғалтқышы ылғалды ауаға үлкен мөлшерде ыстық бөліп шығарады. Ылғалды ауа жоғарыдағы суық ауамен араласып, қанығу үшін жеткілікті мөлшерде салқындайды.

Ұшақтың инверсиялық ізі әдетте ауа температурасы -50°C немесе одан суық 9 шақырымнан жоғары биіктікте қалыптасады. Осыған орай инверсиялық із ұсақ мұз кристалдарынан тұрады. Бұл аралас бұлт қысқа уақыт аралығында ауада тарап кетеді. Айналасындағы құрғақ, суық ауамен араласып, нәтижесінде сублимацияланады. Бірақ,

жоғарыдағы ауа қаныққан болса, инверсиялық із ұзақ уақытқа дейін сақталуы мүмкін. Мұндай жағдайда жоғарыдағы ауа ағысы бұл жіңішке бұлттарды кең шарбы немесе шарбы-қатпарлы бұлттар жолағына тарқатып жібереді. Бұлт жолақтарының мұндай кеңеюіне ұқсас құбылысты су кемелерінің жүзген ізінен де байқауға болады.

Соңғы бірнеше онжылдықта ауа қозғалысының ұлғаюымен қатар ірі транспорт дәліздері айналасында бұлттылық та арта түсті.

Мұндай адам әрекеті нәтижесінде пайда болған бұлттар жерге түсетін күн энергиясының мөлшерін азайтып, күндізгі максималды температураны төмендетуі мүмкін. Бұлт қабаты түнгі уақытта болатын радиациялық салқындауды төмендетуіне де байланысты, инверсиялық іздердің климатты өзгертудегі әсерін нақты анықтау үшін қосымша зерттеулер қажет.

Урбанизация әсері. Халық көп қоныс тепкен елді мекендер жылы бұлттардың қалыптасуын күшейтіп, урбандалған аймақтардағы жауын-шашын мөлшерін 10-20 пайызға жоғарылатты. Бұл әсерлер қыстық жауын-шашын құрылымына қатысты емес.

Урбанизация мен қатар индустриализацияның қарқындауы ірі қалалардың ықты жақтарындағы ауа райы жағдайына да әсер етуде. Ауа сапасын нашарлататын қатты бөлшектер мен аэрозольдердің артуы сондай-ақ бұлттылық пен жауын-шашын мөлшерінің өсуіне әсер етеді. Сонымен бірге, өнеркәсіп орталықтарына жақын орналасқан көлдер өнімдерді өндіру барысындағы қайнаған суларды шығарып тастауға қолданылады. Бұл тұман, төменгі бұлттардың пайда болуына және қыс мерзімінде мұздың еруіне алып келеді.

✓ 5.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Аңдаусыз ауа райы модификациясы дегенді қалай түсіндіңіз?
- 2 Бұлтты себу жұмыстары тиімді болу үшін қандай атмосфералық жағдай қажет?
- 3 Көруді жақсарту үшін «жылы тұманды» қалай сейілтіп жіберуге болады?
- 4 Суды бүрку, ауаны араластыру және бау-бақшаны жылытуды үскіріктің алдын алу үшін қалай пайдаланатынын сипаттаңыз.
- 5 Реактивті ұшақтар маңызды транспорт дәліздері айналасында бұлттылықты қалай арттырғанын түсіндіріңіз.

5 Конденсация және жауын-шашын түрлері тұжырымына шолу

5.1 Бұлттардың түзілуі ► Бұлттардың түзілуіндегі адиабаттық салқындау мен конденсация ядросының рөлін түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: бұлт, бұлттардың конденсация ядросы, гигроскопиялық (ылғал жұтқыш) ядролар, гидрофобты (су жұқпайтын) ядролар

- Судың буы сұйықтыққа айналғанда конденсация жүзеге асады. Конденсация жоғарғы қабатта болады және судың буы сұйық тамшылар қалыптастыру үшін ауа қаныққан

болуы қажет. Конденсация ауаның жоғары қарай жеңіл ағысы арқылы ұстап тұратын ұсақ бұлт тамшыларын қалыптастырады.

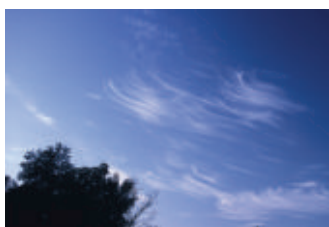
- Бұлттар, көзге көрінетін ұсақ су тамшылар немесе/және майда мұз кристалдары конденсацияның түрлері болып табылады.

5.2 Бұлттардың жіктелуі ► Пішіні мен орналасу биіктігі бойынша 10 түйінді бұлт түрлерін атап, сипаттаңыз. Қабатты-жаңбырлы және будақ-жаңбырлы бұлттар айырмашылығы және оларға байланысты ауа райы.

Түйінді сөздер: нөсер жауын, биік бұлттар, орта бұлттар, төменгі бұлттар, вертикальды дамыған бұлттар, шарбы бұлттар, шарбы-қатпарлы, шарбы-будақ, биік будақ, биік қатпарлы, қатпарлы, қатпарлы-будақ бұлттар, қатпарлы-жаңбырлы, будақ бұлттар, будақ-жаңбыр, лентикулярлы бұлттар.

- Бұлттар *пішіні* мен *биіктігі* бойынша екі критерий негізінде жіктеледі. Пішіні бойынша үш түйінді бұлт түрі: *шарбы* (өте биікте, ақ түсті және жұқа), *будақ бұлттар* (шоғырланған, дөңгелек пішінді жеке бұлт массалары), *қатпарлы бұлттар* (бір беткей бұлт қабаты).
- Биіктігі бойынша жоғарғы қабат бұлттары – 6000 метрден жоғары биіктікте; ортаңқы қабат бұлттары – 2000-6000 метр биіктік аралығында; төменгі қабат бұлттары – жер беті мен 2000 метр биіктік аралығында. Өзінің негізін төменгі биіктік диапазонынан ортаңғы немесе жоғары биіктікке дейін қалайтын бұлттарды *вертикальды дамыған бұлттар* деп атайды.
- Бұлттардың 10 типі пішіні мен биіктігіне негізделі жіктеледі.

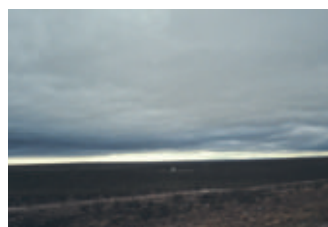
Сұрақ. А-Б суретінде түйінді үш бұлт пішінінің (шарбы, будақ немесе қатпарлы бұлт) қайсысы көрсетілген?



А.



Ә.



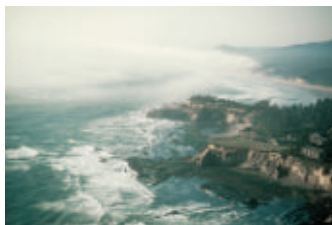
Б.

5.3 Тұман түрлері ► Тұманның түйінді түрлерін анықтап, оларды қалыптасуын сипаттаңыз.

Түйінді сөздер: тұман, радиациялық тұман, адвективтік тұман, тау беткейі тұмандары, бу тұманы, фронтальды (жауын-шашын тұманы)

- **Тұман** – атмосфераның жерге таяу қабатына ұсақ су тамшыларының немесе мұз кристалдарының жиналуы. Салқындану тұмандары *радиациялық*, *адвективтік* және *тау беткейі тұмандары* болып бөлінеді. Булану тұмандарының екі түрі бар: *бу тұманы* және *фронтальды (жауын-шашын) тұманы*.

Сұрақ. Қосымша үш сурет (А–Б) тұманның үш түрін бейнелейді. Тұман типтерін анықтап, олардың қалыптасу механизмін сипаттаңыз.



А.



Ә.



Б.

5.4 Жауын-шашынның құрылуы ► Бержерон үдерісін сипаттаңыз және оның соқтығысу-коалесценция үдерісінен қандай айырмашылығы бар екенін түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: Бержерон үдерісі, қатты суынған су, қатыру өзегі, соқтығысу-коалесценция үдерісі

- Жауын-шашынды құрау үшін бұлттағы миллиондаған тамшылар соқтығысып, жерге түсу үшін бір-бірімен бірігу арқылы жеткілікті мөлшердегі жаңбыр тамшысына айналуы қажет.
- Бұл құбылысты түсіндіру үшін екі үдеріс ұсынылды. *Бержерон үдерісі* температурасы 0°C -ден төмен сұйық бұлт тамшылары мен мұз кристалдары бар *суық бұлттарда*, орта және жоғары ендікте жүзеге асырылады. *Соқтығысу-коалесценция үдерісі жылы бұлттарда* (бұлттардың жоғарғы бөлігінде температура -15°C -ден жоғары болады) жауын-шашынды қалыптастыратын және тропиктерге тән үдеріс.

5.5 Жауын-шашын түрлері ► Қарлы жаңбыр, мұзды жаңбыр және бұршақты қалыптастыратын атмосфералық жағдайды сипаттаңыз.

Түйінді сөздер: жаңбыр, жаңбырдың құлау жолақтары, мұз жармасы, сіркіреуік, мұнар, қар, қар қиыршығы, қарлы жаңбыр, мұзды жауын, бұршақ, қырау

- Жаңбыр және қар таныс әрі кең тараған түрі. Жаңбыр суық және жылы бұлттардан да құрыла береді. Жаңбыр суық бұлттардан жауғанда, алғашында қар болып түсіп, кейін Жерге жеткенше еріп кетеді.
- Қарлы жаңбыр қыстық құбылыс, мөлдірлеу қар түйіршіктерінен тұрады. Қарқындылығы мен жауу ұзақтығына байланысты, қарлы жаңбыр жер бетін жұқа қар қабаты ретінде жабуы мүмкін. Мұзды жауын қатты суынған жаңбыр тамшысы ретінде түсіп, тас жолдар, электр желілері және басқа заттарға тигенде қатады. Қырау ауадағы су буының салқындауынан, температурасы нөлден төмен объектілер бетінде мұз кристалдарының шөгуінен пайда болады. Бұршақ – мөлшері 5 миллиметр, кейде одан да үлкен тығыз мұз бөлшектері түрінде жауатын атмосфералық жауын-шашын.

5.6 Жауын-шашынды өлшеу ► Жерге түскен жауын мөлшерін өлшейтін стандартты құрылғыны метеорадиолокатормен салыстырғандағы артықшылығы мен кемшілігін атаңыз.

Түйінді сөздер: стандартты жауын өлшеуіші, жауын-шашын ізі еңкеймелі қауға өлшеуіші, салмақты өлшеуіш, қар жастықтары, метеорадиолокатор

- Стандартты жауын өлшеуіші жиі қолданылатын құрал болып табылады. Сондай-ақ, жауын-шашынды нақты өлшеу үшін және буланып кетуді болтыртпайтын күрделі құрылғылар бар, оларға ізі еңкеймелі қауға өлшеуіші мен салмақты өлшеуішті жатқызуға болады. Қар жамылғысы бойынша жазбалар жүргізілгенде негізінен екі өлшем қолданылады: қар биіктігі және қардағы су қоры. Су қорын анықтау үшін, қарды ерітіп салмағы өлшенеді немесе жауын ретінде өлшейді. Қар көлемі мен ерітіліп алынған су мөлшері екі түрлі болады. Қардың әрбір 10 дюймі жаңбырдың 1 дюйміне тең. Бірақ қардың су қоры бұл көрсеткішті қатты өзгертуі мүмкін. 1 дюйм су алу үшін ақ ұлпалы, құрғақ қардың 30 дюймі (30:1) немесе дымқыл қардың аз дегенде 4 дюймі қажет (4:1).
- Метерадиолокатордың жетілдіре түсуі, дауыл сағатына жүздеген шақырым жылдамдықпен қатты соққанда да жауын-шашын құрылымы мен дауыл жүйелерін бақылауға үлкен мүмкіншілік туғызды.

5.7 Ауа райының жоспарлы және аңдаусыз модификациясы ► Адамдардың ауа райын модификациялау тәжірибесіндегі бірнеше жолдарын талқылаңыз.

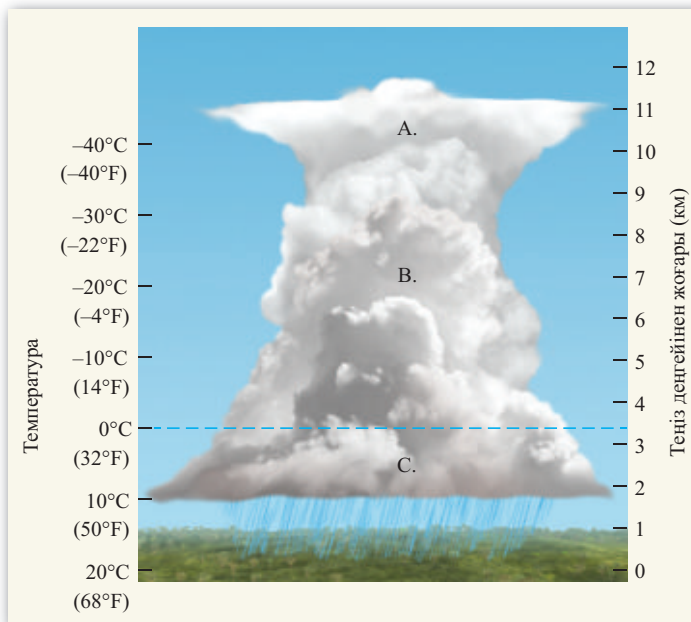
Түйінді сөздер: бұлтты себу, үскірік немесе аяз қауіптері

- Адамдар ауа райын аңдаусыз, сондай-ақ белгілі бір мақсатпен модификациялайды. Жоспарлы ауа райы модификациясы – ауа райын қалыптастыратын атмосфералық үдерістерге адамның қасақана араласуы, яғни адам мақсаттары үшін ауа райын өзгерту болып табылады. Жоспарлы және аңдаусыз ауа райы модификациясы да ауа райы өзгерісіне қатты әсер етеді. Су және жер қабатын модификациялап, олардың атмосфера қабаттарымен табиғи жолмен әрекеттесуін өзгертеді. Сондай-ақ атмосфера үдерістерінің бағытын өзгертіп, қарқындата түседі.
- Аңдаусыз немесе байқаусыз ауа райы модификациясы бұлттың түзілуін қарқындырап, жер беті температурасын төмендетуі мүмкін және жауын-шашын мөлшерін арттырады.

Ой жүгірту

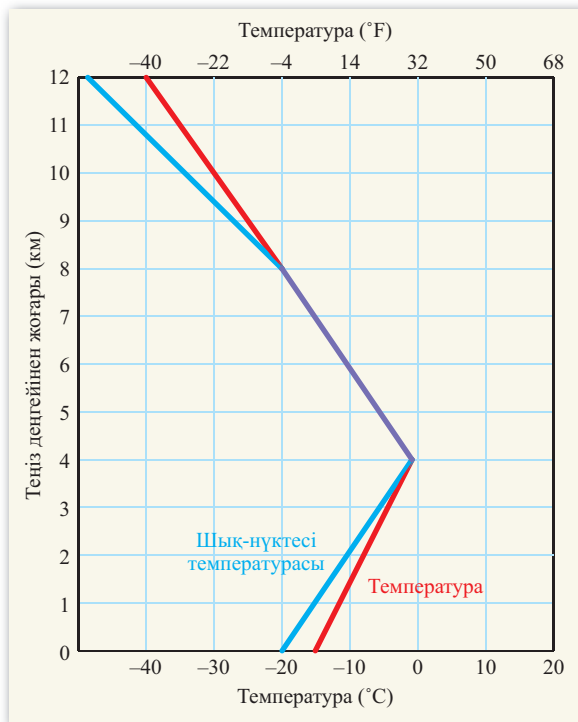
1. Биіктігі бойынша бұлттардың төрт түйінді категориясы бар: төменгі қабаттағы, орта қабаттағы, жоғарғы қабаттағы және вертикальды бағытта дамыған бұлттар. Не себепті төменгі қабаттағы бұлттар (немесе вертикальды бағытта дамыған бұлттар) орта немесе жоғарғы қабаттағы бұлттарға қарағанда жауын-шашынды қалыптастыру мүмкіншілігі көп екенін түсіндіріңіз.

2. Төмендегі сипаттамалар қай бұлт түріне тән:
- үлкен жарық шеңберлер (гало);
 - өте жұқа, ақшыл біртекті тегіс;
 - бұршақ;
 - бұлттар жіп және тұман тәрізді;
 - бұлттар ақшыл кішкентай бұйралардан тұрады;
3. Тапсырманы орындау үшін будақ-жаңбыр бұлтты және атмосфераның температуралық жағдайын бейнелейтін диаграмманы пайдаланыңыз:
- Осы бұлттың құрылуындағы түйінді температура қандай?
 - Диаграмманың А бөлігінде сұйық тамшылар немесе мұз кристалдары түзілген бе, әлде екеуі де түзілген бе?
 - Диаграмманың Ә бөлігінде сұйық тамшылар немесе мұз кристалдары түзілген бе, әлде екеуі де түзілген бе?
 - Диаграмманың Б бөлігінде сұйық тамшылар немесе мұз кристалдары түзілген бе, әлде екеуі де түзілген бе?



- Тұман жерге жақын орналасқан немесе биіктіктегі бұлт негізіне ұқсас болып анықталуы мүмкін, дегенмен бұлт және тұман әртүрлі үдерістер нәтижесінде қалыптасады. Бұлт пен тұманның түзілуіндегі ұқсастық пен айырмашылықты сипаттаңыз.
- Радиациялық тұман не себепті түнгі уақытта аспан бұлтты болып тұрғанда емес, керісінше аспан ашық болып тұрған кезде түзіледі?
- Орталық Иллинойс штатында қыстың ортаңғы айларындағы бір күн деп елестетейік. Оңтүстіктен соғатын тұрақты желдердің әсерінен жұмсақ ауа райлық жағдай. Күн батқанша аймақтың көп бөлігін тұман басып қалады. Бұл тұманның қандай түрі екенін анықтаңыз.

7. Сіз таңертеңгісін жоталы аймақ арқылы жазық аймаққа жеткенше тұманға тап болдыңыз, жазықты аймақ бойымен алшақтаған сайын тұман тарқап ауа тұнықтала бастады. Бұл тұманның қандай түрі екенін анықтаңыз.
8. Қар түрінде басталып, төмендегідей ретте жерге түсетін жауын-шашынды тудырған температураның вертикальды бағытын сызыңыз немесе сипаттаңыз:
 - а. қар;
 - ә. жаңбыр;
 - б. мұзды жауын;
9. Келесі тапсырманы орындау үшін биіктікке байланысты температура мен шық нүктесінің температурасы өзгерісін көрсететін диаграмманы қолданыңыз (Көмек ретіндегі кеңес: шық нүктесі бұл ауа қанығуға жеткен температура).
 - а. Қандай биіктікте бұлттар кездеседі: 0-4 шақырым аралығында, 4-8 шақырым аралығында, 8-12 шақырым аралығында?
 - ә. Бұл бұлттар құрамында бар: тек сұйық тамшылар, тек мұзды кристалдар немесе екеуі де?
 - б. Бұл бұлттардан жауған жауын-шашын жерге қандай түрде түседі: жаңбыр, қар, қарлы жаңбыр немесе мұзды жаңбыр?



10. Неге жаңбырдың құлау жолақтары мен тұманның бір уақытты болуы екіталай?
11. Қосалқы суретте жауғаннан кейінгі әртүрлі жауын-шашынның екі түрі көрсетілген.
 - а. Көрсетілген жауын-шашын түрлерін атаңыз.
 - ә. Жауғанға дейінгі жауын-шашын түрлерінің формасын сипаттаңыз.

- б. Бұл жауын-шашын түрлерінің бір-біріне қандай ұқсастықтары бар?
 в. Олардың қандай айырмашылықтары бар?
12. Метеорадиолокатор жауын-шашынның жалпы мөлшері, сондай-ақ оның қарқындылығы туралы ақпаратпен қамтамасыз етеді. А-кестесі радардың шағылдырғыштық қабілеті мен жауын-шашын қарқындылығы арасындағы байланысты көрсетеді. Егер радар белгілі бір аймақта 2½ сағатына 47 dBZ коэффициентіндегі шағылдырғыштық қабілетін көрсетсе, қандай мөлшердегі жаңбыр жауатын еді?

А КЕСТЕСІ	
Жауын-шашын деңгейін Радиолокациялық көрсетуі	
Радар көрсеткіші (дЦБ)	Жауын деңгейі (дюйм/сағ)
65	16+
60	8.0
55	4.0
52	2.5
47	1.3
41	0.5
36	0.3
30	0.1
20	Із

Мәселелер

1. Ауа температурасы 20°C және салыстырмалы ылғалдылық 6:00 уақытында 50 пайызды құрады делік және осы күннің кешкі уақытында ауа температурасы төмендеді, бірақ ауадағы судың буының мөлшері өзгермеді. Ауа температурасы әрбір 2 сағатта 1°C-ге төмендейтін болса, келесі күні күн шыққанда (6:00 таңғы уақытта) тұман пайда болады ма? Жауабыңызды түсіндіріңіз (Көмек ретіндегі кеңес: сізге қажет мәліметті 4.1-кестеден таба аласыз).
2. 1-мысалда келтірілгендей жағдай, ауа температурасы әрбір 1 сағатта 1°C-ге төмендейтін болса, 6 тұман пайда болады ма? Пайда болатын болса қай уақытта? Түнгі уақытта жер бетінің салқындауынан пайда болған бұл тұманды қандай түрге жатқызасыз?
3. Ауа бір қалыпты дерлік, 3000 метр биіктіктегі бұлттан жауған ірі жаңбыр тамшысына (5 мм) жер бетіне түскенше қанша уақыт қажет? (15.4-кестені қараңыз). Сондай бұлттан жауған жаңбыр тамшысына (2 мм) жер бетіне түскенше қанша уақыт қажет? Егер сіркіреуік тамшысы (0.5 мм) болса қанша уақыт қажет?
4. Ауа бір қалыпты дерлік, 1000 метр биіктіктегі бұлт тамшысына (0.02 мм) жер бетіне түскенше қанша уақыт қажет? (5.4-кестені қараңыз). Ауа өте қалыпты жағдайда болғанның өзінде бұлт тамшысы жер бетіне түсуі екіталай. Себебін түсіндіріңіз.
5. Құрама Штаттарда ең ірі бұршақ бойынша рекорд 2010 жылдың 23-шілдесінде Вивианда (Оңтүстік Дакота) болған. Жоғарыда оң жақ бұрыштағы суреттегі тасбұршақ диаметрі 8 дюйм және шеңбер диаметрі 18.62 дюйм, салмағы 2 фунт шамасында болды. d диаметрілі сфералық тасбұршақтың максималды құлау жылдамдығын V_{k2d} деген

формуланы қолданып есептеуге болады, бұл жерде d сантиметрде болса, онда k 20 және V секундағы метр (сек/м). Тасбұшақтың жаууын болдыртпау үшін қажетті жоғары көтерілген ауа ағысының күшін (жылдамдығын) есептеңіз. Секундына бірнеше метр деген жауабыңызды секундына бірнеше фут және сағатына бірнеше миль деп айналдырыңыз.

6. Төменде көрсетілген суретте қатпарлы-жаңбыр бұлтты 12 шақырым биіктікте ені 8 шақырым және ұзындығы 8 шақырым түрінде қалыптасқан. Бұлттың әрбір 1 текше метрінде судың 0.5 текше сантиметрі бар делік. Жалпы бұлтта қанша сұйық су бар және қанша галлон бар ($3785 \text{ см}^3 = 1 \text{ галлон}$)?

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны Меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

6

Ауа қысымы және жел



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 6.1** Атмосфералық қысымды анықтауға және ол ауа-райы картасында қалай көрсетілетінін түсіндіру.
- 6.2** Жер бетіндегі және биіктіктегі ауа қысымына әсер ететін факторларды атау және сипаттау.
- 6.3** Атмосферада желді тудыратын немесе өзгертетін үш күшті тізбектеп, сипаттау.
- 6.4** Биіктіктегі желдер неліктен изобарларға параллель есетіні, ал жер бетіндегі желдер қиғаш бұрыш жасап есетінін түсіндіру.
- 6.5** Төмен қысым орталығы (циклон) мен жоғары қысым орталығы (антициклон) айналасындағы ауа ағысын және олармен байланысты ауа райын сипаттау.
- 6.6** Басым желді анықтау және жел бағыты қалай сипатталатынын түсіндіру.

Ауа райы және климаттың түрлі элементтерінің өзгеруі мен ауа қысымының өзгерістері адамға айтарлықтай сезілмейді; алайда олар біздің ауа райын жасауда маңызды, себебі ауа қысымының ауытқуы желдерді тудырады, ал ол өз кезегінде температура мен ылғадылыққа әсер етеді. Сонымен қатар, ауа қысымы ауа райын болжауда айтарлықтай маңызды фактор болып табылады және ауа райының басқа элементтеріне (температура, ылғалдылық, жел) тығыз себеп-салдарлық байланыста болады. Мысалы, ауаның қысымындағы көлденең айырмашылықтар тараудың басында тұрған суреттегідей желкенді кемелерді жылжытатын желдерді туғызады.

Осы желкенді кемелерді алға қарай итермелейтін желдерді тудыратын ауа қысымындағы көлденең өзгерістер.



6.1 Атмосфералық қысым және жел

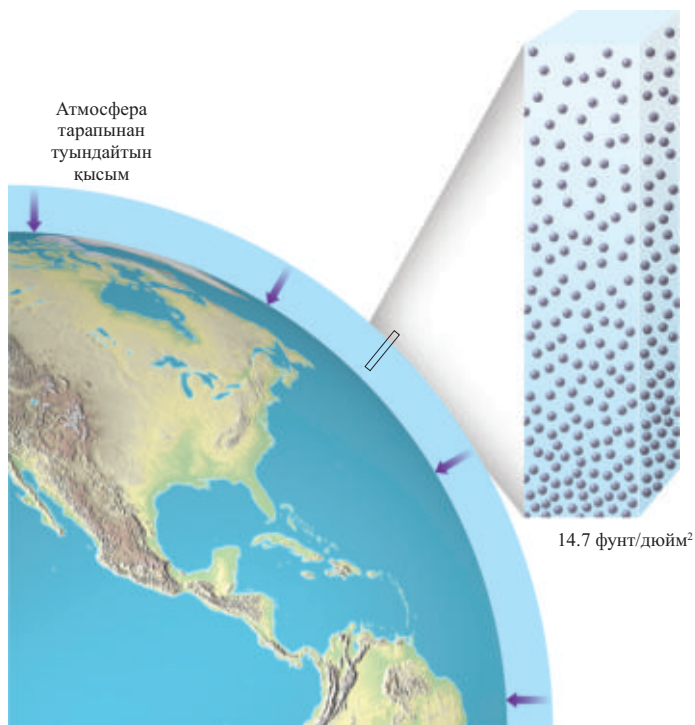
Атмосфералық қысымды анықта және ол ауа райы картасында қалай көрсетілетінін түсіндір.

MM® GEODE ► Атмосфералық қысым және жел ► Ауа қысымын өлшеу

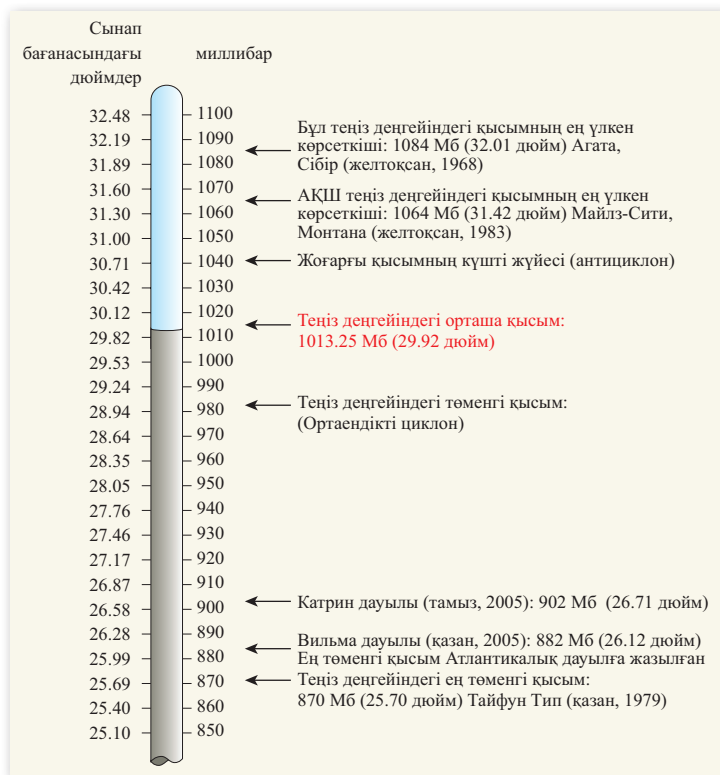
Біз ауаның кедергілерден өткен кезінде немесе айналасындағы қоршаған ауаға қарағанда жылырақ, яғни қалқымалы болғанында, әдетте тігінен жылжитынын білеміз. Біз **жел** деп атайтын феноменде ауаны *көлденеңінен* жылжытуға не итермелейді? Қарапайым сөзбен айтқанда, *жел* – *атмосфералық қысымның көлденең айырмашылықтарының нәтижесі*. Жел жоғары қысымнан төменгі қысымға қарай бағытталады. Бәлкім сіз мұны газдалған сода сусыны бар құтыны ашқан кезде байқаған боларсыз. Сіз құтыны ашқан кезде суда ертілген газ тәріздес көміртегі диоксиді құтыдағы жоғары қысымнан сырттағы төменгі қысымға қарай көтеріле бастайды. Жел де табиғаттың ауа қысымының айырмашылықтарын реттеуге арналған талпынысы.

Атмосфералық қысым деген не?

Біз атмосфераның төменгі жағында өмір сүріп жатырмыз және мұхит түбіндегі тіршілік иелеріне су қысыммен әсер ететініндей, адамдар да жоғарыдағы атмосфера салмағының қысымына ұшырайды. Біз әдетте айналамыздағы ауа мұхитының ықпалын байқамаймыз (лифт немесе ұшақ тез көтеріліп, тез түскенде болмаса), дегенмен ол негізінен елеулі болып табылады.



▲ 6.1-сурет. Орташа ауа қысымы теңіз деңгейінде шамамен 14.7 фунт/кв. дюймге тең.



▲ 6.2-сурет. Сынап бағанасы дюйміне шаққандағы және миллибар бойынша атмосфералық қысымды салыстыру.

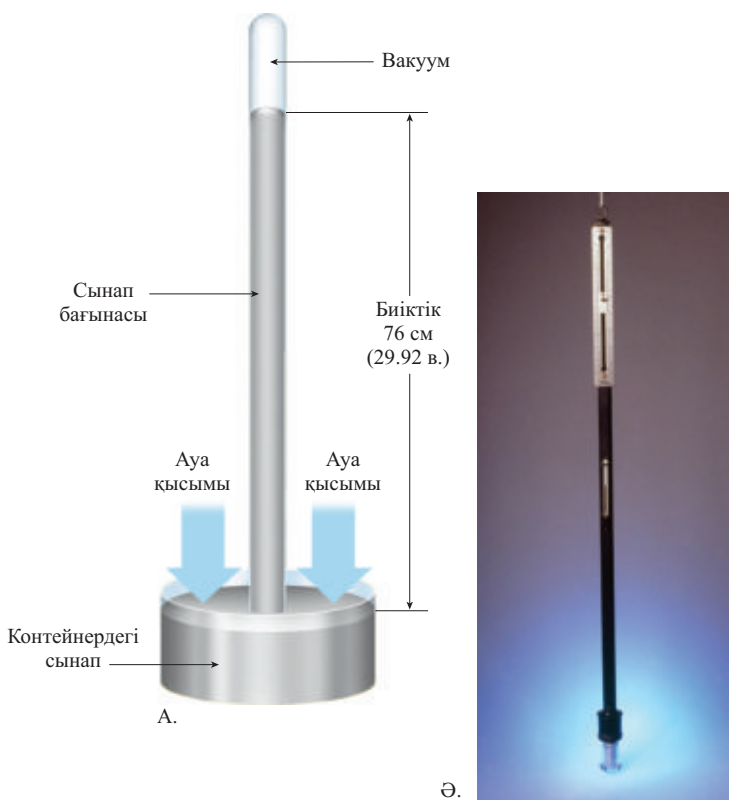
Біз **атмосфералық қысымға** немесе жай ғана **ауа қысымына** жоғары қабаттағы ауа салмағының жер бетіне әсер ету күші деп анықтама береміз. Теңіз деңгейіндегі орташа атмосфералық қысым шаршы дюймде шамамен 14,7 фунт. (Метрикалық санақ жүйесінде теңіз деңгейіндегі орташа атмосфералық қысым 1 кг/см^2 салмағына тең) Ашып айтқанда, теңіз деңгейінен атмосфераның жоғарғы деңгейіне дейін алынған көлденең қимадағы 1 шаршы дюйм ауа бағанының салмағы шамамен 14,7 фунт болады (6.2-сурет). Бұл шамамен биіктігі 10 метрге жететін 1 шаршы дюйм су бағанында өндірілген қысыммен бірдей болып табылады.

Ауаның жер бетіне түсіретін қысымы көп адамдар ойлағаннан әлдеқайда зор. Мысалы, шағын (50-де 100 сантиметрлік) мектеп партасына әсер ететін ауа қысымы 5000 килограммнан жоғарғы, ол шамамен 50 жолаушысы бар мектеп автобусының салмағына тең. Неліктен үстел осындай ауыр салмақтан сынып кетпейді? Себебі ауа қысымы барлық бағытта жоғары, төмен, оңға, солға да түседі. Осылайша, үстелдің барлық жағындағы ауа қысымы дәлме-дәл теңдестірілген.

Атмосфералық қысымды өлшеу

Атмосфералық қысымды сипаттау үшін Ұлттық Ауа райы қызметі (ҰАҚ) (NWS) **НЬЮТОН** деп аталатын физикадағы бірлікті қолданады. Орташа жағдайда (теңіз деңгейінде) атмосфера бір шаршы метрге 101325 ньютон күш түсіреді. Бұл үлкен санды жеңілдету мақсатымен ҰАҚ бір шаршы метрге 100 ньютоннан келетін **миллибар (мбар) бірлігін**

қабылдады. Осылайша, теңіз деңгейіндегі орташа қысым 1013.25 миллибар деп беріледі (6.2-сурет). Сіздер бәлкім «дюйм сынап бағанасы» деген тіркесті естіген боларсыз, ол сонымен қатар атмосфералық қысымды өлшеуге де пайдаланылады. Бұл тіркес алғаш рет 1643 жылы, атақты итальяндық ғалым Галилеоның шәкірті Торричелли **сынаптық барометрді** ойлап шығарған кезде қолданылды. Торричелли атмосфераны Жер бетіне қысым түсіретін ауаның алып мұхиты деп дұрыс сипаттаған еді. Бұл күшті тексеру үшін ол бір жағы бітеу шыны түтікті сынаппен толтырады. Содан кейін түтіктің аузын жауып, оны төңкереді де, сынап құйылған ыдысқа батырады (6.3А-сурет).



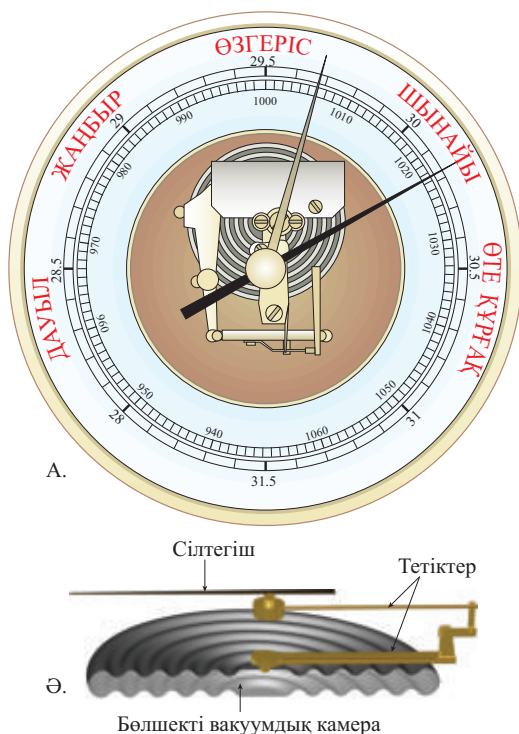
▲ **6.3-сурет. Сынапты барометр.** А. Сынап бағанасының салмағы жоғарғы ауа көмегімен сынап ыдысына қысым көрсету арқылы теңгеріледі. Егер қысым төмендесе, сынап бағанасы да төменгі көрсеткішті көрсетеді; ал егер қысым артса, бағана да көтеріледі. Ә. Сынап барометрінің суреті.

Сонда Торричеллидің байқағаны, сынап, сынаптың бағанының салмағы сыртқы ауаның қысымымен теңескенге дейін төгіледі. Басқа сөзбен айтқанда, сынап бағанындағы сынап салмағы жерден аспанға дейінгі созылған дәл сондай диаметрдегі ауаның салмағына тең болды. Торричеллидің бақылауынша, ауа қысымы өскенде бағанадағы сынап та көтерілді, ал керісінше түссе сынап та түсті. Сынап бағанасының ұзындығы содан былай ауа қысымын өлшейтін «сынап бағанасына» айналды. Торричеллидің сынап бағанының барометріне кейбір толықтырулар енгізіліп, қазіргі күнде де стандартты қысым өлшегіш құрал болып қалуды. Ауа қысымы барометрмен өлшенгені себепті ол әдетте кейде **барометрлік қысым** деп те аталады.

Теңіз деңгейіндегі стандартты атмосфералық қысым 29,92 дюйм (760 мм) сынап бағанасына тең. Америка Құрама Штаттарында Ұлттық Ауа райы қызметі ауа райы карталары мен кестелерінде миллибарды қолданса да, қоғамға жариялағанда дюйм сынап бағанасымен айтады.

Атмосфералық қысымды өлшеуде шағын және тасуға ыңғайлы құралдың қажеттілігі **анероидтық барометрлердің** пайда болуына себеп болды (анероид сөзі «сұйықтығы жоқ» дегенді білдіреді (**6.4А-сурет**). Ауа қысымы арқылы ұсталып тұрған сынапты бағанды қолданудың орнына анероидты барометр ауасы жартылай сорылған темір камераны қолданады (**6.4Ә-сурет**). Сыртқы қысымның өзгерісіне өте сезімтал келген камера қысым өскен сайын қысылып, қысым төмендеген сайын кеңейіп отырады.

6.4А-суретте көрсетілгендей, анероидты барометрдің бетінде тұрмыста қолдануға бағытталған *ашық, құбылмалы, жаңбырлы және боранды* деген сөздер жазылған. Есте ұстайтын нәрсе, «ауа райы ашық» деген сөз жоғарғы қысыммен, ал «жаңбыр» болса төмен қысыммен байланысты. Белгілі бір аймақта ауа райын «болжау» үшін, соңғы сағаттардағы емес, бірнеше сағат бұрынғы ауа қысымы маңызды. Қысымның төмендеуі әдетте бұлттың көбейіп, жауын-шашын түсуімен байланысты, ал қысымның өсуі керісінше ашық ауа райымен анықталады.



▲ **6.4-сурет. Анероидті барометр.** А. Анероидті барометрдің суреті. Ә. Анероидті барометрдің атмосфералық қысым артқанда қысылатын, ал қысым төмендегенде кеңейетін, пішінін өзгертетін ауадан жартылай тазартылған камерасы бар.

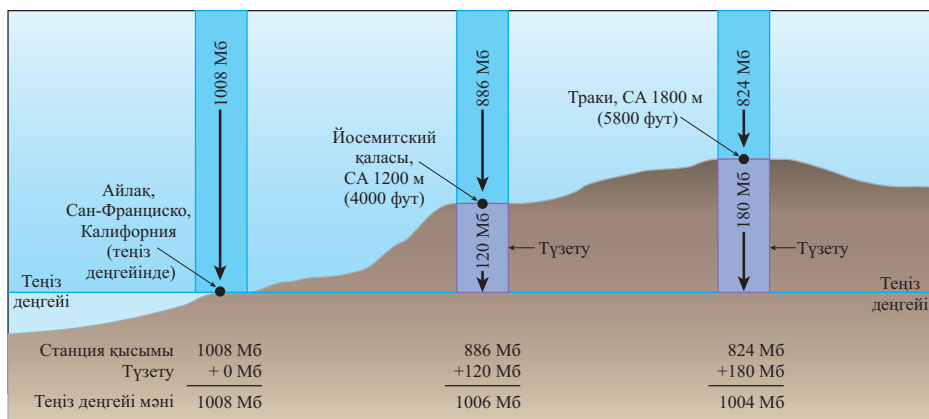
Анероидты барометрдің тағы бір артықшылығы, ол жазба механизмдеріне оңай тіркеледі. Бұл жазба инструменті **барограф** деп аталады және біраз уақыт арасындағы

қысым өзгерістерін жазуға мүмкіндік береді. Анероидты барометрдің тағы бір бейімделуі, ол ұшақтардың ұшу биіктігін анықтауға, альпинистер мен картографтарға биіктікті белгілеуінде.

Атмосфералық қысымның беттерде және аэрологиялық карталарда орналасуы

Ауа райы болжамын жасау үшін, Ұлттық ауа райы қызметі арнайы ауа райы карталары мен диаграммаларын жасайды, олар белгілі бір уақыттың нақты бір мезеттеріндегі атмосфералық қысым жағдайының символикасын береді. Басқа да маңызды ауа райы туралы деректер арасында ауа райы карталары барометрлік қысымды көрсетеді. Бұл бөлімде біз қысым деректерін және соның нәтижесінде алынған жел соғу заңдылықтарының ауа райы карталарында қалай көрсетілетінін қарастырамыз.

Беттік карталардағы қысым көрсеткіштері. Жер бетіндегі қысым туралы мәліметтерді көрсету үшін, метеорологтар алдымен жүздеген ауа райы станцияларынан миллибармен (мб) өлшенетін барометрлік қысым деректерін жинайды. Әрбір қысым көрсеткіші **станция қысымы** деп аталады, кейіннен өзі жиналған станцияның орналасу биіктігіне қарай түзетіледі. (Еске салатын жайт, биікке көтерілген сайын ауа қысымы төмендейді). Мұндай түзетулерді енгізбесе, биікте орналасқан барлық аймақтар төменгі қысымды, ал мәселен Калифорния штатындағы Өлім Алқабы сияқты теңіз деңгейінен төмен орналасқан жерлер жоғары қысымды деп көрсетілетін еді.



▲ **6.5-сурет. Теңіз деңгейіне сәйкестендіріп қысым өлшемдері деректерін түзету.** Бұл – ойша алынған ауа бағанасы арқылы бекеттегі қысым өлшемдері деректеріне әсер ететін қысымды қосу арқылы жүзеге асырылады. Бақылау бекетінің алды биік болған сайын, түзету соншалықты нақтырақ болады.

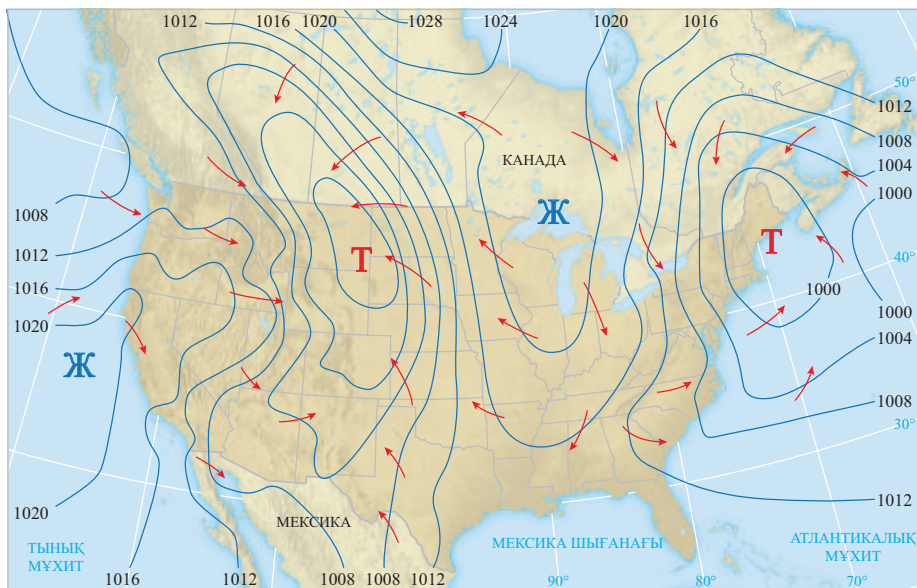
Биіктіктің орнын толтыру үшін, барлық қысым өлшемдері теңіз деңгейінің баламаларына түрлендіріледі. Әдетте, Жер беткейіне жақын жерде қысым 1 метрге биіктеген сайын 1 миллибарға төмендеп отырады, басқаша айтқанда әрбір 1000 футта 1 дюйм сынап бағанасына төмендейді. **6.5-суретте** ауа қысымының реттелген көрсеткіштері берілген, әдетте ол осы мәндерді қолданатын Калифорнияның үш аймағына қолданылатын *түзетілген мәндер* деп аталады. Температура да ауаның тығыздығына және ауа бағанының салмағына әсер ететіндіктен, биіктікті түзетулер жасалған кезде температура да есепке алынады. Сондықтан

температура мен биіктік көрсеткіштерінің үйлестірілген мәндері осыған ұқсас жағдайда алынған теңіз деңгейіндегі атмосфералық қысыммен бірдей қысым береді. Негізінде температураға енгізілетін түзетулер салыстырмалы түрде аз болғандықтан, ол **6.5-суретте** берілген есептеуде көрсетілмеген.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неліктен барометрде сынап қолданылады? Мен оны улы деп ойлаушы едім.

Сынаппен улану айтарлықтай қауіпті болғанымен, барометрдегі сынап минималды мөлшерде ағып кеткен жағдайда резервуарда ұстап қалынады. Барометрлер көптеген әртүрлі сұйықтықтарды, соның ішінде, суды да қолдана алады. Сумен толтырылған барометрдің тудыратын қиындығы көлемінде болып отыр. Өйткені, су тығыздығы бойынша сынаппен салыстырғанда 13.6 есе кем. Су бағанасы стандартты теңіз деңгейіндегі қысымда сынап барометрінен 13.6 есе ұзынырақ болар еді. Нәтижесінде, сумен толтырылған барометр шамамен 34 фут ұзын болуы керек.



▲ **6.6-сурет. Жер бедерінің синоптикалық картасы.** Бұл қарапайым жер бедерінің синоптикалық картасы жоғары қысым (антициклон) мен төменгі қысымды (циклон) көрсету үшін изобарларлы қолданады. Осы қысым жүйесімен байланысты эталон жел үлгілерінің суреті қызыл нұсқарлармен белгіленген.

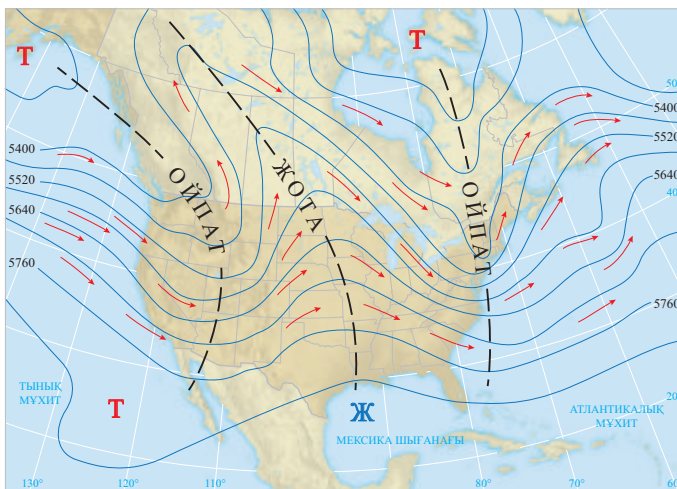
Теңіз деңгейінің көрсеткіштеріне сай түзетілген қысым өлшемдері ауа райы карталарында бірдей қысымдағы нүктелерді қосатын сызық – изобармен (*изо* = тең, *бар* = қысым) көрсетіледі. **6.6-сурет** қарапайым ауа райы картасын бейнелейді. Көңіл аударыңыз, изобарлар 4 миллибар интервалымен берілген, яғни 996, 1000, 1004 және т.с.с. Дөңгелектеніп келген изобарлар жоғары мен төменді анықтайды. Биіктіктегі қысым айналасындағылардан үлкенірек және көк түсті бас әріпті *H*-пен, ал төмендегі қысым айналасындағыға қарағанда төмен болады және қызыл түсті бас *L* әріпмен белгіленеді. Әдетте жоғары-қысым жүйесі

антициклондар деп аталады және құрғақ жағдаймен байланысты болады. *Төмен-қысым жүйелері* орта ендіктерде орын алады және **циклондар** немесе *тропиктік циклондардан* ажырату үшін **орта ендік циклондары** деп аталады. (Тропиктік циклондар қарқыны мен орналасуына байланысты құйындар немесе тайфундар деп те аталады). Антициклондарға қарағанда орта ендік циклондары дауылды ауа райына себепкер бола алады.

Изобарларға қосымша ретінде 6.6-суретте желдің идеалдандырылған үлгілері қызыл сызықпен берілген. Көңіл аударыңыз, жер үсті желдері әдетте изобарларды кесе-көлденең және жоғарғы қысым орталықтарынан алыс, ал төмен қысым орталықтарына қарай соғады.

Жоғары деңгейлердегі ауа райы кестелері. Беттік карталармен қоса, Ұлттық ауа райы қызметі күніне екі рет 850, 700, 500, 300, және 200-миллибар деңгейіндегі атмосфера қалпын көрсететін ауа райы диаграммаларын жасайды. 1 Бөлімде айтылып кеткендей, аэрологиялық мәліметтерді негізінен метеорологиялық шарлар арқылы биікке көтерілетін аспаптар жиынтығы – *радиозондтар* береді. Айтарлықтай көңіл аудартатын диаграмма – шамамен 5600 метр биіктіктегі атмосфера циркуляциясын көрсететін 500-миллибарлық диаграмма (**6.7-сурет**). Себебі 500-миллибарлық қысым деңгейі массалық жағынан атмосфераның дәл ортасында тұр, жарты ауа жоғарғы жағында және жартысы төменде тұр. 500-миллибарлық диаграмманың маңызды болу себебі – ауа райы жүйесінің басым бөлігі көбінесе осы деңгейдегі желдің бағытымен қозғалуында жатыр.

Мұнда биіктік контурлары мен изобарлар арасында қарапайым байланыс бар; жоғары биіктікте 500-миллибар әсер еткен жердегі қысым, биіктік контурлары төменгі биіктіктерді білдірген жерден жоғары болады. Басқаша айтқанда, *жоғарғы биіктіктегі* контурлар *жоғарғы* қысымды, ал *төменгі биіктіктегі* контурлар *төменгі* қысымды білдіреді.



▲ **6.7-сурет. Атмосфераның жоғарғы қабатының метеорологиялық картасы.** Аталған атмосфераның жоғарғы қабатының метеорологиялық картасы изогипсаларды 500 миллибар деңгейінде көрсетеді. Белгіленген биіктіктердегі қысым өзгерістерін көрсетуден гөрі, атмосфераның жоғарғы қабатының картасы жер бедеріндегі үздіксіз қысым «төбелері» (жүйектер) мен «алқаптарын» (аңғарлар) бейнелейтін сұлба суреттері бар топографиялық карталарға ұқсас келеді. Соңдықтан, *жоғарғы белгі сұлбалары жоғарғырақ* қысымды, ал *төменгі белгі сұлбалары төменірек* қысымды көрсетеді. Осы қысым жүйесімен байланысты эталон жел үлгілерінің суреті қызыл нұсқарлармен белгіленген.

Көңіл аударыңыз, 6.7-суреттегі контур сызықтары жоталар мен ойпаттарды белгілеген еңістеу иректерден тұрады. **Жоталар** полюстерге қарай созылып жатқан жоғарғы қысым аймақтарында орналасқан өзге де аэрологиялық диаграммалар сияқты, 6.7-суреттегі 500-миллибарлық диаграмма 500-миллибар деңгейі табылған биіктік көрсеткіштерінің вариациясын (метрмен алғанда) көрсетеді. Белгіленген биіктіктердегі қысымның өзгерісін көрсетпегендіктен аэрологиялық карталар көбінесе топографиялық карталарға ұқсас келеді. Бұл дегеніміз, контурлардың кескіні, бұл жағдайда тұрақты 500-миллибар қысым түсетін «төбелер» мен «алқаптарды» көрсетеді және жылы, құрғақ ауамен байланыстырылады.

Аэрологиялық диаграммалардың ауа райын болжаудағы маңыздылығы 12-бөлімде қарастырылған, керісінше, экваторға қарай созылған төменгі қысым аймақтарында жайылған және әдетте суық, ылғалды ауа райымен байланыстырылады. Дәл осы тұста ауа райы карталарымен танысу желдердің қалай пайда болатынын және олардың қысым заңдылықтарымен қандай байланыста екенін зерттейтін құралды ұсынады.

✓ 6.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Жел дегеніміз не және оны не тудырады?
- 2 Шаршы дюймде фунтпен, миллибармен, дюйм сынап бағанасымен өлшенетін орташа (стандартты) теңіз деңгейіндегі қысым дегеніміз не?
- 3 Атмосфералық қысымды өз сөздеріңмен сипаттап бер.
- 4 Изобар деген не?
- 5 Антициклонмен салыстырғандағы циклондағы атмосфералық қысымды сипаттап бер.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неге ұшақтар ұшып-қонған кезде, мен құлағымның ауырғанын сезем?

Ұшақтар ұшып-қонған кезде, кейбір адамдар құлағының ауырғанын сезеді, себебі, салон қысымы кішкене өзгеріске ұшырайды. Әдетте, ортаңғы құлақтағы ауа қысымы қоршаған атмосфераның қысымындай, өйткені, есту трубасы құлақ пен көмейді байланыстырады. Бірақ, тұмау жұқтырған жолаушының есту трубасы ауа ағынының ортаңғы құлаққа кіріп-шығуына

кедергі келтіре бітеліп қалуы мүмкін. Ұшақ ауаға көтерілгенде немесе төмендегенде пайда болған қысымдағы өзгеріс жайсыздық тудыра алады немесе сирек жағдайда құлақтың төзгісіз қатты ауруына себепші бола алады, бұл жайсыздық құлақтардың қысыммен теңесуі үшін бітеліп қалған кезде басылады.

6.2 Неліктен ауа қысымы өзгереді?

Ауа қысымына жер беткейінде және биіктікте әсер ететін факторларды ата және сипатта

Атмосфералық қысым мен оның күнделікті өзгерістерінің маңыздылығы қандай? Естеріңізге сала кетейік, ауа қысымының өзгеруі желдерді соқтырады, ал ол өз кезегінде температура мен ылғалдылыққа әсерін тигізеді. Қысқаша айтсақ, ауа қысымындағы

айырмашылықтар жүйелерге ұйымдасқан және біздің ауа райымызды жасайтын ғаламдық желдерді туындатады. Сондықтан Ұлттық ауа райы қызметі күнделікті ауа қысымының өзгерістеріне мұқият бақылау жүргізеді.

Биіктеген кездегі қысымның өзгеруі маңызды болғанымен, метеорологтар сондай-ақ жер бетінде болып жатқан көлденең қысым айырмашылықтарына да көңіл бөледі. Көлденең қысымның әр жердегі айырмашылықтары салыстырмалы түрде көп емес. Экстремалды көрсеткіштер өте сирек теңіз деңгейіндегі орта қысымнан 30 миллибарға жоғары немесе теңіз деңгейіндегі орта қысымнан 60 миллибар төмен болады. Кейде қатты дауыл кезінде алынатын барометрлік қысым төмен болады (6.2-суретті қараңыз). Дегенмен ауа қысымындағы осы кішкентай айырмашылықтар қатты желдерді тудыруда маңызды болуы мүмкін.

Ауа қысымының өзгеруіне әсер ететін төрт негізгі фактор әсер етеді: биіктік, температура, ылғалдылық және ауа массасының бір орыннан екінші орынға жылжуы.

Биіктікке байланысты қысымның өзгеруі

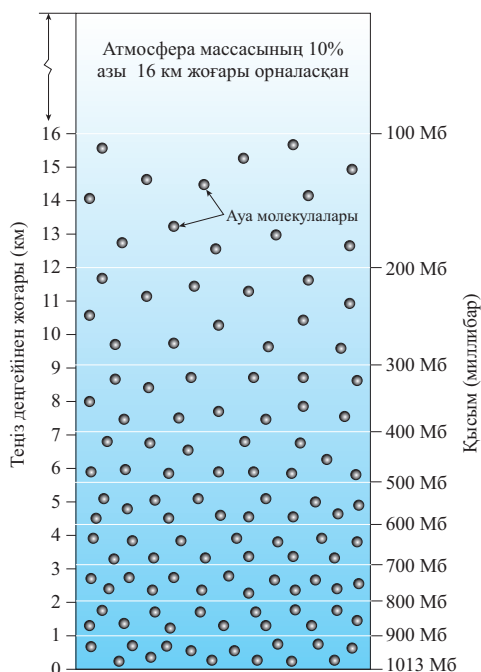
Жоғарыға көтерілген кезде аквалангистер су қысымының түскенін сезінгендей, біз атмосферада биікке көтерілген сайын қысымның төмендегенін сезінеміз. Ауа қысымы мен тығыздығының байланысы биіктеген сайын ауа қысымының төмендеуін түсіндіреді. Естеріңізге сала кетейік, теңіз деңгейінде ауа бағанының салмағы бір шаршы дюймге 14.7 фунт болады және сондай қысым түсіреді. Біз атмосферада биікке жоғарылаған сайын төбедегі ауа мөлшерінің (массасының) азаюынан ауа тығыздығының кемігенін сеземіз. Сондықтан, ойлағанымыздай, *биікке көтерілген сайын, сәйкесінше, қысым төмендеп отырады.*

Биіктеген сайын тығыздықтың азаюы орын алғандықтан, *сұйытылған ауа* деген термин көбінесе таулы аймақтарға қатысты қолданылады. Шерп халықтарын санамағанда (Непалдың байырғы халқы), Эверест тауының шыңына көтерілген альпинистердің басым көпшілігі сапарларының соңғы кезеңіне қосымша оттегін қолданады. Тіпті қосымша оттегісі бар адамдардың өздері кейде миларына ауа дұрыс жетпегендіктен бағыттан адауды бастан кешіреді екен.

Биіктіктегі қысымның төмендеуі судың қайнау температурасына да әсер етеді, әдетте ол теңіз деңгейінде 100°C болып келеді. Мысалы, Колорадо штатының Денвер, Майл Хай қалашығында су 95°C температурада қайнайды. Алайда су Денверда Сан Диегоға қарағанда тезірек қайнайғанына қарамастан, Денверде спагеттидің пісу уақыты ұзағырақ болады, себебі онда қайнау температурасы төмен болады.

1-бөлімде атап өткендей, биіктеген сайын қысымның түсу көрсеткіші тұрақты емес. Төмендеу көрсеткіші қысымы жоғары Жер беткейіне жақын жерде төмен қысымды аспанға қарағанда айтарлықтай үлкен болады. **6.8-суретте көрсетілген АҚШ-тың стандартты атмосфера** моделі әртүрлі биіктіктегі атмосфералық қысымның идеалдандырылған тігінен таралуын бейнелейді. Еске сала кетейік, Жер беткейіне жақын маңда ауа қысымы әр 100 метр сайын 10 миллибарға түсіп отырады немесе 1000 фут көтерілген сайын 1 дюйм сынап бағанасына төмендейді. Сонымен қатар, атмосфералық қысым әр 5,6 км биіктеген сайын жартыға түседі. Яғни, 5,6 шақырымда қысым 500 миллибар болады, ол теңіз деңгейі көрсеткішінің жартысына тең; әр 11,5 шақырымда ол 250 миллибар немесе теңіз деңгейі көрсеткішінің төрттен біріне тең және солай кете береді.

Осылайша, коммерциялық ұшақтар ұшатын биіктікте (10-12 шақырым шамасында) ауа теңіз деңгейі көрсеткішінің төрттен біріне ғана тең қысым түсіреді.



▲ **6.8-сурет. АҚШ-тың стандартты атмосфера бейнесі.** Өр қабат атмосфераның 10 пайызынан тұрады. Шамамен 5-6 шақырымда қысым өзінің теңіз деңгейіндегі көрсеткішінің жартысына тең.

Температураға байланысты қысымның өзгеруі

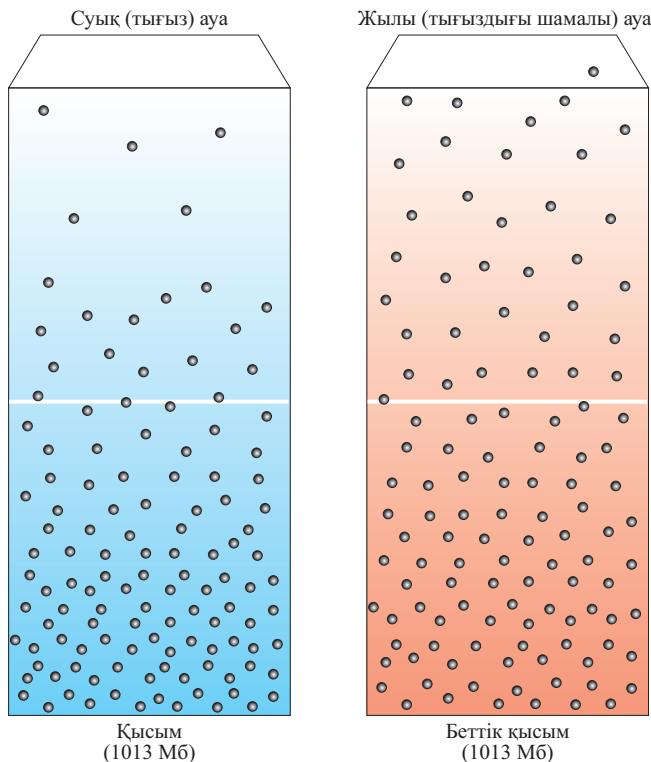
Горизонталды қысым ауытқулары қалай туындайды? Қыстың ортасындағы солтүстік Канаданы елестетіңіз. Мұнда қар басқан беткей радиацияны тұрақты түрде аспанға шағылыстырады, ал өзіне ең төмен мөлшерде күн радиациясын сіңіреді. Салқындаған жер қабаты айналасындағы ауаны күні бойы -34°C дейін төмендетуі үйреншікті болып кеткен.

Естеріңізге сала кетейік, температура деген заттың орташа молекулалық қозғалысының (кинетикалық энергиясының) өлшемі болып табылады. Сондықтан, Канаданың ауасы бір-бірімен тығыздау орналасқан салыстырмалы түрде баяу қозғалатын газ молекулаларынан тұрады. Бұл суық, тығыз ауа массалары беттегі жоғарғы қысыммен байланысты және ауа райы карталарында *жоғары* (Ж) деп белгіленеді. Керісінше, жаз мезгілінде Американың Оңтүстік-батысында өте ыстық температура орын алады және олар беттегі төменгі қысыммен байланысты болып, ауа райы карталарында төмен (Т) белгісімен белгіленген. Осылайша, басқа жағдайлар тепе-тең болғанда, суық ауаның бағаны жоғары беттік қысыммен байланысты және жылы ауа бағаны төмен беттік қысыммен байланысты. Бұл қысым айырмашылықтары, өз кезегінде, ауа ағысын тудыратын *қысымның градиент күші* деп аталатын күшті тудырады. Ауа жоғарғы қысымды жерлерден төменгі қысымды жерлерге ағылады.

Суық ауа мен ыстық ауаның тағы бір айырмашылығы, *биіктеген сайын суық (тығыз) ауа бағанында ауа қысымы жылы ауа (тығыздығы аз) бағанынына қарағанда тезірек түседі*. Бұл концепция **6.9-суретте** берілген, ол жерде біз ауаның екі бағанына да бірдей

беттік қысым түсетінін көреміз, және онда (тым арттырылған болса да) ауа молекулалары арасындағы аралықтардың айырмашылықтары тығыздықтағы айырмашылықты көрсетеді. Алдында берілгендей, ауа қысымы суық ауа бағанында биіктеген сайын тезірек төмендейді, себебі молекулалар жақындау (тығыздау) орналасқан. Сондықтан, егер біз суық ауа бағанында жоғары көтеріліп бара жатқанымызды елестетсек, біз беткейге жақын маңдағы тығыз молекулалардан тез өтіп кетеміз. Алайда жылы, тығыздығы аз ауа бағанында қысым баяу түседі, себебі біз дәл сол вертикальды қашықтықта аз-ауа мөлшердегі ауа молекулалары арасынан өтеміз. Осы айырмашылық үшін біз жер беткейінен кез келген биіктікте жылы ауа бағанында суық ауа бағанына қарағанда көбірек ауа молекулалары бар деп (жоғары қысымға теңестіре отырып) қорытынды жасаймыз

Егер біз 6.9-суреттегі екі бағананың жартысында сызылған сызықты қарасак, біз осы сызықтың үстінде жылы күнде суық күнге қарағанда көбірек ауа молекулалары барын байқаймыз. Нәтижесінде, беттің үстінде *жылы ауа суық ауаға қарағанда әдетте жоғарырақ қысым көрсетеді*. Дегенмен бұл жер бетіндегі орын алатын жағдайға қарама-қайшы екенін ескеріңіз, онда суық ауа жылы ауаға қарағанда, әдетте жоғарырақ қысым көрсетеді. Бұл маңызды феномен әсіресе авиацияға ерекше әсерін тигізеді (**6.1-мәліметтер жинағы**).



▲ **6.9-сурет. Салқын ауа мен жылы ауа бағанасындағы тығыздықтарды салыстыру.** Ауа қысымы салқын ауа бағанасында қарқындырақ төмендейді, себебі, молекулалар бір-біріне жақын (тығыз) орналасқан. Екі бағанадан жоғары жарты жолда жүргізілген сызықтарға қарай отырып, бұл сызықтан жоғары жылы ауа бағанасында салқын ауа бағанасына қарағанда ауа молекулалары көбірек екендігін ескеріңіз. Соның нәтижесінде, жер бетіндегі жылы ауа салқын ауаға қарағанда жоғарырақ қысым көрсетуге бейім келеді.

Қысымның ылғалдылыққа байланысты өзгеруі

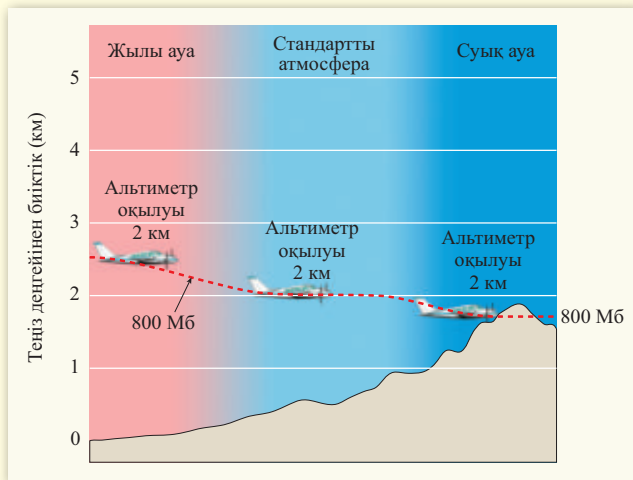
Температураға қарағанда сондай маңызды болмаса да, ауада болатын су буы ауаның тығыздығына әсер етеді. Қабылданған пікірлерге қайшы, су буы ауа тығыздығын *азайтады*. Ауа ыстық, ылғалды күндері «ауыр» болып көрінуі мүмкін, бірақ негізі олай емес. Сіз бұны элементтердің периодикалық кестесін талдау арқылы тексере аласыз, онда азоттың (N_2) және оттегінің (O_2) молекулаларының салмағы су буынан ауырлау екенін байқайсыз (Бұл газдар сәйкесінше 28, 38, және 18 грамм салмаққа ие).

6.1-мәліметтер жинағы

Ауа қысымы және авиация

Барлық ұшақтардың кабинасында *қысым альтиметрі* бар, бұл құрал ұшқышқа ұшақтың биіктігін анықтауға мүмкіндік береді. Қысым альтиметрі негізінен миллибар орнына метр өлшем бірлігі көрсетілген анероидті барометр болып табылады және ауа қысымындағы өзгерістерге жауап береді. Мысалы, 6.8-суретте стандартты атмосфералық қысым шамамен 800 миллибарда «әдетте» 2 шақырым биіктікті көрсететіні бейнеленген. Демек, қысым 800 миллибарға жеткенде, альтиметр 2 шақырым көрсеткішті көрсетеді.

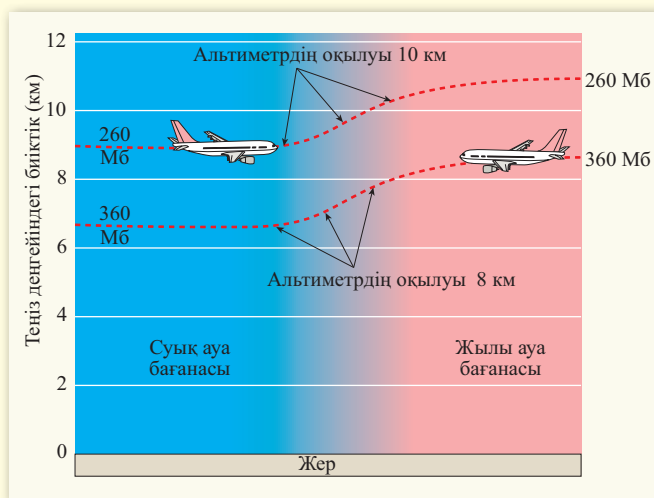
Температура ауытқулары себебінен және қысым жүйесінің жылжып отыруынан, шынайы жағдай әдетте ұшақ альтиметрі көрсеткішінен өзгеше болады. Стандартты атмосфера бойынша ауа болжағаннан жылырақ болған кезде, ұшақ альтиметрде көрсетілген биіктіктен жоғарырақ ұшады. Керісінше, салқын ауада ұшақ көрсеткіштен төменірек қозғалады. Егер де ұшқыш шағын ұшақпен көру мүмкіндігі нашар таулы аймақтан өткелі жатса аса қауіпті (**6.А-сурет**) болып келеді.



▲ **6.А-сурет. Ұшақ альтиметрлері.** Бұл құралдар негізінен ауа қысымын қолданып, биіктікті өлшеу үшін бөліктелген анероидті барометрлер болып табылады. Ауа қысымы төмен болған сайын, биіктік жоғары болады. Дегенмен, ұшақ жылы ауа бағанына енген кезде, оның биіктігі альтиметрде көрсетілгеннен жоғарырақ болады. Керісінше, ұшақ салқын ауа бағанына өткен кезде, оның биіктігі альтиметрде белгіленген көрсеткіштен төменірек болады. Бұл жағдай таулы аймақтарда қиындық тудыруы әбден мүмкін.

Шамамен 5-6 шақырымнан жоғары қысым біртіндеп өзгере бастайды, осылайша, төменірек деңгейдегідей түзетулер нақты бола алмайды. Нәтижесінде, азаматтық авиация ұшақтарының

стандартты атмосфераға сай белгіленген жеке альтиметрлері бар және тұрақты қысым траекториясымен ұшады. Оны тұрақты биіктіктің орнына *ұшу деңгейлері* деп атайды (**6.Ә-сурет**). Басқаша айтқанда, ұшақ тұрақты альтиметр деректерімен ұшқан кезде, қысым ауытқуы ұшақ биіктігінің өзгеруіне алып келеді. Қысым ұшу траекториясының бойымен жоғарылаған кезде (жылы ауа бағанасы), ұшақ көтеріледі және қысым төмендегенде (салқын ауа бағанасы), ұшақ төмендейді. Бұл жерде ауада соқтығысу қаупі де бар, себебі, жақын жердегі ұшақ қажетті ара қашықтықты сақтау үшін әртүрлі ұшу деңгейлерін белгілеп қойған.



▲ **6.Ә-сурет. Тұрақты қысымның ұшу траекториясы.** Азаматтық авиация ұшағы әдетте 5-6 шақырымнан жоғары тұрақты биіктік орнына тұрақты қысым траекториясымен ұшады.

Ірі азаматтық авиация ұшақтары жер бетінен жоғары биіктікті өлшеу үшін радарлы альтиметрді де қолданады. Жерге жетіп, әрі қайтып келу үшін радиосигналға қажетті уақыт бұрын ұшақтың жерден қанша биіктікте екендігін нақты анықтайтын. Бұл жүйе де кемшіліксіз емес; радарлы альтиметр теңіз деңгейінен гөрі жер бедерінен жоғары үстіртті қамтамасыз етеді, сондықтан, төсеме беткей туралы ақпарат қажет етіледі. Алайда, радарлы альтиметрлер қону барысында жер бетінен биіктікті өлшеу кезінде өте пайдалы болып табылады.

Сұрақтар

1. Қысым альтиметрі мен анероидті барометрді салыстырыңыз.
2. Қай кезде радарлы альтиметрлер қолданылады?

Ауаның жалпы көлемінде бұл газдар молекулалары өзара араласып кеткен және әрқайсысы бірдей кеңістікті алады. Ауа массасында судың мөлшері артқан кезде, жеңілдеу су буының молекулалары ауырлау азот пен оттегенің молекулаларын ығыстырып тастайды. Сол себепті, ылғалды ауа құрғақ ауаға қарағанда жеңіл (тығыздығы аздау) болады.

Осылайша, тіпті ең ылғалды деген ауа бірдей температурада құрғақ ауадан тек 2 пайызға ғана тығыздау болады.

Қорытындыласак, температуралық айырмашылықтар мен төмен ылғалдылық мөлшері қысымның горизонталды айырмашылықтарын тудырады және ауаны жоғары қысымды

аймақтардан төменгі қысым аймақтарына қарай жылжытатын күш тудырады. Негізінде, суық, құрғақ ауа жылы және ылғалды ауаға қарағанда жоғарғы беттік қысым тудырады. Одан басқа, жылы және құрғақ ауа массасы дәл сондай жылы, бірақ ылғалды ауаға қарағанда жоғарырақ беттік қысымға себеп болады. Биіктікте жағдай керісінше: ауаның үстіндегі жылы ауа дәл сол биіктіктегі суық ауаға қарағанда жоғарырақ қысым тудырады.

Қысымның биіктіктегі ауа ағысы әсерінен өзгеруі

Ауаның қозғалысы ауа қысымында өзгерістер тудырады. Мысалы, ауа ағысы бір аймаққа ағыла берсе, онда ауа жиналып қалады. Бұл феномен – **ауаның кезігуі (конвергенция)** деп аталады және ол ауаның кішкентай кеңістікте қысылуына себеп болады да көбірек қысым түсіретін массивті ауа бағандарын туындатады. Керісінше, ауа ағысы бір аймақтан кетіп жатса қысым төмен түседі және бұл жағдайды **ауаның таралуы (дивергенция)** деп атайды. Осы жоғары және төменгі қысым аймақтарды жасайтын конвергенция мен дивергенцияға біз осы бөлімде кейіннен қайта ораламыз.

✓ 6.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауа қысымы неліктен биіктеген сайын төмендейтінін түсіндір.
- 2 Жоғары және төменгі қысым аймақтарына желдің қалай соғатынын сипатта.
- 3 Биіктіктегі суық ауа бағанында қысым жылы ауа бағанына қарағанда әдетте жоғары ма әлде төмен бе? Түсіндіріңіз.
- 4 Егер басқа факторлар тең болса, құрғақ немесе ылғалды ауа массасы көбірек қысым түсіре ме? Түсіндіріңіз.
- 5 Неліктен суық, құрғақ ауа массасы жылы, ылғалды ауа массасына қарағанда жоғары беттік қысым түсіретінін түсіндір.
- 6 Биіктікте горизонтальды конвергенция беттік қысымға қалай әсер ететінін түсіндір.

6.3 Желге әсер ететін факторлар

Атмосфераға әсер ету арқылы желдерді туындататын немесе өзгертетін үш күшті атап, сипатта.

 GEODE ► Ауа қысымы және жел ► Желге әсер ететін факторлар

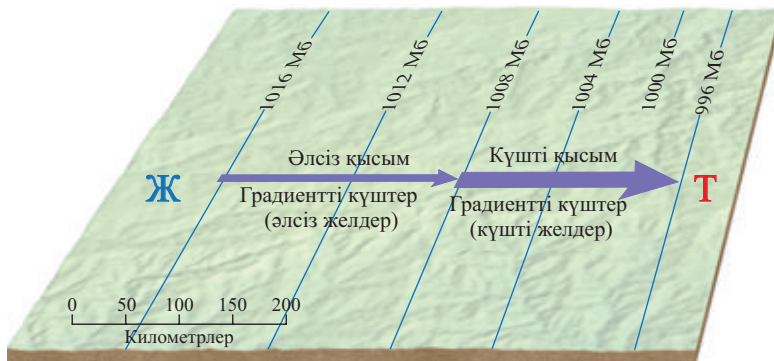
Егер Жер айналмаса және үйкеліс болмаса, ауа тікелей жоғары қысымды аймақтардан төменгі қысым аймақтарына қарай жылжитын еді. Алайда, екі фактор да бар болғандықтан, жел төмендегі факторлар жиынтығымен басқарылады:

1. Қысымның градиенттік күші;
2. Кориолис күші;
3. Үйкеліс

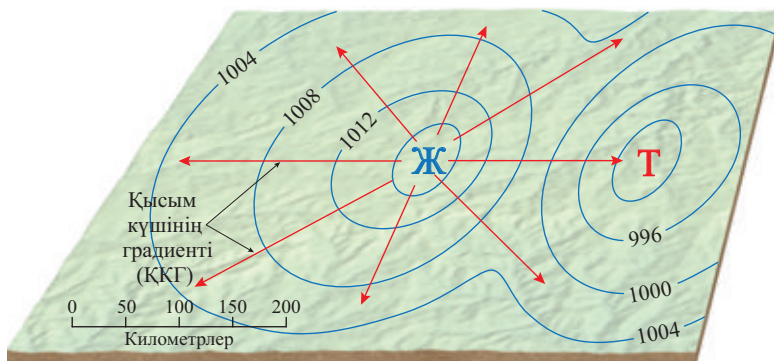
Қысымның градиенттік күші

Егер нысан бір бағыттағы теңгерілмеген күштің әсеріне түссе, оның жылдамдығы үдей түседі (жылдамдығы өзгереді). Желдерді тудыратын күш горизонталь қысымының айырмашылықтарының нәтижесі болып табылады. Ауа бір тараптан екінші тарапқа

қарағанда басымырақ қысымға ұшыраса, пайда болған дисбаланс жоғары қысым аймақтан төменгі қысым аймағына қарай бағытталған күш тудырады. Осылайша, қысым айырмашылықтары жел соқтырады, ол айырмашылықтар неғұрлым үлкен болса, желдің күші соғұрлым қатты болады.



А. Изобаралар дерлік түзу болғандағы қысымның градиенттік күші



Ә. Изобаралар иілген немесе дерлік шоғырлас шеңберлерді құрған кездегі қысымның градиенттік күші

▲ **6.10-сурет. Бірдей атмосфералық қысымға ие орындарды байланыстыратын сызықтар – изобаралар.** Изобаралар арасындағы аралық қысымдағы өзгерістің берілген арақашықтықтағы көлемін көрсетеді. Оны *қысымның градиентті күші* деп атайды. Бір-біріне жақын орналасқан изобаралар қатты қысым градиентін және жоғары жел жылдамдығын көрсетеді, ал бір-бірінен алшақ орналасқан изобаралар әлсіз қысым градиенті мен төменгі жел жылдамдығын бейнелейді.

Естеріңізге сала кетейік, изобарлар беттік карталарда горизонталь қысым үлгілерін көрсету үшін қолданылады. Изобарлар арасындағы *қашықтық* белгілі бір аралықтағы болатын қысым өзгерісінің көлемін көрсетеді және қысымның градиенттік күшін (ҚГК) көрсетеді. Қысымның градиенті төмпешіктен төмен қарай домалаған допқа әсер ететін гравитациялық күшке ұқсас. Үлкен қысым (күшті) градиенті тік төмпешік сияқты ауаның бөлшектерінің үдеуіне кіші қысым градиентіне (жайпауыт төмпешікке) көбірек қарағанда әсер етеді. Осылайша, желдің жылдамдығы мен қысым градиенті арасында тікелей байланыс бар: *жақын орналасқан изобарлар күшті қысым градиенті мен қатты желді*

білдіреді; алишақ орналасқан изобарлар әлсіз қысым градиенті мен қоңыр желді білдіреді.

6.10А-сурет изобарлар қашықтығы мен жел жылдамдығы арасындағы қарым-қатынасты көрсетеді. Қысымның градиенттік күші изобарларға *тік бұрыш* жасап бағытталаатынын ескере отырыңыз. Изобарлар иілген болса, **6.10Ә-суретте** көрсетілгендей қысымның градиенттік күші биік қысым аймақтарынан төмен қысым аймақтарына қарай таралады.

Қысымның градиенттік күші желді қалай тудырады: теңіз самалы. Температуралық айырмашылықтар горизонталь қысым градиентін қалай жасайтынын көзге елестету үшін соған ұқсас мысал *теңіз самалын* қарастырайық. Бағандардағы нүктелер ауа молекулаларын білдіреді. Күннің бұл кезеңінде, жер бетіндегі температура мен қысым бірдей деп ойлайық. Горизонталь қысым айырмашылығы болмағандықтан (нөлдік қысым градиенті), жер бетінде және биіктікте жел жоқ болады.

Күн шыққаннан кейін, Жер бетіндегі қабаттың температурасы көтеріле бастайды, ал мұхит үстіндегі температура тұрақты болып қала береді. (Естеріңізге түсіріңіз, жер үлкен суға қарағанда тез жылыды). Жер бетіндегі ауа жылыған соң, ол ұзынырық, ылғалдылығы аз ауа бағанын жасайды. Жер бетіндегі қысым сол қалпында қалса да, бұл жоғарғы биіктіктердегі сияқты болмайды. Жер бетіндегі *Ж* ауа бағанының (жоғарғы қысым) үстінде дәл сол биіктіктегі судың үстіндегі *T* (төменгі қысым) ауа бағанына қарағанда ауа молекулалары көбірек. Демек, жер бетіндегі қысым дәл сондай биіктіктегі су бетіндегі қысымнан жоғарырақ, сол себепті биіктіктегі ауа жерден (жоғарғы қысым аймағынан) суға (төменгі қысым аймағына) қарай ығысады.

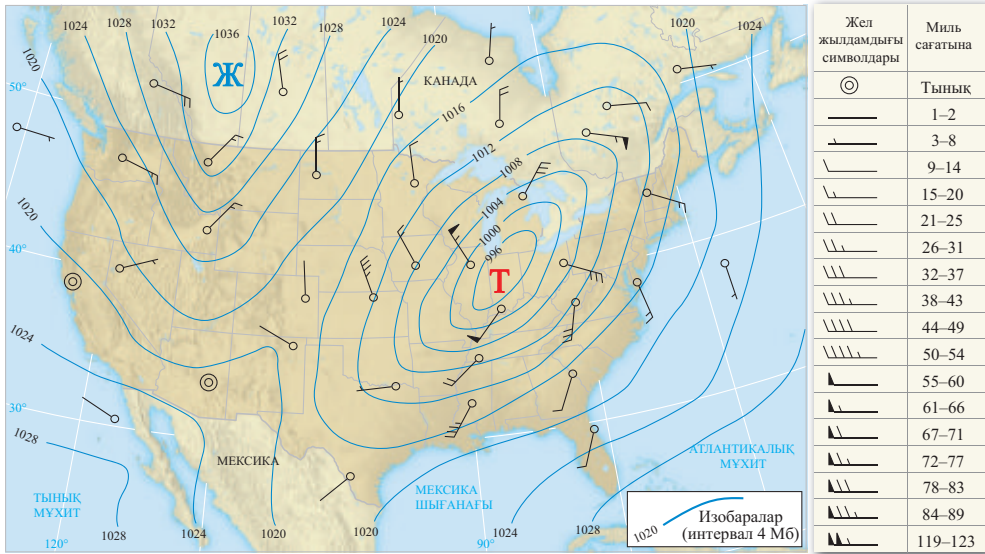
Ауа массасының биікке көтерілуі өз кезегінде мұхит үстінде жоғары қысым аймағын тудырады, онда бет жерден төмен орналасқандықтан ауа жинақталады. Массалардың судан жерге қарай қайта бөлінуінен *беттік* циркуляция (теңіз бризі) дамиды. Осылайша, биікте теңізге қарай, ал төселме беткейлерде жер бетінде қарай қарапайым жылу циркуляциясы орын алады. Көңіл аударыңыз, *вертикальды* қозғалыс циркуляцияны толықтыру үшін қажет.

Ілгеріде талқыланғаннан көргеніңіздей, ауа қысымы мен температурасы арасында маңызды байланыс бар. Температура ауытқушылықтары қысым айырмашылықтарын және нәтижесінде желді тудырады. Теңіз бризі мысалындағыдай теңгерімсіз жылырудан болған тәуліктік температура ауытқулары бірнеше шақырым қалыңдықтағы аймақпен ғана шектеледі. Ғаламдық масштабта, алайда, экваториалдық беттерге қарағанда полярлық беттердің қабылдаған күн радиациясының мөлшері нәтижесінде планетарлық атмосфера циркуляциясын тудыратын үлкенірек қысым жүйелерін тудырады. Осылайша, ғаламдық қысымның ауытқуына және соның нәтижесі ретіндегі желдердің туындауына негізгі себеп *Жер бетінің және теңіз беттерінің біркелкі жылымауы* себеп болып отыр.

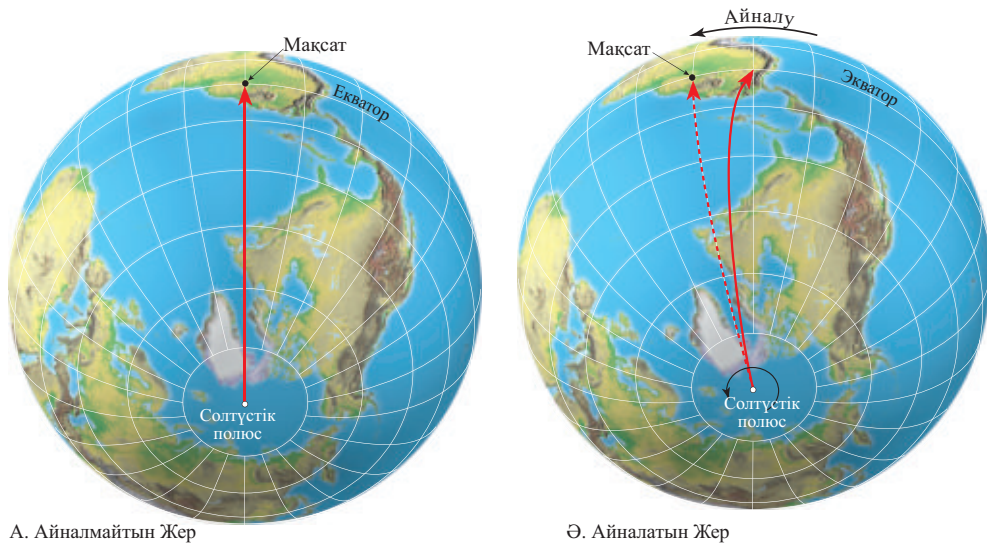
Тұжырымдасак, горизонталь қысым градиенті желдің негізгі қозғаушы күші. Қысымның градиенттік күшінің магнитудасы изобарлардың аралықтарымен көрсетіледі, сонымен қатар күштің бағдары тұрақты түрде жоғары қысым аймағынан төмен қысым аймағына қарай және изобарларға тік бұрыш жасап бағытталады.

Кориолис күші

Ауа райы картасы беттік жоғары және төмен қысым жүйелеріне байланысты әдеттегі ауа ағымын көрсетеді (**6.11-сурет**).



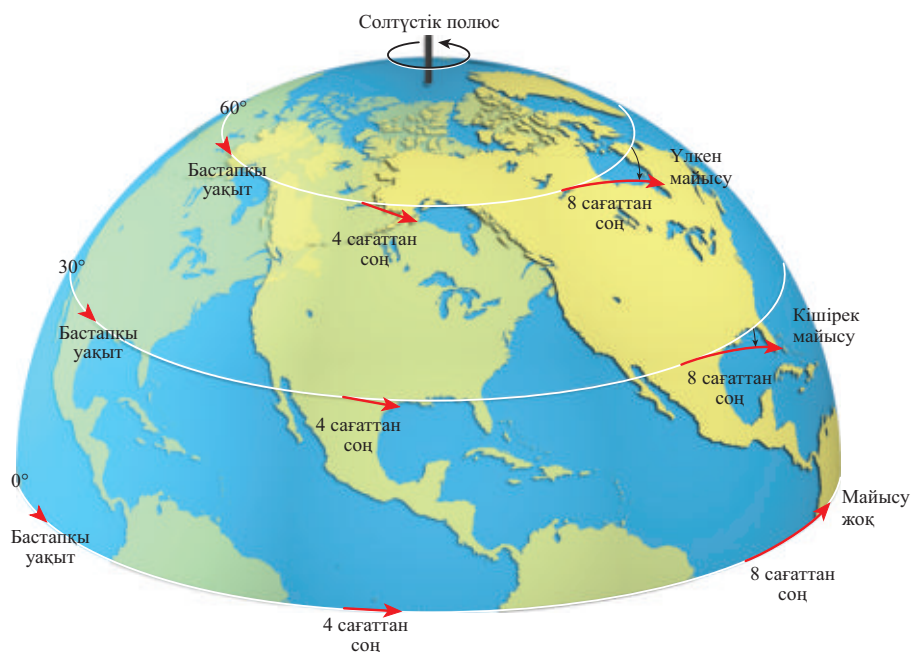
▲ 6.11-сурет. Изобарлар беткі қабаттың ауа-райы картасында қысымның таралуын көрсетеді. Изобарлар контуры түзу емес, оның орнына олар кең және бір қалыпты қиғаш сызық жасайды. Концентрлік изобарлар жоғары және төмен қысымның ұяшықтарын көрсетеді. “Жел жалаулары” қысым ұяшықтарын қоршаған ауа ағынын көрсетеді және желмен бірге “ұшып” тұрғандай бейнеленеді (яғни, жел станция шеңберіне қарай соғады). Картадан изобарлардың жақын ара қашықтықта екенін және желдің жылдамдығы жоғары қысымның айналасына қарағанда, төмен қысым орталығында тезірек екенін байқауға болады.



▲ 6.12-сурет. Кориолис күші. Кориолис күшінің әсері, 1 сағатта Солтүстік полюстен Экватордағы орнына дейін жылжитын зымыран арқылы суреттеледі. А. Егер Жер айналмаса, зымыран тікелей көздеген нысанасына ұшар еді. Ә. Алайда, Жер әр сағат сайын 15° айналып тұрады. Осылайша, зымыран тік сызықпен қозғалатынына қарамастан, ол біз Жер бетінде салған жолмен, яғни бағытын нысанадан оңға қарай өзгертетін қисық жолмен жүреді.

Күтілгендей, ауа жоғары қысымды аймақтарынан төмен қысым аймақтарына қарай жылжиды. Алайда, қысымның градиенттік күші бағыттағандай емес, жел изобарларды тік бұрыш жасап сирек кесіп өтеді. Бұл ауытқушылық Жердің айналуының нәтижесі және оны Кориолис күші деп, бұл ауытқушылықты сандық көрсеткішпен білдірген француз ғалымы Гаспар-Гюстав Кориолистің құрметіне атаған. Ескере кететін жайт, Кориолис күші желді тудырмайды; *ол ауа ағымының бағытын өзгертеді.*

Кориолис күші барлық еркін қозғалатын объектілерді тудырады, оның ішінде жел Солтүстік жартышарда өз бағыттарынан *оңға* қарай (сағат тілімен), ал Оңтүстік жартышарда *солға* қарай (сағат тіліне қарсы) ауытқиды. Бұл ауытқудың себебін түсіну үшін Солтүстік полюстен экватордағы нысанға қарай ұшырылған ракетаның ұшу бағдарын көзге елестету арқылы көрсетуге болады (**6.12-сурет**). Егер ракета нысанаға қарай 1 сағат ұшса, Жер оның ұшу аралығында шығысқа қарай 15° айналады. Көзделген нысан орналасқан жерден бақылап тұрғандар үшін ракета өз бағытынан ауытқып, өз нысанынан шығысқа қарай 15° жерде Жерге тиген сияқты болып көрінеді. Ракетаның шынайы бағыты болса Ғарыштан Жер бетіне қарап тұрған адамға көрінетіндей түзу болады. Ракетаның астындағы Жердің айналуы жалған ауытқушылықты тудырды.



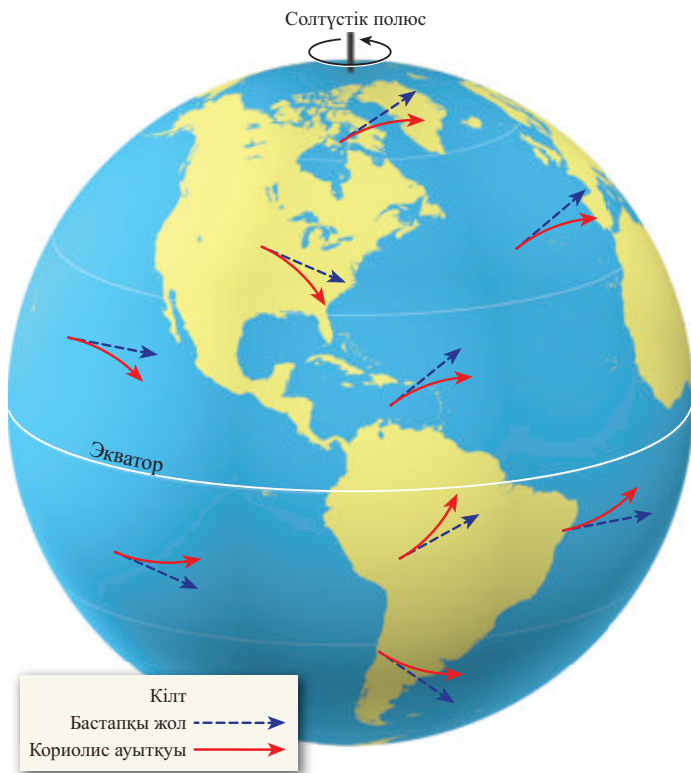
▲ **6.13-сурет.** Шығысқа қарай соққан желдің өртүрлі ендіктердегі Кориолис ауытқуы. Бірнеше сағаттан кейін, 30 және 60 параллельдер бойында пайда болған жел бағытын өзгертеді. Бұл ауытқу (экваторда болмайтын), жел қозғалып тұратын беткі қабаттың бағытын өзгертетін Жердің айналуынан туындайды.

Кориолис ауытқуын ракетамен болған мысалдағыдай, қозғалыс солтүстіктен оңтүстікке болған кезде көру оңай болғанмен, батыстан шығысқа бағытталған ағымды елестету оңай емес. **6.13-сурет** үш түрлі ендік бойымен (0° , 30° және 60°) шығысқа соғатын желді қолдану арқылы бұл жағдайды көрсетеді. Көңіл аударыңыз, бірнеше сағаттан соң 30-шы

және 60-шы ендік бойындағы жел өз бағытынан ауытқыған сияқты. Алайда, ғарыштан қараған кезде бұл жел өз бағыттарын сақтағаны көрінеді. Бұл 6.13-суретте көрініп тұрған, Жердің өз өсімен айналған кездегі ауытқушылықтай Солтүстік Американың бағытының «өзгеруі».

Біз сонымен қатар, 6.13-суреттен көретініміздей, ауытқу мөлшері 60° ендікте 30° ендікке қарағанда көбірек. Бұдан бөлек, экватор бойындағы ауа ағысында ешқандай ауытқу байқалмайды. Сондықтан біз Кориолис күшінің магнитудасы ендікке тәуелді деген қорытынды жасаймыз; ол полюстарда ең күшті, ал экваторда ең әлсіз болады да ақырындап жоғалып кетеді. Сонымен қатар, Кориолис ауытқуының мөлшері желдің жылдамдығымен бірге өседі, себебі жылдам жел дәл сол уақыт аралығындағы баяу желге қарағанда алысқа дейін жетеді.

Солтүстік полюстің үстінен көрінгендей, Жердің сағат тіліне қарсы бағытта айналуынан Солтүстік жартышардағы желдер өздерінің бастапқы қозғалыс бағытынан оңға қарай ауытқиды (**6.14-сурет**). Оңтүстік жартышарда керісінше, Жер *сағат тілімен* айналады (Мұны көзге елестету үшін, глобусқа үстінен қараңыз, онда сағат тіліне қарсы бағытта айналу орын алады, кейін – Оңтүстік жартышар тұрғысынан төменнен қараңыз). Нәтижесінде, Кориолис күші Оңтүстік жартышарда ұқсас ауытқу тудырады, бірақ бастапқы қозғалыс бағытынан солға қарай ауытқиды (**6.14-сурет**).



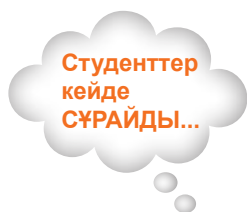
▲ **6.14-сурет. Екі жартышардағы желдің Кориолис ауытқуы.** Кориолис күшінің салдарынан Солтүстік жартышардағы жел қозғалыстың бастапқы жолынан оңға қарай ауытқиды, ал Оңтүстік жартышарда олар бастапқы жолынан солға қарай ауытқиды.

Барлық «еркін қозғалатын» заттар Кориолис заңының әсерін ұшырайды, олардың ішінде ұшақтар, артиллерия мен ракеталар да бар. Бұл фактіні екінші дүниежүзілік соғыстың басында АҚШ-тың ӘТК ашқан еді. Атқылау кезінде линкор үстіндегі алысқа ататын зеңбіректер үнемі өз нысандарынан жүздеген ярд қашықтыққа ауытқып отырды, ол тұрақты болып көрінген нысандардың орын ауыстыруына қатысты баллистикалық түзетулер енгізілгенге дейін жалғасатын. Қысқа арақашықтық арасында, Кориолис күші салыстырмалы түрде аз болады. Дегенмен, орта ендіктерде бұл ауытқу күші, бейсбол ойынының нәтижесіне әсер ететіндей айтарлықтай елеулі болып келеді. Оң жақ сызық бойымен ұрылған доп 100 метр горизонталь қашықтықты 4 секунд ішінде ұшып өтеді және Кориолис күші әсерінен 1,5 сантиметрге ауытқиды, бұл потенциалды үйге жүгіруді футболға (есептелмейтін допқа) айналдырады.

Қорытындыласақ, Кориолис күші Солтүстік жартышарда қозғалып бара жатқан заттың бағытын оңға, ал Оңтүстік жартышардағы заттың бағытын солға қарай өзгертетін күш. Бұл ауытқу күші (1) ауа ағымының бағытына үнемі тік бұрыш жасап бағытталады; (2) желдің жылдамдығына емес, тек бағытына әсер етеді; (3) желдің жылдамдығына тура пропорционал, яғни жел қатты болса, ауытқу күші де көп болады; (4) полюстерде ең күшті, ал экваторға қарай әлсіреп, мүлдем жойылады.

Үйкеліс

Осыған дейін желді тудырушы негізгі күш – қысымның градиенттік күші деп айтқан болатынмыз. Теңгерілмеген күш ретінде ол ауаны жоғары қысым аймағынан төменгі қысым аймақтарына қарай ығыстырады. Осы дисбаланс болған кезде желдің жылдамдығы тұрақты түрде өсетініне (үдейтініне) сенімді бола аламыз. Бірақ біз өз тәжірибемізге байқағанымыздай, желдің жылдамдығы белгісіз уақытқа дейін күшейе бермейді. Ең дұрысы, **үйкеліс** қозғалыстағы заттарды баяулатып, желдің жылдамдығына әсер етеді.



Бейсбол добы Денвердегі Курс-Филд алаңында шынымен алысырақ ұша ма?

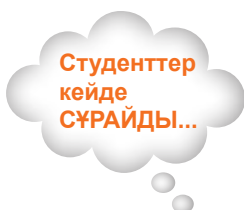
Курс-Филд алаңы “шабуылшының табыс алаңы” ретінде белгілі болды, өйткені ол өзінің алғашқы онжылдығында барлық Жоғарғы Лига ойындарын толық табысқа жетеледі. Теория бойынша, жақсы соғылған бейсбол добы Денверде шамамен 10 пайыз алысырақ (биіктігі 5280 фут) ұшуы тиіс, өйткені мұнда ауа тығыздығы теңіз деңгейіндегі алаңға

қарағанда төменірек (демек, үйкеліс аз). Дегенмен, зерттеушілер тобының қорытындысы бойынша, доптың ұшу биіктігінің қашықтығының артуы туралы пікір тым әсіреленген; сол зерттеушілер көбінесе шабуылшыларға көмек болатыны негізінде ауа-райының басқа жағдайлары, мәселен алаң маңайындағы желдердің (негізгі базадан алаңның қашық бөлігіне қарай соғатын желдер) әсері басым екенін байқаған.

Ауа ағысын баяулату арқылы, үйкеліс сонымен қатар Кориолис күшін де азайтады. Биіктіктегі желдерге қарағанда, жерге таяу қабатта ауа ағымы ғана баяу емес, сонымен қатар оның бағыты да әсерге ұшырайды. Келесі тарауда көретініміздей, биік қабаттағы желдер изобарларға параллель жылжиды, ал жерге таяу қабаттағы желдер изобарларға аймақтың топографиясына байланысты бұрыш жасап өтеді. Үйкеліс Жер атмосферасының бастапқы 1,5 шақырымы ғана үлкен әсерін тигізе алады, ол әдетте **шекаралық қабат** деп аталады. Бұл биіктіктен жоғары қарай үйкелістің әсері шамалы болады. Нәтижесінде, жоғарғы қабаттардағы ағыс жер бетіндегі желге қарағанда аса күрделі болмайды. Біз екі ағыстың түрін де келесі тарауда қарастырамыз.

✓ 6.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Желді (горизонталь ауа ағысын) бағыттайтын үш күштің жиынтығын атаңыз. Осы күштердің қайсысы желді тудыруға жауапты?
- 2 Изобарлар аралықтарының желдің жылдамдығына әсер етуі туралы қорытынды жаз
- 3 Кориолис күшінің ауа қозғалысын өзгертуін қысқаша сипатта.
- 4 Кориолис күшінің магнитудасына әсер ететін екі факторды анықта.



Солтүстік жартышарда су ағызғыш шұңғылшадан төмен қарай бір бағыт пен және Оңтүстік жартышарда керісінше бағытпен ағатынын естідім. Бұл рас па?

Бұл ғылыми қағиданы сәйкес емес жағдайда қолданудан шыққан миф. Кориолис ауытқуы салдарынан циклондық жүйе Солтүстік жартышарда сағат тіліне қарсы және Оңтүстік жартышарда сағат тілімен айналады, сондықтан баз біреулер тексерместен ваннадағы су шұңғылшасындағы судың ағуы осы сияқты болады деп болжауы мүмкін. Алайда, циклон диаметрде 1000-нан астам шақырымды құрайды және бірнеше күн бойы өмір сүре алады, ал ағызғыш арна болса диаметрде 1 метрді құрайды және санаулы секундтарда ағызып кетеді. Бұл межелік бойынша Кориолис күші өте аз. Ағызғыштың пішіні мен тереңдігі Кориолис күшіне қарағанда су ағынының бағытына көбірек әсер етеді.

6.4 Жоғарғы қабат желі мен жер бетіндегі желін салыстыру

Биіктіктегі жел неліктен изобарларға параллель есетіні, ал жер бетіндегі жел қиғаш бұрыш жасап есетінін түсіндіру.

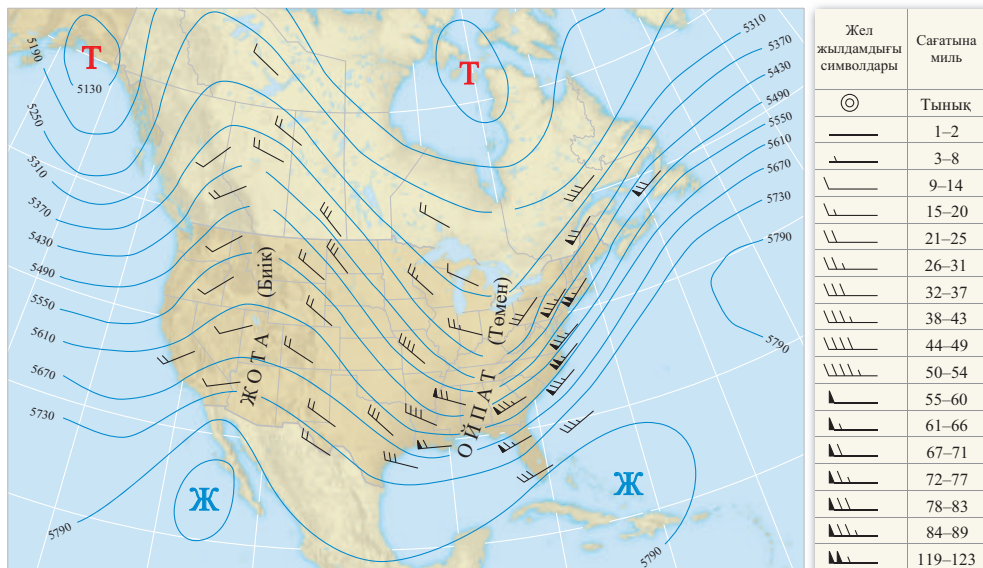
Бұл бөлімде біз жел ағынына үйкелістің әсер етпейтін, Жер бетінен 1,5 км биіктікте жатқан жоғарғы қабат жел мен үйкеліс әсері маңызды болатын жер бетіндегі желді талдаймыз.

Түзу бағытты ағын және геострофикалық жел

6.15-суретте көрсетілгендей жоғарғы қабат желі изобарларға параллель бағытта қозғалады. Нәтижесінде, изобарлар түзу бағытты және біркелкі болған аймақтарда жел ағыны изобарға түзу бағытты және параллель болады. Бұл құбылыс (феномен) – **геострофикалық жел** деп аталады, ол Кориолис күші (CF) мен қысымның градиентті күші (PGF) арасында біркелкілік болған жағдайда пайда болады.

Геострофикалық желдің түзілуі **6.16-суретте** көрсетілген. Біз диаграмманың төменгі бөлігінде көрсетілген қысымның градиент күші мен жоғарғы қысым аумағынан төмен қысым белгіленген жоғарғы бөлігіне қарай бағытталған қозғалыссыз ауа көлемінен (парцелладан) бастаймыз. Бастапқыда біздің ауа көлеміміз қимылсыз және Кориолис күші жоқ. Қысымның градиент күші әсерінен ауа көлемі жоғарғы қысым аумағынан төменгі қысым аумағына қарай үдей бастайды. Ауа көлемі жылжып бастаған кезде Кориолис

күші Солтүстік Жарты шардағы желді оңға қарай ауытқыта бастайды. Ауа көлемінің жылдамдығы үдеген сайын Кориолис күші де көбейеді. Естеріңе сала кетейік: Кориолис күші жел жылдамдығына пропорционал, яғни желдің жылдамдығы көбейген сайын оның ауытқуы да көбейеді.



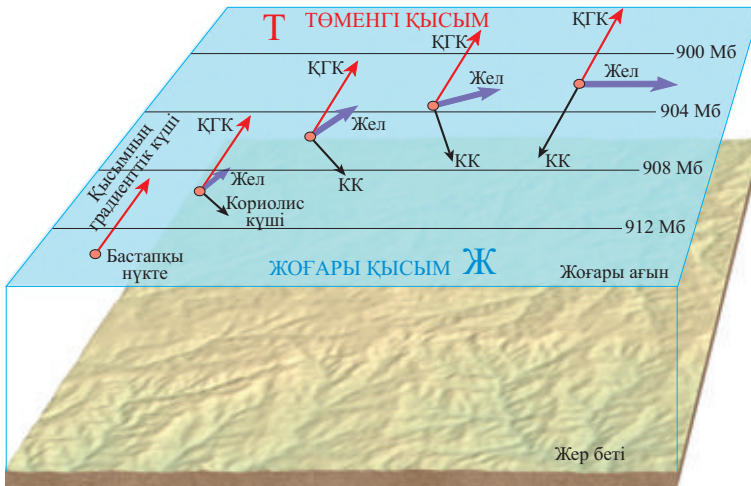
Жоғары деңгейдегі ауа райының диаграммасы



▲ **6.15-сурет. Жоғары деңгейдегі ауа райының қарапайым диаграммасы.** Бұл жеңілдетілген ауа райының кестесі аэрологиялық желдің бағыты мен жылдамдығын көрсетеді. Жалаулардан ауа ағынының контурға параллель болып тұрғанын байқауға болады. Көптеген басқа аэрологиялық кестелер сияқты, бұл да биіктіктегі өзгерістерді (метрмен) көрсетеді, онда беткі қабаттың картасындағыдай, қысымдағы белгіленген биіктіктің өзгерісін көрсетудің орнына, таңдалмалы қысым (500 миллибар) байқалған. Биік жерлердегі 500-миллибар қысым түсетін орындарда (бұл картада оңтүстікке қарай), биіктік контурлары төмен жерлерді көрсететін орындарға қарағанда қысымы жоғарырақ болады. Осылайша, жоғары биіктіктегі контурлар жоғары қысымды көрсетеді, ал төмен биіктіктегі контурлар төмен қысымды көрсетеді.

Нәтижесінде жел бұрылып, изобарға параллель бағытта аға бастайды, бұл кезде қысымның градиент күші оған қарсы тұратын Кориолис күшіне теңеседі (6.16-сурет). Бұл күштер біркелкі болып тұрғанда жел изобарға параллель біркелкі жылдамдықпен қозғалады. Басқаша айтқанда, жел изобар анықтайтын бағыт бойымен (не күшеймей, не азаймай) жылжи береді.

Бұл мінсіз жағдайларда, яғни Кориолис күші қарсы бағытта жұмыс жасап, бірақ қысымның градиент күшіне тең болғанда ауа ағымы *геострофикалық біркелкілікте* деп аталады. Геострофикалық жел салыстырмалы түрде изобарларға параллель, қысымның градиент күшіне пропорционал түзу бағытта қозғалады. Қысым градиенті күшті болғанда (контур сызықтар бір-біріне жақын орналасқанда) қатты жел, ал қысым градиенті әлсіз болғанда (контур сызықтар бір-бірінен алыс) әлсіз жел түзіледі.



▲ **6.16-сурет. Геострофиялық жел.** Қысымның градиент күші (ҚГК) – ауаның қозғалмайтын бөлігінде әрекет ететін күш. Ауа жылдамдатыла бастаған кезде, Кориолис күші (КК) Солтүстік жартышарда оны оңға қарай ауытқытады. Желдің үлкен жылдамдығы Кориолис күшін изобарларға параллель ағындарға дейін арттырады. Осы тұста қысымның градиент күші мен Кориолис күші тепе тең келеді және бұл ағын *геострофиялық жел деп аталады*. “Шынайы” атмосферада, ауа ағыны қысым кеңістігіндегі өзгерістерді үздіксіз реттеп отыратынын атап өту маңызды. Нәтижесінде, геострофиялық тепе-теңдікті реттеу, көрсетілгендегідей емес әлдеқайда тұрақсыз болады.

Геострофикалық жел жеңілдетілген модель, ол тек жоғарғы қабат желдерінің нақты іс-әрекеттеріне салыстырмалы сипат бере алады. Қалыпты жағдайда изобарлар түзу және біркелкі бола бермейді, сол үшін жел таза геострофикалық болмайды. Соған қарамастан, геострофикалық модель жоғарғы қабат желінің нақты сипаттамасына баға беруге мүмкіндік береді. Жоғарғы қабаттағы қысым аумағын есептеу арқылы (изобарның орналасуы мен бағыты) метеорологтар желдің бағыты мен жылдамдығын есептей алады (6.15-суретті қараңыз).

Байс Баллот заңы. Біз көріп отырғанымыздай, желдің бағыты басым болып келетін қысымның үлгісіне тәуелді. Осылайша, егер біз желдің бағытын білсек, қысымның салыстырмалы таралуын да біле аламыз. Желдің бағыты мен қысымның таралуы арасындағы байланысты бірінші болып голландиялық метеоролог Байс Баллот (Buys Ballot) 1857 жылы негізін салды. Негізінде, **Байс Баллот заңы** бойынша, егер *Солтүстік жарты шар желіне арқамен тұрсаң, төмен қысым сол жағыңда, ал жоғарғы қысым оң жағыңда болады*. Ал Оңтүстік жарты шарда тұрған кезде жағдай керісінше болады.

Байс Баллот заңы жоғарғы қабат желдерін түсіндіреді, алайда оны беткі қабат желіне қолданғанда абайлау керек. Жер бетінде желге үйкеліс пен топография мінсіз қозғалуына мүмкіндік бермейді. Жер бетінде желге арқамен тұрып сағат тілі бойымен 30° бұрылса, төмен қысым сол жақта ал жоғарғы қысым оң жақта болады.

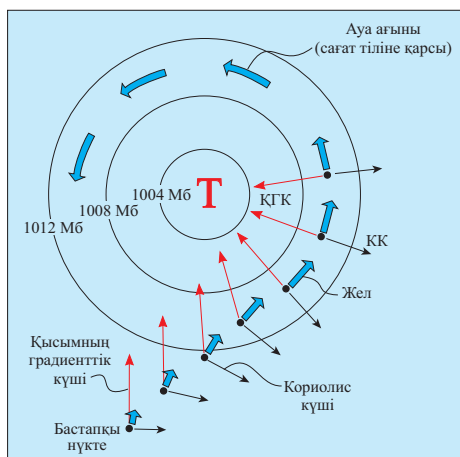
Қорытындылай келгенде, бірнеше шақырым биіктікте орналасқан желді геострофикалық деп есептеуге болады, яғни изобарға параллель түзу бағытпен қозғалады, олардың жылдамдығын қысым градиентімен есептеуге болады. Нағыз геострофикалық жел төңірегіндегі даулар қатты қиғаш болып келетін беткі қабаттардағы желге қатысты, ол келесі бөлімде қарастырылады.

Қысық ағын және градиент жел

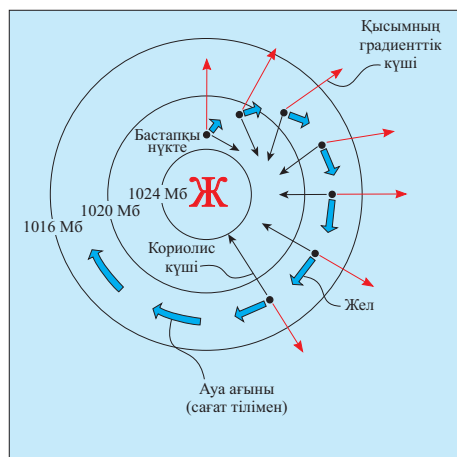
6.15-суретте көрсетілген жоғарғы деңгейдің ауа райы картасына кездейсоқ қараған кезде изобарлар контуры түзу емес, оның орнына олар кең және бірқалыпты қиғаш сызық жасайды. Кейде изобарлар қосылып жоғары не төмен қысымның шеңберлі ұяшықтарын жасау үшін қосылады. Салыстырмалы түзу сызық бойымен қозғалатын геострофикалық желдерге қарағанда иілімдер мен жоғары не төмен қысым айналасындағы желдер жоғары иілген (қысық сызықты) болып келеді. Қысық сызықты изобарларға параллель, бірқалыпты жылдамдықта қозғалатын бұл табиғатты желдерді **градиент желдер** деп атайды.

Қысымның градиент күші мен Кориолис күшінің қосылып градиент желдерді түзуін қарастырайық. **6.17А-суретте** төмен қысым ортасын қоршаған градиент ағыны көрсетілген. Ағын басталған кезде Кориолис күші ауаны ауытқытады. Солтүстік жарты шарда Кориолис күші ағынды оңға ауытқытады, нәтижесінде жел сағат тілі бағытына қарсы төмен қысымды ұяшық айналасында соғады. Екінші жағынан, үлкен қысымды ұяшық айналасында сыртқа бағытталған қысым градиенті ішке бағытталған Кориолис күшіне қарсы тұрады, соның нәтижесінде сағат тілі бойымен соғады. Бұл тұжырым **6.17Ә-суретте** көрсетілген.

Осылайша Кориолис күші желдерді Оңтүстік жарты шарда солға ауытқытады, төмен қысым ұяшығында желдің бағыты сағат тілі бойымен, ал жоғарғы қысым ұяшығында сағат тіліне қарсы соғады.



А. Құйын ағыны (солтүстік жартышарда)



Ә. Антициклон ағымы (солтүстік жартышарда)

▲ **6.17-сурет. Жел градиенті.** А. Биіктіктегі төмен қысым орталығының (циклон) айналасындағы идеалдандырылған ауа ағыны. Ә. Биіктіктегі жоғары қысымды орталықтың (антициклон) айналасындағы идеалдандырылған ауа ағыны.

Метеорологтар төмен қысым ортасын *циклон* және оның бойындағы ағынды *циклондық* деп атайды. Циклондардың бірнеше түрі мен масштабтары болады. Америка Құрама Штаттарында ауа райын қалыптастыратын көлемі үлкен төмен қысымды жүйелер *орта ендікті циклондар* деп аталады. Басқа мысалдарына, *тропикалық циклондар* – (дауылдар) олар орта ендікті циклондардан кішірек және *торнадо* – өте кішкентай бірақ интенсивті циклондық дауыл. **Циклондық ағын** Жер шарының айналу бағытымен бір: Солтүстік жарты шарда сағат тіліне қарсы және Оңтүстік жарты шарда сағат тілі бойымен жылжыйды. Жоғары қысым ортасы *антициклон* деп аталады да **антициклондық ағын** түзеді (Жер шарының айналуына қарсы).

Естеріңе сала кетейік, изобралар қисығы жоғарғы және төменгі қысым аумақтарында шығыңқы болған кезде олар, сәйкесінше, *жота* мен *жыра* деп аталады (6.15-суретті қараңыз). Жыра айналасындағы ағын циклондық, ал жота аумағы антициклон деп аталады.

Ал енді циклон және антициклондық ағындардан туындайтын градиент ағынды қарастырайық. Ағын қисық болған кезде күш ауаны ауытқытады (бағытын өзгертеді), ол кезде жылдамдығын ешқандай өзгеріске ұшыратпайды. Бұл Ньютонның қозғалыс туралы бірінші заңына сүйенеді, ол қозғалыстағы дене егер оған теңгерілмеген күш әсер етпесе түзу сызық бойымен қозғала береді дейді. Ньютонның бұл заңын өздерінде сезінгенсіңдер, мысалы, сіздер көлікте кетіп бара жатқан кезде ол лезде бұрылып кетсе, денелеріңіз әлі де түзу сызықпен қозғалады (Е қосымшасын қараңыз).

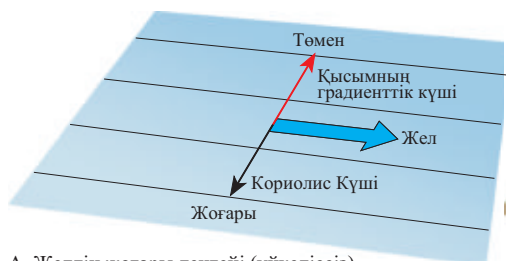
6.18А-суретте көрсетілгендей төмен қысым орталығы ішке бағытталған қысымның градиент күші сыртқа бағытталған Кориолис күшіне қарсы. Бірақ қисық бойымен бағытын сақтау үшін (изобарға параллель) ішкі қысым градиент күші Кориолис күшін теңестіріп, ауаны бұрып (үдеуін) ішке бағыттайтындай жеткілікті болуы қажет. Ауаны ортаға бұру *ортаға тартқыш* үдеу деп аталады. Өзгеше айтқанда, ауа тенденциясының түзу сызық бойымен ары қарай қозғалу үшін қысымның градиент күші Кориолис күшінен көп болуы қажет.

Антициклондық ағындарда жағдай қарама-қарсы, ішке бағытталған Кориолис күші қысымның градиент күшімен теңесіп және ауаны бұру үшін ішке қарай үдеуді де қамтамасыздандыру керек. 6.17-суретке назар аударатын болсақ қысымның градиент күші мен Кориолис күші теңестірілмеген (сызықтардың ұзындықтары әртүрлі), осылайша олар геострофикалық ағында болады. Бұл теңсіздік бағыттың ауысуын тудырады да (ортаға тартқыш үдеу) қисық ағын пайда болады.

Жер беті желдері

Жер бетінде үйкелістің желге әсері бастапқы 1.5 шақырымда ғана маңызды (6.18А-сурет). Біз білетініміздей үйкеліс ауа қозғалысын азайтады. Ауа қозғалысының бәсеңдете отырып үйкеліс желдің жылдамдығына пропорционал Кориолис күшін де азайтады. Қысымның градиент күші желдің жылдамдығына тәуелсіз болғандықтан Кориолис күшімен салыстырғанда 6.18Ә-суретте көрсетілгендей басымдылықты өз жағына алады. Осының нәтижесінде ауа қозғалысы *қиғаштан (бұрышпен)* изобарға көлденең, төмен қысым аймағына қарай қозғалады.

Бұдыр жер беттері ауа ағыны изобар арқылы қозғалатын бұрышты анықтайды және жылдамдығына әсер етеді. Салыстырмалы түрде түзу жер бетінде ауа изобарға қатысты 10° -нан 20° -ға дейін бұрышпен және геострофикалық ағынның үштен екі жылдамдығымен қозғалады (сурет 6.20В). Үйкеліс көп болатын ойлы-қырлы жерлерде, бұрышы изобармен салыстырғанда 45° болатын жерлерде желдің жылдамдығы 50 пайызға дейін кемиді (6.18Б-сурет). Солтүстік жарты шарда үйкеліс қабатына қатысты желдер циклон айналасында сағат тіліне қарсы, ал антициклон айналасында сағат тілі бойымен изобарға мүмкіндігінше параллель соғатынын оқып білдік. Үйкеліс әсерімен қосылып жер беті желдер ағыны изобарларды әртүрлі бұрыштармен, алайда үнемі жоғары қысым аумағынан төменгі қысым аумағына қарай кесіп өтеді (6.6-суретті қараңыз). Ішкі қысымы төмендейтін циклонда үйкеліс таза ағынды *ортаға* бағыттайды. Антициклонда жағдай қарама-қарсы: Қысым сыртқа қарай азаяды және үйкеліс таза ағынды *ортдан сыртқа* қарай бағыттайды. Осылайша пайда болған желдер циклон айналасында сағат тіліне қарсы соғады. Әрине, оңтүстік жарты шарда Кориолис күші желдерді солға ауытқытады және ағын бағытын өзгертеді сөйтіп, антициклон айналасында желді солға бұрып, сыртқа бағыттайды. Үйкеліс жарты шарларға тәуелсіз циклон айналасында таза ішке бағытталған ағын (*конвергенция*) мен антициклон айналасында сыртқа бағытталған ағын (*дивергенция*) туғызады.



А. Желдің жоғары деңгейі (үйкеліссіз)



Ә. Жер бетіндегі жел (тегіс маңай)



Б. Жер бетіндегі жел (кесіп өтілген маңай)

▲ **6.18-сурет. Жоғарғы қабаттағы желмен беткі қабаттағы желді салыстыру.** А,Ә. жоғарғы деңгейдегі желдер мен беткі қабаттағы желдерді салыстырса, ауа ағынындағы үйкелістің әсерлерін көруге болады. Осы үйкелістер беткі қабаттағы желдің жылдамдығын баяулатқанда Кориолис күші әлсірейді, соның салдарынан желдер изобарлармен қиылысады. Б. Байқасаңыз, ойлы-қырлы жерде желдің жылдамдығы төмен болады және тегіс жерде болатын желдермен салыстырғанда изобарға көлденең тік бұрыш жасап бағытталады.

6.1-атмосфераға шолу

2011 жылдың мамыр және маусым айларында, оңтүстік-шығыс Аризонада Уаллоу өрті 538 мың акрдан (840 шаршы мильден) астам жерді өртеп жіберді. Бұл Аризона тарихындағы ең ірі орман өрті болып есептеледі.



Сұрақ

1. Осы сияқты орман өртінен сақтануға желдің көмектесетін екі тәсілін ұсына аласыз ба?

✓ 6.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Геострофикалық желдердің түзілуін түсіндіріп олардың изобарға қатысты қалай соғатынын (есетінін) сипаттап бер.
- 2 Циклондық және антициклондық ағындардың бағытын Солтүстік және Оңтүстік жарты шарда қалай болатынын сипатта.
- 3 Изобарларға параллель соғатын жоғарғы қабат желдерімен салыстырғанда жер беті желдері изобарларды кесіп өтеді. Бұл айырмашылықты не туғызатынын түсіндір.
- 4 Солтүстік және Оңтүстік жарты шарларда жер беті циклоны мен антициклонына байланысты изобарлары мен желдің нұсқар бағыты бар диаграмма сызындар.

6.5 Жел ауаның тік қозғалысын қалай тудырады

Ауа ағынын төмен қысым аумағы (циклон) мен жоғарғы қысым аумағында (антициклон) сипаттау және олардың ауа райымен байланысы.



GEODE ► Ауа қысымы мен желдер ► Жоғарғы және төменгі қысым

Осыған дейін біз бір аймақтағы ауа ағынының екінші аймақтағы ауа ағынына қалай әсер ететінін қарастырмадық. Бір зерттеуші Оңтүстік Африкада көбелек қанаттарын қаға отырып Құрама Штаттарда торнадо туындата алатынын байқаған. Бұл асыра сілтеушілік болғанымен, бір аймақтағы ауа ағыны біраз уақыт өткен соң өзге аймақта ауа-райы жағдайларының өзгерісіне әкеліп соғуы мүмкін.

Қазір көлденең ауа ағынының (желдің) тік ауа ағынына қатысын анықтау маңызды. Ауаның көтерілу не түсу жылдамдығы (дауылдарды айтпағанда) көлденең ауа ағынымен салыстырғанда төмен болғанымен, ол ауа райын қалыптастыруда маңызды рөл ойнайды. Сіздер 4-бөлімде оқығандарыңдай жоғары жылжыйтын ауа бұлтты жағдайлармен байланысты және жиі жауын болатынын, ал керісінше төмен түсуі адиабатикалық жылыну мен ашық аспан жағдайын туғызады. Бұл бөлімде біз ауа ағынының қысым өзгерістерін тудырып, нәтижесінде желдердің пайда болу себебін қарастырамыз.

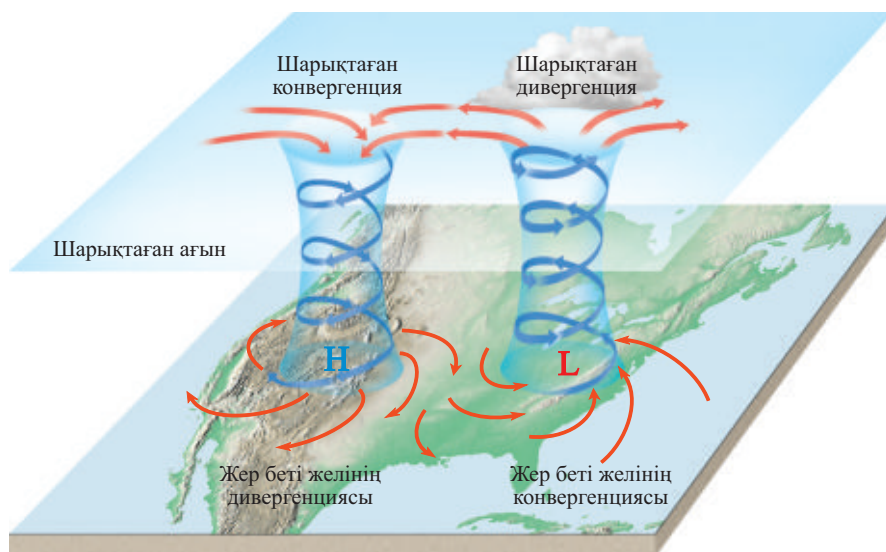
Тік ауа ағындарының циклондар және антициклондармен байланысы

Біріншіден, ауа спираль бойымен ішке қарай қозғалатын жер бетінің төмен қысымды жүйесін (циклонды) қарастырайық. Ауа ағынын таза ішке қарай ауысуы алып жатқан ауданын азайтады, бұл құбылыс *конвергенция* (6.19-сурет) деп аталады. Ауа көлденең (горизонтал) бағытта конвергенцияланғанда (бір-біріне қосылғанда), алатын ауданы азаяды, бірақ массасы артады. Бұл құбылыс «тығыз» бағана түзеді. Біз парадоксқа тап болдық: төмен қысым орталықтарына таза ауа жинақталып қысымы көбейеді. Солайша, кофе ашқан кездегі вакуум сияқты емес циклон өз бетімен жойылып кетеді.

Көріп отырғаныңыздай жер бетіндегі төмен қысым жеткілікті ұзақ мерзімді болу үшін жоғарғы қабат желдерімен компенсациялануы керек. Мысалы, жер беті конвергенциясын жоғарғы қабаттан келетін дивергенция (таралу) жылдамдығымен тең болғанда ғана сақтауға болады. 6.19-суретте ортада төмен қысымды ұстап тұруға қажет жер беті конвергенциясы (ішкі ағын) мен дивергенция (сыртқы ағын) арақатынасы көрсетілген.

Жоғарғы қабат дивергенциясы жер бетіндегі конвергенциядан асып түсуі мүмкін, осылайша тігінен қозғалысты жылдамдатып жер бетінен келетін ағында арттырады. Өйткені жоғары көтерілетін ауа ағымы бұлттар түзілуі мен жауын-шашынға әкеліп соғады, ортадағы төмен қысымнан өту «жаман ауа-райына» ұласады.

Өздерінің циклондық аналогтары сияқты, антициклондар да жоғарыдан қолдау тауып отыру керек. Жер бетіне жақын сыртқа қарай бағытталған ағын жоғарғы қабат ағындарымен конвергенцияланады да ауа бағанының түзілуіне негіз болады (6.19-сурет).



▲ 6.19-сурет. Ауа ағымының циклон-дармен (Т) және антициклондармен (Ж) байланысы. Төменгі қысым немесе циклон беткі қабаттағы желмен қосылып, ауаны жоғары көтереді, нәтижесінде бұлтты жағдайлар мен жиі жауындар болады. Жоғарғы қысым немесе антициклон беткі қабаттағы желден тарқалып, ауаны төмендетеді, нәтижесінде аспан ашық және ауа райы жарқын болады.

Антициклон кезінде төмен түсетін ауа сығылады және қызады сол себепті бұлттар түзіліп, жауын-шашын болу мүмкіндігі жоққа шығады деп айтса болады. Осылайша жоғары қысым жүйесі жақындағанда жақсы ауа-райын күтсе болады.

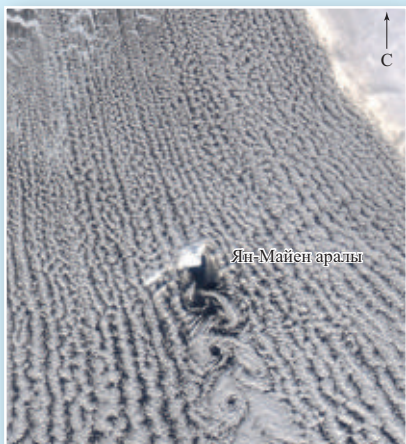
Осы себепті біз үйдегі барометрлердің көмегімен төмен қысым болса «дауылды», ал егер жоғарғы болса «күн ашық» болатынын көреміз. Қысымның көтерілуі, төмендеуі немесе бірқалыпты болуын байқай отырып біз ауа-райының қандай болатынын болжай аламыз. Бұл бөлінуді **қысым тенденциясы** немесе **барометрлік тенденция** деп атайды да, жақын ара қашықтықтағы ауа-райын болжауда пайдаланады. Циклондар мен антициклондарға қатысты ауа-райының жағдайы келесі тақпақта жалпылама түсінікті түрде келтірілген (бұл жерде «шыны» барометр ұғымында қолданылған):

Шыны төмен түскен кезде,
Сен соққыға дайындал;
Ол жоғары шыққанда,
Батпырауығынды ұшыр.

Қортындылай келе, бізге аймақтық ауа-райын болжап айтушылар циклондар мен антициклондардың болжалмалы жолдары мен орындарын неліктен көрсететіні айқындалды. Бұл ауа-райын болжаушы бағдарламалардың «зұлымдығы» оларда әрқашан төмен қысым жүйесі көрсетілген, ал ол болса әр жыл мерзімінде «айқын емес» ауа райын түзеді. Төмен қысым ақырындап Құрама Штаттардың батысынан шығысына қарай жылжуда және оған бұл жолды жүру үшін бірнеше күннен бірнеше аптаға дейін уақыт қажет. Өйткені олардың жолдары айқын емес, олардың көшуін нақты болжау қиын, бірақ соған қарамастан, қысқа мерзімді ауа райын болжап айтуға бұлар өте маңызды. Метеорологтар жоғарғы қабат ағынының ауа райын дауылға ұластыра ма, әлде оның тууын тежейтінін анықтау керек екенін айтады.

6.2-атмосфераға шолу

Гренландиядан соғатын суық жел Гренландия теңізінің үстіндегі ылғалды ауамен қақтығысқан кезде, олардың конвергенциясы Ян Майен аралының маңындағы аспанда *бұлтты көшелер* деп аталатын бұлттың көлденең қатарларын қалыптастырады. Арал тосқауыл қызметін атқарып, аралдың оңтүстік бөлігінде (ық жағы) желдің бұрамалы иірімді (*ван Карман құйыны* деп аталады) қалыптастыруына себепші болады.



Сұрақтар

1. Бұлтты көшелердің бейімделуіне негізделсе, Гренландия теңізінің үстінен соғатын желдің бағыты қандай болады?
2. Ян Майен аралындағы сияқты желдің иірімді қалыптастыруына ұқсас жағдайды естеріңе түсіре аласыңдар ма?
3. Ауа иірімі велосипедтерден, машиналардан, ұшақтардан да туындайды. Велосипед пен машина арқылы жарысушылар, бұл ауа иірімдерін бәсекелесінің тура артында жүру арқылы желдің қарсы тұруын азайту үшін қолданады. Бәсекелестіктің осы артықшылығын сипаттау үшін қандай термин қолданылады?

Тік ауа ағынын бақылайтын өзге факторлар

Атмосферада тік ауа қозғалысы мен күнделікті ауа райының арасында тығыз байланыс болғандықтан, біз жер беті конвергенциясы мен дивергенциясына әсер ететін өзге де факторларды қарастырамыз.

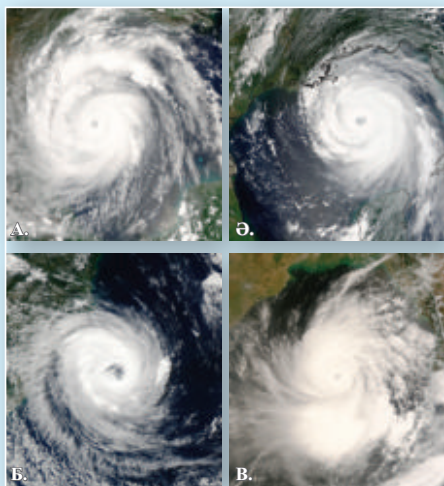
Үйкеліс конвергенцияны және дивергенцияны да тудыруы мүмкін. Ауа ағыны салыстырмалы түрде майда бетпен жылжыған кезде, мысалы, мұхиттан құрлыққа қарай, үйкеліс кенеттен көбейеді де желдің жылдамдығы азаяды. Бұл желдің жылдамдығының төмендеуі ауа ағынының жинақталып жоғары қарай беттеуіне себеп болады. Осылайша, қосылатын желдер мен жоғары көтерілетін ауа ағыны мұхиттан құрлыққа қарай ағын тудырады. Бұл құбылыс себебінен Флорида аймақтарында бұлтты жағдай қалыптасады. Керісінше, құрлықтан мұхитқа қарай ауа ағыны кезінде жалпы дивергенция мен ауаның төмен түсуі, үйкелістің азайуы су бетінде желдің жылдамдығының ұлғайуына алып келеді. Нәтижесінде төмен жылдамдықты ауа ағыны мен ашық аспан болады.

Таулар да ауа ағынына кедергі болып дивергенция мен конвергенцияға себеп болады. Ауа таулардың арасынан өткен кезде ол вертикаль (тігінен) сығылып, жоғарғы қабат ағымында көлденең таралу (дивергенция) тудырады. Ауа таудың желсіз жағын тігінен кеңею арқылы жетеді де, нәтижесінде жоғарғы қабат ағындарында конвергенция болады. Бұл әсер Құрама Штаттардың Шатқалды тауларынан шығысқа қарай ауа-райына айтарлықтай әсер етеді, оны кейінірек қарастырамыз.

Бұл жер беті ағындары мен жоғарғы қабат ағындарының арасындағы байланыс шарттары зерттеушілерге атмосфералық циркуляцияны, әсіресе орта ендіктердегіні, жақсы түсінуге мүмкіндік берді. Біз 7-бөлімде жаһандық атмосфералық циркуляцияны қарастырғаннан кейін қайтадан көлденең ауа ағыны (жел) мен ауаның тігінен қозғалысының (ауа ағынын көтеріліп және түсуі) арасындағы байланысқа қайта ораламыз.

6.3-атмосфераға шолу

Бұл спутниктік суреттер әлемнің әртүрлі бөліктерінде әртүрлі уақытта орын алған төрт түрлі тропикалық циклондарды (дауылдарды) көрсетеді.



Сұрақтар

1. Әрбір дауыл үшін, бұлт үлгісін зерттеу және ағынның сағат тілімен немесе сағат тіліне қарсы болатынын анықтау.
2. Әрбір дауыл жартышардың қайсысында орналасқан, Оңтүстікте ма әлде Солтүстікте ма?

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

“Тау ауруы” болуының себебі неде?

Келушілер сапар барысында 3000 метр (10,000 фут) биіктікке көтерілген кезде, әдетте олар шаршап, ентіге бастайды. Бұл белгілер теңіз деңгейіне қарағанда шамамен 30 пайызға оттегі кем ауамен демалғандықтан туындайды. Осындай биіктіктерде, біздің денеміз ауаның жетіспейтін оттегісін терең тыныс алу мен жүрек жиілігін арттыру арқылы орнын толтырады, осылайша дене талшықтарына көп қан айдалады. Қосымша қанның келуі бас ауруын, ұйқысыздықты, жүрек айнауды тудыратын ми талшықтарының ісуіне себеп болады – міне осылар тау ауруының негізі. Тау ауруы, әдетте төмен биіктіктегі түнгі демалыстан кейін жеңілдейді, бірақ кейбір адамдар жедел медициналық көмекті қажет ететін өкпенің ісінуінен, өкпеде сұйықтықтың жиналуынан зардап шегеді.

✓ 6.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Жер бетінде төмен қысымның ұзақ уақыт сақталуы үшін ауада қандай жағдай болуы қажет?
- 2 Жер беті қысымы көтерілген кезде қандай ауа райын күтеміз? Ал төмендеген кезде ше?
- 3 Конвергенциялық желдер мен ауа ағынының көтерілуі әдетте ауа ағынының мұхиттан құрлыққа қарай соғуына байланысты. Ал керісінше, дивергенция мен төмен қарай бағытталған ауа ағымы құрлықтан мұхитқа қарай ағынмен байланысты. Жер бетіндегі конвергенция мен мұхит бетіндегі дивергенцияны не тудырады?

6.6 Желдің көрсеткіштерін өлшеу

Басыңқы желді анықтау мен оның бағытын сипаттау

Желдің екі көрсеткіші – бағыты мен жылдамдығы – ауа райын бақылаудағы маңыздылары.

Желдің бағытын өлшеу

Жел әрқашан соғып тұрған жағымен белгіленеді. Солтүстік жел солтүстіктен оңтүстікке қарай соғады; шығыс желі шығыстан батысқа қарай соғады. Желдің бағытын анықтауда көбінесе қолданылатын құрал – **желбағар**, оны ғимараттардың төбесінен байқауға болады. Кейде желдің бағыты желбағарға жалғанған циферблатта көрсетіледі. Циферблат желдің бағытын немесе компас сияқты көкжиек бағытын көрсетеді, яғни С, СШ, Ш, ОШ және т.с.с.– немесе градуспен 0° ден 360° дейін. Соңғы көрсеткіштерде 0° (немесе 360°) солтүстікке, 90° шығыс, 180° оңтүстік және 270° батысқа сәйкес келеді.



А. Құрама Штаттардағы солтүстік шығыс желдерінің жиілігі.



Ә. Австралиядағы солтүстік шығыс желдерінің жиілігі. Австралияның оңтүстік-шығысында өкпе желдің АҚШ-тың солтүстік-шығысындағыға қарағанда сенімді екеніне көңіл аударыңыз.

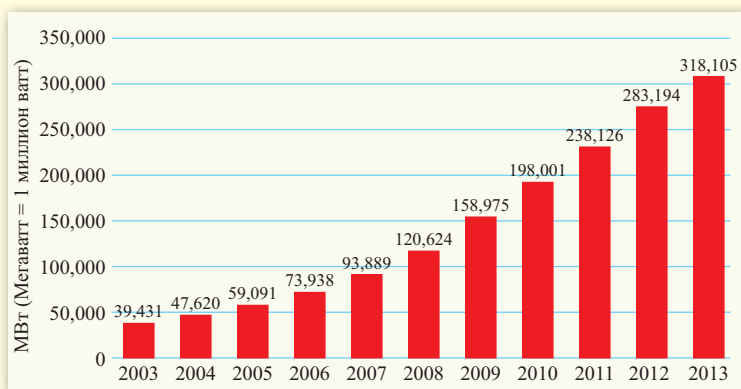
▲ **6.20-сурет. Жел тармақтары.** Бағытталған жел ағынының пайызы *жел раушанында* белгіленеді және күнделікті, апта сайын, ай сайын, маусымдық немесе жылдық қорытындыларын көрсете алады.

Жел бір жақтан екінші жаққа қарағанда көбірек соғатын болса, ол **басыңқы жел** деп аталады. Сіз батыстан соғатын басыңқы желдермен таныс болуыңыз мүмкін, олар орта ендікте басыңқы айналымда болады. Құрама Штаттарда бұл жел «ауа райын» батыс жағалаудан шығыс жағалауға қарай құрлықты кесіп өткізеді. Осылай жасырынған шығысқа қарай бағытталған ағын жоғары және төмен қысым ұяшықтарында өздерінің сипаттамаларына қарай сағат тілімен не сағат тіліне қарсы жүреді. Нәтижесінде батыстан соғатын жер бетіндегі желдер, күннен күнге және жерден жерге қарай өте жиі өзгеріп отырады. *Желдердің түрлі бағыты «желдер раушаны»* басыңқы желдердің бағытын қай жақтан қанша уақыт соққан пайызына қарап анықтайды (**6.20-сурет**). Желдер раушанындағы түзудің ұзындығы желдің қай жақтан және қанша уақыт соққан пайызын көрсетеді. **6.20Ә-суретте** көріп отырғанымыздай, ауа ағынының бағыты өкпе желдерме (пассаттармен) байланысы батыстан соққан желдерге (**6.20А-сурет**) қарағанда көбірек.

6.2-мәліметтер жинағы

Жел қуаты: потенциалмен бірге балама

Ауада масса бар және ол қозғалған кезде қозғалу қуаты, яғни кинетикалық энергия пайда болады. Бұл қуаттың бір бөлігі механикалық қуатқа немесе электр энергиясына айналуы мүмкін; олардың екеуі де біздің қазіргі қоғамның күші.

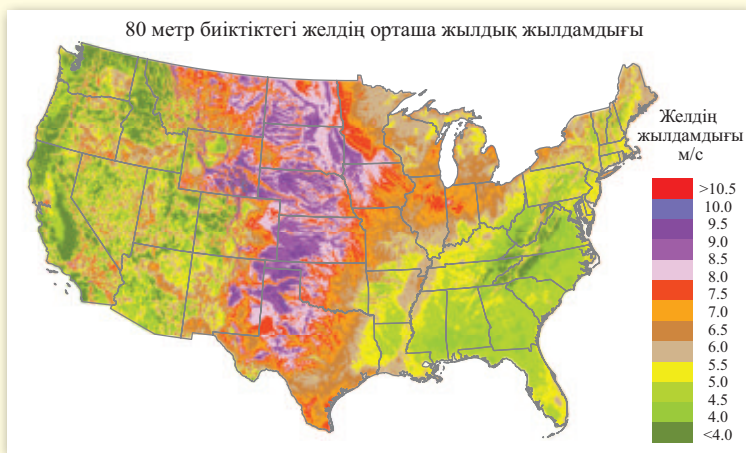


▲ 6.В-сурет. Ғаламдық жиынтықталған анықталған жел қуаты, 2003–2013.

Желден пайда болатын механикалық қуат әдетте қолжетімді электр энергиясы пайда болғанға дейін суды айдау мен бидайды, жүгеріні майдалау үшін қолданылатын, ауыл шаруашылық жел диірмені осы күнге дейін көптеген ауылды жерлерде үйреншікті нәрсе. Керісінше, заманауи желмен қуаттанған электрлік турбиналар үйлерді, кәсіпорындар мен өндіріс орындары үшін электр қуатын өндіреді. Ғаламдық желден туындайтын қуат әрбір 3 жыл сайын екі еселенеді (**6.В-сурет**). Ғаламдық жел энергиясы Кеңесінің айтуынша, 2013 жылдың аяғында әлемдегі ең көп орнатылған желден туындайтын қуат Қытайда болды (28.7 пайыз), одан кейінгі орында Құрама штаттары (19.2 пайыз), Германия (10.8 пайыз), Испания (7.2 пайыз) және Индия (6.3 пайыз).

Жел қуатының нысаны үшін қолайлы орынды таңдауда желдің жылдамдығының маңызы зор. Жалпы, минимум орташа желдің жылдамдығы шамамен секундына 6 метр болу керек, бұл ауқымды жел қуатының нысанының тиімді болуы үшін қажет.

Желдің жылдамдығындағы кішкене айырмашылық нәтижесі қуатты өндірудегі үлкен айырмашылыққа әкеледі, сондықтан өндірілетін электр энергияның құнында үлкен айырмашылық болады. Мысалы, сағатына 13 миль орташа желдің жылдамдығымен осы аймақта жұмыс істейтін турбина, сағатына 12 миль жұмыс істейтін турбинаға қарағанда шамамен 30 пайыз электр энергиясын артығырақ шығарады. Сонымен қатар, желдің төмен жылдамдықтарында жиналатын кішкентай қуат бар: сағатына 6-мильдік желдер, сағатына 12-мильдік желдердің сегізден бірінен кем қуат құрайды.



▲ **6.Г-сурет. АҚШ үшін жел күшінің шамасы.** Ірі жел құрылғылары орташа жел жылдамдығының шамамен секундына 6 метр болуын қажет етеді.

Заманауи АҚШ жел өнеркәсібі Калифорниядан басталғанымен, көптеген басқа штаттарда да үлкен жел потенциалы бар. **6.Г-суретте**, мөлшерленген орташа желдің 80 метр биіктіктегі жылдамдығы көрсетілген, беткі қабаттан жоғары деңгейде – көбінесе коммерциялық жел турбиналары жұмыс істейді. Желінің орташа жылдамдығы шамамен секундына 6 метрден көп болған аймақтар даму потенциалы бар деп есептеледі. 2013 жылдың аяғында, ең көп орнатылған жел күші Техас штатында болды (12355 МВт), одан кейінгі орында Калифорния (5830 МВт), Айова (5178 МВт), Иллинойс (3568 МВт) және Орегон (3153 МВт). Кейбір ірі жел шаруашылықтары: Альта жел қуаты орталығы, Калифорния штаты; Шефердс Флэт жел шаруашылығы, Орегон штаты және Роскоу жел шаруашылығы, Техас штаты.

Электр қуатын жанармай жағу арқылы алумен салыстырғанда, жел қуатын өндіру ластау тұрғысынан алғанда аз әсер етеді. Дегенмен, жел қуатымен байланысты басқа проблемалар бар, олардың көбі жергілікті проблемалар. Олардың ішіндегі ең маңыздысы – құстардың өлімі, оның себебі кейде құстардың жел турбиналарымен қақтығысып қалуы. Қате орнату, шу мен бақылау әсерінен туындаған жер эрозиясы потенциалды қоршаған ортаның проблемасы болып есептеледі.

АҚШ-тың Энергия Департаменті қазіргі уақытта теңіз жел технологияларын дамыту үшін қаражат бөледі. Теңіз желдері, жер үстіндегі желге қарағанда жойқын, күшті және ұйытқуы жүйелі болады. Деректер бойынша, 4000000 мегаватттан (МВт) астам қуат Құрама Штаттар мен Ұлы көлдер жағалауларындағы қоғамдық орындарда қолжетімді. Бұл жалпы АҚШ-тың электр өндіретін қуатынан төрт есе көп. Өкінішке орай, бұл аймақтардың дамуы біздің жел турбиналарымен жағалау орындарын көркем етуді қаламауымыздан емес.

АҚШ-тың электр энергиясының тек шағын бөлігі ғана жел қуатынан алынады, Энергия Департаментінің мақсаты 2030 жылда АҚШ-тың электр энергиясының 20 пайызын желден алу,

оның 4 пайызы теңіз жел шаруашылығынан алынады деп күтілуде. Бұл мақсат жалпыұлттық жел қуатының қазіргі өсу қарқынымен үйлеседі. Осылайша, желден пайда болатын электр энергия альтернативті түрден негізгі қуат көзіне айналады.

Сұрақтар

1. Қай елде ең үлкен жел туғызушы күш бар?
2. Жел қуатын өндірумен байланысты қоршаған ортаның потенциалды проблемаларын атаңыз.

Нақты аймаққа шаққандағы желдің заңдылықтарын білу өте пайдалы болуы мүмкін. Мысалы, әуежайларды салған кезде, ұшып-кону жолдары басыңқы желдің бағытымен ұшақтың ұшуын және конуын оңтайландырылады. Сонымен қоса, басыңқы жел аумақтың ауа райына және климатына үлкен әсер етеді. Тынық мұхиты Солтүстік Батыс Каскадты таулары сияқты солтүстіктен оңтүстікке қарай биіктейтін таулар басыңқы батыс желдерінің көтерілуіне себеп болады. Осылайша, жел соғатын (батыс) бөлігі жауын-шашынды, ал желсіз жағы (шығысында) жауын болмайды.

Желдің жылдамдығын өлшеу

Әдетте желдің жылдамдығын **тостағаншалы анемометр** көмегімен өлшейді, оның автомобильдегідей спидометрі болады. Кейде **әуе қалақшасы** желбағар не анемометр орнына қолданылады. Бұл құрал бір соңында зырылдауығы бар желбағарға ұқсайды. Белағаш зырылдауықты желге қарсы ұстап тұруға көмектеседі, ал қалақшалары желдің жылдамдығына пропорционал жылдамдықпен айналады. Бұл құрал желдің бағыты мен жылдамдығын үнемі жазып тұратын құралмен байланыстырылады. Бұл ақпарат ұдайы соғатын желдерді және жылдамдығын анықтауда жел энергиясын пайдаланатын аудандарды таңдауда маңызды (**6.2-мәліметтер жинағы**).

Кішкентай қонып-ұшу жолақатарында *жел шұлықтарын* жиі қолданады. Жел шұлығы екі жағы да тесік конус пішінді қап, желдің соғу бағытына байланысты өз бағытын да жеңіл ауыстырады. Қаптың үрленуі желдің күшін көрсетеді.

Естеріңе сала кетейік, Жер бетінің 70 пайызы сумен жабылған, сондықтан желдің жылдамдығын өлшеуде дәстүрлі әдістері қолдану қиыншылық тудырады. Ауа райы буйлар мен теңіздегі кемелер шектеулі аймақты қамтиды, бірақ жерсеріктерден жел туралы алынған ақпарат ауа райын болжауда әлдеқайда жақсы мүмкіндік береді. Мысалдардың бірі ретінде, НАСА-ның Халықаралық ғарыштық станциясына мұхиттардың бетіндегі желдің жылдамдығы мен бағытын өлшейтін құрылғы орнату жоспары, ол ауа-райын болжауды жақсартады, дауылдарды да бақылауға мүмкіндік береді.

Жоғарғы қабақтағы желдің бағыты мен жылдамдығын өлшеу де өте маңызды. Жоғарғы деңгей ағыны бұлттардың жылжуының жерсеріктік суреттерімен және радар көмегімен ауа ағынын атмосфераның бірнеше деңгейіндегі ауа шығынын анықтайтын **радиозондтар көмегімен** анықталады.

✓ 6.6 Бақылау сұрақтары

1. Оңтүстік-батыс желі ___ (бағыты) қарай ___ (бағыты) соғады.
2. Желдің бағыты 315° болған кезде ол көкжиектің қай жағынан соғып тұр?
3. Құрама Штаттарына шектес басыңқы желдер қалай аталады?

6 Ауа қысымы мен желдер тұжырымына шолу

6.1 Атмосфералық қысым мен жел ► Атмосфералық қысымды анықтау және оның ауа райы картасында қалай көрсетілетінін түсіндіру.

Түйінді сөздер: жел, атмосфералық қысым (ауа қысымы), ньютон, миллибар (мбар), сынап барометрі, барометрлік қысым, анероиды барометр, барограф, станциялық қысым, изобар, антициклон, циклон (ортаөндікті циклон), жота, жыра

- Жел ауаның горизонталь бағытта қозғалысы, ол көлденең ауа қысымының ерекшелігі нәтижесінде пайда болады.
- **Ауа қысымы** деп ауаға жоғарыдан салмақпен әсер ететін күшті айтамыз. Теңіз деңгейіндегі ауа қысымы бір квадрат дюймге шаққанда 14.7 фунтқа тең, немесе 1013.25 миллибар, немесе сынап бағанасымен 29.92 дюймге тең.
- Атмосфералық қысымды өлшеуде екі құрал қолданылады: сынаптың бағанасы ауа қысымын көрсететін сынап барометрі және анероидтық барометр, ол ауа қысымы өзгергенге қарай металл ұяшықтың сығылып не кеңейіп ауаны ығыстыруына не ішке тартуына негізделген.
- **Жер бетінің ауа райының картасында атмосфералық қысымды изобарларды – біркелкі қысым бар жерлерде қосылатын түзулерді қолдану арқылы белгілейді. Жоғарғы қабат ауа райын көрсетуде биіктік контурларын қолданады. Бұл жерде биіктік контурлары мен изобарлар арасында қарапайым байланыс: жоғарғы көтерілген контурлар жоғары қысымды және төмен түскен контурлар төмен қысымды бейнелейді.**

6.2 Неліктен ауа қысымы әртүрлі болады? ► Жер беті мен жоғарғы қабаттағы қысымға әсер ететін факторлар мен сипаттамалары.

Түйінді сөздер: АҚШ қалыпты атмосферасы, конвергенция, дивергенция

- **Кез келген аталған биіктіктегі ауа қысымы осы нүктенің төбесіндегі ауа массасына тең.** Биіктік төмендеген сайын қысым төмендеу жылдамдығы жоғарғы қабатпен салыстырғанда жер бетінде айтарлықтай көбірек болады.
- **Жер бетіне әсер ететін қысымның мөлшерін айқындауда температура мен ылғалдылық деген екі фактор үлкен әсер етеді. Салқын және құрғақ ауа массасы жер бетінде жылы және ылғал ауа массасымен салыстырғанда жоғарғы қысым туындатады.**
- Температура айырмашылығы көлденең ауа қысымындағы ерекшелікті туындатады да ол өз кезегінде ауа ағынының жоғары қысым аумағынан төмен қысым аумағына қарай жылжытады. Жалпы айтқанда, салқын ауа жер бетіндегі жоғары қысыммен сипатталады, ал жылы ауа жер бетіндегі төмен қысыммен сипатталады. Жоғарғы қабатта керісінше, жоғарыдағы жылы ауа салқын ауамен салыстырғанда жоғары қысымға ие.

6.3 Желге әсер ететін факторлар ▶ Атмосфераға әсер ететін үш күштің тізімі мен сипаты, олардың ары қарай желді туындатуы немесе желге әсері.

Түйінді сөздер: қысымның градиент күші (ҚГК) (PGF), Кориолис күші, үйкеліс, шекаралас қабат

- **Жел келесідегідей факторлар:** (1) қысымның градиент күші, (2) Кориолис күші және (3) үйкелістің комбинациясымен бақыланады. Желдің негізгі жылжытушы күші қысымдардың ерекшеліктері нәтижесінде туындайтын қысымның градиент күші болып табылады, ол картада изобарлар арақашықтығымен белгіленеді. Жақын орналасқан изобарлар қысым градиентінің күрт өзгеретінін және қатты желдерді көрсетеді, ал арасы алыс орналасқан изобарлар әлсіз қысым градиент күші мен самал желдерді көрсетеді.
- **Кориолис күші Жердің айналуы себепті желдің бағытының ауытқуын туындатады** (солтүстік жарты шарда оңға қарай, ал оңтүстік жарты шарда солға қарай).
- **Үйкеліс Жер бетіне жақын ауа ағынына айтарлықтай әсер етеді, алайда бірнеше шақырымға биіктеген сайын мүлдем әлсірей береді.**

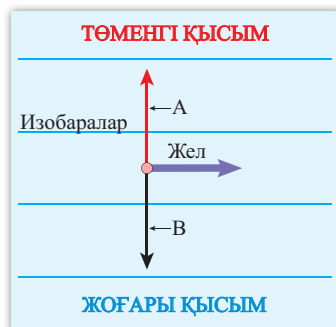
6.4 Жоғарғы қабат желдері және жер беті желдері ▶ Неліктен жоғарғы қабат желдері изобар бойымен, ал жер бетіндегі желдер қисық бұрышпен изобраны кесіп өтетінін түсіндіру.

Түйінді сөздер: геострофикалық желдер, Байс Баллот заңы, градиент желдер, циклондық ағын, антициклондық ағын

- **Бірнеше шақырым биіктікте қысымның градиент күші мен Кориолис күшінің арасында тепе-теңдік болған кезде геострофикалық желдер түзіледі. Геострофикалық жел салыстырмалы түрде түзу сызық бойымен изобарға параллель қысымның градиент күшіне пропорционал жылдамдықпен қозғалады.**
- Қисық сызықты изобарларға параллель біркелкі жылдамдықпен соғатын желдерді градиент желдер деп атайды. Орта ендікті циклондардағы сияқты төмен қысым жүйелеріндегі ауа циркуляциясы циклондық ағын деп аталады, солтүстік жарты шарда сағат тіліне қарсы және оңтүстік жарты шарда сағат тілі бойымен қозғалады.
- Жоғары қысым ортасы антициклон деп аталады да, солтүстік жарты шарда сағат тілімен және оңтүстік жарты шарда сағат тіліне қарсы бағытта қозғалатын антициклондық ағынды сипаттайды.
- Жер бетіне жақын жерде ауа ағынының бағытын анықтауда үйкеліс айтарлықтай рөл ойнайды. Бұл құбылыстың нәтижесінде ауа қисық бұрыш жасап төмен қысым аумағына қарай изобарны кесіп өтеді. Осы себепті туындаған желдер Солтүстік жарты шарда циклонның үстінен сағат тіліне қарсы соға береді. Солтүстік жарты шарда жер беті антициклондарда желдер сағат тілі бойымен және сыртқа қарай соғады.

Сұрақтар. Келтірілген суретті келесі сұрақтарға жауап беру үшін қолданыңыз.

- а. А деп белгіленген бағдар келесілердің – қысымның градиент күшін, Кориолис күшін немесе үйкелістің қайсысын көрсетуде?
- ә. В деп белгіленген бағдар келесілердің – қысымның градиент күшін, Кориолис күшін немесе үйкелістің қайсысын көрсетуде?
- б. Суретте көрсетілген жел Жер бетінде ме әлде жоғарғы қабатта орналасқан ба?

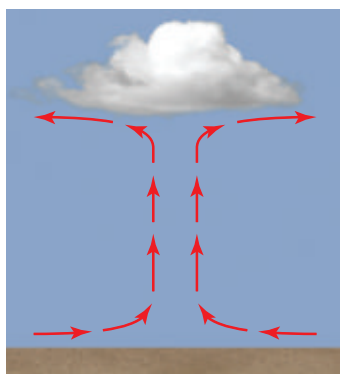


6.5 Қалайша желдер ауаның тігінен қозғалысын туындатады? ▶

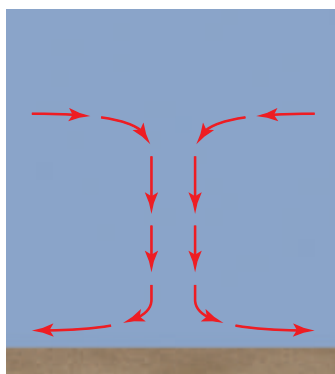
Төмен қысым ортасы (циклон) мен жоғары қысым ортасында (антициклон) ауа ағынының сипаттамасы және әрқайсысымен байланысты ауа райы.

Түйінді сөздер: қысым тенденциясы (барометрлік тенденция)

- Жер беті төмен қысым жүйелері (немесе циклон) өзімен байланысты горизонталь конвергенция бойымен сақталады не дивергенцияға ұшырап (сыртқа таралып) күшейіп жоғарғы қабатқа өтеді. Жер беті циклонмен жалғасатын конвергенция жоғарғы қабатта дивергенцияға ұшырап, ауаның жоғары бағытталған таза қозғалысын туындатады. Осылайша, төмен қысым орталығының өтуі дауылды ауа райымен сипатталады.
- Жақсы ауа райын жоғары қысым жүйесі немесе антициклон жақындағанда күтуге болады.



А.



Ә.

Сұрақтар. Келтірілген ауаның жер беті ағыны, тігінен ағыны, жоғарғы қабат ағыны, бұлт жамылғысы белгіленген екі қысым жүйесінің қарапайым көлденең қимасына қарап келесі сұрақтарға жауап бер.

- а. Көлденең қиманың қайсысы (А не Ә) циклонның мінсіз ағынын көрсетуде?
- ә. Циклон айналасындағы жер беті ағыны ішке бағытталған ба (конвергенцияланған) немесе сыртқа бағытталған (дивергенцияланған) ба?

- б.** Антициклон ортасындағы ауаның тігінен ағыны жоғары әлде төмен бағытталған ба?
- в.** Сіз циклонмен байланыстырылған қандай ауа райы жағдайын күтетін едің, бұлтты ма әлде ашық күнді ме?

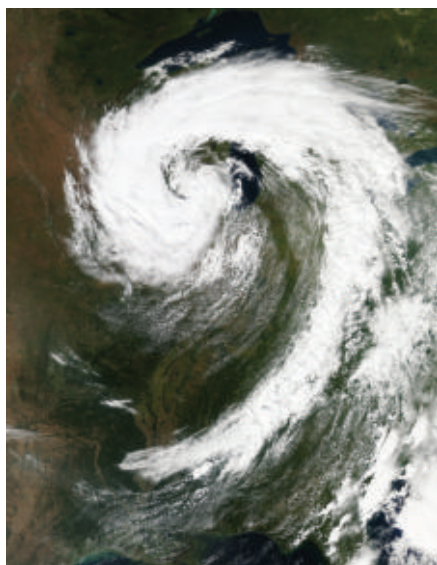
6.6 Жел өлшемдері ► Басым желге анықтама беріңіз және жел бағыты қалай сипатталғандығын түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: флюгер, басым жел, кеселі анемометр, әуефлюгері, радиозондты ұшқыш шар

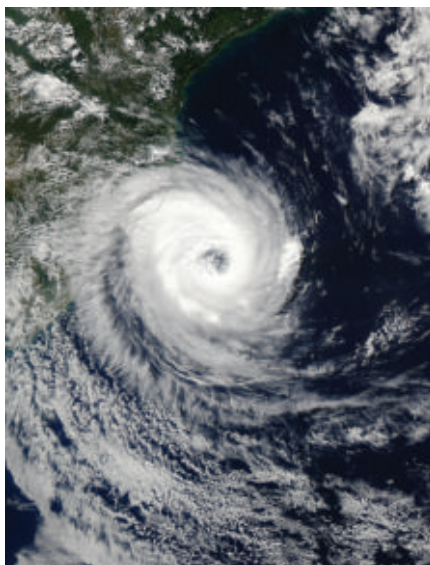
- Желдің негізгі екі өлшемі болып табылатын бағыты мен жылдамдығы күнделікті синоптикалық картаның бір бөлігі ретінде өлшеніп тіркеледі. Жел әрқашан соғып тұрған бағыттан бастап белгіленеді.
- Анемометрлер жел жылдамдығын өлшейді; флюгерлер жел бағытын анықтайды; әуефлюгерлері мен космос серіктері жел жылдамдығы мен бағытын көрсетеді.

Ой жүгірту

- 1.** Беріліп отырған әуе серіктерінің бейнелері екі циклонмен байланысты бұлт пішіндерін көрсетеді (төменгі қысым жүйесі).
- а. Берілген әрбір қысым тетігі айналасындағы ауа ағынын анықта (сағат тілінің бағытымен немесе сағат тілінің бағытына қарсы)
 - ә. Берілгендердің қайсысы Солтүстік Жарты шарда орналасқан?
 - б. Берілген дауыл жүйелерінің қайсысы тропикалық циклон (құйын) екендігін анықтай аласыз ба?

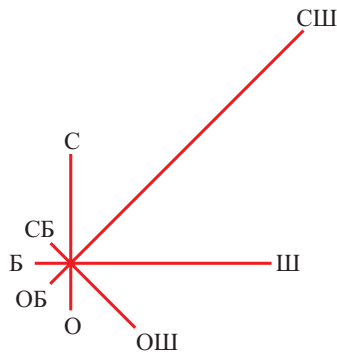


А.



Ә.

2. Берілген келесі сипаттамалар Кориолис күшінің жылжымалы объектіге қатысты әсерінің бағытын (мысалы, шығыс, батыс, солтүстік-батыс) көрсетеді.
 - а. Нью Йорктан Чикагоға бағыт алған коммерциялық реактивті әуе кемесі.
 - ә. Оңтүстік Дакотада оңтүстіктен солтүстікке лақтырылған бейсбол добы.
 - б. Солтүстік-шығыс Сент-Луистен Детройтке жүзіп бара жатқан дирижабль.
 - в. Австралияда батыстан шығысқа лақтырылған бумеранг.
 - г. Экватор бойымен лақтырылған доп.
3. Қатты желді ауа райы жағдайы батыстан Мичиган өзеніне жетсе, желдің жылдамдығы өзеннен асып өткен соң қалайша өзгеруі мүмкін? Жауабыңызды түсіндіріңіз.
4. Беріліп отырған карта – үш қысым тетігі орталықтары нөмірленген, 2011 жылы 2-сәуірге арналған жер бедерінің қарапайым синоптикалық картасы.
 - а. Қысым тетіктерінің қайсысы антициклон (жоғарғы атмосфералық қысым аймағы), қайсысы циклон (төменгі атмосфералық қысым аймағы) болып табылады?
 - ә. Нәтижесінде ең қатты жел тудырып отырған қай қысым жүйесі ең жоғарғы қысым градиентіне ие?
 - б. 3 қысым жүйесі қатты немесе әлсіз екендігін анықтау үшін 6.2-суретке назар сал.
5. Егер сіз Солтүстік жарты шарда өмір сүрсеңіз және бірқалыпты ендік циклоны орталығының батысында тікелей тұрсаңыз, жел бағыты қандай болуы мүмкін?
6. Берілген келесі барометрмен қысымды анықтаудың уақыт бөліктері бұлттылық пен атмосфералық жауын-шашынды ескере отырып, төмендегі әрбір күнге *ықтимал* ауа райы жағдайын түсіндіреді:
 - 1-күн: қысым 1025 миллибарда тұрақты;
 - 2-күн: қысым 1010 миллибарға тең және төмендеп бара жатыр;
 - 3-күн: қысым 4 күндік минимумына жетіп, 992 миллибарды көрсетеді;
 - 4-күн: қысым 1008 миллибарға тең және артып келеді.
7. Егер сіз электр қуатын өндіретін жел турбинасын орнатқыңыз келсе, сіз әдетте жоғарғы әлде төменгі қысым градиентін көрсететін аймақты іздестіресіз бе? Түсіндіріңіз.



8. Әуежай құрылысын жоспарлаған кезде, ұшып-қону жолақтарының ұшақтардың ұшқан кезде желге қарсы бағыт алуына қарай салынуы маңызды. Ілеспе жел тармақтарына назар салыңыз және ұшып-қону жолақтарының орналасуын және ұшақтардың ұшқан кездегі бағытын талқылаңыз.
9. Сіз және досыңыз жаңбырлы күні теледидар көріп отырғанда, ауа райы жөнінде репортер: «Барометрлік қысым 28.8 дюймге тең және артып келуде», – деп хабарлайды.

Мұны естіген сіз былай дейсіз: «Бұл шындыққа саятын тәрізді. Ауа райы жақсарып келеді». Егер де досыңыз келесі сұрақтарды қойса, қалай жауап берер едіңіз?

а. Мен ауа қысымы ауа салмағына байланысты деп ойлаушы едім. Қалайша «дюйм» салмаққа қатысты бола алады?

ә. Неліктен сіз ауа райы жақсарғалы жатыр деп ойлайсыз?

- 10.** Екі жарты шардағы жоғарғы және төменгі қысым тетіктеріне байланысты жел бағыттарын көрсету үшін беріліп отырған диаграмманы қолданыңыз. Солтүстік жарты шардағы төменгі қысым жүйесінің диаграммасы аяқталып қалды. Басқа да қысым тетіктеріндегі желді көрсету үшін нұсқарларды салыңыз.

Мәселелер

- 6.3-суретте қарапайым сынапты барометр бейнеленген. Шыны түтік ауадан толығымен тазартылып, сынап ыдысына орнатылған кезде, сынап шегіне дейін артады, нәтижесінде, ашық ыдысқа әсер етіп отырған ауа күші тартылыс күшіне қарсы тұрып, сынапты түтік бойымен төмендетеді. Сынаптың тығыздығы: 13534 кг/м^3 . Бұл дегеніміз сумен салыстырғанда (1000 кг/м^3) өте тығыз екендігін білдіреді. Сынапты барометрде сынап стандартты теңіз деңгейінің қысымында 29.92 дюймге дейін көтеріледі. Егер де сынаптың орнына суды қолданған жағдайда, барометрдің ұзындығы қанша болар еді?
- Орташа ауа қысымы теңіз деңгейі бойынша шамамен 14.7 фунт/кв.дюймді құрайды. Осы мәліметті пайдаланып, бүкіл атмосфера салмағы қанша болатынын есептеңіз. (*Еске түсіру:* Жердің радиусы 3963 миль).

Метеорологияны меңгеру™

Қосымша зерттеулер мен тестке арналған дайындық материалдарын іздеп жүрсіз бе? Интерактивті карта, Жер ғылымына арналған анимациялар, геологиялық деректер, RSS жаңалықтары, дидактикалық карточкалар, сайттарға сілтемелер, өз бетінше оқуға арналған сауалнамалар және де «*Атмосфераның*» мәтінді нұсқасы тәрізді әртүрлі ресурстарға қол жеткізу арқылы осы бөлім бойынша біліміңізді тереңдету үшін «*Метеорологияны меңгеру*»™ оқу-зерттеу порталына кіріңіз.

7

Атмосфера циркуляцисы



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 7.1** Тикромасштабты, мезомасштабты, макромасштабты желдердің айырмашылығын атаңыз және әрқайсысына мысал келтіріңіз.
- 7.2** Жергілікті желдің төрт түрін атаңыз және олардың қалыптасуын сипаттаңыз.
- 7.3** Жер шарындағы циркуляцияның үш-төрт үлгісін сипаттаңыз немесе нобайын сызыңыз.
- 7.4** Жердің дәріптелген қысым алқабының белдеулерін қорытындылаңыз. Құрлықтар және маусымдық температура өзгерістері дәріптелген үлгіні қалай күрделендіре түсетінін түсіндіріңіз.
- 7.5** Азия муссоны қалыптастыратын жер шары циркуляциясындағы маусымдық өзгерістерді сипаттаңыз.
- 7.6** Орта ендік үстіндегі ауа ағысында батыс бөлігінің құрылымы шығыс бөлігінен неге қатты ерекшеленетінін түсіндіріңіз.
- 7.7** Полярлы струялық ағынның пайда болуын және оның орта ендіктегі циклондық дауылдармен байланысын түсіндіріңіз.
- 7.8** Дүниежүзілік картаға негізгі мұхит ағыстарын сызып, белгілеңіз.
- 7.9** Оңтүстік тербелістерді және оның Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяға қатынасын сипаттаңыз. Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяның Оңтүстік Америка климатына әсерін атаңыз.
- 7.10** Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуына әсер ететін негізгі факторларды талқылаңыз.

Ж Жер бетінің біркелкісіз жылынуынан туындаған қысым айырмашылықтары дүниежүзілік жел жүйесін қалыптастырады. Түрлі масштабтағы бұл желдер жер бетінің температурасындағы айырмашылықтарды теңестіру үшін тоқтаусыз соғады. Маусым бойынша күннің максималды жылытатын аймағы орын ауыстырады, яғни Солтүстік жарты шарда жаз болса, оңтүстік жарты шарда қыс болады, сонымен бірге жалпы циркуляцияны құрайтын желдер де ендік бағытта орын ауыстырады. Бұл бөлімде дүниежүзілік жел жүйесін қалыптастыратын, жердің қысым аймақтарының таралуын сипаттайтын үлгілерге аса көңіл бөлінген. Бұл дүниежүзілік жел жүйесі мұхит айналымын тудырып, дүниежүзілік жауын-шашынды қалыптастырады.

7.1 Атмосфералық қозғалыстың масштабтары

Микромасштабты, мезомасштабты, макромасштабты желдердің айырмашылығын атаңыз және әрқайсысына мысал келтіріңіз

Жердің жоғары интеграцияланған жел жүйесі ғаламшарды қоршаған ауаның терең өзендерінің тізбегі ретінде қарастыруға болады. Негізгі ағыстарға енгізілген қатты желдердің көптеген түрлері бар, мысалы торнадо, құйын және ортаендікті циклондар. Бұл айналмалы жел жүйелер ағыстағы құйын сияқты дамып, кейін бірнеше болжамды тәртіп бойынша басылады.

АҚШ пен Канада тұрғындары негізінен батыстан шығысқа қарай орта ендік арқылы соғатын *батыс желдерімен* жақсы таныс. Алайда, соңғы кездері, желдер кез-келген бағытта соғуы мүмкін.

Жел өзінің бағыты мен жылдамдығын тез өзгерткен дауылды кезді есіңізге алыңыз. Қандай жылдамдықпен өзгерді, батыс желдері дегенді қалай сипаттауға болады? Бұл сұрақ жауабы жел жүйесі іске асатын атмосфералық циркуляциядағы шараларды *мөлшері* мен *уақыт бірлігіне* байланысты сұрыптау арқылы анықтамасын жеңілдету негізінде жатыр. Ауа райы картасының масштабында, мысалы бақылау станциялары бір-бірінен шамамен 150 шақырым қашықтықта орналасқан картада, шаңды аспанға көтерген шағын құйынды анықтау үшін тым шағын болып табылады. Оның орнына, ауа райы карталары циклондар мен антициклондармен байланысты, ірі ауқымды жел үлгілерін анықтайды.

Жалпы ауа райындағы кішігірім құбылыстарға қарағанда ірі құбылыстар ұзаққа созылады. Мысалы, шаңды құйындар бір-екі минут болса, ортаендікті циклондар Құрама штаттарды бірнеше күнде кесіп өтеді, кейде бір апта немесе одан да көп уақыт бойы ауа райына әсер етіп тұрады. Желдер атмосфералық циркуляцияның үш санатына бөлінеді: микромасштабты, мезомасштабты және макромасштабты.

Микромасштабты желдер

Ауаның кіші масштабтағы қозғалысын **микромасштабты желдер** деп атаймыз. Бұл кішігірім, бейберекетсіз желдер әдетте секунд немесе минутқа ғана созылады. Мысал ретінде қоқысты ауаға ұшырып жіберетін қарапайым желдің көтерілуін **(7.1(A)-сурет)** және кішігірім, біраз күштірек ұйытқыма секілді шаңды құйындарды айтуға болады. Шаңды құйындар торнадоны еске салғанмен, олар торнадоға қарағанда әлсіздеу және қарқындылығы төмен **(7.1-мәліметтер кестесі)**.

Мезомасштабты желдер

Мезомасштабты желдер әдетте бірнеше минутқа, кейде бірнеше сағатқа жалғасады. Бұл орта мөлшердегі құбылыс кем дегенде 100 шақырым аралығында соғып, күшті жоғары көтерілген ағыстар мен төмен түскен ағыстарды, торнадоны, сондай-ақ *жергілікті желдер* деп аталып, бірқатар бірегей жел жүйелерін қамтиды **(7.1(Ә)-сурет)**. Кейбір мезомасштабты желдер, мысалы жоғары көтерілген ағыстар мен төмен түскен ағыстар – найзағайлармен қоса болады және вертикалды құрылымы өте күрделі. Жылдамдығы сағатына 100 шақырымнан асатын күшті төмен түскен ағыстар жер бетіне ауқымды залал келтіріп, қатты жаңбыр және бұршақты жаудыруы мүмкін. Торнадолар, ең жойқын мезомасштабты желдер, 10-бөлімде қарастырылатын болады.

Жағалау және теңіз бриздері, фен, ағынды желдер мезомасштабты желдерге жатады. Бұл желдер басқа да жергілікті желдермен бірге, келесі тарауда талқыланатын болады.

Макромасштабты желдер

Макромасштабты желдер деп аталатын ірі жел үлгілері, екі санатқа бөлінеді: *планеталық масштабтағы және синоптикалық масштабтағы*. **Планеталық масштабтағы желдерге** Жаңа Әлемді ашу кезінде Атлант мұхитынан желкенді кемелердің ары және бері жүзіп өтуінде соққан батыс және пассат желдерін мысал ретінде айтуға болады. Бұл үлкен масштабтағы ағын үлгілері бүкіл жер шарының айналасынан өтіп, бірнеше апта бойы өзгеріссіз тұруы мүмкін.

Шамалы кішірек **синоптикалық масштабтағы** макроауқымды циркуляцияны, сондай-ақ *ауа райы картасы масштабындағы* деп те атайды – диаметрі шамамен 1000 шақырым болып табылады және ауа райы карталарынан оңай анықталады.

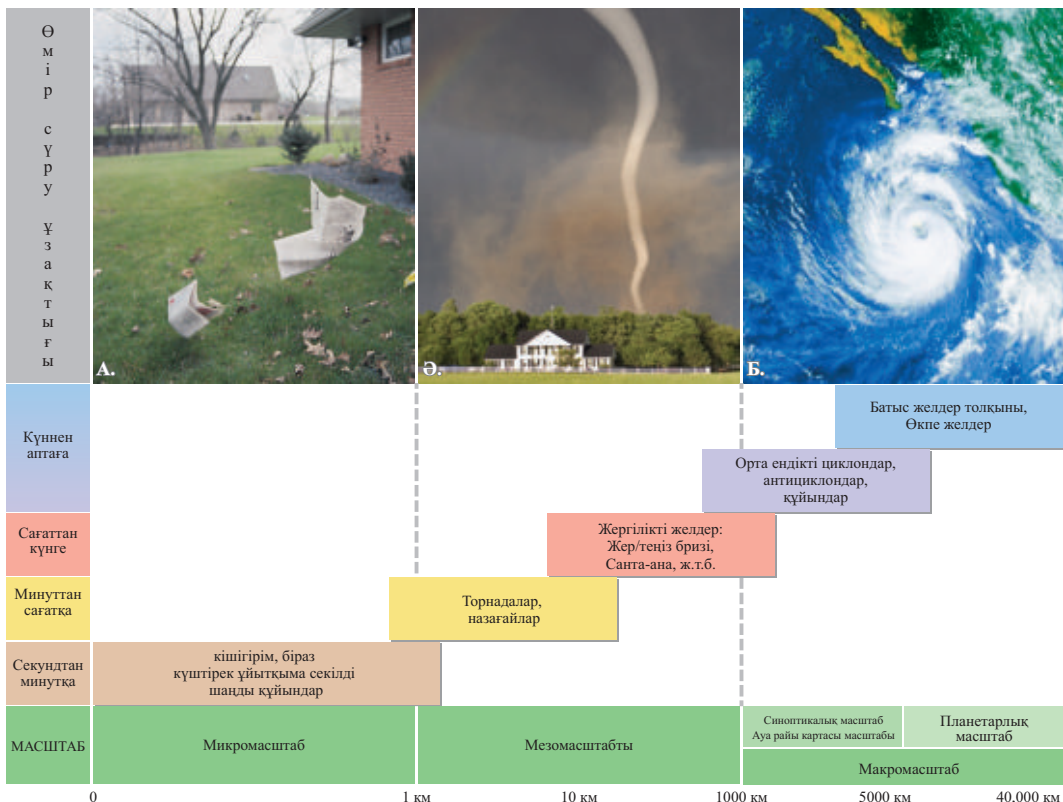
Екі белгілі синоптикалық масштабтағы жүйелер *орта ендікті циклондар және антициклондар* ауа райы карталарында төмен және жоғары қысымды аудандарда тиісінше пайда болады. Бұл ауа райын қалыптастырушылар негізінен орта ендікке тиесілі.

Ең кішірек макромасштабтағы ауа райы жүйелері жылы тропикалық мұхиттардың үстінде жаздың соңында және күздің басында қалыптасатын тропикалық дауылдар мен құйындарды қамтиды (**7.1(Б)-сурет**). Ірі орта ендік циклондары сияқты, осы жүйелердегі ауа ағымы ішке және жоғары қарай көтеріледі, бірақ желдер полюске соғатын дауылдардан әлдеқайда күштірек.

Барлық масштабтағы жел үлгілері

Өлшеміне сәйкес атмосфералық қозғалысты бөлу кең таралған тәжірибе болғанымен, дүниежүзілік желдер барлық масштабта құрамдас қозғалыс болып табылатынын есте сақтаңыз, кішірек құйындардан тұратын орта құйындар, орта құйындарды біріктіретін үлкен құйындар және үлкен құйындарды құраушы ирек өзендер сияқты. Мысал ретінде, Солтүстік Атлант мұхитының үстінде қалыптасатын дауылдарға байланысты желдерді қарастырамыз. Спутниктік суреттен осы тропикалық циклондарды қарайтын болсақ, дауыл мұхит үстімен баяу қозғалған бұралмалы бұлттардың көші-қоны ретінде байқалады (**7.1(Б)-сурет**). Осы тұрғыдан, ауа райы картасы (синоптикалық) масштабында дауылдың сағат тіліне қарсы айналуын оңай байқауға болады. Дауылдар айналмалы қозғалысымен қатар, жиі шығыстан батысқа немесе солтүстік-батысқа қарай жылжиды (Дауылдар батыс желдер белдеулеріне қарай қозғалғанда негізінен бағытын өзгертіп, солтүстік-шығысқа қарай қозғалады). Бұл қозғалыс арқылы аталған қатты желдер Солтүстік Атланттың тропикалық бөлігі арқылы батысқа қозғалған одан да үлкен ағысқа (планетарлық масштабтағы) енетінін байқауға болады.

Ұшақтың дауыл ішімен ұшуы арқылы зерттеу жүргізген кезде, дауылдың кейбір шағын масштабты аспектілері байқалады. Ұшақ жүйенің сыртқы жиегіне жақындағанда, спутниктік суреттен көрген үлкен айналмалы бұлттар көптеген жеке будақ-жаңбыр бұлттарының мұнараларынан (найзағайлардан) тұратыны анық байқалады. Бұл әрбір мезомасштабты құбылыстар бірнеше сағатқа созылады және олар үнемі жаңаланып дауылдың болуын жалғастырады. Ұшу барысында біз сондай-ақ жеке найзағайлар тіпті аз ауқымды турбуленттілікті тудырғанын анықтадық. Бұлттардағы жылы ауа ағысының жоғары көтерілуі және төмен түсуі ұшу барысында біраз кедергілерді қалыптастырады.



▲ 7.1-сурет. Атмосфералық қозғалыстың үш масштабы. А. Қоқыстың ұшуы микромасштабты желді суреттейді. Б. Торнадоны қалыптастырушы қатты найзағайлы дауыл мезомасштабты жел жүйесін бейнелейді. В. Құйынның спутниктік бейнесі макромасштабты циркуляцияның мысалы.

Қорытындылай келе, дүниежүзілік жел жүйесі көлемі мен орын алған мерзімге негізделіп үш топқа бөлінеді. Кішірек микромасштаптағы желдер, мысалы шаңды құйындар бірнеше минут ғана созылуы мүмкін, ал күшті жоғары көтерілген ағыстар мен төмен түскен ағыстардан, торнадолардан және жергілікті желдерден тұратын үлкенірек мезомасштабты желдер бірнеше сағатқа созыла алады. Ең ірі макромасштабты желдер батыс желдерінен және пассаттардан тұрады және бірнеше апта бойы тұруы мүмкін. Сәл кішірек макромасштабты жүйелер орта ендікті циклондардан, тропикалық дауылдардан және құйындардан тұрады.

✓ 7.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Атмосфералық айналымының үш негізгі санаттарын атаңыз және әрқайсысына кем дегенде бір мысалдан келтіріңіз.
- 2 Жел жүйесінің көлемі оның болу ұзақтығымен (уақыт аралығында) қалай байланысты екенін сипаттаңыз.
- 3 Атмосфералық айналымның қандай масштабы орта ендікті циклондарды, антициклонды, тропикалық циклондарды (құйындарды) қамтиды?
- 4 «Дүниежүзілік желдер барлық масштабтағы желдердің құраушысы болып табылады» деген тұжырымдаманың мағынасын өз сөзіңізбен түсіндіріңіз.

7.1-мәліметтер жинағы

Шаңды құйын

Әлемнің қуаң аймақтарына тән бірыңғай құбылыстар *шаңды құйындар* болып табылады. **(7(A)-суреті)** Олар торнадоларға ұқсас болғанымен көлемі жағынан кішірек және қарқындылығы төмендеу болады. Шаңды құйындардың диаметрі бірнеше метрге дейін және биіктігі шамамен 100 метрге (300 фут) дейін жетеді. Құйындар әдетте бірнеше минутқа созылатын, қысқа мерзімді құбылыс болып келеді.



▲ **7(A)-суреті. Шаңды құйын.** Құйындардың айналысы торнадоны елестеткенімен, олар анағұрлым аз туындайды және анағұрлым бәсең болады.

Конвективті бұлттармен байланысты торнадоларға қарағанда, шаңды құйындар күн ашық, топырақ құрғақ болған кезде пайда болады. Жер бетінің қызуы олардың қалыптасуына әсер етеді, шаңды құйындар көбінесе күннің екінші жартысында, жердің беткі қабаты қызғанда пайда болады.

Еске салатын болсақ, жердің беткі қабатына жақын ауа бірнеше метрге жоғары орналасқан ауаға қарағанда жылы болғандықтан, бұл жерге жақын ауа қабаты тұрақсыз болып келеді. Жердің беткі қабатындағы жылы ауа жоғары көтеріле бастайды. Құйын қатты қызғандықтан жоғары қарай тез көтерілген ыстық ауаның өз жолындағы салқын қабатпен (көбіне жаңбырлы будақ бұлтпен) кездескен жерінде құралған төмен қысымды аймақтан басталады. Құйын бағанасының орталық бөлігінде ауа қысымының төмендігінен Жер бетінен бұлтқа қарай соғылу процесі жүреді. Бұл білік бойынша жүретін ауаның айналмалы қозғалысы, ауаның жер бетінен топырақты, қарды немесе суды дөңгелете көтеріп, екіпінді қозғалуы. Ол көтерілген кезде жылжып бара жатқан биік бағанаға ұқсайды.

Көптеген шаңды құйындар кішірек және қысқа уақыт аралығындағы құбылыс болып келеді. Сәйкесінше, деструктивті емес. Алайда, құйындардың диаметрі және биіктігі 100 метрге дейін немесе одан да жоғары болуы мүмкін.

Сұрақтар

1. Шаңды құйындар қалай пайда болады?
2. Шаңды құйындар торнадолардан қалай ерекшеленеді?

7.2 Жергілікті желдер

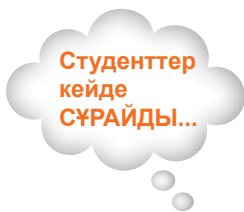
Жергілікті желдің төрт түрін атаңыз және олардың қалыптасуын сипаттаңыз

Жергілікті желдер мезомасштабты желдердің бір мысалы ретінде (соғу ұзақтығы бойынша минуттан сағатқа дейін және қашықтығы бойынша 1-ден 1000 шақырымға дейін). Жер беті біркелкі қызбайды, нәтижесінде түрлі қысым аймақтары қалыптасады. Мысалы, жақсы қызған жер беті тұсында жоғары бағытталған ауа ағындары байқалса, салыстармалы түрде салқын жер беті тұсында төмен қарай бағытталған ауа ағындары байқалады. Бірінші жағдайда жер беті тұсында төмен атмосфералық қысым, екінші жағдайда жоғары атмосфералық қысым қалыптасады. Сондықтан осы екі түрлі қысым облыстар арасында горизонталды ауа ағындары, яғни жел тұрады.

Естеріңізге сала кетсек, *желдер қай бағыттан* соқса солай аталады. Бұл жергілікті желдерге де қатысты. Сөйтіп, теңіз бриздері су үстінен бастау алып, құрлыққа қарай соқса, ал аңғарлық желдер бөктерлерге қарай соғады.

Құрлық және теңіз бриздері

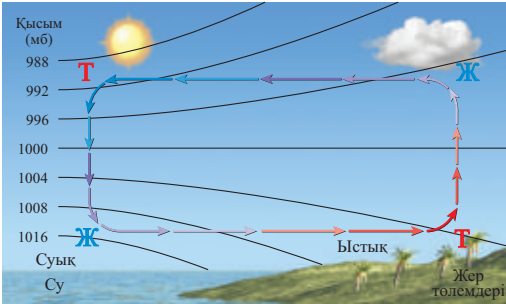
Теңіз және құрлық арасында дамиды күнделікті температура айырмашылықтары және теңіз бриздері қалыптастыратын қысым нәтижелері жайлы 6-бөлімде талқылаған болатынбыз (6.12-суретті қараңыз). Күндіз құрлық тез әрі жақсы қызады, ал теңіз беті баяу қызғаннан салқын болып тұрады. Сондықтан құрлық тұсында төмен қысым, теңіз тұсында жоғары қысым қалыптасып, жел теңізден құрлыққа қарай соғады. Бұл ауа массасының орын ауыстыруы жерге жақын төменгі қабатта жүзеге асады. **Теңіз бризі** су бетінде салқын ауа ретінде қалыптасып, қысымы төмен құрлыққа қарай соғады (**7.2(A)-сурет**). Түнде керісінше, жер беті тез суып, онда жоғары қысым, су беті баяу әрі аз суып, оның тұсында төмен қысым байқалады. Түнгі, яғни **жағалаулық, бриз құрлықтан** теңізге соғады (**7.2(Ә)-сурет**).



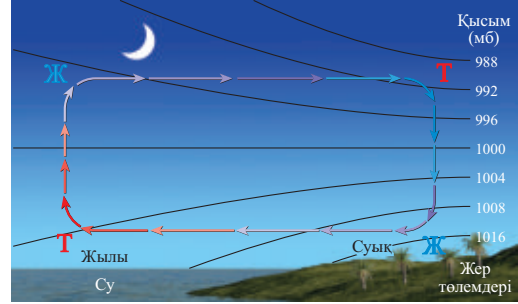
Құрама Штаттарда тіркелінген ең жоғарғы жел жылдамдығы қандай болды?

1934 жылы 12 сәуірде Вашингтон тауындағы Нью-Гемпшир станциясында тіркелінген ең жоғары желдің жылдамдығы сағатына 372 километрді қамтыды. Теңіз деңгейінен 1879 метр биіктікте орналасқан Вашингтон тауындағы обсерваторияда желдің жылдамдығы сағатына 56 километрді қамтыды. Өте қатты желдер әрине таудың шыңында болды, бірақ ол жерде құралдар болмағандықтан жел жылдамдығы тіркеуге алынбады.

Теңіз бризі жағалаулық аймақтың ауа райын жұмсартпа әсер етеді. Теңіз бризі басталғаннан кейін көп ұзамай, жер үстіндегі ауа температурасы 5° - 10° C-ге төмендеуі мүмкін. Дегенмен, бұл бриздердің салқындатушылық әсері тропикті құрлықтың 100 шақырым қашықтығына дейін және орта ендікте аталған қашықтықтың жартысынан азына әсер ете алады. Бұл салқын теңіз бриздері әдетте түске дейін басталып және түстен кейін жоғары қарқындылыққа жетеді, шамамен сағатына 10-нан 20 шақырымға дейін.



А. Күндіз су бетіндегі анағұрлым суық және тығыз ауа теңіз брізін құра жерге сіңеді.



Ә. Түнде теңізге караганда жер офшорды ағынды құра отыра жылдам кебеді.

▲ 7.2-сурет. Теңіз бризі мен құрлық бризі.

Кішірек масштабтағы теңіз бриздері ірі көлдер жағалауында да дами алады. Ұлы көлдерге жақын қалалар, мысалы Чикаго сияқты, жаз мерзімі кезінде «көлдің әсері» тиімді болып келеді, ыстық құрлықты бөліктегі тұрғындармен салыстырғанда көл жағалауындағы тұрғындар салқын ауамен рахаттанады. Көптеген жерлерде теңіз бриздері сондай-ақ бұлттылық пен жауын-шашын мөлшеріне ықпал етеді. Мысалы, Флорида түбегінде жаз мезгіліндегі жауын-шашынның артуына екі жақтан соғатын Атлант және Түбекті жағалаудағы теңіз бризіне байланысты конвергенция әсер етті.

Құрлық және теңіз бриздерінің қарқындылығы мен көлемі орын алған жеріне және маусымға байланысты әртүрлі болады. Орта ендікті жерлерге караганда, жыл бойы күннің жылуы қарқынды түсетін тропикалық аймақтарда теңіз бриздері жиі әрі қатты соғады. Ең қарқынды теңіз бризі тропикалық жағалаулық сызықтың салқын мұхит толқынымен тоғысқан жерінде дамиды. Орта ендікте, теңіз бриздері жылы айлар кезінде дамиды, бірақ түнгі уақытта құрлық бетіндегі температура мұхит бетіндегі температурадан әрдайым төмен бола бермеу себебінен құрлық бриздері де сирек болады.

Тау және аңғарлық желдер

Құрлық және теңіз бриздеріне ұқсас желдер таулы аймақтарда да кездеседі. Тәулік ішінде, тау беткейлеріндегі ауа аңғар үстіндегі ауаға караганда қарқынды қыздырылады (7.3(A)-сурет).



А. Аңғар желдері



Ә. Тау желдері

▲ 7.3-сурет. Аңғар және тау желдері.

Бұл жылы ауа тау беткейімен жоғары жылжып, **аңғар желдерін** қалыптастырады. Аңғар желдері тау шыңдарының үстінде қалыптасатын будақ бұлттарға себеп болады және жаздың жылы күндерінің екінші жартысында найзағайлы жаңбыр жаудыртады.

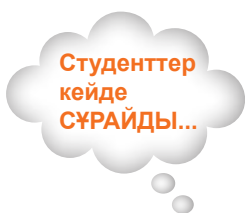
Күн батқан соң жел бағытын кері өзгертеді. Тау беткейлерінің жылдам жылу жоғалтуымен ауа салқындап, аңғарға қарай жылжиды және **тау желдерін** қалыптастырады (**7.3(Ә)-сурет**). Мұндай салқын ауамен құрғату жоталар кездесетін таулы аймақтарда жиі болып тұрады. Нәтижесінде суық ауа жер бетінің ең төменгі нүктелерінде болады.

Басқа желдер сияқты, тау және аңғар желдері мерзімге байланысты өзгереді. Аңғар желдері күн жылуы қарқынды болатын жылдың жылы мерзімдерінде байқалса, тау желдері жылдың суық мерзімдерінде байқалады.

Фен

Таудан ұйытқып соғатын жел – жылы және құрғақ. Ондай жел тау жотасының екі жағында атмосфералық қысым айырмашылығы үлкен болғанда пайда болады. Қысымы жоғары (ауа ағысы) жақта ауа біртіндеп жиналып, белгілі деңгейде тау жотасынан асып түсіп қысымы төмен (ауасы сирек) жаққа ағады. Ол ауа массасы тау жотасынан төмен түскенде әр 100 метр биіктік сайын адиабатты түрде 1°C-қа жылып отырады (2000 метрден түскенде ауа температурасы 20°C-қа артады), сондықтан да ол етекке ыстық болып түседі. Ауа температурасы артқанда оның салыстырмалы ылғалдылығы төмендейді, яғни ауа құрғақ болып шығады. Фен көбінесе қыста және көктемде байқалады.

Фен Колорадо тауларының шығыс беткейінде минустық температура орын алғанда қысты және көктемде төмен қарай соғады. Бұл құрғақ, жылы желдер салдарынан температурада қатты өзгерістер болады. Феннің пайда болуымен ауа температурасы бірден 20°C көтерілуге мүмкін. Бұл желдер қар жамылғысын лезде ерітіп жібереді, Америкада бұл желді «*chinook*» деп атайды («*chinook*» – *қарды жалмаушы*). Фендер күніне бір футтан астам қарды ерітіп жібере алады. 1918 ж. 21-ақпанында Солтүстік Дакотадағы Гранвильдан жылжыған жел температураны –33°F-тан 50°F-қа дейін көтеріп, 83°F-қа жоғарылатып жіберді.



Хабуб деген не?

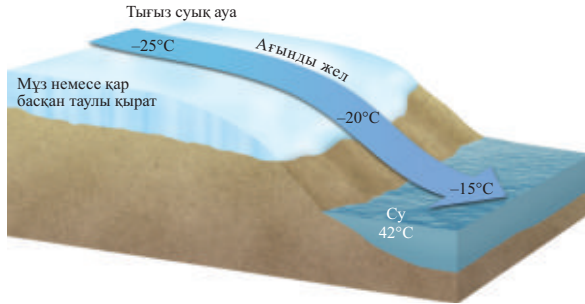
Хабуб (Араб тіліндегі «хаб» сөзі «жел» деген мағынаны білдіреді) қуан аймақтарда кездесетін жергілікті жел түрі болып табылады. Атауы Африкадағы Судан елінде болатын қатты шаңды дауылға байланысты қойылған, ол жердегі қалада бір жыл ішінде орта есеппен 24 хабул болады. Хабуб найзағайлы дауылдар жердің төселмелі қабатына жетіп, шөлді аймақта жылдам тарағанда пайда болады. Тонна топырақ, құм және шаң жоғары көтеріліп, жүздеген метрге жететін құйынды қоқыс дуалын қалыптастырады. Бұл өте қалың, кара «бұлттар» бүкіл шөлді жауып, көп мөлшердегі тұнбаларды шоғырландыра алады. Құрама Штаттардың оңтүстік-батысындағы шөлдерде кейде осындай құмды дауылдар болады.

Американың жартасты тауларының шығысындағы ранчолар үшін фендер қолайлы жағдай туғызады, себебі жайылымдарда қыс мезгілінде қар болмайды.

Құрама Штаттардағы фенге (*chinook*) ұқсайтын тағы бір жел, бұл **Санта-Ана**. Калифорнияның оңтүстігінде байқалатын бұл ыстық әрі құрғақ жел өзінде құрғақ аймақтардағы өрттердің болу қаупін жоғарылатады (**7.2-мәліметтер кестесі**).

Ағынды (төмен құлау) желдер

Таулы аймақтарда қыс мезгілінде **ағынды жел** немесе төмен **құлау желі** байқалады. Бұл жергілікті желдер биік таулы аймақтардағы, мысалы, Гренландия және Антарктиданың мұз жамылғысы бетіндегі суық, тығыз ауа қозғала бастағанда пайда болады (**7.4-сурет**).



▲ **7.4-сурет. Катабатикалық желдер.** Бұл желдер *төмен құлау* желдері деп те аталады, ауырлық күшінің әсерінен шыңын мұз жапқан немесе қар басқан тау жоталарымен қозғалады.

Ауырлық күшінің әсерінен, бұл суық ауа тау жотасынан сарқырама ретінде құлайды. Ауа адиабатты түрде жылынсада алғашқы температура өте төмен болады және тау жотасынан жылжығанда да салқын әрі тығыз болып, ауаны ығыстырады. Бұл суық ауа төмен түскенде, тар аңғарлар арқылы қатты жылдамдықпен арық ретінде ағады.

Ағынды желдердің бірнеше жергілікті аттары да бар. Ең танымалы **мистрал**, ол Француз Алпісінен Жерорта теңізіне қарай соғады. Келесісі – **бора**, Балқан түбегінің тауларында пайда болып, Адриатика теңізіне қарай соғады.

Қала сыртынан соғатын желдер

Мезомасштабты желдің бірі, **қала сыртынан соғатын жел**, ірі қалалық аймақтарға байланысты. Аты айтып тұрғандай, қала маңындағы мекендерден қалаға соғатын самал желдің циркуляциясымен сипатталады. Қалалардағы қатты құрылыс материалдарынан салынған үлкен ғимараттар, алшақ жатқан ашық жерлерден қарағанда күні бойы жиналған жылуды жақсы сақтайды (3.3-мәліметтер кестесі, қалалық жылыну аралдары). Нәтижесінде жылы, тығыздығы төмендеу ауа қала үстіне көтеріліп, оның орнына қалаға басқа ағын кіреді. Қала сыртынан соғатын желдер негізінен салыстырмалы түрдегі ашық әрі тыныш түндері қалыптасады. Қала сыртынан соғатын желдердің кері әсері бұл, қаланың шетіндегі ірі заводтар шығаратын ластанған ауа желдің күшімен қаланың орталығында шоғырланады.

✓ 7.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Ең қарқынды теңіз бризі тропикалық жағалаулық сызықтың салқын мұхит толқынымен тоғысқан жерінде дамиды. Түсіндіріңіз.
- 2 Құрлық бризі мен теңіз бризі және тау желдері мен аңғар желдері арасында қандай ұқсастық бар?
- 3 Фен дегеніміз не? Феннің әдетте қалыптасатын екі аймағын ата?
- 4 Ағынды (төмен құлау) желдің басқа да жергілікті желдерден қандай айырмашылығы бар?
- 5 Қала сыртынан қалаға соғатын желдер қалай пайда болатынын түсіндіріңіз.

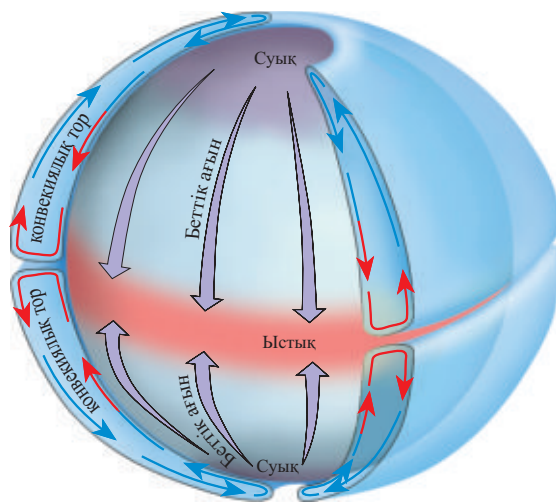
7.3 Жер шарындағы циркуляция

Жер шарындағы циркуляцияның үш-тор үлгісін сипаттаңыз немесе нобайын сызыңыз

Жел туралы білімді екі қайнар көз арқылы: қысымның өзгеруіне байланысты әлемдік желдерді байқау және сұйықтықтың жылжуын теориялық оқу арқылы аламыз. Ең алдымен әлем бойынша таралған қысым нәтижесінде дамыған жер шарының классикалық циркуляциясын қарастырайық. Одан кейін жақында анықталған атмосфераның күрделі қозғалысы жайлы аспектілерді қоса отырып, бұл дәріптелген үлгіні өзгертетін боламыз.

Бір торлы циркуляция үлгісі

Жер шары циркуляциясының классикалық үлгісі жайлы алғашқы мақала 1735 жылы Джордж Хэдлимен жарияланды. Күн энергиясы желді қуағыны анық, Хэдлидің пайымдауына экватор және полюстер температурасындағы үлкен айырмашылық Солтүстік және Оңтүстік жарты шарда үлкен *конвекциялық тор* қалыптастырады (7.5-сурет).



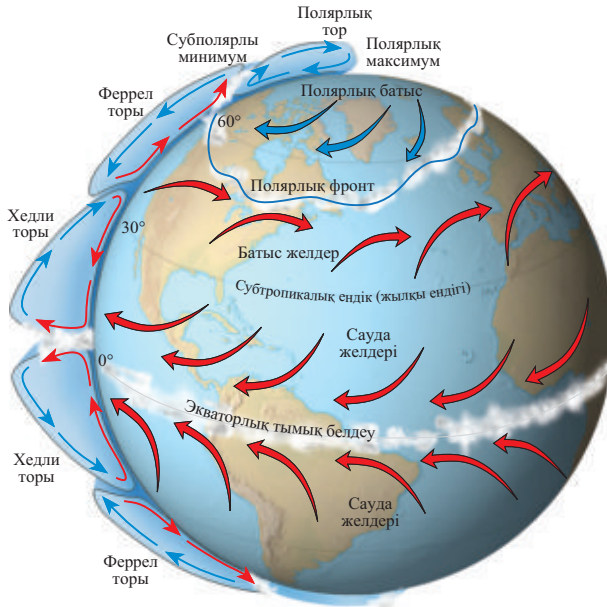
▲ 7.5-сурет. Айналымсыз жер шарындағы циркуляция. Қарапайым конвекция жүйесі айналымсыз жер шарындағы атмосфераның біркелкісіз жылынуынан қалыптасады.

Хэдли үлгісінде, жылы экваторлық ауа тропопаузаға дейін көтеріледі де полюске қарай бағытталады. Жоғары қабаттағы ауа полюске жеткенде, салқындау нәтижесінде жер бетіндегі экваторға бағытталған жел ретінде төмен қарай шөгеді. Бұл суық полярлы ауа экваторға жақындағанда қайта жылып, жоғары көтеріледі. Сөйтіп, Хэдли ұсынған циркуляцияға полюске бағытталған жоғары қабаттағы ауа және экваторға бағытталған жер бетіндегі ауа қатысады. Қағида бойынша дұрыс болғанымен, Хэдли үлгісі Жер айналымын есепке алмайды.

Үш торлы циркуляция үлгісі

1920 жылы Жер айналымы ескерілетін үш торлы циркуляция үлгісі ұсынылды. Бұл үлгі аэрологиялық бақылауларды сәйкестендіру үшін өзгертілген болғанымен, ол жер

шарындағы циркуляцияны зерттеу үшін пайдалы құрал болып қала береді. **7.6-суретте** дәріптелген үш торлы үлгі және жер бетіндегі жел қозғалысы бейнеленген.



▲ **7.6-сурет.** Жер айналымындағы үш торлы циркуляция үлгісінің дәріптелген ғаламдық циркуляциясы.

Экватор және шамамен 30° оңтүстік және солтүстіктің ендік аралығындағы аймақтарда, циркуляция Хедли ұсынған конвекция үлгісін еске түсіреді – **Хедли торы** деп ғалымның құрметіне аталған. Экваторға жақын, будақ бұлттар мұнараларын қалыптастыру кезінде жасырын жылуды шығаратын жылы ағыс, Хедли торын қозғалтатын энергиямен қамтамасыз етеді. Ағын полюске қарай жоғары жылжи бастағанда, 20° және 35° аралығындағы ендікте ауа төмендей бастайды. Екі фактор осы жалпы төмендеуге ықпал етеді: (1) Жоғарғы деңгейлі ағыс буырқанған экваторлық аймақтан алыстағанда, радиациялық салқындату үстем үдеріске айналады.

7.2-мәліметтер жинағы. Катерлі және қауіпті ауа райы

Санта-Ана желдері және өрттер

Санта-Ана ол фен немесе чинук (chinook) желдінің жергілікті атауы, күзде және қыста оңтүстік Калифорния және солтүстік-батыс Мексика арқылы соғады. Бұл ыстық, құрғақ желдер аймақтық өрттерді өршіте түседі.

Санта-Ана желі Үлкен бассейннен бәсеңдеген ауа құлағанда дамиды және өте жоғары қысым жүйесімен жылжиды. Антициклоннан сағат тілінде қозғалған ағыс Аризона және Невада шөлдеріндегі ауаны батысқа қарай, Тынық мұхитына бағыттайды. Жағалау қыраттарының каньоны арқылы өткенде жел жылдамдығын жоғарылатады, бұл яғни Санта-Ана желі, осыдан желдің атауы шыққан. Өзі де ыстық, құрғақ ауаның адиабаттық жылынуы тау бөктерлері арқылы

өткенде қуаң жерлерді одан әрі құрғата түседі. Жаздың ыстығына қызған өсімдіктер бұл ыстық, құрғақ жел салдарынан одан бетер кеуіп қалады.

Санта-Ана желдері жыл сайын орын алса да, олар әсіресе 2003 жылдың күзінде өте қауіпті болды және 2007 жылы, жүздеген ақр жерлер өртке оранды. 2003 жылдың қазан айында, Санта-Ана сағатына 100 шақырымнан асатын жылдамдықпен оңтүстік Калифорния жағалауына қарай соқты. Бұл аймақтың көбісі тікенекті бұталармен және бұтаға ұқсас өсімдіктермен жабылған. Көп ұзамай мұндай өрттер саны Лос-Анджелесте, Сан-Бернардинода, Риверсайд және Сан-Диего уездерінде орын. Бұл қауіп каньон арқылы өткендегі Санта-Ана желінің жылдамдығымен бірдей тез тараған орман өрттеріне айналды.

Бірнеше күн бойы 13000-нан астам өрт сөндірушілер Лос-Анджелестің солтүстігінен Мексика шекарасына дейінгі өрт жолақтарын сөндірумен айналысты. Шамамен 2 ай өткеннен кейін, барлық өрт ресми түрде сөндірілді, 742000 акрдан астам жер өртеніп, 3000-нан астам үй қирап және 26 адам қаза тапты. Төтенше жағдайлар бойынша федералды агенттік \$2,5 млрд. астам долларға шығынға ұшырады. 2003 жылғы Калифорнияның оңтүстігінде болған өрт мемлекеттің тарихындағы ең апатты өрт болды.

Санта-Ана қатты желдері құрғақ жазбен ұштаса отырып, мындаған жылдар бойы Калифорнияның оңтүстігінде өрт тудырып келеді. Бұл өрттер тікенекті бұталы тоғайлар мен ермен қопасын табиғи жолмен құртып, жерді келесе жаңаларына дайындайды. Адамдардың Санта-Барбара және Сан-Диего арасындағы өртке қауіпті аудандарда үйлерін сала бастауы жағдайды ұшықтыра түсті. Сондай-ақ бұл жердің тез өртенетін эвкалипт пен қарағайдан тұратын ландшафтық ерекшелігі қауіп-қатерді жоғарылата түсті. Сонымен қатар, өртке қарсы қолданылған заттар, уақыт өте келе тез тұтанатын материалдардың көп мөлшерде жиналуына әкеліп соқты және олар үлкен, жойқын өрт салдарына айналды. Болашақта орман өрттері осы аймақтардың ірі қауіпі болып қала бермек.

Сұрақтар

1. Санта-Ана желдері жергілікті желдердің қандай класына жатады?
2. Санта-Ана желдері жылдың қай мерзімінде соғады?
3. Неге Санта-Ана желдері Оңтүстік Калифорнияның жағалаулы аудандары үшін қауіпті болып табылады?

Нәтижесінде, ауа салқындап, неғұрлым тығызданып төмендейді. (2) Кориолис күші экватордан қашықтаған сайын нығая түсіп, полюске қозғалған жоғары қабаттағы ауаны 30° ендікке жеткенде батыс-шығыс ағысына қарай ауытқыта түседі. Бұл ауаның полюстік ағысын шектейді. Басқаша айтқанда, Кориолис күші жоғарыдағы ауаның жалпы жинақталуын (конвергенция) туғызады. Нәтижесінде, жалпы төмендеу 20° және 35° аралығындағы ендікте жүзеге асады.

Бұл 20° және 35° аралығындағы ендікте төмендеу салыстырмалы түрде құрғақ болып келеді, себебі экваторға жақын аймақта ол өзінің ылғалдығын бөліп тастаған. Сонымен қатар, төмендеу кезіндегі адиабаталық жылыну ауаның салыстырмалы ылғалдылығын одан әрі азайтады. Демек, төмендеудің бұл субтропикалық аймағында Солтүстік Африкадағы Сахара және Ұлы Австралиялық шөл сияқты көптеген әлемнің ұлы шөлдері орналасқан. Сондай-ақ жер бетіндегі желдер 20° және 35° аралығында ендікте әлсіз болып келеді, бұл белдеу **Жылқы ендігі** деп аталған (**7.6-сурет**), өйткені ертедегі испан желкенді кемелері Атлант мұхитын жүзіп өту барысында осы белдеуде желсіз, тымық күндерге тап болып, ұзақ уақытқа тоқтап қалған. Жылқыларға арналған жем мен су таусылған жағдайда, Испан теңізшілері жылқыларды суға тастауға мәжбүр болды.

Жылқы ендігінің орталығынан беттік ағыс екі бұтаққа бөлінеді – бірі полюске қарай және екіншісі экваторға қарай аққан. Экваторлық ағыс Кориолис күшімен ауытқып, сенімді **сауда желдерін (пассаттар)** қалыптастырды, бұлай аталуы Еуропа мен Солтүстік Америка арасындағы тауарларды жылжыту үшін мүмкіндік беруімен байланысты болды. Солтүстік жарты шарда пассат солтүстік-шығыстан, ал оңтүстік жарты шарда пассат оңтүстік-шығыстан соқты. Екі жарты шардағы пассаттар әлсіз қысым градиенті бар аймақта, экваторға жақын жерде кездеседі. Бұл аймақ **экваторлық тымық белдеу** деп аталады. Мұндағы әлсіз желдер мен ылғалды жағдай «экваторлық тымық белдеуді» сипаттауға негіз болатын бірқалыпты ауа райын қамтамасыз етеді.

Үш торлы үлгіде 30° және 60° аралығындағы ендікте (солтүстік пен оңтүстік) циркуляция **Феррел торы** деп аталады, орта ендіктегі батыстық беткі желдерді есепке алу үшін Уильям Феррел ұсынған болатын (7.6-суретті қараңыз). Бұл **басым батыс желдері** алғашқы американдық синоптик Бенджамин Франклинге мәлім болған, ол бұл дауылдар батыстан шығысқа қарай жылжиды деп атап өткен. Франклин, сондай-ақ батыс желдері тұрақсыз және кемелердің жүзуі үшін пассаттарға қарағанда сенімсіз деп байқады. Енді біз орта ендік бойындағы циклондар мен антициклондардың көші-қоны жалпы батыс ағысын бұзады деп білеміз. Орта ендіктегі циркуляция біздің күнделікті ауа райын қалыптастыруда маңызды орын алатындықтан, біз батыс желдерін кейінірек осы бөлімде толығырақ қарастыратын боламыз.

7.1-атмосфераға шолу

Бұл жаз мерзіміндегі таулы аймақта күннің бірінші жартысында бұлт болмаған. Бұлттар күннің екінші жартысында қалыптасты.



Сұрақтар

1. Бұл суретте көрсетілген бұлт жергілікті желдің қайсысымен байланысты?
2. Осы бұлттардың түзілуімен байланыстыратын жергілікті желді қалыптастыратын үдерісті сипаттаңыз.
3. Осындай бұлттардың түнде қалыптасуы мүмкін бе?

Полярлық тордағы циркуляцияда ауа полюске жағын жерде төмендеп, экваторға қайта бақытталған ағыс қалыптасады; бұл екі жарты шарда да **полярлық шығыс желдер** деп аталады. Осы суық полярлық желдер экваторға қарай жылжығанда орта ендіктегі жылы батыс желдер ағысымен қақтығысады. Суық ауа ағысы мен жылы ауа ағысы соқтығысқан аймақ **полярлық фронт** деп аталады. Осы аймақтың маңыздылығы кейінірек қарастырылатын болады.

Қорытындылай келе, жер шарындағы циркуляция экватор және полюстер арасындағы температуралық айырмашылықтар есебінен жүзеге асады. Бір торлы үлгідегі экватор мен полюс арасындағы жылудың тасымалдануымен қатар, жер айналымына байланысты

дүниежүзілік желдер үш торлы жүйені еске түсіреді. Экватор мен 30° аралығындағы ендікте конвекциялық тор Хэдли торы деп аталады; 30° пен 60° аралығындағы ендік Феррел торы; және 60°-тан полюске дейін полярлық тор болып табылады.

✓ 7.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Джордж Хэдли ұсынған жер шарындағы циркуляцияны қысқаша сапаттап беріңіз. Хэдли үлгісінің қандай кемшіліктері бар?
- 2 Ауаның 20° және 35° аралығындағы ендікте төмендеуіне себеп болатын екі факторды атаңыз.
- 3 Атмосфералық циркуляцияның дәріптелген үш торлы үлгісінде Құрама Штаттардың көп бөлігі басым желдердің қандай белдеуінде орналасқан?
- 4 Экватор мен 30° аралығындағы ендікте қандай желдер анықталған?

7.4 Қысым алқаптарының желді бағыттауы

Жердің дәріптелген қысым алқабының белдеулерін қорытындылаңыз. Құрлықтар және маусымдық температура өзгерістері дәріптелген үлгіні қалай күрделендіре түсетінін түсіндіріңіз

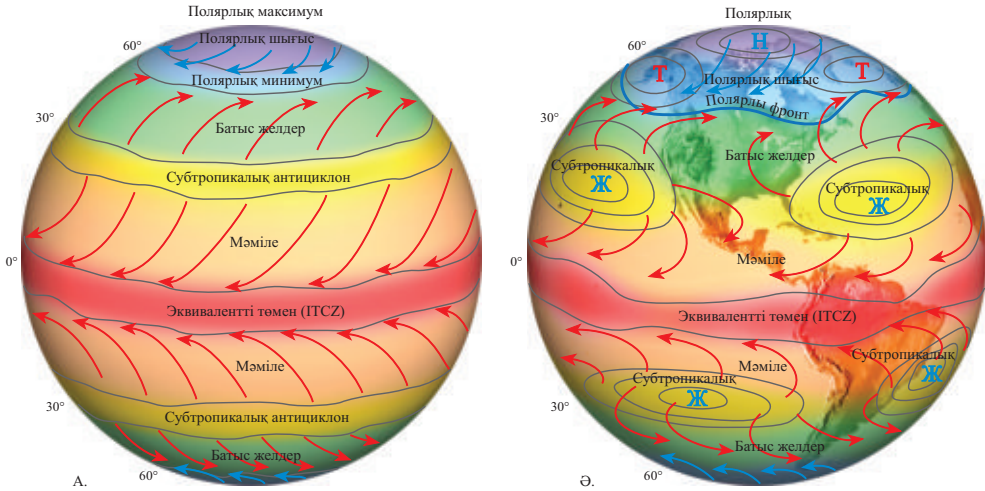
Дәріптелген үш торлы үлгі жер шарының ғаламдық жел қозғалысы сызбасының негізін құрайды, бірақ жел қозғалысының сызбасы жердің төселмелі беткейіндегі қысымның жеке және жүйелі түрде таралуына байланысты алынған. Талқылауды жеңілдету үшін, ең алдымен жердің беті бірыңғай тегіс, толығымен су немесе тегіс жерден тұрғандағы дәріптелген қысымның таралуын қарастырамыз. Кейін осы нағыз тұрғыдағы әлемдік қысым жүйесіне ораламыз және келесі тақырыптарда осы жүйенің қалыптастыратын басым және маусымдық желдерін қарастырамыз.

Дәріптелген қысым алабының белдеулері

Жер беті бірыңғай болса, әрбір жарты шарда шығыс пен батысқа бағдарланған екі жоғары қысым және екі төменгі қысым белдеулері болар еді (**7.7(A)-сурет**). Экваторға жақын Хэдли торының жылу өсетін тармақшасы қысымы төмен алқапқа сәйкестендіріліп, экватор минимумы деп аталады. Ылғалды, ыстық ауа көтерілетін бұл облыс мол жауын-шашынмен сипатталады. Пассат желдері конвергенцияланатын бұл қысымы төмен аймақ, сондай-ақ тропикшілік конвергенция аймағы (ТІКА) деп те аталады. ТІКА экваторға жақын бұлттар жолағы ретінде көрінеді.

Экватордың екі жағынан шамамен 20°-35° ендік аралығында, батыс желдері мен пассаттар қалыптасып және әртүрлі бағыттарға бөлінетін, бұл жоғары қысым аймағы субтропик максимумы деп аталады. Осы аймақтардағы төмендеген ауа бағаны әдетте жылы және құрғақ болып келетін ауа райын қалыптастырады.

Тағы бір төмен қысымды аймақ шамамен 50°-60° ендікте, полярлы фронтқа тиісті орналасқан. Мұнда полярлық шығыс және батыс желдері төмен қысымды конвергенция аймағы болып табылатын **субполярлы минимумда** қақтығысады. Бұл аймақ, орта ендіктегі дауылды ауа райы үшін әсіресе қыста жауапты болып табылады.



▲ **7.7-сурет. Қысым мен желдің дәріптелген дүниежүзілік таралуы.** А. Дәріптелген аймақтық (үздіксіз) қысым белдеулері көрсетілген жорамалды тегіс жер шары Ә. Шынайы жер шары, дәріптелген аймақтық үлгіні бұзатын үлкен құрлықтар орналасқан. Нәтижесінде, жердің қысым белдеулері негізінен көптеген жартылай тұрақты жоғары және төмен қысым ұяшықтарынан тұрады.

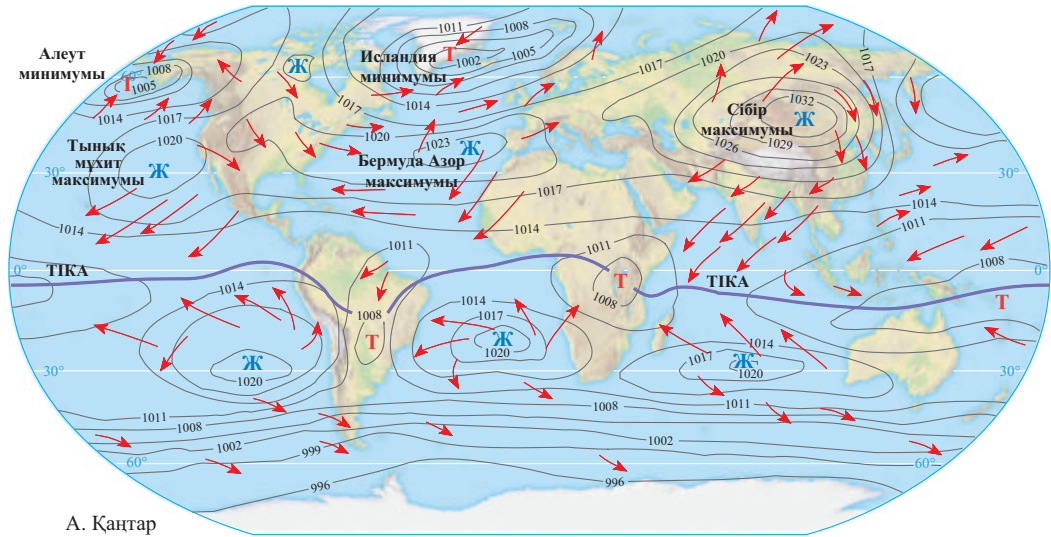
Ең соңындағы, Жердің полюсіне жақын полярлық шығыс желдері бастау алатын **полярлық максимум** болып табылады (**7.7(А)-суретті** қараңыз). Бұл полярлық максимум төселмелі беткейдің салқындану нәтижесі. Полюстер маңында ауа суық және тығыз болғандықтан, төселмелі беткейдің орта қысымына қарағанда оның әсері жоғары.

Ақиқат әлем: жартылай тұрақты қысым жүйесі

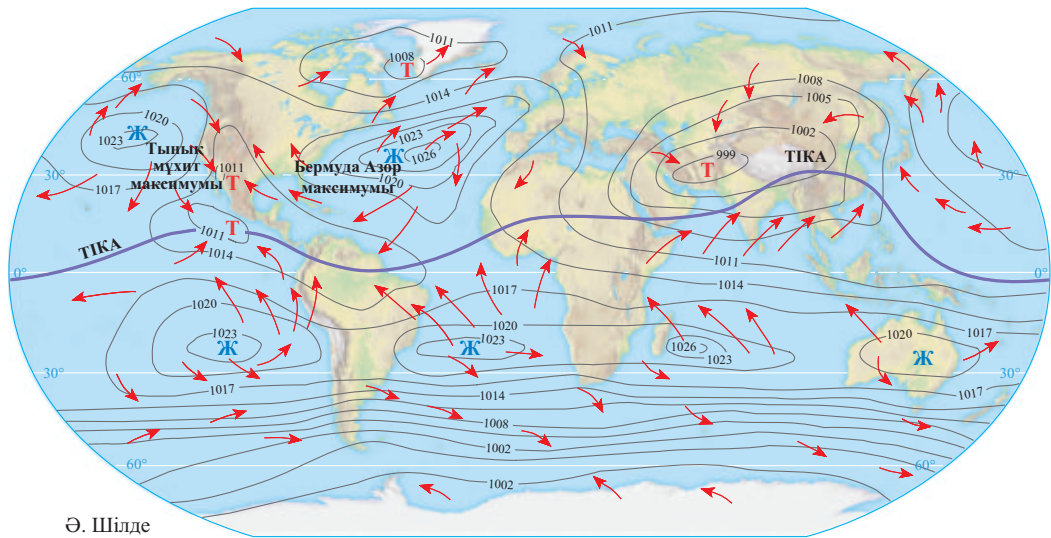
Осыған дейін біз сіздермен жер айналасы үздіксіз белдеулерден тұратындай етіп ғаламдық қысым жүйесін қарастырдық. Алайда, жер беті біркелкі емес, жалғыз шынайы қысымның аймақтық таралуы, мұхиттар үздіксіз жалғасқан тек Оңтүстік жарты шардағы субполярлық минимумда, сондай-ақ одан аз мөлшерде экватор минимумында кездеседі. Басқа ендіктерде, әсіресе құрлық үлесі мұхиттарға қарағанда жоғары солтүстік жарты шарда, аймақтық сызбалар жоғары және төмен қысымды жартылай тұрақты торлармен ауыстырылады.

«Нақты» жер қысымы және желдердің дәріптелген үлгісі **7.7(Ә)-суретте** көрсетілген. Бұл үлгі торлар қысымын күшейтуге немесе азайтуға қызмет ететін маусымдық температура өзгерісіне байланысты әрдайым үздіксіз ағыс жағдайында. Сонымен қатар, бұл қысым жүйелерінің экваторға немесе полюске қарай орнығуы максимум күн жылуын алатын аймақтардың маусымдық миграциясымен де байланысты. Осы факторлардың нәтижесінде, жердің қысым үлгілерінің (сызбалары) жыл ішіндегі беріктігі мен орналасуы әркелкі болып келеді.

Қаңтар және шілде айларындағы қысым мен желдің таралуы **7.8-суретте** көрсетілген. Картадағы бақыланатын қысым сызықтары аймақтық емес (шығыс-батыс диапазонында) шеңбер (немесе ұзынша түрде) түрінде екеніне назар салыңыз. Екі картадағы ең көрнекті ерекшеліктер субтропик максимумы болып табылады. Бұл жүйелер субтропикалық мұхит үстінде 20° және 35° аралығындағы ендікте орналасқан.



А. Қаңтар



Ә. Шілде

▲ 7.8-сурет. А. Қаңтар және Ә. Шілде айларындағы Жер бетіндегі орташа қысым мен дүниежүзілік циркуляция. Қызыл нұсқағыштар Жер бетіндегі ауа ағынын көрсетеді.

Біз 7.8(А)-сурет (қаңтар) және 7.8(Ә)-сурет (шілде) салыстыру кезінде, кейбір қысым торларының жыл бойғы мүмкіндіктерін байқаймыз, мысалы субтропик максимумы. Басқалары, алайда, маусымдық болып табылады. Мысалы, солтүстік Мексиканың жоғарғы жағы мен Құрама Штаттардың оңтүстік-батыс жағындағы төмен қысым торы жаздық құбылыс және тек шілде картасында көрінеді. Бұл өзгерістің негізгі себебі, құрлықтардағы маусымдық температуралардың қатты ауытқуынан, әсіресе орта және жоғары ендіктерде.

Қаңтардағы қысым және жел нобайы. Сібір максимумы – солтүстік Азияның мұзды ландшафтында орналасқан өте жоғары қысым орталығы, қаңтар айының қысым

картасындағы ең көрнекті ерекшелік болып табылады (**7.8(A)-сурет**). Әлсіз полярлы максимум суық желді Солтүстік Америка құрлығының үстінде орналасқан. Бұл суық антициклон өте тығыз ауадан тұрады, бұл ауа массасының салмағына айтарлықтай үлес қосады. Теңіз деңгейіндегі ең жоғарғы қысым 1084 миллибар (сынаптың 32.01 дюймі) 1968 жылдың желтоқсанында Сібірдегі Агатада тіркелінген. Бұл жерде ауа массасының төмендеуі (шөгуі) нәтижесінде ашық аспан және төселмелі беткейдің дивергентті ағысы қалыптасады.

Арктика максимумы континент үстінде нығая түсетін болса, мұхит үстінде орныққан субтропикалық антициклон әлсіздене түседі. Субтропик максимумының орта позициясы мұхиттың шығыс жағалауына шілдеге қарағанда қаңтар айында жақынырақ болады. Мысалы, **7.8(A)-суреттен** субтропик максимумының орталығы Солтүстік Атлантиканың шығыс бөлігінде орналасқанын байқай аласыз. Бұл қысым жүйесі **Бермуд/Азор максимумы** ретінде белгілі, себебі ол шілде айында Бермуд аралының жанында орналасады және қыс жақындай бастағанда, шығыс бағытында, Азорға қарай орын ауыстырады, Португалиядан батысқа қарай 1360 шақырым (850 миль) шамасындағы жанартаулық аралдар тобы.

Сондай-ақ, екі қарқынды жартылай тұрақта минимум қысым орталықтары қаңтар картасында көрсетілген, бірақ шілде айының картасында жоқ. **Алеут минимумы** және **Исландия минимумы** деп аталатын бұл циклондық торлар, Тынық мұхитының солтүстік бөлігінде және Солтүстік Атлантикада орналасқан. Олар тұрақты торлар емес, бірақ осы аймақтардан өтетін көптеген циклондық дауылдардың құраушысы ретінде белгілі. Басқаша айтатын болсақ, қыс кезінде көптеген ортаендікті циклондар болады, тіпті осы аймақтардың қысымы әрдайым төмен, *жартылай тұрақты* термин осыған байланысты айтылған. Нәтижесінде, **Алеут** және **Исландия минимумы** әсер еткен жерлерде бұлттылық өте жиі және қыста мол жауын-шашын мөлшері түседі.

Циклонды дауылдардың көп мөлшері Тынық мұхитының солтүстік бөлігінде қалыптасып шығысқа қарай бет алуына байланысты, Алясканың оңтүстік жағалауына жауын-шашынның көп мөлшері түседі. Аталған фактіні Аляска штатындағы Ситка жағалаулық қаласына жыл сайын 215 сантиметр жауын-шашын түсетіні дәлелдейді, бұл Черчилль, Манитоба, Канадаға түсетін жауын-шашын мөлшерінен бес есе артық. Дегенмен екі қала да шамамен бірдей ендікте, ал Черчилль Алеут минимумына байланысты циклондық дауылдардың әсерінен алысырақ материк ішінде орналасқан.

Шілдедегі қысым және жел нобайы. Солтүстік жарты шардағы қысымның таралуы жазда күрт өзгереді (**7.8(Ә)-суретті** қараңыз). Төселмелі беткейдің жоғары температурасы қыстық максимумның төменгі температурасын қалыптастырады. Бұл термалды минимум төселмелі беткейдің ішіне бағытталған жылы ағыстан тұрады. Төменгі қысым қатты байқалатын орталық оңтүстік Азияда дамыған, ал әлсіздеу төменгі қысым Құрама Штаттардың оңтүстік-батысында табылған.

7.8-суретке назар салсаңыз, жаз айларында солтүстік жарты шардағы субтропик максимумы батысқа қарай көшіп, қысқы айларға қарағанда күштірек бола түсетінін байқайсыз. Бұл жоғары қысым орталықтары мұхит үстіндегі жаздық циркуляциясына үстем болып, осы максимумнан батысқа қарай орналасқан аймақтарға жылы ылғалды ауаны айдайды. Нәтижесінде Солтүстік Американың шығыс жағында және Оңтүстік-шығыс Азия бөліктерінде жауын-шашын мөлшерінің ұлғаюына әкеледі.

✓ 7.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Тропиктік конвергенция аймағы (ТИКА) дегеніміз не?
- 2 Жер беті бірыңғай болса, әрбір жарты шарда шығыс пен батысқа бағдарланған екі жоғары қысым және екі төменгі қысым белдеулері болар еді. Осы аймақтарды атаңыз және олар қандай ендік аралығында орналасқан?
- 3 Қандай маусымда Сібір максимумы қатты байқалады және неге?
- 4 Қандай маусымда Бермуд/Азор максимумы қатты байқалады?

7.5 Муссондар

Азия муссоны қалыптастыратын жер шары циркуляциясындағы маусымдық өзгерістерді сипаттаңыз.

Жер бетіне таяу тропосфераның төменгі қабатындағы ауа массаларының жыл мезгілдеріне қарай алмасатын маусымдық ағысты муссон деп атайды. Кеңінен таралған пікірге қарамастан, муссон «жаңбыр маусымы» дегенді білдірмейді; бұл нақты жел жүйесіне қатысты, жылына екі рет карама-қарсыға бағытын өзгертіп отыратын желдер. Жалпы айтатын болсақ, *қысқы (континенттік) муссон* құрлықтан мұхитқа суық, құрғақ ауа тасымалдайды. Ал *жаздық ылғалды (мұхиттық) муссон* мұхиттан құрлыққа жылы, ылғалды ауа әкеледі. Осыған байланысты, жаздық муссондардың аймақ арқылы өтуін мол жауын-шашынның түсуімен байланыстырады, бұл жаңсақ пікір көзі болып табылады.

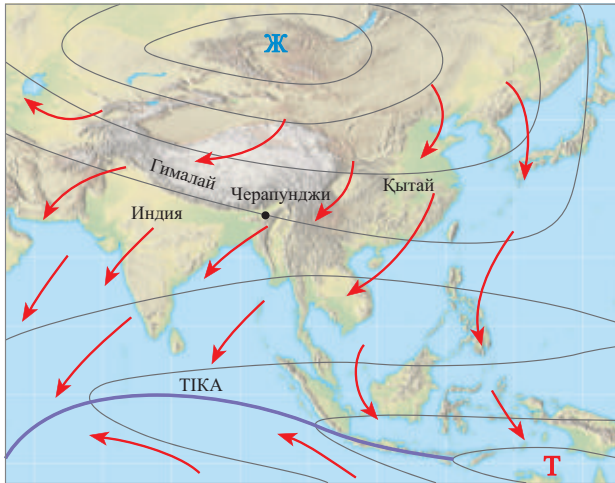
Азия муссоны

Муссондардың ең айқын байқалатын географиялық жері Азияның оңтүстік және оңтүстік-шығыс бөлігі – Үндістан және оған көршілес Қытай, Корея, Жапонияның кейбір бөліктеріне әсер етеді. Азиаттық муссон жер бетінің біркелкі қызбауынан пайда болады, сондықтан екі түрлі қысым облыстары қалыптасады.

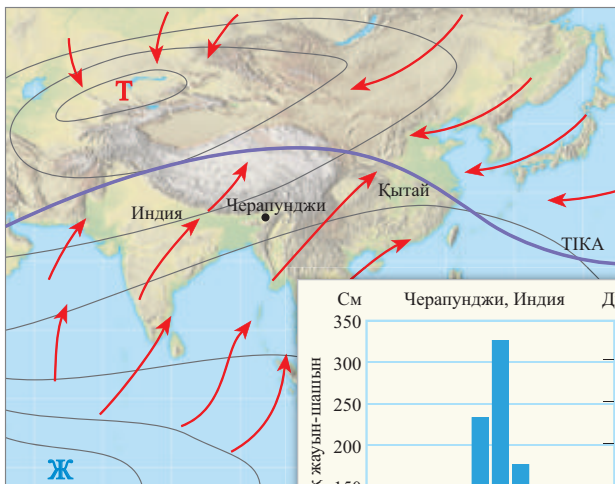
Қыс мерзімі келе, түннің ұзаруы мен күннің түсу бұрышының төмендеуі Ресейдің кең солтүстік бөлігінде суық ауаның жиналуына себеп болады. Бұл суық Сібір максимумын қалыптастырып, Азияның қыстық циркуляциясына үстемдік етеді. Сібір максимумының төмендеген құрғақ ауасы Оңтүстік Азия арқылы өтетін төселмелі беткей ағысын түзеп, жағалаулық желді қалыптастырады (**7.9(A)-сурет**). Бұл ағыс Үндістанға жету уақытында айтарлықтай жылынады, бірақ өте құрғақ болып қалады. Мысалы, Калькуттаға (Үндістан) жылдың салқын 6 айлары ішінде жылдық жауын-шашын мөлшерінің 2 пайыздан аз мөлшері ғана түседі. Қалған мөлшері жылдың жылырақ 6 айлары, оның ішінде көп мөлшері маусым мен қыркүйек аралығында түседі.

Жазда, керісінше, Оңтүстік Азия құрлығындағы температура 40°C-ден астам жоғарылайды. Ысынған құрлық тұсында қысым төмендеп, мұхиттан жел соғады. Яғни, бағытын өзгерткен жел енді мұхиттан құрлыққа қарай соғады. Оңтүстік-шығыс Азияда төменгі қысым орталығы дамып, Үнді және Тынық мұхиттарынан ылғалды ауа жағалауға қарай ағады. Осылайша жаздық муссондарға тиесілі жауын-шашын үлгісін қалыптастырады.

Әлемде жауын-шашын мөлшері көп түсетін өңірлердің бірі Гималай беткейінде орналасқан, Үнді мұхитынан жоғары көтерілген ылғалды ауа мол жауын-шашынды түзейді. Черрапунджида (Үндістан) жылдық жауын-шашын 25 метр (82,5 футов) болған кездер тіркелінген, оның көп мөлшері жаздық муссонның 4 айы ішінде жауған (7.9(Ә)-сурет).



А. Қысқы муссон



Ә. Жазғы муссон

▲ 7.9-сурет. Азиаттық муссон циркуляциясы. Бұл циркуляция тропиктік конвергенция аймағындағы мерзімдік ауытқумен үйлесе жүреді (ТІКА). А. Қаңтар айында күшті жоғары қысым Азияда дамиды. Нәтижесінде құрлықтағы суық ауа ағысы құрғақ қыстық муссонды қалыптастырады. Ә. Жаз келісімен ТІКА солтүстікке қарай орын ауыстырып, жылы әрі ылғалды ауа құрлықта орын алады.

Азиаттық муссон күрделі және байтақ Азия құрлығына түскен күн жылуына байланысты маусымдық өзгерістер қатты әсер етеді. Тағы бір фактор, күннің тік сәулелерінің жылдық көші-қоны Оңтүстік Азиядағы муссондық циркуляцияға ықпалы бар. 7.9-суретте көрсетілгендей, Азиаттық муссон тропикшілік конвергенция аймағының (ТІКА) ауқымды маусымдық көші-қонымен байланысты. Жаздың басталуымен ТІКА құрлықтың солтүстігіне жылжиды және бұнымен жауын-шашынның көп мөлшері түсетін кезі қоса жүреді. Қыста ТІКА экватордық оңтүстігіне қарай жылжығанда, Азияда аталған құбылыстар керісінше болады.

Әлемдегі халықтың жартысына жуығы Азиаттық муссон әсер ететін аудандарда тұрады. Осы көпшілік халық күнкөрісі ауыл шаруашылығы байланысты. Муссондық жаңбырдың уақытылы болуы азықпен қамтамасыз етудегі көптеген мәселелердің алдын алады.

Солтүстік Америка муссоны

Азиаттық муссон сияқты желдері маусымға байланысты бағытын ауыстыратын басқа да аймақтар бар. Мысалы, желдің маусымдық бағытының ауысымы Солтүстік Американың біраз бөлігіне әсер етеді. *Солтүстік Америка муссоны* деп аталатын циркуляция үлгісі құрғақ көктемнен жаңбырлы жазға ауысатын кезде қалыптасып, Құрама штаттардың оңтүстік-батыс және Мексиканың солтүстік-батыс бөлігіне әсер етеді. Мысалы, Аризона штатындағы Тусон қаласына тамыз айында жауын-шашын мөлшері мамыр айына қарағанда 10 есе артық түседі. Жазғы жаңбыр әдетте, құрғақ кездер басталар алдында қыркүйек айында жауады.

Американың оңтүстік-батысындағы жаздық күндізгі температура, қысымы төмен шөлдерде, өте жоғары болуы мүмкін. Қатты қыздырылған Аризона тұсында төменгі қысым орталығы қалыптасады. Түзілген циркуляция нәтижесінде Калифорния шығанағынан және азырақ мөлшерде Мексика шығанағынан жылы, ылғалды ауа келеді (**7.10-сурет**).



▲ **7.10-сурет. Оңтүстік-батыс Құрама Штаттардағы жоғары жазғы температура Солтүстік Америка муссонын қалыптастырады.** Жоғарғы температура термалды төмендікті қалыптастырып, Калифорния шығанағынан және Мексика шығанағынан ылғалды ауаны тартады. Бұл жаздық муссон Құрама Штаттардың оңтүстік-батысында және солтүстік-батысында жауын-шашын мөлшерінің ұлғаюына әсер етеді.

Атмосфераның ылғалмен жабдықталуы конвергенциямен ұштастырылып, енген жылы ағыс салқындайды да ыстық айларда жауынды қалыптастырады. Мұндай жағдайды Аризонаға тиесілі еткенмен, бұл муссондар Мексиканың солтүстік-батысына қатты әсер етіп, Нью-Мексикоға да байқалады.

✓ 7.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Муссон анықтамасы.
- 2 Азиаттық муссонның пайда болу себебін түсіндіріңіз. Қай маусым (жаз немесе қыс) жаңбыр маусымы болып табылады?
- 3 Солтүстік Американың қай аймақтарында муссон циркуляциясы айқын байқалады?

7.6 Батыс желдері

Орта ендік үстіндегі ауа ағысында батыс бөлігінің құрылымы шығыс бөлігінен неге қатты ерекшеленетінін түсіндіріңіз.

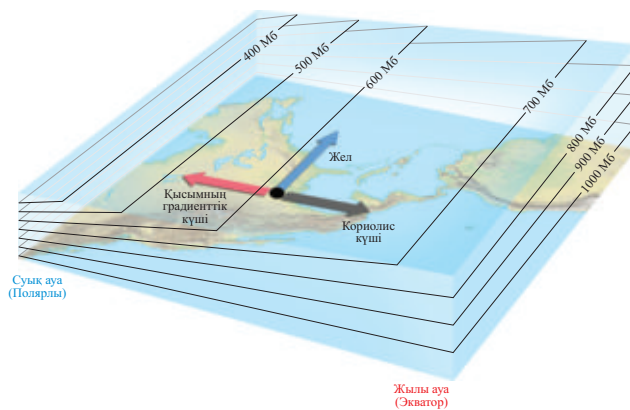
Екінші дүниежүзілік соғысқа дейін, аэрологиялық бақылаулар өте аз жүргізілді. Содан бері, ауа кемелері мен радиозондтар тропосфераның жоғарғы қабаты жайлы көптеген мәліметтермен қамтамасыз етті. Оның ішіндегі ең маңызды жаңалығы, орта ендік үстіндегі ауа ағысында батыс бөлігінің құрылымы шығыс бөлігінен қатты ерекшеленетіні болды, сол себепті *батыс желдері* деп аталады.

Неге батыс желдері?

Жоғарыдағы батыс ағысының басым болу себебін қарастырайық. Полюс және экватор арасындағы температуралық айырмашылық. Осы батыс желдерін қалыптастырады. **7.11-суретте** қысымның таралуын суық полярлы аймақ пен жылы тропикалық аймақпен салыстыра отырып биіктік бойынша көрсеткен. Еске салатын болсақ, суық ауа жылы ауаға қарағанда тығыз болғандықтан, суық ауа массасының қысымы жылы ауа массасының қысымына қарағанда тез төмендейді (6.8-суретті қараңыз). 7.11-сурет жер бетіндегі қысымның полюстен экваторға қарай таралуын қарапайым үлгіде көрсетеді.

Температурасы жоғары экватор үстінде ауа қысымы суық полярлы аймақтарға қарағанда біртіндеп төмендейді. Яғни, жер бетінен осындай биіктікте, жоғары қысым тропик үстінде болса, төменгі қысым полюс үстінде болады. Сөйтіп, жоғарыдағы қысым градиенті экватордан (қысымы жоғары аймақ) полюске қарай бағытталған (қысымы төмен аймақ).

Тропикте қалыптасқан ауа полюске қарай жылжығанда бұған жауап ретінде қысымның градиент күші пайда болады (7.11-суреттегі қызыл сызық), Кориолис күші ауа ағысы бағытының өзгеруіне себеп болады. 6-бөлімді еске түсіретін болсақ, Солтүстік жарты шарда Кориолис күші желдерді оңтүстікке қарай ауытқыта түсуге себеп болады. Нәтижесінде, полюске бағытталған қысымның градиент күші мен экваторға бағытталған Кориолис күші арасында орнаған балланс *геострофикалық* желдерді қалыптастырады, бұл желдердің батыс бөлігінің құрылымы шығыс бөлігінен қатты ерекшеленеді. 7.11-суретте көрсетілген экватордан полюске бағытталған температуралық градиент бүкіл ғаламшарға тән, батыс желдерінің ағысы да күтілетін жағдай.

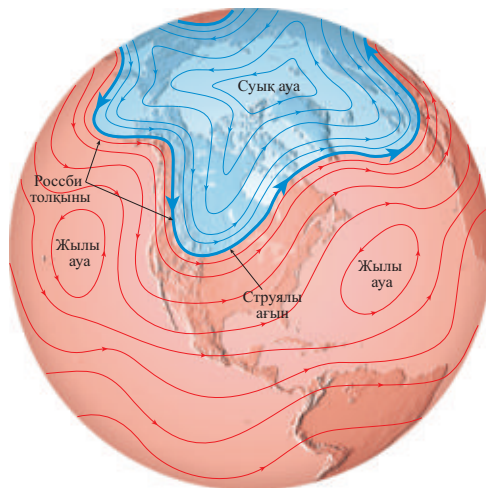


▲ **7.11-сурет. Батыс желдерін қалыптастыратын қысым үлгісі.** Дәріптелген қысым градиенті полярлы суық ауа мен жылы тропикалық ауа тығыздығының айырмашылығына байланысты дамиды. Полюске бағытталған қысымның градиент күші экваторға бағытталған Кориолис күшімен теңгерімделетініне назар салыңыздар. Нәтижесіндегі батыстан шығысқа қарай қозғалған басым ағын *батыс желдері* деп аталады.

Батыс желдеріндегі толқындар

Жоғарғы деңгейлі жел сызбаларын зерттеу барысында батыс желдері ұзын толқындардан тұратыны анықталды.

Осы кең ауқымды қозғалыстар жайлы ілімнің негізін қалаушы С.Г.Россби болды, ол бірінші болып осы толқындардың жаратылысын түсіндірді. **7.12-суретте** көрсетілгендей ең ұзын толқын **Россби толқыны** деп аталады, әдетте төрттен алтыға дейінгі иінділерден тұрып, жер шарын айналдыра қоршайды. Ауа ағыстары осы толқын жолымен шығысқа қарай аққанымен, бұл ұзын толқындар қозғалыссыз немесе батыстан шығысқа қарай қалқып тұрады.



▲ **7.12-сурет. Батыс желдерінің дәріптелген ағысы.** Россби толқындары деп аталатын бес ұзын толқынды иірілім осы ағысты құрайды. Струялы ағын осы толқынды ағыстағы ең жылдам қозғалатын өзек болып табылады.

Росси толқындары біздің күнделікті ауа райына үлкен әсер етуі мүмкін, әсіресе олардың иінділері солтүстіктен оңтүстікке қарай кеңейтілсе. Біз оның рөлдерін келесі тарауда және 9-бөлімде қарастырамыз.

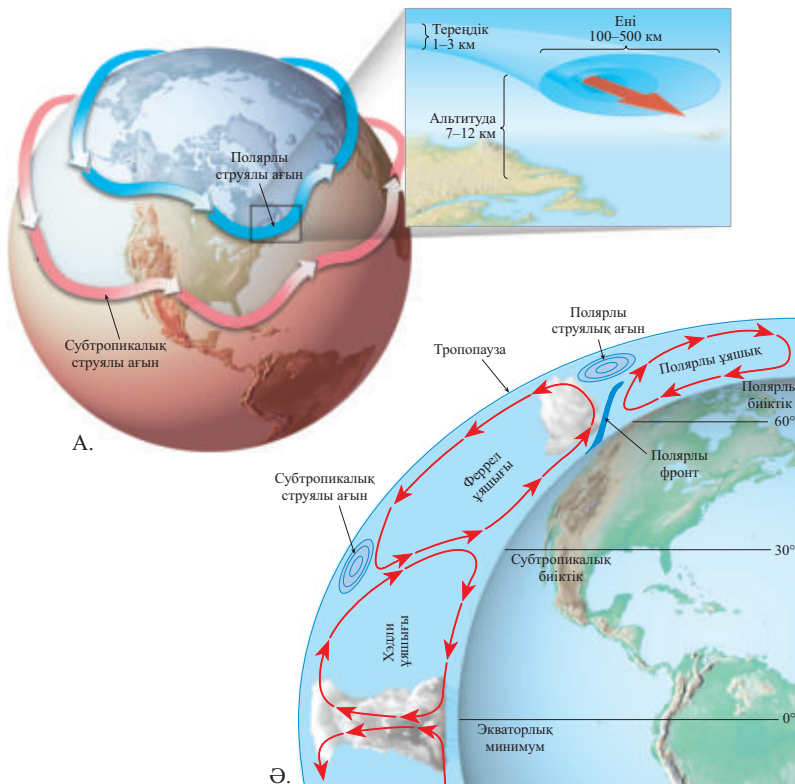
✓ 7.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Неге орта ендік үстіндегі ағыста батыс желдері басымырақ?
- 2 Жоғарғы деңгейлі жел сызбаларында анықталған ұзын толқынды ағыстың аты қандай?

7.7 Струялық ағындар

Полярлы струялық ағынның пайда болуын және оның орта ендіктегі циклондық дауылдармен байланысын түсіндіріңіз.

Батыс ағысына енген жіңішке лента тәрізді, өте жылдам желдер бірнеше мың шақырымға иіріліп жатыр (7.13(A)-сурет). Бұл кезінде струялық су ретінде қабылданған жылдам ауа ағыны **струялық ағындар** деп аталады.



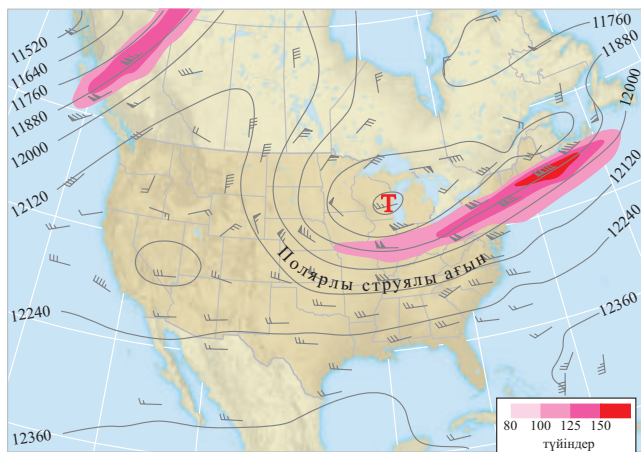
▲ 7.13-сурет. Струялық ағындар. А. Полярлы және субтропикалық струялық ағындардың шамалы жайғасымы. Б. Дүниежүзілік циркуляцияның үш торлы үлгісіне қатысты полярлы және субтропикалық струялардың көлденең қимасындағы көрінісі.

Струялық ағындар тропосфераның үстінгі жағында горизонталь бойы соғып, ені аз дегенде 100 шақырымнан (60 миль) 500 шақырымға (300 миль) дейін жетеді. Жел жылдамдығы сағатына 100 шақырымнан асады, кейде тіпті сағатына 400 шақырымға (240 миль) жетеді. Струялық ағындар бұрын белгілі болғанымен, бұл желдердің әсері алғашқы рет Екінші Дүниежүзілік соғыс кезінде анықталды. Американдық бомбалаушылар батыстан Жапонияны басып алу аралдарына бет алғанда қарама-қарсы соққан қатты желдерге тап болды. Заманауи коммерциялық авиаұшқыштар шығыс бағытында ұшу кезінде струялық ағындарға төтеп беру үшін жылдамдықты арттыра түсті. Батысқа қарай ұшқанда, әрине бұл ауаның жылдам ағысы байқалмады

Поляры струялық ағын

Баяу батыс ағындарына жататын ерекше энергетикалық желдер қалай пайда болады? Төселмелі беткейдегі үлкен температуралық айырмашылықтар ауада қысым градиентін қалыптастырады, демек бұл жылдам аэрологиялық желдер болып табылады. Қыста және ерте көктемде оңтүстік Флоридада жылы, жұмсақ күндердің болуы және одан солтүстікке қарай бірнеше жүз шақырым шамасында орналасқан Джорджияда минуслық температураның болуы ерекшелік болып табылмайды. Мұндай үлкен қыстық температура айырмашылығы жылдың сол уақытында жылдам батыс ағынын қалыптастырады. Жалпы, температура айырмашылықтары қатты байқалатын аймақтар үстіндегі жылдам аэрологиялық желдер өте жіңішке зона арқылы соғады.

Үлкен температуралық айырмашылықтар жүзеге асатын жіңішке, бірнеше сызықты аймақтар *фронт* деп аталады. Кең ауқымды струялық ағын жүзеге асатын негізгі фронтальды аймақ *полярлы фронт* деп аталады және сәйкесінше **полярлы струялы ағын** немесе жай *полярлы струя* деген атауы бар (**7.13Ә-сурет**). Бұл струялы ағын орта ендік үстінде де кездесетіндіктен, негізінен қыста, *ортаендікті струялы ағын* деп білеміз (**7.14-сурет**).



▲ **7.14-сурет. Қаңтар айының жеңілдетілген 200-мб биіктіктегі контуры.** Струялық ағын өзегі (немесе жолағы) қою қызғылт түспен көрсетілген.

Естеріңізге сала кетсек, полярлы фронт полярлы салқын шығыс желдері мен салыстырмалы түрде жылырақ батыс желдері аралығында орналасқан. Полярлы струялы ағын батыстан шығысқа тура соғу орнына, иірмелі жолды түзейді. Кейде, ол солтүстіктен

оңтүстікке тіке соғады. Кейде екі струяға бөлініп, қосылуыда, қосылмауыда мүмкін. Полярлы фронт ретінде, бұл жоғары жылдамдықтағы ауа ағыны жер шары айналасында үздіксіз жүрмейді.

Полярлы струялы ағынның қыс мезгіліндегі орташа жылдамдығы сағатына 125 шақырым, ал жаз мезгілінде жылдамдығы бұдан екі есе аз. Бұл мерзімдік айырмашылық орта ендіктегі қыс мезгілінде болатын температураның өте қатты градиентіне байланысты.

Полярлы струялы ағынның орналасқан жері полярлы фронтпен сәйкес келгендіктен, оның ендігі мерзіммен бірге ауысып отырады. Максималды жылынатын аймақтар сияқты, струялы ағын жаз кезінде оңтүстікке, қыс кезінде оңтүстікке қарай қозғалады. Суық қыс айлары кезінде, полярлы струялы ағын Флориданың оңтүстігіне дейін таралуы мүмкін. Көктем келісімен, максималды жылыну аймағы, сондай-ақ струялы ағын біртіндеп солтүстікке қарай орын ауыстырады. Жаздың ортасына таман, орташа позициясы Канада шекарасына жақын орналасады, бірақ одан да алысырақ полюске қарай орналаса алады.

Полярлы струялы ағын орта ендіктегі ауа райын қалыптастыруда өте маңызды рөл атқарады. Жер бетіндегі айналмалы ауа қозғалысын энергиямен қамтумен қоса, олардың жолдарын бағыттап отырады. Осыған сәйкес, полярлы струялы ағынның орналасқан жері мен қозғалыс бағыты заманауи ауа райы болжамдарында маңызды роль атқарады. Полярлы струялы ағын солтүстікке қарай жылжығанда, аймақта да найзағайлар мен торнадолар өрбіп, біраз өзгерістер байқалады. Ақпан айында көптеген найзағайлар мен торнадолар Мексика шығанағына шекаралас штаттарда болады, бірақ жаздың ортасында бұл белсенділік Солтүстік жазық пен Ұлы көлдерге қарай көшеді.

Полярлы струялы ағынның орнығуы сондай-ақ басқа да жер бетіндегі кондицияларға, нақты айтсақ ол ауа температурасы мен ылғалдылыққа әсер етеді. Егер ол сіздің орналасқан жеріңізден экваторға қарай орналасса, ауа райы әдеттегіге қарағанда суығырақ және құрғағырақ болады. Сіздің орналасқан жеріңізден полюске қарай орналасса, керісінше ауа райы жылы және ылғалды болады. Яғни, струялы ағынның орналасқан жеріне байланысты ауа райы әдеттегіге қарағанда ыстығырақ, суығырақ, құрғағырақ немесе ылғалдырақ болады.

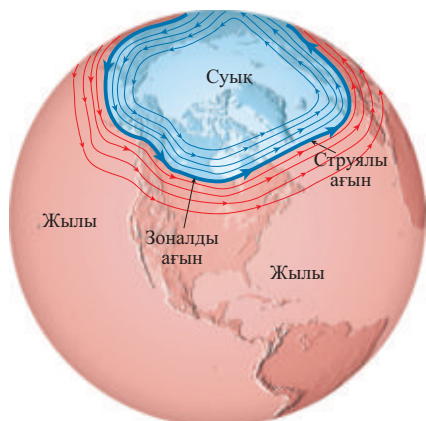
Субтропикалық струялық ағын

Субтропик үстіндегі жартылай тұрақты струялы ағын **субтропикалық струялық ағын** деп аталады (**7.13(Ә)-суретті** қараңыз) және бұл негізінен қыста болатын феномен. Полярлы струялы ағынға қарағанда біраз баяу, батыстан шығысқа бағытталған толқын шамамен 13 шақырым биіктікте, 25° ендікте шоғырланған (екі жарты шарда). Қыс мезгілінде Солтүстік жарты шарда субтропикалық струялы ағын солтүстікке қарай иілсе, Мексика шығанағы штаттарына, әсіресе оңтүстік Флоридаға жылы әрі ылғалды ауа райы жағдайын әкелуі мүмкін.

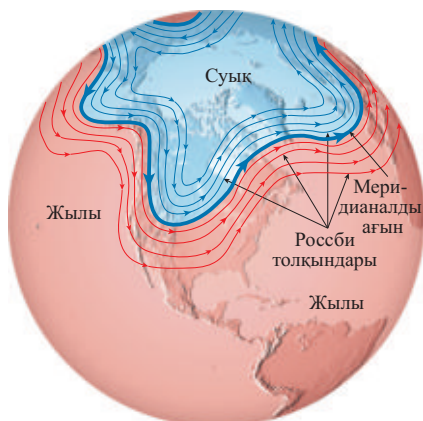
Струялық ағын және жердің жылу қоры

Желдің экватордан полюстерге қарай жылу тасымалдау арқылы жердің жылу қорын қамтамсыз ету функциясына оралайық. Тропиктегі ағын (Хедли торы) кейбір жерлерде *меридианды* болғанымен (солтүстік-оңтүстік), басқа ендіктерде көбінесе зоналды ағын болып табылады (батыс-шығыс). Ағынның зоналды болуы Кориолис күшіне байланысты. *Енді біздің қарастыратын сұрағымыз: Батыстан шығысқа бағытталған ағын жылуды оңтүстіктен солтүстікке қарай қалай тасымалдайды?*

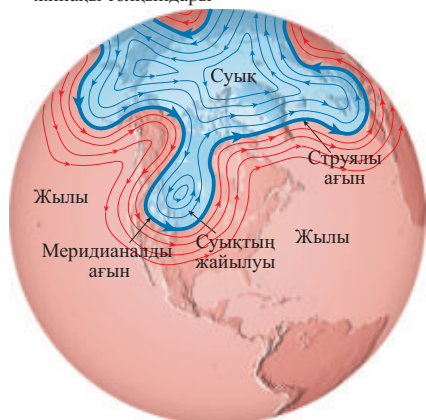
Полярлы струялы ағында шоғырланған батыс желдерінің толқынды ағыны (Россби толқыны) есебінде жылудың тасымалдану функциясы жүзеге асырылады. **7.15(А)-суретте** көрсетілгендей, полярлы струялы ағын батыстан шығысқа қарай қозғалуы бір апта немесе одан да ұзақ кезеңге созылуы мүмкін. Мұндай жағдай басым болғанда, струялы ағынның оңтүстігінде температура салыстырмалы түрде қоңыржай, оңтүстігінде температура салқын болып келеді. Содан кейін, **7.15(Ә)-сурет** және **7.15(Б)-суретте** көрсетілгендей жоғарыдағы ағын иіріле бастайды да, солтүстіктен оңтүстікке жылжыған ағын айқын байқалатын үлкен амплитудалық толқындар қалыптастырады. Мұндай өзгеріс суық ауаның экваторға қарай, жылы ауаның полюске қарай ағуына алып келеді. Сонымен қатар **7.15(В)-суретте** көрсетілгендей, суық ауа массасы жеке бөлініп, суық ауаны тарата алады.



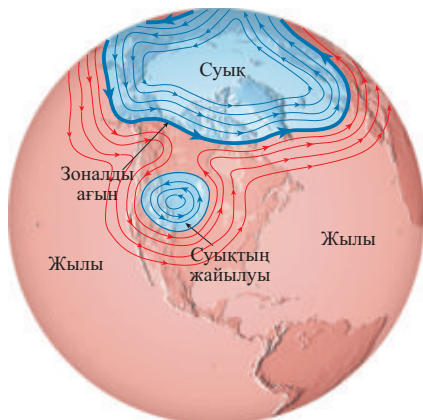
А. Ауаның жоғарғы ағынының жинақы толқындары



Ә. Реактивті струя түріндегі иірімдер



Б. Ауаның жоғарғы ағынында күшті толқындар қалыптасады



В. Жоғарғы ағын тегістеле қалпына келуі

▲ **7.15-сурет. Батыс желдерінің жоғары деңгейдегі ағысындағы циклондық өзгерістер.**

Струялы ағын алғашында тік ағыс болып қозғалады, кейін иіле бастайды да ауа райына әсер ететін циклондық белсенділігін танытады.

Мұндай энергияның қайта бөлінісі температура градиентін әлсіретеді де, жоғарыдағы ағын тегістеле қалпына келеді (7.15(В)-сурет). Сөйтіп, полярлы струялы ағында шоғырланған батыс желдерінің толқынды ағыны жердің жылу қорында маңызда рөл атқарады.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неліктен коммерциялық ұшақтардың ұшқыштары әрқашан жолаушыларға, тамаша ұшу жағдайларында да, қауіпсіздік белдіктерін міндетті түрде тағуды талап етеді?

Бұл сұрақтың жауабы анық – ауаның турбуленттілігі, бұл құбылыс екі көршілес қабаттарда орналасқан ауа ағындары әр түрлі жылдамдықтарда қозғалғанда пайда болады. Бұл құбылыс бір қабаттағы ауа ағынының бір бағытта, ал жоғары немесе төмен қабатта орналасқан ауа ағындарының басқа бағытта қозғалуы болып табылады. Бірақ, көбінесе, бұл құбылыс бір қабаттағы ауа ағындарының іргелес қабаттармен салыстырғанда тезірек қозғалуы кезінде пайда болады. Мұндай қозғалыстар ұйтқыма деп аталатын құбылысты іске асырады да, соған байланысты ұшақтардың кенеттен жоғары және төмен қозғалуына әкеліп соғады.

✓ 7.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Струялық ағын қалай қалыптасады?
- 2 Жылдың қай уақытында жылдам полярлы струялы ағынды күтуге болады? Түсіндіріңіз.
- 3 Неге полярлы струялы ағынды кейде орта ендікті струялы ағын деп те атайды?
- 4 Полярлы струялы ағын Флорида орталығының үстінде орналасқанда солтүстіктің орталығында орналасқан штаттарда күтілетін қыстық температураны сипаттап беріңіз.
- 5 Полярлы струялы ағында шоғырланған батыс желдерінің толқынды ағыны жердің жылу қорының балансына қалай көмек беретінін түсіндіріңіз?

7.8 Дүниежүзілік желдер және мұхит ағыстары

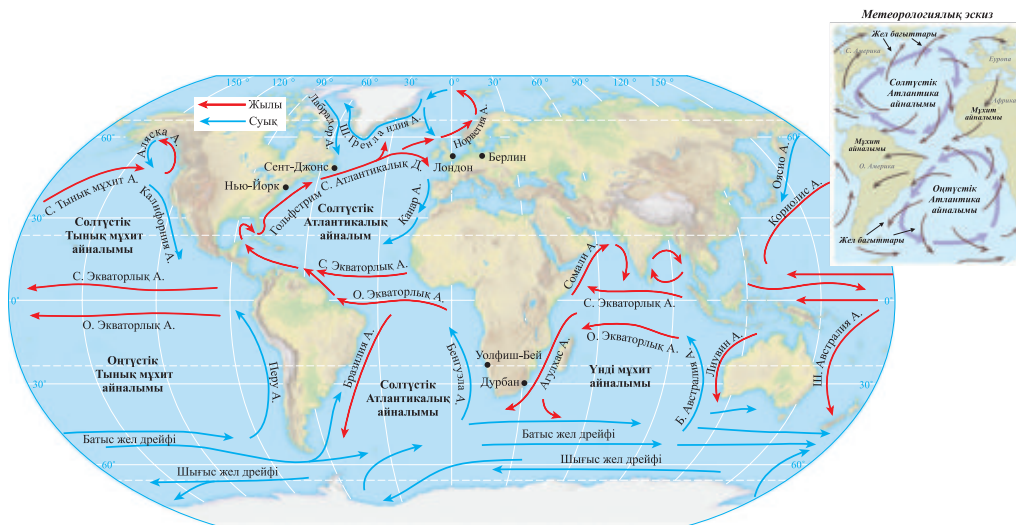
Дүниежүзілік картаға негізгі мұхит ағыстарын сызып, белгілеңіз.

Энергия қозғалыстағы ауадан мұхиттың беткі қабатына үйкеліс арқылы беріледі. Желдің су бетін сүйкей соғуы әсерінен суда тасымалданады. Желдер мұхиттың беткі ағыстарының негізгі қозғаушы күші болғандықтан, атмосфера циркуляциясы мен мұхит циркуляциясы арасында тығыз байланыс бар, бұл салыстырмалы түрде 7.16-сурет және 7.8-суретте көрсетілген.

7.16-суретте көрсетілгендей, экватордың солтүстік жағында және оңтүстік жағында батысқа бағытталған екі ағыс бар, Солтүстік және Оңтүстік Экваторлық ағыстар. Бұл ағыстар энергияны солтүстіктен және оңтүстіктен экваторға қарай соққан пассат желдерінен алады. Кориолис күші Солтүстік жарты шардағы полюске бағытталған беткі ағыстарды сағат тіліндегі бұралымға, ал Оңтүстік жарты шарда сағат тіліне қарсы бұралымға ауытқытады. Бұл мұхиттың шеңбер тәрізді ағысы, **айналым** деп аталып, бес негізгі субтропикалық қысымы жоғары жүйеде шоғырланған – Атлант мұхитының, Тынық мұхитының және Үнді мұхитының оңтүстігі мен солтүстігінде орналасқан.

Солтүстік Атлант мұхитындағы экваторлық ағыс Кариб теңізі арқылы солтүстікке қарай ауытқиды да *Гольфстрим* ағысына айналады. Гольфстрим Құрама Штаттардың шығыс жағалауы бойымен жылжуы барысында басым батыс желдері есебінен күшейе түседі. Гранд Банктің солтүстік-шығысынан асқанда, ол біртіндеп кеңейіп, баяулайды да Солтүстік Атлант ағысына айналады. Солтүстік Атлант ағысы Еуропаның батысына жеткенде бөлінеді. Бір бөлігі солтүстік жаққа Ұлыбритания жанымен Норвегияға қарай

қозғалса, екінші бөлігі оңтүстікке қарай суық Канар ағысы ретінде ауытқиды. Канар ағысы оңтүстікке қозғалып, соңында Солтүстік Экватор ағысына қосылып кетеді.



▲ **7.16-сурет. Негізгі мұхит ағыстары.** Мұхит бетіндегі циркуляция бес негізгі айналымнан тұрады. Полюске бағытталған ағыстар жылы, ал экваторға бағытталған ағыстар суық болады. Жер шарындағы жылуды таратуда мұхит ағыстарының алатын орны зор. Мәтінде аталған қалалар осы картада көрсетілген. Кішірек қыяқ суреттегі қалың бағыттауыштар Атлантикадағы циркуляцияны, ал жіңішке бағыттауыштар басым желдерді көрсетеді. Желдер мұхит бетіндегі циркуляцияны болдыртуда энергиямен қамтамасыз етеді.

Мұхит ағыстарының климатқа әсері

Мұхиттардың беткі ағыстары климатқа маңызды әсер етеді. Жер үшін жалпы күннен алынған энергиясы жер беткейінің радиациясынан жоғалтқан жылумен тең. Көптеген ендіктер жекеше қарастырылмауы керек. Төменгі ендіктерде энергияның таза жоғарылауы болса, жоғарғы ендіктерде энергияны таза жоғалту болады. Тропиктер үдемелі жылымайды, сол сияқты полюстерде суықтай түспейді, сол себепті жылуы мол аймақтардан жылуы тапшы аймақтарға жылудың үлкен масштабты таралуы болуы қажет. *Жылудың жел және мұхит ағыстары арқылы таралуы ендіктердегі энергетикалық дисбалансты теңестіреді.* Мұхит ағысының қозғалысы жалпы жылу тасымалының төрттен бір бөлігін, ал желдер төрттен үш бөлігін құрайды.

Жылы ағыстардың әсері. Полюске бағытталған, жылы мұхит ағыстарының климатты жұмсарту әсері жақсы белгілі. Солтүстік Атлант мұхиты, жылы Гольфстрим ағысының кенеюі, Ұлыбритания және Батыс Еуропа елдерінің қыстық температурасын сол ендікке тиесілі температураға қарағанда жылырақ етіп ұстап тұрады. Сент-Джонсқа (Ньюфаундленд) қарағанда Лондон солтүстікке қарай орналасқан, бірақ қысы сондай аязды емес. Басым батыс желдеріне байланысты, аралда өзгеріс әсерін болдыртпайды. Мысалы, Берлиндегі (52° солтүстік ендік) қаңтардың орташа температурасы 12° ендікте оңтүстікке қарай орналасқан Нью-Йоркпен бірдей. Лондондағы (51° солтүстік ендік) қаңтардың орташа температурасы Нью-Йорк қаласынан 4.5°C-ге жоғары

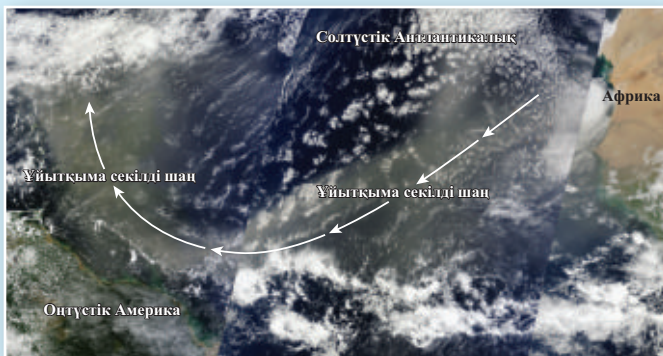
Суық ағыстар ауаны салқындатады. Гольфстрим ағысы сияқты жылы мұхит ағыстарынан ерекшеленетін, әсері көбінесе қыс мезгілінде байқалатын, суық ағыстар

тропиктерге және орта ендікке жаз айларында қатты әсерін тигізеді. Мысалы, оңтүстік Африканың батыс жағалауындағы суық Бенгал ағысы осы жағалау тұсындағы тропикалық ыстықты бәсеңдетеді. Уолфиш-Бей (23° оңтүстік ендік), Бенгал ағысына іргелес қаласында жаз айында температура Оңтүстік Африканың шығыс жағында 6° ендікте полюске қарай бағытталған, суық ағыстың әсерінен алшақтау орналасқан Дурбан қаласына қарағанда 5°C -ге салқындау. Суық Калифорния ағысы Калифорнияның оңтүстігіндегі субтропикалық жағалаудағы жаздық температураны шығыс жағалаудағы станциялармен салыстырғанда 6°C -ге төмендетеді.

Суық ағыстар құрғақшылықты арттырады. Суық ағыстардың іргелес жатқан жерлердің температурасына әсер етуден басқа да климаттық әсерлері бар. Мысалы, батыс жағалауында тропикалық шөлдер орналасқан континеттерге суық ағыстар қатты әсерін тигізеді. Негізгі батыс жағалаулық шөлдер Атакама Перуде, Чили және Намиб Африканың оңтүстік-батысында орналасқан. Бұл жағалаулардағы құрғақшылық арта түседі, себебі төменгі атмосфера қабаты суық жағалау сулары арқылы салқындайды. Салқындау нәтижесінде ауа тұрақтанып, бұлттардан жауын-шашынды қалыптастыру үшін жоғары көтерілуге қарсылық көрсетеді. Сондай-ақ, суық ағыс температураны шық нүктесіне дейін жеткізуге себеп болады, бұл температурада су буы конденсацияланады. Нәтижесінде, бұл аймақтар жоғары ылғалдылықпен және тұманды болуымен сипатталады. Сөйтіп, субтропикалық шөлдердің барлығы ылғалдылығы төмен, ашық аспанды және ыстық бола бермейді. Суық ағыстар кейбір субтропикалық шөлдерді ылғалды және салқын, тұманға оралған жерлерге айналдырады.

7.2-атмосфераға шолу

Суретте Африкада қаңтар айында болған шаңды дауыл көрсетілген, шаңды ағын Оңтүстік Американың солтүстік-шығыс жағалауына дейін жеткен. Шаңды ағын жыл сайын Сахара шөлінен Амазонкаға 40 миллион тонна тозаңды тасымалдайды. Бұл ағындағы минерелдар орман топырақтарындағы қалың тропикалық жауынмен шайылып кеткен құнарлы заттарды қалпына келтіруге септігін тигізеді.



Құрама сурет MODIS жинаған суреттердің топтамасын біріктіреді (НАСА-мен ұсынылған)

Сұрақтар

1. Шаңды ағынның қиғаш келгеніне назар салыңыз. Осы шаңды ағысты тудырған атмосфералық циркуляция сағат тіліндегі немесе сағат тіліне қарсы бағытта ма?
2. Африкадан Оңтүстік Америкаға тасымалданатын тозаңға қандай ғаламдық қысым жүйесі әсер етеді?

Мұхит ағыстары және апвеллинг

Апвеллинг – мұхит тереңіндегі қоректік элементтермен қаныққан суық судың жоғары көтеріліп, беткейдегі жылы сумен алмасуы. Жалпы желмен туындатылған вертикальды қозғалыс болып табылады. Бұл көбінесе дүниежүзілік мұхиттардың шығыс жағалауларына тән, әсіресе Калифорния, Перу және Батыс Африка жағалаулары бойында.

Апвеллинг экваторға бағыттала жағалауларға параллельді соғатын желдері бар аймақта пайда болады. Кориолис күшіне байланысты, беткейдегі су жағалаудан ауып кетеді. Беткі қабат жағалаудан алшақтағанда, оның орнына қоректік элементтермен қаныққан су төменнен көтеріледі. Бұл 50-300 метр тереңдігінен баяу көтерілген ағыс, алмастыратын судан суы әлдеқайда суық болады, сөйтіп ол жағалаулық аймақты салыстырмалы салқындау етіп, өсімдіктердің өсуі және теңіз флорасы мен фаунасына қолайлы жағдай туғызады.

Құрама Штаттардың Атлант мұхитына іргелес жатқан штаттар жағалауының суына үйренген жүзгіштер, Тынық мұхитына іргелес Калифорния жағалауларының орталығындағы су температурасын аса суық деп табар еді. Тамыз айында Атлант жағалауында су температурасы әдетте 21°C-ден асатын болса, Калифорния жағалауында шамамен 15°C-ны ғана құрайды.

✓ 7.8 Бақылау сұрақтары

- 1 Мұхиттың беткі ағыстарының негізгі қозғаушы күші не болып табылады?
- 2 Кориолис күші мұхит ағыстарына қалай әсер етеді?
- 3 Бес субтропикалық айналымды атаңыз.
- 4 Мұхит ағыстары климатқа қалай әсер етеді? Кем дегенде үш мысал келтіріңіз.
- 5 Апвеллинг үдерісін түсіндіріңіз. Теңіз флорасы мен фаунасына бұл аймақтар қалай әсер етеді?

7.9 Эль-Ниньо, Ла-Нинья және Оңтүстік тербеліс

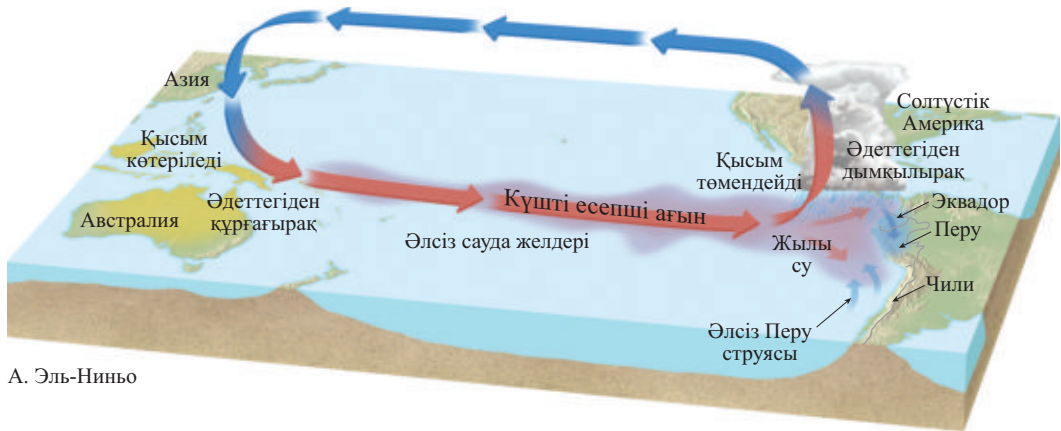
Оңтүстік тербелістерді және оның Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяға қатынасын сипаттаңыз. Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяның Оңтүстік Америка климатына әсерін атаңыз.

Эль-Ниньоны ең бірінші болып Эквадор және Перу балықшылары анықтады, олар желтоқсан немесе қаңтар айында Тынық мұхитының шығыс жағындағы су біртіндеп жылына бастайтынын байқады. Жылыну әдетте Рождество маусымына жақын кезде болғандықтан, іс-шара испан тілінде Эль-Нино – «кішкентай бала» немесе «Христос бала» деген мағынада аталды. Әдеттен тыс теңіз бетінің жылынуы тұрақты емес, бұл кезеңдер 2 жылдан 7 жылға дейінгі аралықта болып, 9 айдан 2 жылға дейін сақталып тұрады.

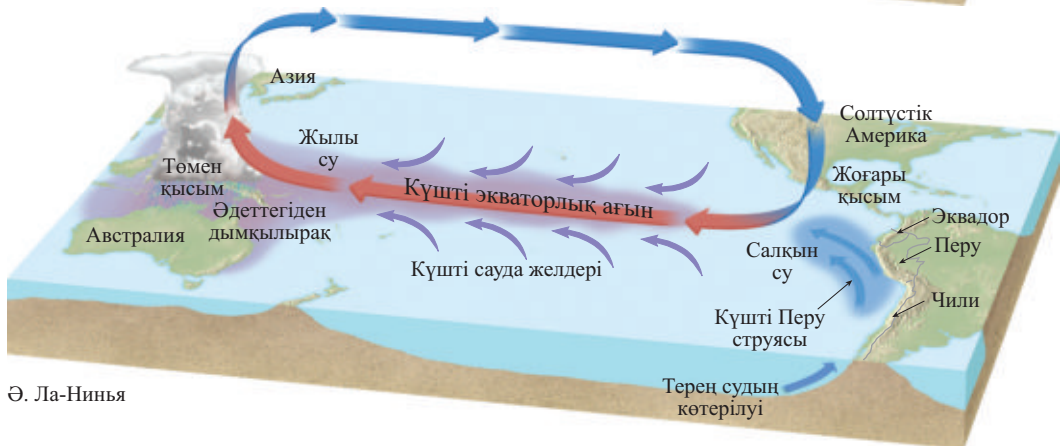
Эль-Ниньо басқа елдердің арасында Перу, Чили және Австралияның ауа райы мен экономикасына апатты әсерімен танымал.

7.17А-суретте көрсетілгендей, Эль-Ниньо кезінде күшті экваторлық қарсы ағыс Оңтүстік Американың батыс жағалауында *шамадан тыс жылу* мөлшерін жинақтайды.

Өте жылы су және оған байланысты төменгі қысым Перу және Чили сияқты құрғақ аймақтарда орташа мөлшерден артық жауын-шашынды жаудыртады. Нәтижесінде су тасқынына тап болған аймақтарға айналады. Сондай-ақ судың жылы беткі қабаты төменнен көтерілетін қоректік заттарға мол суық судың көтерілуін тежейді – бұл миллиондаған ұсақ балықтардың қорегі (көбінесе анчоустардың).



А. Эль-Ниньо



Ә. Ла-Нинья

▲ **7.17-сурет. Эль-Ниньо, Ла-Нинья және Оңтүстік тербеліс арасындағы байланыс.** А. Эль-Ниньо кезінде Тынық мұхитының шығысындағы қысым төмендейді, ал батыс жағындағы қысым жоғарылайды. Бұл пассаттардың төмендеп, шығыс жақтағы жылы судың экватор маңына қозғалуына алып келеді. Бұл экваторға қарсы бағытталған ағысты күшейтіп, Тынық мұхитының шығысы және орталығындағы су беткейінің жылынуына алып келеді, бұл өз кезегінде ауа райы жағдайына әсер етеді. Ә. Ла-Нинья кезінде қатты пассат желдері экваторлық ағыстарды батысқа жылжытады. Сол уақытта қатты Перу ағысы Оңтүстік Американың батыс жағалауында суық су апвеллингін болдыртады.

Бір немесе екі жыл ішінде Эль-Ниньоға қатысты циркуляция тәртіп бойынша Ла-Ниньямен орын алмасады (7.17(Ә)-сурет). Ла-Нинья, «кішкентай қыз» дегенді білдіріп, Эль-Ниньоға қарама-қарсы және теңіз беті температурасының шамадан тыс салқын болуы, Тынық мұхитының орталығы және шығыс бөлігі. 7.17(Ә)-суреттен байқағандарыңыздай, Ла-Нинья кезінде Тынық мұхитының экваторлық бөлігіндегі атмосфералық циркуля-

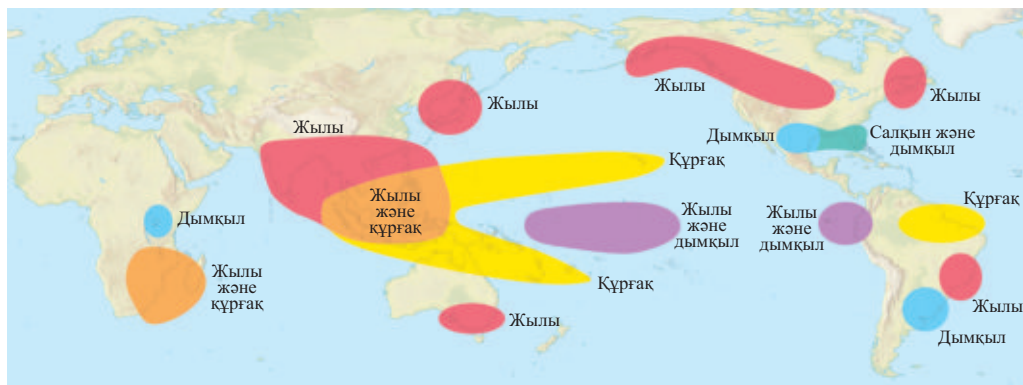
цияда пассаттар басым болады. Бұл жел жүйесі өз кезегінде қатты экваторлық ағыс қалыптастырып, ол Оңтүстік Американың батыс жағынан Австралия мен Индонезияға қарай ағады. Бұл циркуляция үлгісі Австралия мен Индонезияның солтүстік жағында су тасқынын, ал Оңтүстік Американың батыс жағалаулық аймақтарында құрғақшылықты тудырады.

Сондай-ақ, Ла-Нинья кезінде Перу және Чили жағалаулары бойымен экваторға ағатын суық ағыс күшейе түседі. Бұл беткі ағыс – Перу ағысы деп аталады және ол апвеллинг тудырады. Осылайша, Ла-Нинья «сый беруші» деп те аталып кетті, себебі сумен бірге жоғары көтерілетін қоректік заттар теңіз флорасы мен фаунасының игілігі болып, осы апвеллинг кезеңі ішінде балық аулауды аса қолайлы ете түседі.

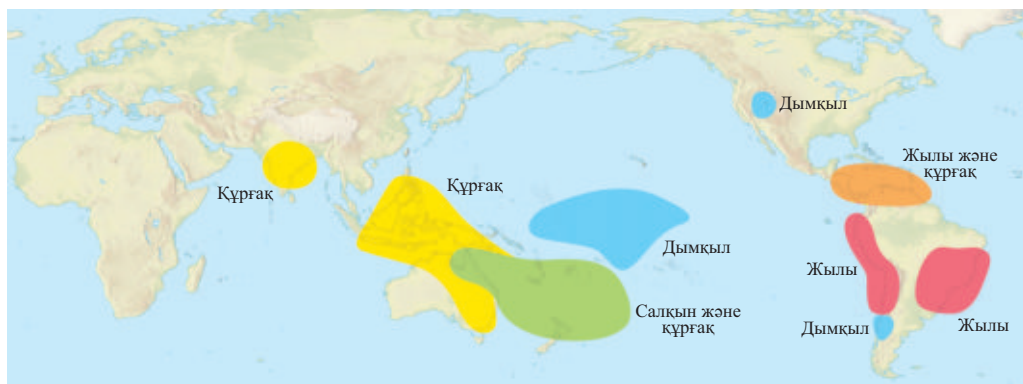
Эль-Ниньоның жаһандық әсері

Эль-Ниньо және Ла-Ниньяға байланысты климаттық ауытқулар көптеген жылдар бойы белгілі болды, бірақ бұл құбылысты жергілікті деп білді. Қазіргі таңда ғалымдар Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяны ғаламдық атмосфералық циркуляцияның бір бөлігі деп мойындады, олар Тынық мұхитының экваторлық аудандарынан алыс қашықтықтағы ауа райына әсер етеді. Дегенмен циркуляцияға әсері өзгермелі болып келеді, кейбір жергілікті әсерлер етулер дәйекті болып келеді.

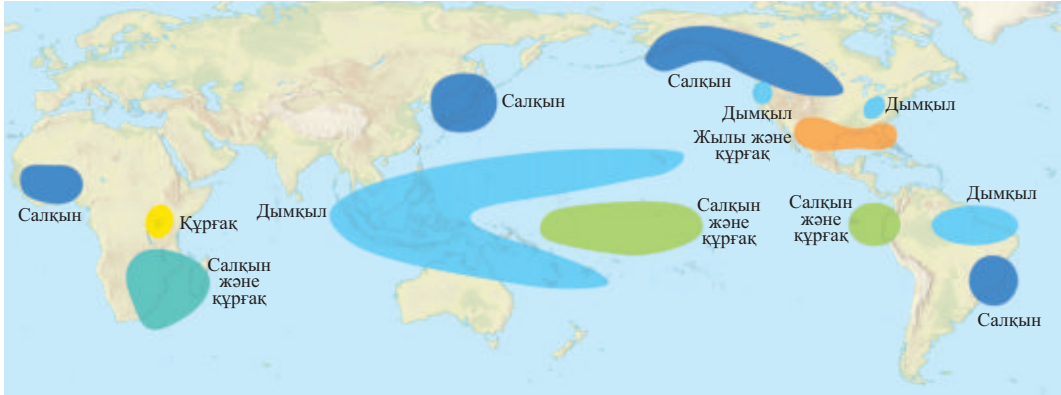
Эль-Ниньо кезінде, Құрама Штаттардың солтүстігі және Канаданың біраз бөлігіндегі қыстық температура шамадан тыс жылы болады (7.18(A)-сурет).



А. Эль-Ниньо: желтоқсаннан ақпанға дейін.



Ә. Эль-Ниньо: маусымнан тамызға дейін.



Б. Ла-Нинья: желтоқсаннан ақпанға дейін.



В. Ла-Нинья: маусымнан тамызға дейін.



▲ **7.18-сурет. Өртүрлі аймақтардағы Ла-Нинья мен Эль-Ниньоның климатқа әсері.** Эль-Ниньо қыс кезінде Солтүстік Американың климатына маңызды әсер етеді. Сонымен қатар, Эль-Ниньо қыста және жазда тропикалық Тынық мұхитының айналасындағы аймақтарға әсер етеді. Ла-Ниньяның Солтүстік Америка климатына қыста елеулі әсері бар, бірақ басқа аймақтарға барлық мезгілде де әсер етеді.

Сонымен қатар, Құрама Штаттардың оңтүстік-батысы мен Мексиканың солтүстік-батысында қысы ылғалды болса, Құрама Штаттардың оңтүстік-шығыс жағы ылғалды және салқиндау болып келеді. Эль-Ниньоның басты артықшылығы, бұл кезде орташа Атлант дауылдары санының төменірек болуы. 2009 жылы дауылды кезең болып, Эль-Ниньодан басым болды. Эль-Ниньо соңғы белсенділігін 2012 жылы танытты.

Жазбалар бойынша Эль-Ниньоның ең қауіпті салдары 1997-1988 жылы болып, әлемнің көптеген бөліктерінде ауа райының төтенше жағдайларын тудырты. Сұрапыл қыстық дауылдар Калифорния жағалауынан өтіп, жағажайларды су басып, көшкін болып, бұрын-соңды болмаған эрозияға ұшыратты. Құрама штаттардың оңтүстік бөлігіндегі қатты жауын Техас пен Мексика шығанағы бойындағы штаттарда су тасқыны болуына әкелді. Бұл бөлім 2014 жылдың шілде айында әзірленіп жатқан және Эль-Ниньо әсері енді дамып жатты. Сол себепті Эль-Ниньоның болашақтағы әсері жайлы айту әлі ертерек.

Ла-Ниньяның жаһандық әсері

Ла-Ниньяны екі Эль-Ниньо шарасы арасында туындайтын қалыпты жағдай деп санады, бірақ қазір метеорологтар **Ла-Ниньяны** өз ретіндегі маңызды атмосфералық құбылыс деп қарастырады. Зерттеушілер орталық және Тынық мұхитының шығысындағы беткі температураның шамадан тыс суық болауына Ла-Нинья себеп болады деген түсінікті қабылдады және ол жерлер айрықша ауа райы шарттарымен сипатталады.

Құрама Штаттардың солтүстік-батыс бөлігіндегі әдеттегі Ла-Ниньялық қыстық ауа райы суық және ылғалды болады, әсіресе Солтүстік жазықтықтағы штаттарда қыстық температура өте суық болады, ал оңтүстік-батыс және оңтүстік-шығыс бөлігінде жылы температура турады (**7.18(В)-сурет**). Тынық мұхитының батыс жағында Ла-Ниньо кезінде шамадан тыс ылғалды жағдай орнайды. 2010–2011 жылдары Ла-Нинья Австралиядағы су тасқынына себеп болып, елді қауіпті табиғи апатқа ұшыратты: Квинсленд штатының көп бөлігін су басты. Ла-Ниньоның тағы бір әсері, бұл Атлант мұхитында жиі болатын дауылдар белсенділігін тудыруы. Соңғы зерттеулер қорытындысы бойынша, Құрама Штаттарда Ла-Нинья кезінде болатын дауылдар шығыны Эль-Ниньо кезімен салыстырғанда 20 есе артық

Оңтүстік тербеліс

Жуырда Эль-Ниньо және Ла-Ниньялық шаралар ғаламдық қысым құрылымымен тығыз байланысты екені анықталды. Эль-Ниньо орын алған кезде Тынық мұхитының шығыс бөлігінде атмосфералық қысым төмендеп, Тынық мұхитының батыс бөлігіндегі тропикалық аудандарында жоғарылайды (**7.17(А)-суретті** қараңыз). Эль-Ниньо аяқталып, Ла-Ниньо басталғанда екі аймақ арасындағы бағыт керісінше орын алады (**7.17(Ә)-сурет**).

Бұл Тынық мұхитының шығысы мен батысы арасындағы атмосфералық қысымның теңселмелі үлгісі **Оңтүстік тербеліс** деп аталады. Тынық мұхитының батысындағы төменгі қысымды Австралия мен Индонезияға қарай бағытталған жылы, тропикалық пассат желдері жоғарылатып, күшейте түседі. Керісінше, Тынық мұхитының шығысындағы қысымның төмендеуін пассат желдері әлсіретіп, экваторға қарсы ағысты күшейтіп, Перу және Чили жағалауларында жылы судың көп мөлшерін жинақтайды. Эль-Ниньо мен Ла-Ниньо әсеріне байланысты қалыптасқан ауа райы кезіндегі желдер атмосфералық қысымның өзгеруіне алып келеді.

Әлемде бір-бірінен алшақ орналасқан аймақтар арасындағы ауа райы байланыстарын **телебайланыс** деп атайды. Мысалы, теңіз беті температурасындағы аномалия Эль-Ниньо құбылысымен байланысты, Тынық мұхитының шығыс бөлігіндегі жылыну Калифорнияның оңтүстігіндегі қыстық су тасқынымен байланысты. Сондай-ақ Эль-Ниньо мен Азиаттық муссон арасында телебайланыс бар.

Теңіз бетінің температурасын алдын-ала бір ай бұрын болжауға болатындықтан, *метеорологтар* телебайланысты түсіну арқылы шалғай аудандардың климаттық болжамын жасауға мүмкіндік береді. Мысалы, Эль-Ниньоның басталу уақытын болжау арқылы Солтүстік Американың жауын-шашынды кездері мен температурасын бір апта немесе бір ай бұрын анықтауға болады. Ұлттық Ауа райы қызметінің 1 айдан 13 айға дейінгі болашаққа жасаған болжамдарын *климаттық перспектива* деп атайды.

Қорытындылай келе, Эль-Ниньо құбылысы Перу және Чили жағалаулық аймақтарындағы қысымның төмендеуімен және Тынық мұхитының батыс жағындағы қысымның жоғарылауымен басталады. Бұл қысымдық өзгеру шығысқа қарай бағытталған қарсы

ағыстың дамуын әлсірететін пассат желдерін тудыртады. Нәтижесінде атмосфера циркуляциясындағы өзгеріс Перу мен Чилидің қалыпты құрғақ аудандарында жауын-шашынды тудыртып, ал құрғақшылық Тынық мұхитының батысында орнайды. Осыған қарама-қарсы циркуляция Ла-Нинья кезінде болады: пассат желдері күшейеді, Тынық мұхитының шығысында құрғақшылық, Индонезия мен солтүстік-шығыс Австралияда айрықшы су тасқыны орын алуы мүмкін

✓ 7.9 Бақылау сұрақтары

- 1 Эль-Ниньо құбылысы Перу мен Чили ауа райына Индонезия және Австралиямен салыстырғанда қалай маңызды әсер ететінін сипаттаңыз.
- 2 Ла-Нинья құбылысы кезінде Тынық мұхиты тропикалық аймағының екі жағындағы су беткейінің температурасын сипаттаңыз.
- 3 Ла-Нинья құбылысы Солтүстік Американың дауылды мерзіміне қалай әсер етеді?
- 4 Оңтүстік тербелісті қысқаша сипаттаңыз және ол Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяға қалай байланысты?
- 5 Эль-Ниньо құбылысы Солтүтік Американың климатына қыста қалай әсер ететінін сипаттаңыз. Сол сияқты Ла-Нинья құбылысын сипаттаңыз.

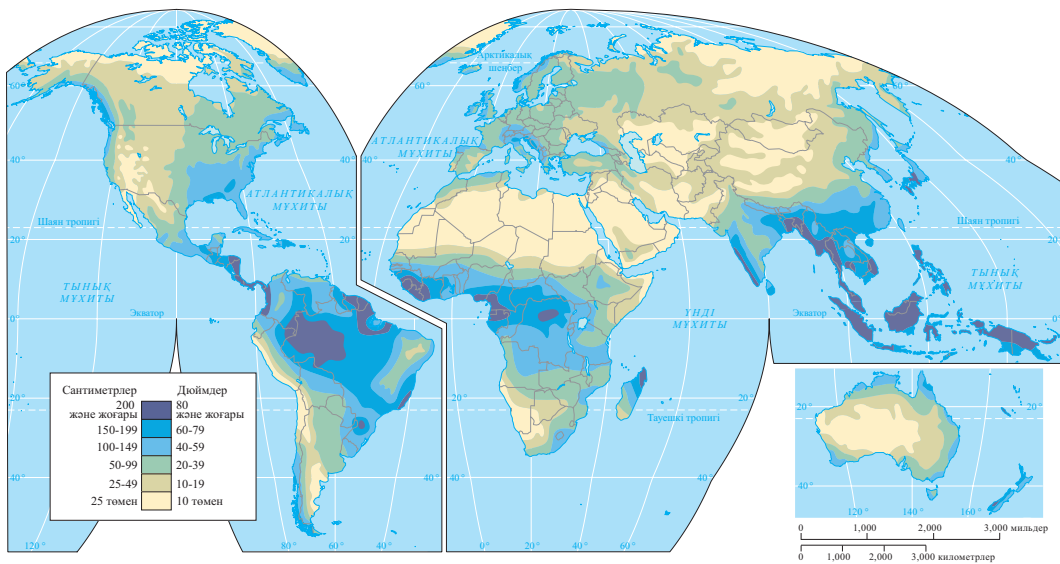
7.10 Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуы

Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуына әсер ететін негізгі факторларды талқылаңыз.

7.19-суретте бүкіл әлем бойынша орташа жылдық жауын-шашынның таралуы көрсетілген. Карта күрделі болып көрінгенмен, суреттегі негізгі сипаттамаларды дүниежүзілік желдер мен қысым жүйесі туралы білімді пайдалана отырып түсіндіруге болады. Жалпы жоғарғы қысым әсеріндегі аймақтар бәсеңдеген және шегере бастаған желдермен байланысты құрғақ жағдай орнайды. Керісінше, төменгі қысым әсеріндегі аймақтарда жел көтеріліп, көп мөлшердегі жауын-шашын түседі. Алайда, егер тек жел-қысым режимі ғана жауын-шашынды қадағалаушы болып табылса, онда 7.19-суретте көрсетілген үлгі әлдеқайда қарапайым болар еді.

Сондай-ақ ауа температурасы жауын-шашынның таралу әлеуетін анықтау кезінде маңызды болып табылады. Суық ауа жылы ауаға қарағанда ылғалдылық қабілеті төмен болғандықтан, жауын-шашынның ендік бойынша өзгеруі күтіледі, төменгі ендікке (жылы аймақтар) жауын-шашынның көп мөлшері, ал жоғары ендікке (суық аймақтар) аз мөлшері түседі.

Ендіктік бойынша өзгеріспен бірге, су мен құрылықтың алып жатқан ауданы да жауын-шашынның таралуына әсер етеді. Егер құрлықты аймақ болып келсе, оның территориясы тереңдей түскен сайын құрлықтағы жауын-шашын мөлшері де азая береді. Мысалы, Норт-Платт (Небраска штаты) жағалауда орналасқан Бриджпортқа (Коннектикут штаты) түсетін жауын-шашын мөлшерінің, екі қала да бірдей ендікте орналасқанына қарамастан тек жартысын қабылдайды. Бұдан басқа, таулы аймақтар да жауын-шашынның түсуіне әсер етеді. Таулардың жел жақ беткейі жауын-шашынның көп мөлшерін қабылдаса, ықты беткейлері мен оған іргелес жазықты аймақтарында ылғалдылық тапшы болып келеді.



▲ 7.19-сурет. Орташа жылдық жауын-шашынның дүниежүзілік таралуы.



▲ 7.20-сурет. Аймақтық жауын-шашын үлгісі.

Жауын-шашынның аймақтық таралуы

Бастапқыда жердің бетін толығымен су алып жатқан сияқты тұрғыда жауын-шашынның аймақтық таралуын қарастырамыз, кейін құрлық пен су алып жатқан территориялық өзгешілікті енгіземіз. Есте-ріңізге салатын болсаңыздар, әрбір жарты шарда төрт негізгі қысым белдеулері бар (7.7(A)-сурет): экватор минимумы (ТІКА), субтропик максимумы, субполярлы минимум және полярлық максимум. Сондай-ақ, бұл қысым белдеулері маусымдық өзгерісті көрсетеді.

Осы қысым жүйелерінің дәріптелген жауын-шашын режимдері 7.20-сурет көрсетілген.

Экватор маңында пассат желдері қосылып, нәтижесінде жылдың барлық маусымында жауын-шашын қалың болады. Әрбір жарты шарда полюске бағытталған экватор минимумынан кейін субтропик максимум белдеуі жатыр. Бұл аймақта, төмендеген ауа жыл бойы құрғақ жағдайдың болуына ықпал етеді. Ылғалды экваторлық режим және құрғақ субтропикалық режимін аралығында жоғары және төмен қысым жүйелері әсер

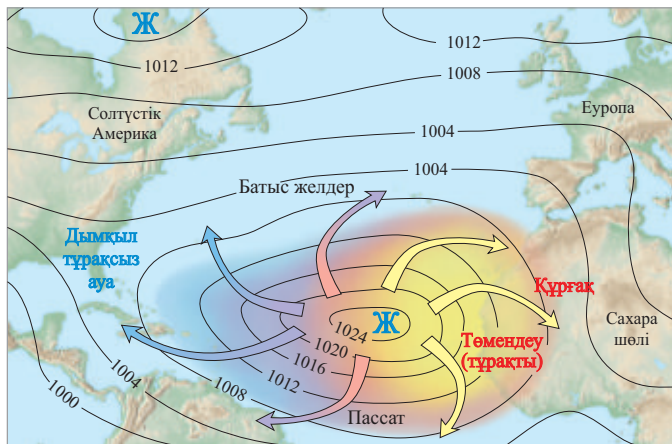
ететін аймақ жатыр. Қысым жүйелерінің күнмен бірге маусымдық миграциясына байланысты, бұл ауыспалы аймақтарға ТІКА ықпалында болған кезде, яғни жазда жауын-шашынның көп мөлшері түседі. Субтропик максимумы экваторға қарай жылжығанда, яғни қыс кезінде құрғақ мерзім орнайды.

Орта ендікке жауын-шашынның көп бөлігі циклондық дауылдар кезінде түседі. Бұл аймақ полярлы фронт бөлігіне жатады, конвергенция аймағы суық полярлы ауа мен жылы батыс желдері аралығында орналасқан. Полярлы фронттың 30° және 70° ендік аралығында еркін көшіп-қонуына байланысты, ортаендікті аймақтарға жауын-шашын жеткілікті мөлшерде түседі. Полярлы аймақтарда жоғарғы қысым мен суық ауа басым болғандықтан, ылғалдылық та төмен деңгейде. Жыл бойы бұл аймақтарда жауын-шашын өте тапшы.

Континенттер бойынша жауын-шашынның таралуы

Алдыңғы тақырыпта қарастырған аймақтық үлгі жалпы дүниежүзілік жауын-шашынның таралуына жуықтау. Экваторлық және орта ендік аймақтарында жауын-шашын мөлшері қарқынды, ал субтропикалық және полярлық белдеулерде салыстырмалы түрде құрғақ болып келеді.

7.19-суретте көрсетілген дәріптелген аймақтық үлгіде көптеген ерекше жағдайлар айқын болып табылады. Мысалы, бірнеше құрғақ аудандарды ортаендіктен байқауға болады. Патагония деп аталатын Оңтүстік Американың шөлді аймағы бір мысал болып табылады. Ортаендіктегі Патагония үстірті таудың ықты бөлігінде орналасқан және ылғал көзінен шегерілген.



▲ **7.21-сурет. Субтропикалық жоғары қысымды жүйелердің сипаттамалары.** Бұл жүйенің шығыс жағындағы қысымның төмендеуі қалыпты кондиция мен құрғақшылықты қалыптастырады. Қысымы жоғары батыс жағынан ағып өтетін беткі ауа жылы судың үлкен ауданынан өтіп, ылғалдылықты сіңіреді де тұрақсыз бола бастайды.

Аймақтық жауын-шашынның таралуындағы айқын көрінетін ауытқулар субтропикта жүзеге асады. Бұнда әлемдегі ұлы шөлдерді ғана емес, сонымен қатар жауын-шашын көп түсетін аймақтарды да кездестіруге болады (7.19-сурет). Себебі бұл ендік циркуляциясында басым болатын субтропикалық жоғарғы қысым батыс және шығыс бөлікте әртүрлі сипатқа ие (7.21-сурет).

Деңгейдің төмендеуі шығыс жақта айқын байқалады, бұл тұрақты атмосфералық кондицияны қалыптастырады. Антициклондар мұхиттың шығыс жағында шоғырланғандықтан,

әсіресе қыс мезгілінде, субтропик максимумына іргелес орналасқан континенттің батыс бөлігі құрғақ болып келеді (7.19-сурет). Континенттердің батыс жағында шашамен 25° солтүстік немесе оңтүстік ендіктерде Солтүстік Африканың Сахара шөлін, Африка оңтүстігінде Намиб, Оңтүстік Америкада Атакама және солтүстік-батысында Мексика шөлдерін байқауға болады.

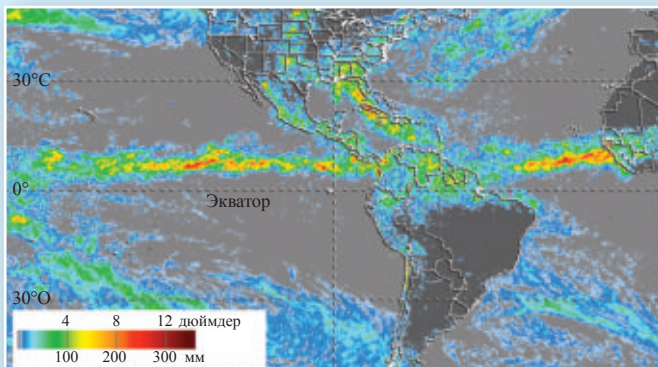
Максимумның батыс жағында деңгейдің төмендеуі қатты байқалмайды. Сондай-ақ бұл максимумнан өтетін төселмелі беткей ауасы жылы судың үлкен ауданымен қиылысады. Нәтижесінде, ауа буланған ылғалдылықты өзіне сіңіріп, тұрақсыз бола бастайды. Осыған орай, субтропик максимумының батысында кездесетін құрлықтарға жыл бойы жауын-шашынның көп мөлшері түседі. Жақсы мысал ретінде Оңтүстік Флориданы айтуға болады (7.19-сурет).

✓ 7.10 Бақылау сұрақтары

- 1 Жоғары немесе төменгі қысымы басымырақ жыл бойы құрғақ болып тұратын аймақтар бар ма?
- 2 Экваторға жақын жерлерде және полюстер маңында жауын үлгісі қалай болатынын сипаттаңыз.
- 3 Жер бетіндегі негізгі субтропикалық шөлдер шамамен 20° және 35° ендік аралығында орналасқан.
 - а. Бес субтропикалық шөлдерді атаңыз.
 - ә. Құрлықтың қандай жағында (батыс немесе шығыс) субтропикалық шөлдер орналасқан?
 - б. Субтропикалық шөлдерге жауапты қысым жүйелерінің жалпы атауы қандай?
- 4 Полярлы аймақта жауын-шашынның тапшы болуын түсіндіретін екі себебін атаңыз.
- 5 Дүниежүзілік жел және қысым жүйелерімен бірге жауын-шашынның дүниежүзілік таралуына тағы қандай факторлар әсер етеді?

7.3-атмосфераға шолу

Бұл спутниктік сурет Тропикалық жауын мөлшерін өлшеу миссиясының мәліметтерімен жасалған (ТЖММӨ). Қызыл және сары түспен белгіленіп, шығыстан батысқа қарай өткен қалың жауын жолағына назар салыңыздар.



Сұрақтар

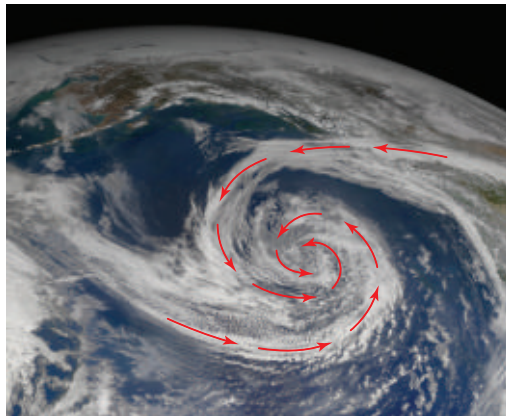
1. Бұл қалың жауын-шашын ауа райы қандай қысым аймағымен байланысты?
2. Бұл сурет шілде айында немесе қаңтар айында түсірілді ма? Түсіндіріңіз.

7 Атмосфераның циркуляциясы тұжырымына шолу

7.1 Атмосфералық қозғалыстың масштабтары ▶ Микро-масштабты, мезомасштабты, макромасштабты желдердің айырмашылығын атаңыз және әрқайсысына мысал келтіріңіз.

Түйінді сөздер: микромасштабты жел, мезомасштабты жел, макромасштабты жел, планеталық масштабтағы жел, синоптикалық масштабтағы жел

- Ауаның кіші масштабтағы қозғалысын микромасштабты желдер деп атаймыз, бұл кішігірім, бейберекетсіз желдер секунд немесе минутқа ғана созылады, мысал ретінде коқысты ауаға ұшырып жіберетін қарапайым желдің көтерілуін және кішігірім, біраз күштірек ұйытқыма секілді шаңды құйындарды айтуға болады.
- Мезомасштабты желдер әдетте бірнеше минутқа, кейде бірнеше сағатқа жалғасады. Бұл орта мөлшердегі құбылыс кем дегенде 100 шақырым аралығында соғып, күшті жоғары көтерілген ағыстар мен төмен түскен ағыстарды, торнадоны, сондай-ақ *жергілікті желдер* деп аталады бірқатар бірегей жел жүйелерін қамтиды.
- Макромасштабты желдер деп аталатын ірі жел үлгілері, екі санатқа бөлінеді. Планеталық масштабтағы желдерге батыс және пассат желдерін мысал ретінде айтуға болады. Шамалы кішірек синоптикалық масштабтағы макроауқымды циркуляцияны, сондай-ақ *ауа райы картасы масштабындағы* деп те атайды – диаметрі шамамен 1000 шақырым болып табылады және ауа райы карталарынан оңай анықталады. Екі белгілі синоптикалық масштабтағы жүйелер *орта ендікті циклондар* және *антициклондар* ауа райы карталарында төмен және жоғары қысымды аудандарда тиісінше пайда болады. Бұл ауа райын қалыптастырушылар негізінен орта ендікке тиесілі. Ең кішірек макромасштабтағы ауа райы жүйелері жылы тропикалық мұхиттардың үстінде жаздың соңында және күздің басында қалыптасатын тропикалық дауылдар мен құйындарды қамтиды.



Сұрақ. Бұл спутниктік сурет Солтүстік Америкаға қарай қозғалған үлкен айналмалы жел жүйесін қызыл нұсқалармен көрсетеді. Атмосфералық қозғалыстың қандай масштабы бұлттардың осындай айналмалы қозғалысын қалыптастырды?

7.2 Жергілікті желдер ► Жергілікті желдің төрт түрін атаңыз және олардың қалыптасуын сипаттаңыз.

Түйінді сөздер: теңіз бризі, жағалаулық бриз, аңғарлық жел, тау желі, фен, Санта-Ана, ағынды (төмен құлау) желі, мистрал, бора, қала сыртынан соғатын желдер

- Жер беті біркелкі қызбайды, нәтижесінде түрлі қысым аймақтары қалыптасады. Мысалы, жақсы қызған жер беті тұсында жоғары бағытталған ауа ағындары байқалса, салыстармалы түрде салқын жер беті тұсында төмен қарай бағытталған ауа ағындары байқалады. Бірінші жағдайда жер беті тұсында төмен атмосфералық қысым, екінші жағдайда жоғары атмосфералық қысым қалыптасады. Сондықтан осы екі түрлі қысым облыстар арасында горизонталды ауа ағындары, яғни жел тұрады.
- Теңіз және құрлық бризі жағалау бойында қалыптасады және құрлық пен су беткейлері арасындағы температуралық айырмашылықтан пайда болады. Тау және аңғар жерлері таулы аймақтарда қалыптасады, тау беткейлеріндегі ауа аңғар үстіндегі ауаға қарағанда қарқынды қыздырылады. Фен және Санта-Ана жылы әрі құрғақ желдер-ауа таудың ықты беткейіне түсіп, тығыздалу арқылы жылынғанда пайда болады.

Сұрақ. Бұл жағажайдағы жылы жаздың кешқұрым кезі. Соңғы бір немесе екі сағатта жел тыныш болды. Кейін жел көтеріле бастады. Бұл су беткейінен соққан салқын жел ма, әлде құрлықтан соққан жылы жел ма? Түсіндіріңіз.

7.3 Жер шарындағы циркуляция ► Жер шарындағы циркуляцияның үш-тор үлгісін сипаттаңыз немесе нобайын сызыңыз.

Түйінді сөздер: Хедли торы, жылқы ендіктері, сауда желдері, экваторлық тымық белдеу, Феррел торы, басым батыс желдері, полярлық тор, полярлық шығыс желдер, полярлық фронт

- Дәріптелген үш торлы үлгі жер шарының ғаламдық циркуляциясын түсінуге мүмкіндік береді. Осы үлгіге сәйкес, атмосфералық циркуляция торлары экватор және 30° аралығындағы ендікте, 30° және 60° аралығындағы ендікте, 60° ендік және полюс аралығында орналасқан. 20° және 35° аралығындағы белдеу Жылқы ендігі деп аталады. Жылқы ендігінің орталығынан беттік ағыс екі бұтаққа бөлінеді – бірі полюске қарай және екіншісі экваторға қарай аққан. Экваторлық ағыс Кориолис күшімен ауытқып, сенімді сауда желдерін (пассаттар) қалыптастырды.
- 30° және 60° аралығындағы ендіктегі (солтүстік пен оңтүстік) циркуляция басым батыс желдерін қалыптастырады.
- Полярлық тордағы циркуляцияда ауа полюске жағын жерде төмендеп, экваторға қайта бақытталған ағыс қалыптасады; бұл екі жарты шарда да полярлық шығыс желдер деп аталады.

7.4 Қысым алқаптарының желді бағыттауы

► Жердің дәріптелген қысым алқабының белдеулерін қорытындылаңыз. Құрлықтар және маусымдық температура өзгерістері дәріптелген үлгіні қалай күрделендіре түсетінін түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: экватор минимумы, тропиктік конвергенция аймағы (ТІКА), субтропик максимумы, субполярлы минимум, полярлық максимум, Сібір максимумы, Бермуд/Азор максимумы, Алеут минимумы, Исландия минимумы

- Жер беті бірыңғай болса, әрбір жарты шарда шығыс пен батысқа бағдарланған екі жоғары қысым және екі төменгі қысым белдеулері болар еді. Экватордан бастайтын болсақ, бұл төрт белдеулер (1) экватор минимумы, сондай-ақ тропикшілік конвергенция аймағы (ТІКА) деп те аталады, (2) субтропик максимумы, экватордың екі жағында шамамен 20°-35° аралығындағы ендікте, (3) субполярлы минимум, шамамен 50°-60° аралығындағы ендікте орналасқан және полярлық максимум, полюс маңында.
- Жер беті біркелкі емес, жалғыз шынайы қысымның аймақтық таралуы, мұхиттар үздіксіз жалғасқан тек Оңтүстік жарты шардағы субполярлық минимумда, сондай-ақ одан аз мөлшерде экватор минимумында кездеседі. Басқа ендіктерде, әсіресе құрлық үлесі мұхиттарға қарағанда жоғары солтүстік жарты шарда, аймақтық сызбалар жоғары және төмен қысымды жартылай тұрақты торлармен ауыстырылады.

7.5 Муссондар ► Азия муссоны қалыптастыратын жер шары циркуляциясындағы маусымдық өзгерістерді сипаттаңыз.

Түйінді сөз: муссон

- Жер бетіне таяу тропосфераның төменгі қабатындағы ауа массаларының жыл мезгілдеріне қарай алмасатын маусымдық ағысты муссон деп атайды, бұл нақты жел жүйесіне қатысты, жылына екі рет қарама-қарсыға бағытын өзгертіп отыратын желдер. Муссондардың ең айқын байқалатын географиялық жері Азияның оңтүстік және оңтүстік-шығыс бөлігі – оны Азиаттық муссон дейді.
- Желдің маусымдық бағытының ауысымы Солтүстік Американың біраз бөлігіне әсер етеді. Солтүстік Америка муссоны деп аталатын циркуляция үлгісі құрғақ көктемнен жаңбырлы жазға ауысатын кезде қалыптасып, Құрама Штаттардың оңтүстік-батыс және Мексиканың солтүстік-батыс бөлігіне әсер етеді.

7.6 Батыс желдері ► Орта ендік үстіндегі ауа ағысында батыс бөлігінің құрылымы шығыс бөлігінен неге қатты ерекшеленетінін түсіндіріңіз.

Түйінді сөз: Россби толқыны

- Орта ендік үстіндегі ауа ағысында батыс бөлігінің құрылымы шығыс бөлігінен қатты ерекшеленетіні болды, сол себепті батыс желдері деп аталады. Полюс және экватор арасындағы температуралық айырмашылық осы батыс желдерін қалыптастырады.

- Батыс желдері ұзын толқындардан тұрады, бұл толқын Россби толқыны деп аталады, әдетте төрттен алтыға дейінгі иінділерден тұрып, жер шарын айналдыра қоршайды. Ауа ағыстары осы толқын жолымен шығысқа қарай аққанымен, бұл ұзын толқындар қозғалыссыз немесе батыстан шығысқа қарай қалқып тұрады.

7.7 Струялық ағындар ▶ Полярлы струялық ағынның пайда болуын және оның орта ендіктегі циклондық дауылдармен байланысын түсіндіріңіз.

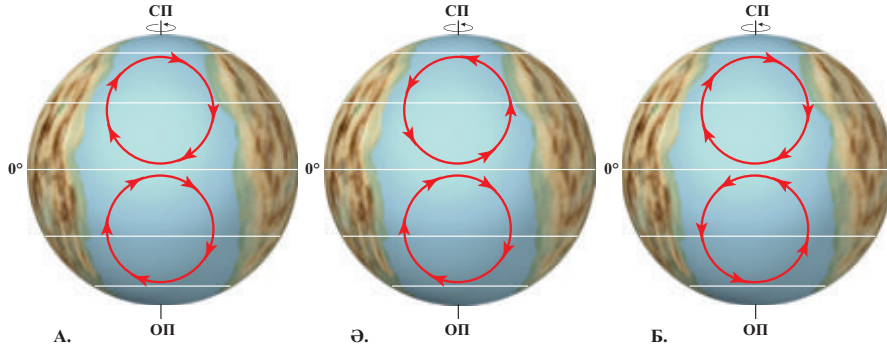
Түйінді сөздер: струялық ағын, полярлы струялық ағын, субтропикалық струялық ағын

- Батыс ағысына енген жіңішке лента тәрізді, өте жылдам желдер бірнеше мың шақырымға иіріліп жатыр. Бұл кезінде струялық су ретінде қабылданған жылдам ауа ағыны струялық ағындар деп аталады. Струялық ағындар тропосфераның үстінгі жағында горизонталь бойы соғып, ені аз дегенде 100 шақырымнан 500 шақырымға дейін жетеді. Үлкен температуралық айырмашылықтар жүзеге асатын жіңішке, бірнеше сызықты аймақтар фронт деп аталады. Кең ауқымды струялық ағын жүзеге асатын негізгі фронталды аймақ полярлы фронт деп аталады және сәйкесінше полярлы струялық ағын немесе жай полярлы струя деген атауы бар.

7.8 Дүниежүзілік желдер және мұхит ағыстары ▶ Дүниежүзілік картаға негізгі мұхит ағыстарын сызып, белгілеңіз.

Түйінді сөздер: айналым, апвеллинг

- Дүниежүзілік жел жүйесі мұхит ағыстарының негізгі қозғаушы күші болып табылады. Бұл мұхиттың шеңбер тәрізді ағысы, айналым деп аталып, бес негізгі субтропикалық қысымы жоғары жүйеде шоғырланған – Атлант мұхитының, Тынық мұхитының және Үнді мұхитының оңтүстігі мен солтүстігінде орналасқан.
- Полюске бағытталған, жылы мұхит ағыстарының қыс кезінде климатты жұмсарту әсері жақсы белгілі. Ал экваторға бағытталған суық мұхит ағыстар тропиктерге және орта ендікке жаз айларында қатты әсерін тигізеді.
- Суық ағыстардың іргелес жатқан жерлердің температурасына әсер етуден басқа да климаттық әсерлері бар. Мысалы, батыс жағалауында тропикалық шөлдер орналасқан континенттерге суық ағыстар қатты әсерін тигізеді. Негізгі батыс жағалаулық шөлдер Атакама Перуде, Чили және Намиб Африканың оңтүстік-батысында орналасқан. Бұл жағалаулардағы құрғақшылық арта түседі, себебі төменгі атмосфера қабаты суық жағалау сулары арқылы салқындайды. Салқындау нәтижесінде ауа тұрақтанып, бұлттардан жауын-шашынды қалыптастыру үшін жоғары көтерілуге қарсылық көрсетеді. Сондай-ақ, суық ағыс температураны шық нүктесіне дейін жеткізуге себеп болады, бұл температурада су буы конденсацияланады. Нәтижесінде, бұл аймақтар жоғары ылғалдылықпен және тұманды болуымен сипатталады.



Сұрақ. Қай глобуста болжамды континенттері бар жер шарындағы мұхит ағыстарының неғұрлым нақтырақ циркуляциясы көрсетілген?

7.9 Эль-Ниньо, Ла-Нинья және Оңтүстік тербеліс ► Оңтүстік тербелістерді және оның Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяға қатынасын сипаттаңыз. Эль-Ниньо мен Ла-Ниньяның Оңтүстік Америка климатына әсерін атаңыз.

Түйінді сөздер: Эль-Ниньо, Ла-Нинья, Оңтүстік тербеліс, телебайланыс

- Эль-Ниньо кезінде Тынық мұхитының шығыс бөлігі, Эквадор және Перу жағалауы жылынады. Бұл пассат желдерінің баяулауымен, ал экваторға қарама-қарсы қозғалған шығыс желінің күшеюімен байланысты. Осыған орай Оңтүстік Американың батыс жағалауынан қозғалатын Перу ағысы баяулайды.
- Тынық мұхитының шығысындағы беткі температураның шамадан тыс суық болуына Ла-Нинья себеп болады. Ла-Нинья пассат желдерінің күшеюімен, экваторлық бағытта қозғалған күшті батыс желімен және жағалауында апвеллинг болатын қарқынды Перу ағысымен байланысты. Эль-Ниньо және Ла-Нинья ғаламдық циркуляцияның маңызды бір бөлігі және тынық мұхитының шығысы мен батысы арасындағы атмосфералық қысымның теңселмелі үлгісі Оңтүстік тербеліспен тығыз байланысты.
- Эль-Ниньо және Ла-Нинья тропикалық Тынық мұхитының екі жағындағы ауа райына, яғни Құрама Штаттардың ауа райына әсер етеді



Сұрақ. Бұл сурет Австралияның шығысында орын алған су тасқынын көрсетеді. Бұл аймаққа Эль-Ниньо және Ла-Нинья әсер етеді ме?

7.10 Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуы ▶ Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуына әсер ететін негізгі факторларды талқылаңыз.

- Жауын-шашынның дүниежүзілік таралуындағы жалпы ерекшеліктерді дүниежүзілік жел мен қысым жүйелерімен түсіндіруге болады. Жалпы жоғарғы қысым әсеріндегі аймақтар бәсеңдеген және шегере бастаған желдермен байланысты құрғақ жағдай орнайды. Керісінше, төменгі қысым әсеріндегі аймақтарда жел көтеріліп, көп мөлшердегі жауын-шашын түседі.
- Жыл ішінде жер бетіндегі жауын-шашынның қарқынды түсетін аймағы экватор болса, орта ендікте циклондардың қозғалысына байланысты жауын-шашынның біршама мөлшері түседі, ал полярлы аймақтар ылғалдылығы тапшы суық ауамен басым болады.
- Құрлықтар мен мұхиттарда тараған, сондай-ақ таулы аймақтардағы ауа температурасы жауын-шашынның дүниежүзілік таралуына әсер етеді.

Ой жүгірту

1. Жаздың жылы күні, сіз Мичиган көлінен бірнеше кварталға ғана қашық орналасқан Чикагоның іскерлік орталығында дүкен аралап жүрсіз дерлік. Таң желсіз, тыныш болды және ауа райының құбылмалы болатыны күтілмеді. Түстен кейін Мичиган көлінен суық желдің соғуы күтіле ме, әлде қала сыртында қалыптасқан жылы желдің соғуы күтіле ме?
2. Боулдер, Колорадо штаты, Жартасты таулардың шығыс бөктері, батыс желі күшті соққан қаңтардың жылы, құрғақ күні. Жергілікті желдердің қандай түрі осы ауа райы жағдайын қалыптастыруға әсерін тигізді?
3. Осы бөлімде сипатталған жергілікті желдердің қайсысы жер бетінің қыздырылу жылдамдығындағы айырмашылықтарға қатты тәуелді емес?
4. Ілеспе эскиз Солтүстік жарты шардағы үш торлы циркуляция моделін көрсетеді. Әрбір төмендегі белгілерге эскизден тиісті нөмірлерді таңдаңыз:
 - а. Хэдли торы
 - ә. Экватор минимумы
 - б. Полюстік фронт
 - в. Феррел торы
 - г. Субтропикалық максимум
 - ғ. Полюс торы
 - д. Полюс максимумы



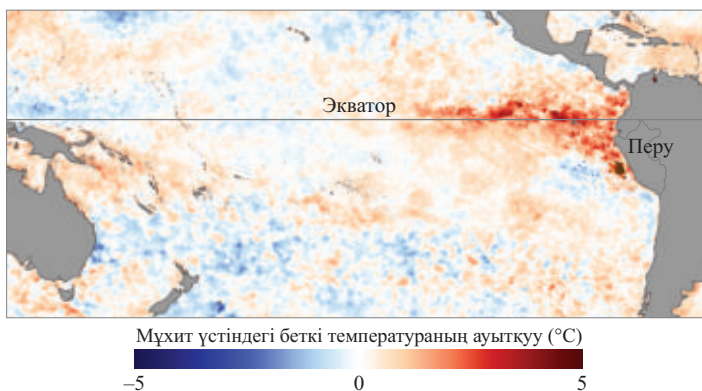
5. Егер жер өз білігін айналмаса және жердің бетін толығымен су қабаты жауып жатса, қайық өзінің саяхатын Солтүстік жарты шардың орта ендігінен бастағанда қай бағытқа қарай ағыс бойынша жүзер еді? (Ой салу: өз білігін айналмайтын жер сияқты болса дүниежүзілік циркуляция үлгісі қалай болар еді?)
6. Қысымның дүниежүзілік таралуына қатысты келесідей тұжырымдамалардың әрқайсысын қысқаша түсіндіріңіз:
 - а. Қысымның жалғыз шынайы аймақтық таралуы Оңтүстік жарты шардағы субполярлы минимум аймақтарында орын алған.
 - ә. Субтропикалық максимум Солтүстік Атлантикада қаңтар айына қарағанда шілде айында күштірек болады.
 - б. Солтүстік жарты шардағы субполярлы минимум қыста болатын жалпы циклондық дауылдардың нәтижесі емес, жеке циклондық дауылдардың нәтижесі болып келеді.
 - в. Күшті максимум қысым торы Солтүстік Азия үстінде қыста дамиды.
7. Плесе Юпитер суретінде Жердегі Хедди торына ұқсас үлкен конвективті торлар қалыптастыратын көптеген бұлттар зонасына назар салыңыздар. Жердің жел белдеулерін қалыптастырудағы Кориолис күшінің рөлін түсіндіріңіз, қалай ойлайсыз Юпитер өз білігін жерге қарағанда жылдам айналады ма, әлде баяу айналады ма? Түсіндіріңіз.



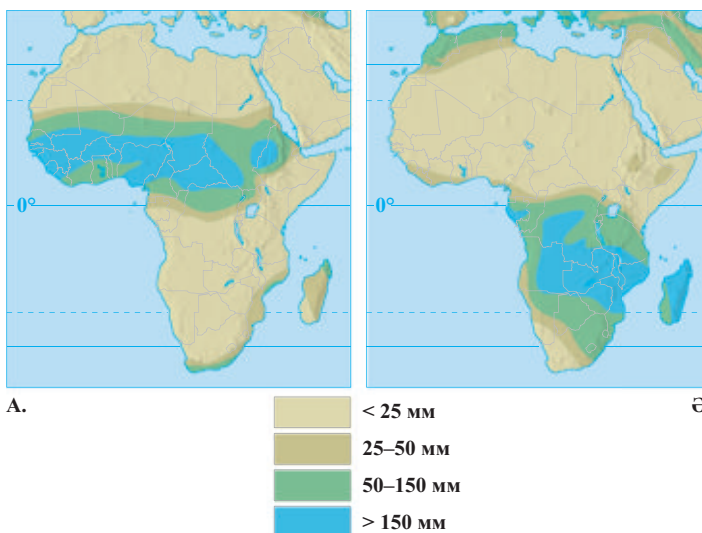
Юпитер (НАСА)

8. Келесі әрекеттердің әрқайсысына дүниежүзілік циркуляцияның қандай аспектісі (полярлық максимум, экватор минимумы) жауапты болып табылатын анықтаңыз, ол үшін 7.19-суретке және 7.8-суретке назар салыңыз:
 - а. Солтүстік Африкадағы құрғақ кондиция.
 - ә. Оңтүстік-шығыс Азиядағы ылғалды жаздық муссон.
 - б. Батыс Австралиядағы құрғақ кондиция.
 - в. Оңтүстік Американың солтүстік-шығыс жағындағы ылғалды кондиция.
9. Неге әдетте суық мұхит ағыстары құрлықтың батыс жағалауы арқылы қозғалатынын түсіндіріңіз. Бұл суық ағыстар Перудағы Атакама өңірі сияқты кейбір жағалаулық аймақтарда шөлді жағдайды қалыптастыруға қалай септігін тигізеді?

10. Ілеспе карта экваторлық Тынық мұхит үстіндегі беткі температурадағы ауытқуларды (қалыпты нормадан айырмашылығын) көрсетеді. Осы карта негізінде келесі сұрақтарға жауап беріңіз:



- Осы сурет жасалған кезде қай фазада Оңтүстік тербелістер (Эль-Ниньо немесе Ла-Нинья) болды?
 - Осы уақытта пассаттар күшті немесе әлсіз бола ма?
 - Егер сіз осындай шара барысында Австралияда өмір сүрген болсаңыз, қандай ауа райы жағдайын күтер едіңіз?
 - Егер сіз қыс айларында Құрама Штаттардың оңтүстік-шығыс жағына оқуға барған болсаңыз, қандай ауа райы жағдайын күтер едіңіз? (7.25-суретті қараңыз).
11. Сіз тұратын ауданда жыл ішінде жауған жауын-шашын мөлшерін анықтау үшін 7.18-суретке назар салыңыз.
12. Африканың ілеспе картасында шілде мен қаңтар айындағы жауын-шашынның таралуы көрсетілген. Қандай карта шілдені және қаңтарды бейнелейді? Сіз өз жауабыңызды қалай анықтадыңыз?

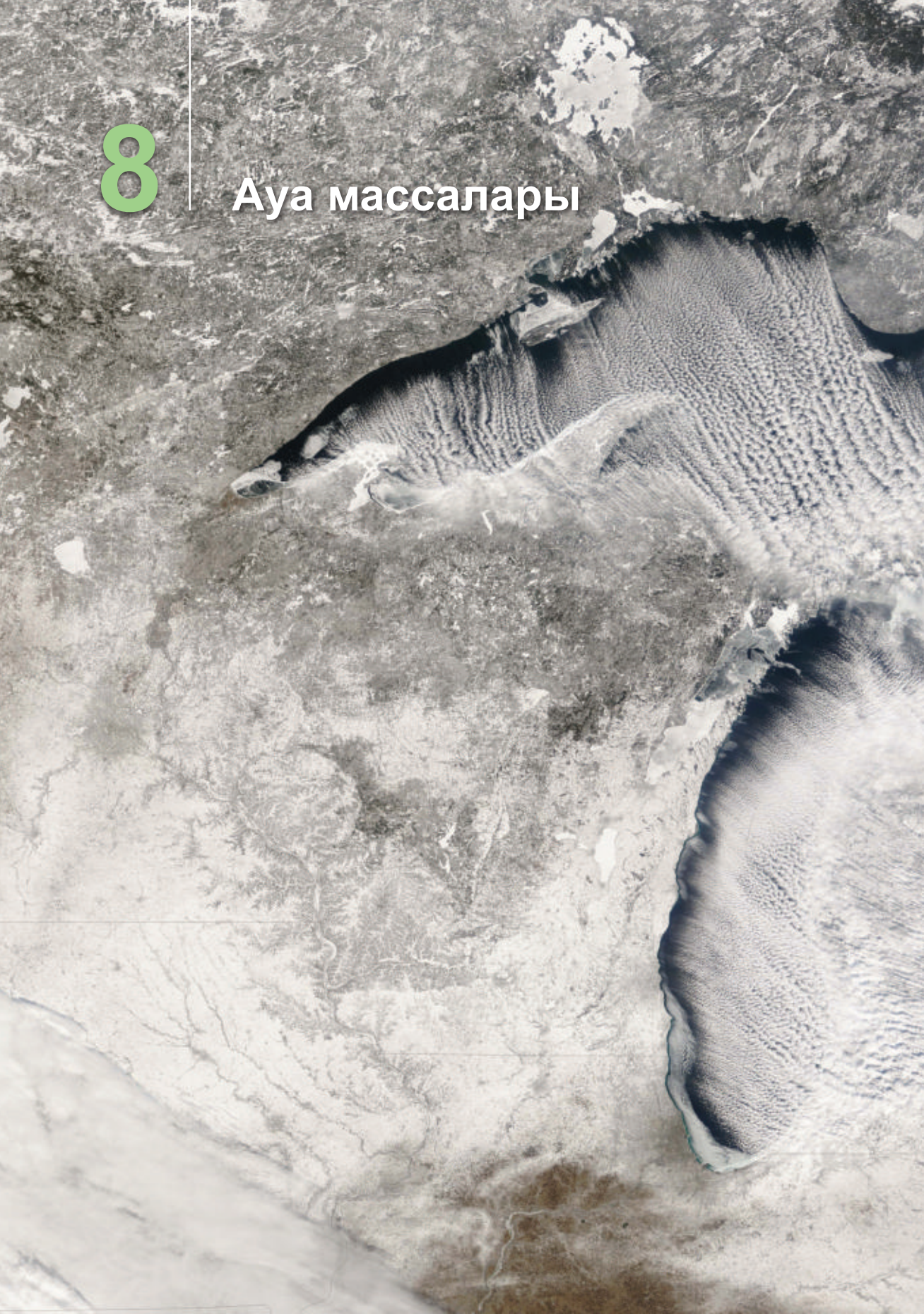


Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODe, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

8

Ауа массалары



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 8.1** Ауа массасы және ауа массасының ауа райы дегенді анықтаңыз.
- 8.2** Ауа массасы құрылатын аудандар үшін негізгі критерийлерді атаңыз және Солтүстік Америкаға әсер ететін ошақты аудандарды анықтаңыз.
- 8.3** Жердің басқа облыстарына жылжығанда ауа массасының модификациялану үдерісін сипаттаңыз және екі мысалды талқылаңыз.
- 8.4** Жаз және қыс мерзімдерінде Солтүстік Америкаға әсер ететін әр ауа массасына байланысты ауа райы шарттарын қорытындылап айтыңыз.

Орта ендікте тұратын көптеген адамдар ыстық, жаздың «жабысқақ» ыстық толқындарымен және сұрапыл қыстық суық кезеңдерімен жақсы таныс. Жылы толқындар кезінде бірнеше күндік жаздың аптап күндері аяқ астынан бірнеше күнге созылатын найзағайлы, салыстырмалы түрде салқын жауынды күндерге айналуы мүмкін. Сол сияқты қалың бұлт қабаттары мен қарлы күнді ашық, бұлтсыз, температурасы айтарлықтай жоғарылаған күн алмастыруы мүмкін. Келтірілген бұл екі мысалдағы ауа райы шарттары бірдей болып тұр, яғни қысқа уақыт аралығында ауа райы бірден өзгеріп, бірнеше күнге созылады да, басқа ауа райы жағдайын қалыптастырады.

Мичиган және Жоғарғы көлдердің спутниктік түсірілімі Канададан суық, бұлтты ауа массасы көл арқылы өткенде қандай құбылыс болатынын көрсетеді. Көлдердің ықтасын жағалауындағы қардың тар, ақ жолақтарына назар салыңыз. Көл-қар әсерін талқылауда қарастыратын сұрақтар көп.

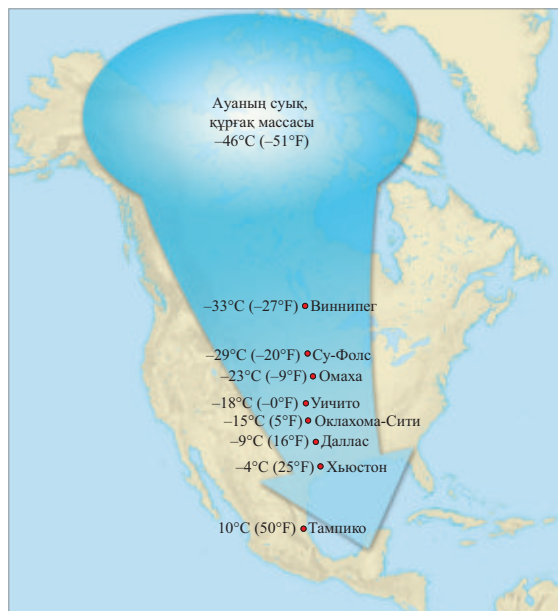
8.1 Ауа массасы деген не?

Ауа массасы және ауа массасының ауа райы дегенді анықтаңыз.

MM® GEODE ► Негізгі ауа райы сипаттамалары ► Ауа массалары

Ауа райы ауа массасы деп аталатын үлкен ауа райы көлемдері қозғалысының нәтижесімен сипатталады. Физикалық қасиеттері (температурасы, ылғалдылығы, құрамы) біртекті және жалпы атмосфера айналымы ағымымен қозғалыста болатын тропосферадағы үлкен ауа көлемдерін **ауа массалары** деп атайды. Олардың горизонтальді өлшемі 1600 шақырымға немесе одан жоғары мыңдаған шақырымға созылады. Ауа массасы жердің басқа облысына жылжығанда өзінің ауа райы режимін алып барады және уақыт өтісімен өзгере бастайды да құрлықтың көп бөлігіне әсер етеді.

Ауа массасы әсерінің жақсы мысалы **8.1-суретте** көрсетілген. Мұнда суық, құрғақ масса Канаданың солтүстігінен оңтүстікке қарай жылжып барады. Алғашында температура -46°C болып, ауа массасы Виннипегке жеткенде 13°C -ге дейін жылынады. Ауа массасы Ұлы жазық және Мексика арқылы оңтүстікке қарай жылжу барысында жылынуын жалғастыра береді. Оңтүстікке жылжу барысында жылына беруімен қатар, сондай-ақ ауа массасы өтетін аймақтарға қыс кезінде ең суық ауа райын әкеледі. Осылайша, ауа массасы модификацияланады, сондай-ақ ол өзі өтетін аудандардың ауа райын да өзгертеді.



▲ **8.1-сурет. Суық Канадалық ауа массасы.** Ауа массасы оңтүстікке қарай жылжу барысында, ол өз жолындағы аудандарға қыстың ең суық ауа райын әкелді. Канададан жылжыған ауа массасы баяу түрде жылына бастайды. Осылайша, ауа массасы өз жолындағы аудандардың ауа райын түрлендірумен қатар өзі де модификацияланады.

Ауа массасының горизонтальді бірегейлігі толықтай бірдей болмайды, себебі ол 20° ендікке дейін созылып, жүздеген мыңнан миллионға дейін шаршы шақырымды

қамтуы мүмкін. Демек, бір деңгейдегі бірінші нүктеден екінші нүктеге дейінгі біраз температуралық және ылғалдылық айырмашылықтарын күтуге болады. Дегенмен, ауа массасы ішінде байқалатын айырмашылықтар ауа массасының шептік аймақтарындағы күрт өзгерістермен салыстырғанда аздау.

Ауа массасы бір аймақтан өткенде бірнеше күнді алуы мүмкін, сол себептен оның әсеріндегі ауданда сол уақытта негізінен ауа райы өзгеріссіз болады, бұл жағдайды **ауа массасының ауа райы** дейді. Әрине, кейде тәуліктен тәулікке ауысқанда біраз ауытқулар болуы мүмкін, бірақ әртүрлі температуралық және ылғалдылық сипаттамаларында айырмашылықтары бар шектес ауа массаларына қарағанда ұқсамайды.

Ауа массасының тұжырымдамасы маңызды болып табылады, себебі ол атмосфералық өзгерістермен тығыз байланысты. Көптеген маңызды өзгерістер орта ендікте және оған байланысты ауа райы құбылыстары әртүрлі ауа массаларын бөліп тұратын шептік аймақтарда құрылады.

✓ 8.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауа массасына анықтама беріңіз.
- 2 Ауа массасының ауа райы деген не?

8.2 Ауа массаларының классификациясы

Ауа массасы құрылатын аудандар үшін негізгі критерийлерді атаңыз және Солтүстік Америкаға әсер ететін ошақты аудандарды анықтаңыз.

 GEODE ► Негізгі ауа райы сипаттамалары ► Ауа массалары

Ауа массалары қайда қалыптасады? Қандай факторлар ауа массасының біркелкілік дәрежесін және қасиеттерін анықтайды? Ауа массалары қалай жіктеледі? Осы негізгі сұрақтар бір-бірімен тығыз байланысты, себебі ауа массасы құрылған ошақ оның қасиеттерін сипаттауға және жіктелуіне әсер етеді.

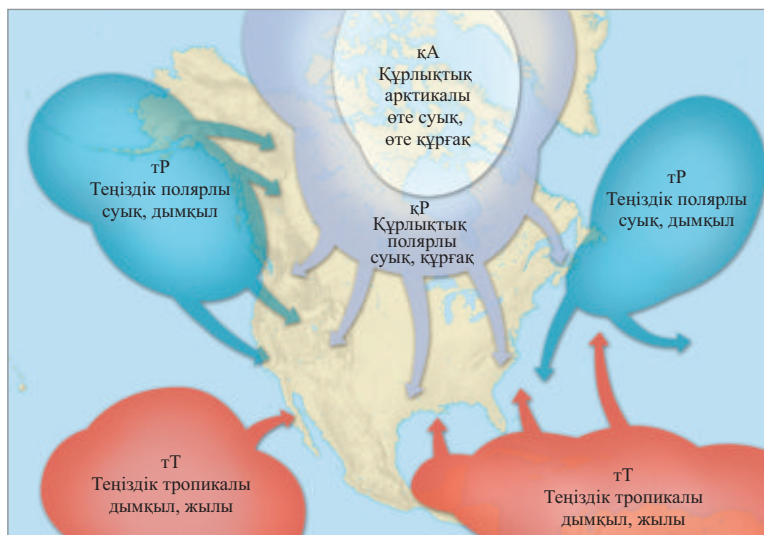
Құрылу ошақтары

Ауа массаларының құрылатын үлкен аймақтарын **құрылу ошақтары** деп атайды. Атмосфера негізінен төменгі жағынан қыздырылатындықтан және ылғалдылықты жердің беткі қабатының булануынан алатындықтан, құрылу ошақтарының қасиеті ауа массаларының негізгі сипаттамаларын анықтайды. Құрылу ошақтары екі негізгі критерийге жауап беруі керек. Біріншіден, ол ауқымды және физикалық біртекті аймақ болуы тиіс. Топографиясы тегіс емес аудандар немесе су мен құрлықтан тұратын жердің беткі қабаттары қолайсыз болып табылады.

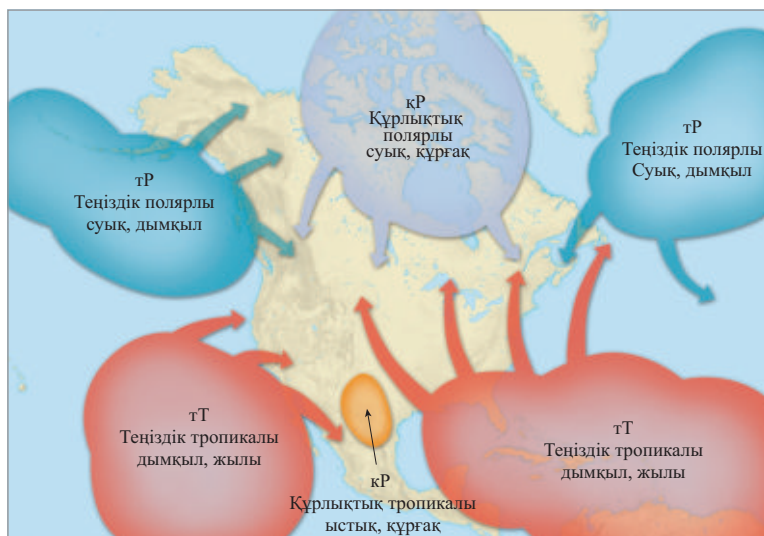
Екінші критерий ауа аймақ үстінде ұзақ тұрып, жердің беткі қабатымен белгілі бір өлшемде тепе-теңдікке түсе алатындай, ауданның атмосфералық циркуляциясы жалпы тоқырауымен сипатталуы тиіс. Жалпы айтатын болсақ, әлсіз, баяу жел соғатын ауқымды аймақтары бар, стационарлы немесе баяу қозғалатын антициклондармен басым аймақтар дегенді білдіреді.

Циклон ықпалындағы аймақтар ауа массаларын өндіре алмайды, себебі мұндай жүйелер беткі қабат желдерінің қиысуымен сипатталады. Желдер бұл аймақтарға темпе-

ратурасы мен ылғалдылық қасиеттері өзгеше болып келетін аймақтардың ауасын алып келеді. Бұл айырмашылықты жою үшін ауа бұл аймақта ұзақ тұра алмайды, нәтижесінде айрықша температура градиенті болып, ауа массасы құрыла алмайды.



А. Қысы өрнек



Ә. Жаздық модельдер

▲ **8.2-сурет. Солтүстік Америка ауа массаларының құрылу ошақтары.** Құрылу ошақтары негізінен субтропикалық және субполярлы жерлер маңымен шектелген. Нұсқағыштар ауа массасы құрылу ошақтарынан қай аймаққа қарай жылжитынын көрсетеді. Орта ендіктер суық және жылы ауа массаларының тоғысатын жері болып табылады, себебі циклондардың қауысқан желдері ауа массаларын өздерімен бірге жылжытады, яғни бұл жердің құрылу ошағы болу үшін арнайы жағдайлары жоқ. Полярлы және арктикалы ауа массасы арасындағы айырмашылық салыстырмалы түрде аз және ол тек тиісті ауа массаларының суықтық дәрежесін көрсету үшін қызмет етеді. Қыс (А) және жаз (Ә) карталарын салыстыра отырып, құрылу ошақтарының температуралық сипаттамалары мен көлемі өзгеріп тұратынын байқауға болады.

8.2-суретте Солтүстік Америкаға жиі әсер ететін ауа массаларының құрылу ошақтары көрсетілген. Мексика шығанағы, Кариб теңізі және Тынық мұхитындағы Мексиканың батыс жағындағы аймақтар, сол сияқты Құрама Штаттардың оңтүстік-батысы мен Мексиканың солтүстігін қамтитын құрлықты аймақтар жылы ауа массаларын құрайды. Ал Солтүстік Тынық мұхиты, Солтүстік Атлант мұхиты, Солтүстік Америка және оған іргелес Солтүстік Мұзды мұхитындағы қар және мұз басқан аумақтар суық ауа массаларын құрайтын ошақтар болып табылады. Құрылу ошақтарының мөлшері мен температураның қарқындылығы маусымдық ауысыммен байланысты.

8.2-суретте байқасаңыздар, негізгі құрылу ошақтарын орта ендіктерден кездестіруге болмайды, бірақ оның орнына субтропикалық және субполярлы жерлерде орайластырылған.

Орта ендіктер суық және ыстық ауа массасының қақтығысатын жері болып табылады, себебі қозғалған циклондардағы қиысқан желдер өздерімен бірге осы екі ауа массасын жылжытады. Яғни, құрылу ошағын қалыптастыру үшін бұл аймақта атмосфералық циркуляцияның тоқырауы жетіспейді. Бұл белдеу ғаламшардың ең дауылды жері болып табылады.

Ауа массаларының классификациясы

Ауа массаларының классификациясы құрылатын ошақтық ендігіне және қалыптасатын аймақтың беткі қабатының, яғни мұхит немесе құрлық беткі қабатының сипаттамасына байланысты. Құрылатын ошақтық ендігі ауа массасы ішіндегі температура шарттарына, ал төмендегі беткі қабат сипаттамасы ауадағы ылғалдылық мөлшеріне әсер етеді.

Ауа массалары екі әріптік кодтар бойынша белгіленеді. Ендікке байланысты (температура), ауа массалары үш категорияға бөлінеді: **полярлы (П), арктикалы (А), тропикалы (Т)**. Полярлы және арктикалы ауа массасы арасындағы айырмашылықтар әдетте шағын, олар тек тиісті ауа массаларының суықтық дәрежесін көрсетуге пайдаланылады.

Кіші әріппен, мысалы **т (теңіздік)** немесе **қ** кіші әріпімен (**құрлықтық**) құрылған ошақтың беткі қабатын сипаттау үшін қолданылады, осыған орай ауа массасындағы ылғалдылықты сипаттау үшін. Теңіздік ауа массалары мұхит үстінде қалыптасқандықтан, олардағы су буының құрамы құрлық үстінде қалыптасқан ауа массаларымен салыстырғанда жоғары.

Осы классификация сызбасы қолданылғанда, келесідей ауа массаларын анықтауға болады:

қА	құрлықтық	арктикалы
қП	құрлықтық	полярлы
қТ	құрлықтық	тропикалы
тТ	теңіздік	тропикалы
тР	теңіздік	полярлы

Байқасаңыз, тізімде тА (теңіздік арктикалы) деген жоқ. Бұл ауа массасының тізімде көрсетілмеу себебі, олар өте сирек жағдайда қалыптасады. Дегенмен арктикалы ауа массалары Арктикалық мұхит үстінде қалыптасады, мұхитты жыл бойы мұз қабаты жауып жатады. Демек, бұл жерде құрылған ауа массасындағы ылғалдылық сипаттамалары құрлықтық құрылу ошақтарындағыдай болып келеді.

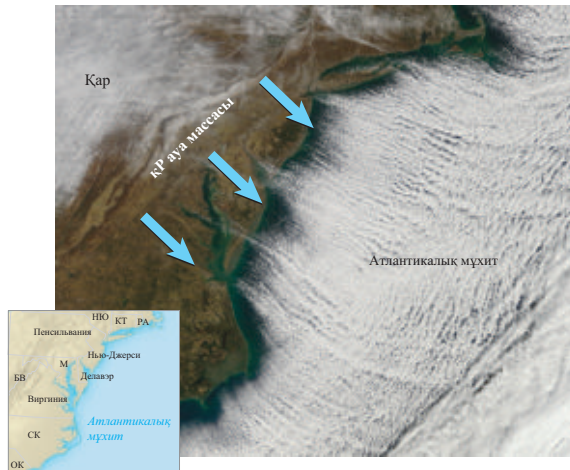
✓ 8.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауа массаларының құрылу ошақтары болу үшін аймақтар қандай екі критерийге жауап беруі тиіс?
- 2 Неге циклондық циркуляциясы бар аймақтар ауа массаларын қалыптастыруға ықпал ете алмайды?
- 3 Ауа массалары қандай факторлар негізінде классификацияланады?
- 4 Келесідей ауа массаларының температурасы мен ылғалдылық сипаттамаларын салыстырыңыз: қА, қР, тР, тТ және қТ.

8.3 Ауа массасының модификациясы

Жердің басқа облыстарына жылжығанда ауа массасының модификациялану үдерісін сипаттаңыз және екі мысалды талқылаңыз.

Атмосфералық циркуляциядағы өзгерістер әртүрлі аймақтардың беткі қабаттарының қасиетіне ие болып құрылған ауа массаларының қалыптасқан аудандарынан орын ауыстыруға себеп болады. Ауа массалары құрылу ошақтарынан орын ауыстырғанда, олар орын алған аудандардың тек ауа райын өзгертіп қана қоймай, сондай-ақ масса бірте-бірте қозғалатын беткі қабаттармен де өзгертіледі. Бұл құбылыс **8.1-суретте** нақты көрсетілген. Төменгі ауа қабатының жылынуы немесе салқындауы, ылғалдылықтың артуы немесе төмендеуі, ауаның вертикальды қозғалысы, осының барлығы ауа массасындағы өзгерістерге алып келеді. Ауа массасының модификациясы қатты байқалмауы да мүмкін, болмаса келесі суретте көрсетілгендей өзгерістер өте терең болып, ауа массасының бастапқыдағы сипаттамаларын толығымен өзгерте алады. қА немесе қП қыс кезінде мұхит үстімен қозғалғанда, ол айтарлықтай өзгеріске ұшырайды (**8.3-сурет**).



▲ **8.3-сурет. Ауа массаларының модификациясы.** Бұл спутниктік сурет 2014 жылдың 7 қаңтарында түсірілген, Құрама Штаттардың шығысында салқындануды тудырған құрғақ, суық, бұлтсыз қП ауасының модификациясын көрсетеді. Ауа массасы Атлантика үстімен қозғалу барысында өзіне жылу мен су буын тартып, жылы су беткейі ауа массасын жылдам модификациялап, дамыған бұлттар қалыптасқан тұрақсыздықты дәлелдейді.

Судың беткі қабатындағы булану көп мөлшердегі ылғалдылықты жылдам құрғақ континенттік ауаға тасымалдайды. Сонымен қатар, су температурасы жоғарыдағы ауаға қарағанда жылы болғандықтан, ауа төменгі қабатынан қыза бастайды. Бұл фактор ауаның тұрақсыздығын қалыптастырып, вертикальды ауа ағысы жылу мен ылғалдылықты жоғары қабаттарға жылдам тасымалдай бастайды.

Салыстырмалы қысқа уақыт аралығында, суық, құрғақ және тұрақты континенттік ауа тұрақсыз тП ауа массасына айналады.

Ауа массасы беткі қабаттың температурасынан суық болған жағдайда, айтып кеткен мысалдағыдай, *k kivi* әрпін ауа массасының негізгі символынан кейін қоюға болады. Ал егер ауа массасы беткі қабаттың температурасынан жылы болса, *w kivi* әрпін белгілеуге болады. *k* немесе *w әрпін* жалпы ауа массасының суық немесе жылы екенін білдірмейтінін есте сақтау қажет. Бұл тек ауаның беткі қабаттан *салыстырмалы* түрде суық немесе жылы екенін айқындайды. Мысалы, Мексика шығанағындағы тТ ауа массасы жаз кезінде оңтүстік-шығыстағы штаттар үстімен өткенде негізінен тТк деп классификацияланады. Ауа массасы жылы болғанымен, ол қатты қызған құрлық үстімен өткенде салқын болып қалады.

k немесе *w* әрпінің көрсетілуі ауа массасының тұрақсыздығы жайлы белгі береді, яғни күтілетін ауа жайлы да. Ауа массасы беткі қабаттың температурасынан суық болған жағдайда, ол төменгі қабатынан жылына бастайды. Бұл факт тұрақсыздықты қалыптастырып, бұлттардың және жауын-шашынның түзілуіне ықпал етеді. *k ауа массасы шарбы бұлттармен сипатталып, жауын-шашын болған жағдайда найзағайлы нөсер болады. Сондай-ақ мөлдірлігі де жоғары болып келеді (жауынды күндерді есепке алмағанда), себебі ауа әрдайым ауысып, алмасып тұрады.*

Керісінше, ауа массасы беткі қабаттың температурасынан жылы болған жағдайда, ол төменгі қабатынан салқындай бастайды. Беткі қабаттық инверсия ауа массасы тұрақтылығының жоғарылауын дамыта түседі. Бұл жағдайда ауа жоғары көтерілмейді, яғни бұлттардың және жауын-шашынның түзілуіне ықпал етпейді. Кез келген қалыптасқан бұл қатпарлы болып келеді, жаңбыр болған жағдайда тек ақ жауын ретінде түседі. Ауаның вертикальды қозғалысы болмағандықтан, түтін мен шаң ауа массасының төменгі қабатында шоғырланып, ауаның мөлдірлігін төмендетеді. Жылдың белгілі бір мерзімінде тұман, әсіресе адвекция түріндегі (5- бөлімді қараңыз) кейбір аймақтарда таралуы мүмкін.

Ауа массасының және жердің беткі қабаты арасындағы температуралық айырмашылық, сонымен қатар циклондар мен антициклондар немесе топографиялық ерекшеліктен туындаған ауаның жоғары және төмен қозғалысы нәтижесіндегі модификация ауа массасының тұрақтылығына әсер етуі мүмкін. Мұндай модификация *механикалық* немесе *динамикалық* деп аталады, олар әдетте жердің беткі қабатының салқындауы немесе жылынуынан туындаған өзгерістерге тәуелсіз болып келеді. Мысалы, ауа массасы төмендегі жердің беткі қабатына дейін созылып жатқанда айтарлықтай өзгеріс бола алады. Бұл жерде конвергенция мен ауаның көтерілуі басым болады, ал ауа массасы тұрақсыз болады. Және керісінше, антициклонға байланысты шөгу ауа массасының тұрақтануына ықпал етеді. Осындай тұрақтануға байланысты өзгерістер, ауа массасының таулы аймақтар үстіне көтерілгенде немесе тау бөктерінің ықтасын жеріне төмен түскенде болды. Бірінші жағдайда ауа тұрақтылығы төмендейді, екінші жағдайда ауа тұрақтала түседі.

✓ 8.3 Бақылау сұрақтары

- 1 *k және w кіші әріптерінің белгіленуі ауа массасы жайлы қандай анықтама береді? k және w байланысты жалпы ауа райы шарттарын атап беріңіз.*
- 2 *Қысым жүйесі немесе топографияға байланысты болған вертикальды ауа қозғалысы ауа массасының модификациясына қалай әсер ете алады?*

8.4 Солтүстік Америка ауа массаларының қасиеттері

Жаз және қыс мерзімдерінде Солтүстік Америкаға әсер ететін әр ауа массасына байланысты ауа райы шарттарын қорытындылап айтыңыз.

Ауа массалары әрдайым біздің тұрып жатқан жердің үстінен өтеді, осыған орай ауа райы осы ауа массаларының температурасына, тұрақтылығына және құрамындағы ылғалдылық мөлшеріне байланысты. Бұл тарауда біз сіздермен негізгі Солтүстік Америка ауа массаларының қасиеттерін қысқаша қарастырып шығамыз. Сонымен қатар, **8.1-кесте** пайдалы қысқаша дереккөзі болып табылады.

Құрлықтық Полярлы (қП) және Құрлықтық арктикалы ауа массалары

Жіктелуі бойынша, құрлықтық полярлы және құрлықтық арктикалық ауа массалары суық және құрғақ болып табылады. Құрлықтық полярлы ауа Канада және Алясканың қарлы аймақтарынан, полюске бағытталған 50-параллельде бастау алады. Құрлықтық арктикалық ауа массалары Солтүстік Мұзды мұхит бассейнінде және Гренландияның мұзды жерлерінде қалыптасады (**8.2-сурет**).

Құрлықтық арктикалық ауа қП ауадан температурасының төмен болуымен ерекшеленеді, бірақ кей кезде айырмашылықтар қатты байқалмайды. Іс жүзінде кейбір метеорологтар қП және қА ауасы арасында айырмашылық орната бермейді.

Қыстың сипаттама. Қыс кезінде қП және қА ауа массалары өте суық және құрғақ болып келеді. Қыста түн ұзақ болады, ал күндіз күн түсу ұзақтығы қысқа. Осыған орай, жердің беткі қабаты мен атмосфера жылуын жоғалтады, көп бөлігіне күн энергиясы жетпей қалады.

Жердің беткі қабатында өте төмен температура тұрып, төселмелі қабатқа жақын ауа қабаты біртіндеп 1 шақырымға дейін немесе одан да жоғары биіктікке дейін суына бастайды. Нәтижесінде қатты және тұрақты температура инверсиясы болып, төселмелі қабатта өте төмен температура орнайды. Айрықша тұрақтылық орын алады. Себебі ауа өте суық, жердің беткі қабаты қатып қалған, ауа массасының араласу бірлігі төмен (су буының құрамы; 4-бөлімді қараңыз), қА ауа массасының килограммында 0,1 грамнан қП ауада 1.5 грамға дейін.

Қыс кезінде қП және қА ауа құрылу ошақтарынан сыртқа қарай жылжи бастайды, ол өзінің суық және құрғақ ауасын Құрама Штаттарына тасымалдап, Ұлы көлдер мен жартасты таулары арқылы өтеді. Мексика шығанағы мен жоғары ендікті ошақ аудандары арасында ешқандай бөгет болмағандықтан, қП және қА ауа массалары Құрама штаттардың оңтүстігіне жеңіл әрі жылдам жылжи алады. Құрама штаттардың орталығы мен шығысындағы қыстың суық кезеңдері полярлы ағыстық лезде енуімен байланысты. Осындай салқындау кездері **8.1-мәліметтер кестесінде** сипатталған.

2013–2014 жылдың қысында арктикалы және полярлы ауа массасы әсерінен болған салқындау тағы бір мысал бола алады. Струялық полярлы ағын арқылы бағытталған мұзды қП және қА ауа массалары Құрама Штаттардың орталығы мен шығысына қарай аққан. Жазбалар бойынша жеті штатта ең суық қыс орын алған. Елдің шығыс бөлігінің жартысынан астамында желтоқсан айындағы суықтық қаңтар айында өте қатты аязға ауысты.

Соңғы он жылдықта ең суық кезеңдер ақпан айында байқалып жүр, сондай-ақ наурыз айының бірінші аптасында, 18 штатта жылдың осы уақыттарында суық кезеңдер орын алған. **8.5-суретке** назар салсаңыз, миллиондаған адам осындай суық қыстарды бастарынан өткеретін болса, басқалары жылы қыстарымен рахаттанады.

8.1-кесте. Солтүстік Америка аяу массаларының аяу райы сипаттамалары

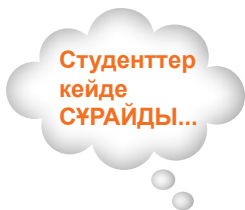
Аяу массасы	Құрылу ошағы	Құрылу ошағының температуралық және ылғалдылық сипаттамасы	Құрылу ошағындағы тұрақтылық	Аяу массасына байланысты аяу райы
ҚА	Арктика бассейні мен Гренландия мұз қалқаны (тек қыста)	Қыс кезінде үскірік суық және аяу өте құрғақ	Тұрақты	Қыста суық кезеңдердің орын алуы
ҚП	Ішкі Канада және Аляска	Қыс кезінде өте суық және аяу өте құрғақ	Жыл бойы тұрақты	а. Қыста суық кезеңдердің орын алуы ө. Қыста Ұлы көлдер үстіндегі массаның қПк массасына модификациялануы, ықты жағалауларға көл-қар әсерін әкелуі
ТП	Тынық мұхитының солтүстігі	Жыл бойы аяу райы жұмсақ (салқын) және ылғалды	Қыста тұрақсыз Жазда тұрақты	а. Қыста бұлттар өте төмен орналасқан және жиі қар жауады ө. Қыс кезінде батыс тауларының желді жағында қатты орографиялық жауын-шашын б. Жаз кезінде жағалау бойында тұман және төмен орналасқан қатмарлы бұлттар; құрлыққа енгенде қП массасына модификацияланады
ТП	Атлант мұхитының солтүстік-батысы	Қыста суық және ылғалды жазда салқын және ылғалды	Қыста тұрақсыз Жазда тұрақты	а. Кейде қыс кезінде Норд-истер аяу массасы ө. Кейде жаз кезінде ашық, салқын аяу райы
ҚТ	Солтүстік Мексика және Құрама Штаттардың оңтүстік-батысы (тек жазда)	Ыстық және құрғақ	Тұрақсыз	а. Ыстық, құрғақ, бұлттылық аз; Құрылу ошағынан тыс аудандарға әсері сирек ө. Кейде Ұлы жазықтың оңтүстігінде құрғақшылық орын алады
ТТ	Мексика шығанағы, Кариб теңізі, Атлант мұхитының батысы	Жыл бойы жылы және ылғалды	Жыл бойы тұрақсыз	а. Қыста аяу массасы едетте ТТм-ға айналып, солтүстікке қарай қозғалып, өзімен бірге кең таралған жауын немесе адвекциялық тұман әкеледі ө. Жаз кезінде ыстық және ылғалды, будақ бұлттар жиі дамып, найзағайлы жауын жауады
ТТ	Субтропикалық Тынық мұхитының шығысы	Жыл бойы жылы және ылғалды	Жыл бойы тұрақты	а. Қыста Мексиканың солтүстік-батысына және Құрама Штаттардың оңтүстік-батысына тұман, сіркіреме жауын және кейде орташа мөлшердегі жауын әкеледі. ө. Кейде жазда Құрама Штаттардың батысына жетеді және сирек болатын конвекциялық найзағай үшін ылғал көзі болып табылады.

Жаздық сипаттама. қА ауа қыста ғана болатындықтан, қП ауа ғана жаздың ауа райына әсер ете алады және оның әсері қысқа қарағанда төмендей береді. Жаз айлары кезінде қП ауа массаларының құрылу ошақтарының қасиеті қыс кезіндегіден өте ерекшеленеді. Жердің төселмелі қабатымен салқындау орнына ауа төменгі қабатынан жылына бастайды, күндізгі уақыттың ұзаруы мен күн сәулесінің ұзақ түсуінен жердің беткі қабаты жылына бастайды. Жаз кезіндегі қП ауа қыстағымен салыстырғанда жылырақ және ылғалдылық мөлшері жоғары болғанымен, оңтүсіктегі аймақтардың ауасымен салыстырғанда суық және салыстырмалы түрде құрғақ болып қала береді. Құрама Штаттардың орталығы мен шығысының солтүстік жағындағы жаздық ыстық толқындар оңтүстігінде әдетте қП ауасымен аяқталады, бұл ауа жеңіл салқындықты әкеліп, бір немесе екі күн өте жайлы ауа райын орнатады.

Көл-қар әсері: суық ауаның жылы су үстімен өтуі

Жоғарғы көлдер мен Мичиган көлдері үстіндегі аспан ақ, қалың, қар түзеуші бұлттар қатарымен тізілген. Олар қП құрғақ, суық ауа ретінде қалыптасып, құрлық бетінен ашық су үстінен өтеді. Құрлықтық полярлы ауа массасы әдетте қалың бұлттар мен қатты жауынмен байланыстырылмайды. Дегенмен, күздің соңғы кездері мен қыста, Ұлы көлдердің ықтасын жағалауында бірегей және ерекше ауа райы құбылысы орын алады. Мерзімді түрде, қалың қарлы жауын қара бұлттардан түзіліп, көлден жағалауға қарай жылжиды (**8.2-мәліметтер кестесі**). Кейде бұл дауылдар қар тоқтағанша көлдің жағалауынан шамалы 80 шақырымнан де қашық жерлерге жылжиды. Бұл жерсіндірілген дауылдар **көл-қар әсерін** тудырып, ең алдымен Ұлы көлдермен байланыстырылады, бірақ басқа да ірі көлдерде бұл құбылыстар бола алады.

Бұл дауылдар көлдерге іргелес көптеген аймақтарға қардың көп мөлшерінің жиынтығын қалыптастырады. Жиі түрде әсерге түсетін жер жолақтары, *қар белдеулері* деп аталады, ол **8.4-суретте** көрсетілген.



Суық ауа массасы Канададан оңтүстікке, Құрама Штаттарға қарай жылжыған кезде температура қалай жылдам өзгере алады?

Тез жылжыған суық ауа массасы Ұлы жазықтың солтүстігі арқылы қозғалғанда температура бірнеше сағат ішінде 20°C-тан 30°C-ге дейін көтерілуі мүмкін. Жақсы бір мысал келтіретін болсақ, 1916 жылдың 23-24-қаңтарында Монтана штаты, Браунинг қаласында 24 сағат ішінде температура жалпы 55.5°C-ге дейін төмендеп кетті, яғни 7°C-ден -48.8°C-ге дейін. Тағы бір осындай жағдай 1924 жылы Рождество кезінде орын алды, Монтана штаты, Ферфилд округінде тал түстегі 17°C температура жарым түнде -29°C-ге төмендеп кетті, 12 сағат ішінде 46°C-ге дейінгі өзгеріс болды.

Жоғарғы көлдердің солтүстік жағалауындағы *Тандер-Бей (Онтарิโอ штаты)* және оңтүстік жағалаудағы *Маркеттегі (Мичиган штаты)* орташа қар соммасының салыстырмасы тағы бір жақсы мысал бола алады. *Маркет (Мичиган штаты) көлдің ықтасын жағалауында орналасқандықтан, көл-қар әсеріне қатты түседі, соған орай Тандер-Бейге қарағанда түсетін қар қалыңдығы да жоғары болады (8.2-кесте).*



▲ 8.4-сурет. Орташа жылдық қар. Ұлы көлдер аймағындағы қар белдеуін осы қар картасынан ерекшелену оңай.

8.1-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Сібірлік экспресс

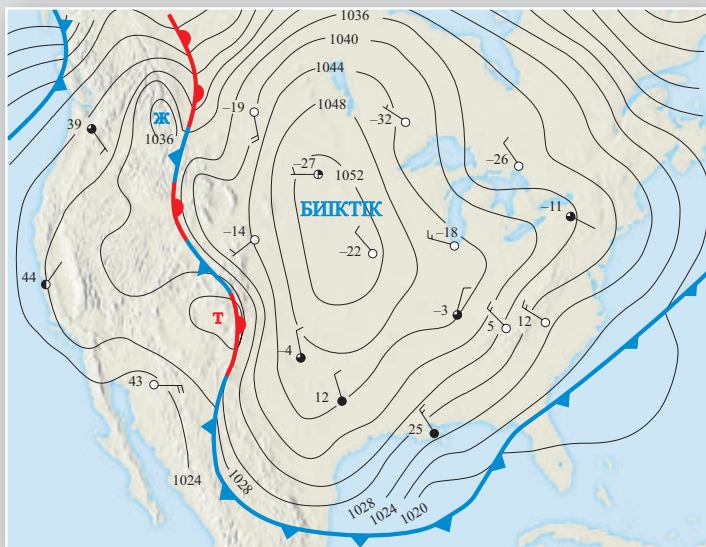
1989 ж. 22 желтоқсандағы ауа райы картасы Канаданың бірқатар бөлігін және Құрама Штаттар шығысының екіден-үш бөлігін алып жатқан жоғарғы қысым орталықтарын көрсетеді (8.А-сурет). Әдетте қыста болатын жағдай, үлкен антициклон үскірік арктикалық суық ауамен және үлкен тығыз массамен байланыстырады. Солтүстік полярлы шеңбер маңайындағы мұздатылған кеңістік үстінде осындай ауа массасы қалыптасқан соң, кей кездері жоғарыдағы жел оны оңтүсік пен шығысқа қарай бағыттайды. Өршу орын алатын кезде, оны бұқаралық ақпарат құралдары арқылы жақсы танымал «Сібір Экспрессі» деп атайды, тіпті ауа массасы Сібірде қалыптаспаса да.

1989 жылдың қарашасында күз ерекше жұмсақ болды. Факт бойынша Құрама Штаттардың барлық территориясы бойынша 200-ден астам күнделікті жоғары температуралық жазбалар анықталды. Алайда, желтоқсанда басқаша болды. Жартасты таулардың шығысындағы айлық ауа райымен екі арктикалық өршу басымдық етті. Екіншісі рекордтық суық әкелді.

21 және 25 желтоқсан аралығында, жоғары қысымды суық күмбез оңтүстікке және шығысқа қарай қозғалып, 370-ден астам рекордтық төмен температура тіркелді.

21 желтоқсанда Монтана штатындағы Гавр қаласында температура 1884 жылы орнатылған рекордтан асып түсіп, -42.2°C -қа жетті. Ал Топика қаласында 102 жыл бұрын басталған жазба бойынша, кез келген күнде қаланың ең төменгі температурасы -32°C болған. 3 күн бойы арктикалық ауа оңтүстікке және шығысқа орын ауыстырды. 24 желтоқсанда Флорида штатындағы Таллахассида төмен температураны -10°C болды. Штат орталығы Орландода күнделікті минимум $-5,6^{\circ}\text{C}$ болды. Рождество қарсаңында Солтүстік Дакотада орталық және солтүстік Флоридаға қарағанда факті негізінде жылырақ болды!

Күтілетін жағдай ретінде, көптеген мемлекеттерде коммуналдық компаниялар рекордтық сұранысты хабарлады. Арктикалық ауа Техас және Флоридаға қарай жылжығанда, әсіресе ауыл шаруашылығына қатты соққы болды. Кейбір Флоридадағы цитрус өсірушілер өнімнің 40 пайызын жоғалтты және көптеген көкөніс өнімдері толығымен құрдым болды.



▲ **8.А-сурет. Арктикалық ауаның басып өнуі.** 1989 ж. 22 желтоқсанның таңғы сағат 7-де. EST ауа райы картасы. Бұл Ұлттық ауа райы қызметінің (ҰАҚ) оңтайлы картасы континенталдық арктикалы ауаның басып өнуімен туындаған қарқынды қысқы суық кезеңді көрсетеді. Бұл шара Мексика шығанағының оңтүстігіне қату нүктесінің температурасын өкелді. ҰАҚ картасындағы температура Фаренгейт бойынша көрсетілген.

Рождестводан кейін Арктикадан Құрама штаттардың тереңіне енген рекордтық Сібір экспресін әкелген айналымы үлгісі өзгерді. Нәтижесінде, 1990 жылдың қаңтар-ақпан айлары кезінде елдің көп жерінде температура қалыптыдан жоғары болды. Факт негізінде, 1990 жылдың қаңтары 96 жыл ішіндегі ең ыстық екінші қаңтар болды. Осылайша, желтоқсандағы суық температураға қарамастан, 1989-1990 жылдардағы қыс ортақтасып, салыстырмалы жылы қыстың бірі болып табылды.

Сұрақтар

1. Ауа массасының қай түрі (классификация бойынша) осы шарамен байланысты болды?
2. Ауа массасы Сібірде қалыптасқан ба?

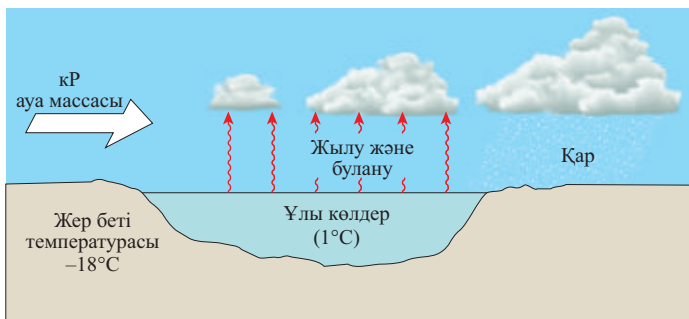
8.2-кесте. | Онтарио провинциясы, Тандер-Бейдегі және Мичиган штаты, Маркеттегі ай сайын жауатын қар

Онтарио провинциясы, Тандер-Бей қаласы			
Қазан	Қараша	Желтоқсан	Қаңтар
3.0 см (1.2 дюйм)	14.9 см	19.0 см	22.6 см
Мичиган штаты, Маркетт қаласы			
Қазан	Қараша	Желтоқсан	Қаңтар
5.3 см (1.2 дюйм)	37.6 см	56.4 см	53.1 см

Көл-қар әсерін не тудырады? Бұл сұрақтың жауабы су және құрлықтың әрқелкі жылынуына байланысты (3-бөлімді қараңыз) және атмосфералық тұрақсыздық түсінігіне (4-бөлімді қараңыз). Жаз айлары кезінде, Ұлы көлдер біріктіретін су денелері күннің

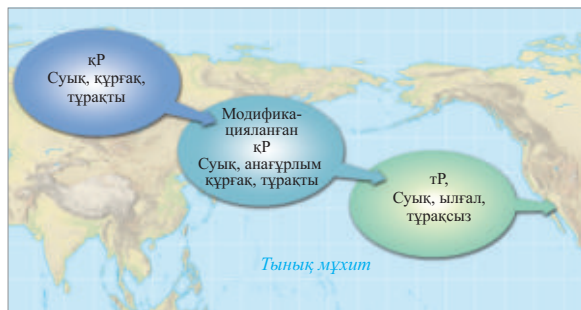
көп мөлшердегі энергиясын және оның үстінен өтетін жылы ауа энергиясын сіңіреді. Бұл су денелерінің температурасы жоғары температураға дейін жетпесе де, олар жылы қорының көп мөлшерін қамтамасыз етеді. Көл айналысындағы жерлер Мұндай энергия қорын жинай алмайды. Осыған орай, қыс және күз кезінде жер беткейінің температурасы тез төмендеп кетеді, ал су денелері өздерінің жылуын біртіндеп және баяу түрде салқындатады.

Қараша айының соңынан қаңтар айының соңына дейін, су және жер беткейі арасындағы орташа температура Ұлы көлдер оңтүстігінде шамамен 8°C -тан солтүстікке қарай 17°C -қа дейін қайшы келеді. Дегенмен, өте суық кП немесе қА ауа массасы көл арқылы ауаны оңтүстікке қарай жылжитқанда температура айырмашылығы бұдан да жоғары болуы мүмкін (25°C -қа дейін). Мұндай айрықша температура айырмашылығы орын алғанда, көл мен ауа әрекеттесіп, көлдің әсеріндегі дауыл қалыптасады.



▲ **8.5-сурет. Көл-қар әсері.** Қыста құрлықтық полярлы ауа Ұлы көлдерді кесіп өту барысында төменгі жағынан жылынып, ылғалды өзіне қосып тұрақсыз бола түседі. Көлдің ықтасын жағындағы көл-қар әсерінен қардың жаууы, жиі осы ауа массасының модификациялануының нәтижесінде болады.

8.5-суретте кП ауа массасының Ұлы көлдер арқылы өтуі бейнеленген. Ауа салыстырмалы жылы көл беткейі арқылы жылжығанда өзіне жылудың және ылғалдылықтың көп мөлшерін сіңіреді. Жағалаудың қарсы бетіне өткенде, бұл кПк ауа ылғалды әрі тұрақсыз болып, қалың қарлы жауын тудырады.



▲ **8.6-сурет. Тынық мұхитының тП ауа массасының қалыптасуы.** Қыста Тынық мұхитының солтүстік бөлігінде теңіздік полярлы (тП) ауа массасы, әдетте Сібірде құрлықтық полярлы (қП) ауа массалары ретінде бастайды. қП ауа массасы мұхиттан өту барысында баяу түрде тП ауа массасына модификацияланады.

Теңіздік полярлы (тП) ауа массасы

Теңіздік полярлы ауа массасы жоғарғы ендіктегі мұхит үстінде қалыптасады. Классификациядағы көрсеткіш бойынша, тП ауа температурасы салқыннан суыққа дейін бола алады, бірақ қыс кезіндегі қП және қА ауа массасымен салыстырғанда, тП ауасы салыстырмалы түрде жұмсақтау, себебі мұхит үстіндегі температура құрлық үстіндегі салқын температурамен салыстырғанда жоғары.

Солтүстік Америкаға әсер ететін тП ауа массасы үшін екі аймақ маңызды ошақ болып табылады: Солтүстік Тынық мұхиты және солтүстік-батыс Атлант мұхиты, Ньюфаундлендтен Код мүйісіне дейін (**8.2-сурет**).

Құрылу ошағы Солтүстік Тынық мұхиты болып табылатын тП ауа массасы орта ендіктегі жалпы батыстан шығысқа бағытталған атмосфера циркуляциясы болғандықтан, Атлант мұхитының солтүстік-батысында құрылатын тП ауа массасына қарағанда, Солтүстік Американың ауа райына көп әсер етеді. Атлант мұхитында қалыптасқан ауа массасы Еуропаға қарай жылжығанда, Солтүстік Тынық мұхитынан келген тП ауа Солтүстік Американың батыс жағалауындағы ауа райына, әсіресе қыс мезгілінде қатты әсер етеді.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

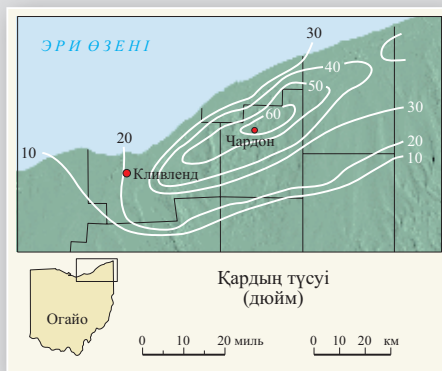
Буффало, Нью-Йорк, өзінің көл-әсерлі қарларымен танымал. Бірақ қандай кері әсері болуы мүмкін?

Эри көлінің оң жағалауында орналасқан Буффалода, шынымен, көл-әсерлі қарлардың мөлшері үлкен (8.6-сурет). 2001 жылғы желтоқсанның 24 жұлдызы мен 2002 жылы қаңтардың 1 жұлдызы аралығында Буффоланың ұзаққа созылған көл-әсерлі оқиғасы кезінде қаланы 207,3 см қар басып калды. Бұл дауылға дейін желтоқсандық жазбаларда қар биіктігі 173,7 см

болған. Онтарионың шығыс жағалаулары да қардан қатты зардап шекті, бір станцияларының жазбаларында ол 317 см дейін жеткен.

8.2-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Көлдің төтенше дауылды болдырту салдары



▲ **8.Ө-сурет. Қар жамылғысының қалыңдығы.** 1996 ж. қарашаның 9-14 аралығында көлдің дауылды болдырту салдарынан Огайо штатының солтүстік-шығысына жауған жалпы қар қалыңдығы 175 сантиметр, Чардон қаласы маңында болған. (Ұлттық ауа-райын болжау қызметі).

Огайо штатының солтүстік-шығысы Эри көлінің қарды белдеуінің бір бөлігі болып табылады, Пенсильванияның солтүстік-батысы және Нью-Йорктың батысымен шығысқа қарай созылып жатқан аймақ (8.6-суретті қараңыз). Суық жел батыстан немесе солтүстік-батыстан салыстырмалы жылы, суы қатпаған Эри көліне соққан кезде мұнда қар қатты жауа бастайды. Огайо штатының солтүстік-шығысындағы орташа жылдық қар қалыңдығы 200-ден 280 сантиметрге (80-нен 110 дюймға дейін) дейін болады, ал Нью-Йорк штатының батыс жағында 450 сантиметрге дейін барады.

Тұрғындар қатты боранды күндерге үйреншікті болғанымен, 1996 жылдың қараша айында ерте әрі қатты болған дауылға таң қалды. 6 күн бойы, қарашаның 9-14 аралығында Огайо штаты көлдің дауылды болдырту салдарына тап болды. Түскен жапырақтарды жиыстыру орнына, адамдар керісінше аяқ жолдарды күреппен тазалап, қармен шамадан тыс жүктелген шатырларды тазартты.

Тұрақты жауған қар (қатты жауған қардың тар жолақтары) 6-күн бойы сағатына 5 сантиметр қалыңдығында жинақталды. Бұл қар суық ауаның суы салыстырмалы түрде жылы Эри көлі үстімен өткенде қалыптасатын терең және ұзаққа созылған төменгі атмосфералық тұрақсыздық нәтижесінде түзілді. Көлдің беткі температурасы бірнеше градусқа қалыптыдан жоғары болып, 12°C құрады. 1.5 шақырым биіктіктегі ауа температурасы -5°C болды.

Эри көлі арқылы өткен суық ауаның ағыны және температураның төмендеу жылдамдығы бірден 17°C болуы, көлдің салдарынан жауын мен қардың түсуіне себеп болды. Кейбір кездері нөсерлі дауыл мен найзағай бірге болды.

Ұлттық ауа райы қызметінің мәліметтері бойынша Огайо штатының қарды белдеуінің өзегінде қардың 100-ден 125 сантиметрге дейін болғанын көрсетті (**8.Ә-сурет**).

Ең қалың қар жауған жер Чардон қаласының маңында, 6 күннің ішінде 175 сантиметр болды, бұл көрсеткіш 1901 жылы 107 сантиметр қалыңдықта жауған соңғы рекордтан асып түсті. Сонымен қатар, Огайо штатында 1996 жылдың қарашасында рекордты қар қалыңдығы 194,8 сантиметр болып тіркелінген. Одан бір ай бұрын 176,5 сантиметр болған.

Дауыл әсері айтарлықтай болды. Огайо штатының губернаторы 12-қарашада төтенше жағдай жариялап, Ұлттық Гвардия әскері қар тазалау жұмыстарына жұмылдырып, қар басқан мекендерді құтқаруға көмек көрсету үшін жіберілді. Бүкіл өңірде ағаштар мен бұталар қатты сынып, қирады, себебі қар өте дымкыл және тығыз болғандықтан нысандарға тез жабысты. Шамамен 168.000 үй бірнеше күн бойы электр жарығынсыз қалды. Көптеген ғимараттардың шатырлары ұшып, шамадан тыс түскен қар ауырлығынан қирап, сынды. Огайо штатының солтүстік-шығыс тұрғындары қысқы дауыл ардагерлері болғанымен, 1996 жылдың қараша айындағы 6 күндік дауыл ұзақ уақытқа дейін ерекше оқиға ретінде есте қалады.

Сұрақтар

1. Дауыл кезінде жел қай бағытта соққан болатын?
2. Чардон қаласына Кливлендке қарағанда қар қаншалықты артық түсті? 8.Ә-суретке қарап тексеріңіз.

Тынық мұхитының тП ауа массасы. Қыс кезінде, Тынық мұхитының тП ауа массасы әдетте қП ауа массасы ретінде Сібірден басталады (**8.6-сурет**).

Ауа бұл аудан үстінде ұзақ тұрмайтындықтан, құрылу ошағының үстінен ауа өткенде оның қасиеттеріне ие болу үшін ауқымдылығы айтарлықтай кең болып табылады. Ауа салыстырмалы жылы су үстінен шығысқа қарай жылжығанда, белсенді булану мен жылыну төменгі қабатынан басталады. Демек, құрғақ, өте суық және тұрақты болған ауа массасы енді жұмсақ және жер беткейіне жақын қабаты ылғалды, салыстырмалы тұрақсыз болып өзгереді. Бұл тП ауа массасы Солтүстік Американың батыс жағалауына

жеткенде бұлттар мен сіркіреме жауынды алып келеді. тП ауа массасы батыс таулардан, орографиялық биіктіктерден асқанда таулардың ықтасын жағында қатты жауын немесе қар түзейді.

Жаз келгенде Солтүстік Тынық мұхитының тП ауа массасының сипаттамасы өзгереді. Жылы мерзім кезінде мұхит үстіндегі температура оны қоршаған құрлықтар температурасынан салқындау. Оған қоса, Тынық мұхитының ең қысымы жоғары торы Құрама Штаттардың батыс жағалауында орналасқан. Осыған орай, үздіксіз оңтүстікке бағытталған қоңыржай ауа температурасының ағысы бар. Жердің беткі қабатына жақын ауа шартты түрде тұрақсыз болуы мүмкін, бірақ Тынық мұхитында максимумның болуы жоғарғы қабатта шөгу мен тұрақтылықтың бар екенін білдіреді. Демек, қатпарлы бұлттар мен жаздық тұман батыс жағалауға тән сипаттамалар. Жаз кезінде тП ауа массасы Тынық мұхитынан құрлыққа қарай еніп, құрғақ беткей арқылы өткенде біртіндеп жылынады. Қызу мен турбуленттілік нәтижесінде төменгі қабаттардағы ылғалдылық төмендеп, бұлттар сейіліп кетеді.

8.1-атмосфераға шолу

2014 жылдың қаңтар айының басында қарқынды суу нәтижесінде Ұлы көлді толығымен қалың мұз басты. Сол жылдың 9-қаңтарында түсірілген бұл спутниктік сурет Эри көлінің 90 пайызын мұз жапқанын көрсетеді.



Сұрақтар

1. Егер мұз жаппаған жағдай деп салыстыратын болсақ, көлдің салдарынан болған қар дауылы көлсалдарлық қар мүмкіндігін азайтады ма немесе ешқандай әсер етпеуі ықтимал ма?
2. 1-сұраққа жауап беру үшін пайдаланған пайымдауды түсіндіріңіз.

Солтүстік Атлант мұхитынан келетін теңіздік полярлы ауа. Тынық мұхитынан келетін тП ауа сияқты, құрылу ошағы Атлант мұхитының солтүстік-батысы болатын ауа массасы алғашында құрлықтан жылжыған қП ауа массасы болып, кейін мұхит үстінен өткенде өзгеріске ұшыраған. Бірақ, Солтүстік Тынық мұхитынан келетін ауа массасына қарағанда, Атлант мұхитынан келетін тП ауасы кей кездері ғана Солтүстік Американың ауа райына әсер етеді. Дегенмен, бұл ауа массасы Құрама штаттардың солтүстік-шығыс жағы осы аймақтан төменгі қысым өткенде солтүстік немесе солтүстік-батыс жағына түскенде әсер етеді. Қыс кезінде қатты циклондық желдер тП ауа массасын аймаққа тартуы мүмкін. Оның әсер ету аймағы жалпы Аппалачидің шығысымен және Хаттерас мүйісімен (Солтүстік Каролина) шектеледі. Қыс кезіндегі ауаның Атлант мұхитынан басып енуіне байланысты ауа райын **Норд-истер** деп біледі. Солтүстік-шығыстан соғатын

қатты жел, аязды температура, салыстырмалы түрде жоғары ылғалдылық және жауын-шашынның әрдайым болу ықтималдылығы ауа райына қолайсыз жағдай тұғызады.

2011 жылдың 12 қаңтарында **Норд-истер** ауа массасы шығыс жағалауға орын ауыстырған кезі, бір аптаның ішінде қалың қар Жаңа Англияда 3 рет жауды. Дауыл оңтүстікте бір күн бұрын басталған болатын. Жағалау бойымен солтүстікке қарай жылжығанда, ол Орта батыстағы басқа жүйемен бірігіп кетеді. Дауыл ерекше үтір формасына ие – ол қысымы төмен орталық айналасында сағат тіліне қарсы циркуляция қалыптастырады. Солтүстік Атлант мұхитынан келген суық, ылғалды тП ауа қалың бұлттарды қалыптастыра отырып, дауыл орталығына бағытталған, қалың бұлт әсіресе дауылдың солтүстік және батыс жағында шоғырланған. Жаңа Англияның кейбір аудандарында қар өте жылдам жауып, сағатына қар қалыңдығы 7.6 сантиметрге жетті. 12-қаңтардың кешінде көптеген аудандарда қар қалыңдығы 61 сантиметрден асты. Боран көру мүмкіншілігін 0,4 шақырымға дейін кемітіп, Коннектикут и Массачусетс штаттарының кейбір аудандарында қатты жел 3 сағаттан астам соқты. Дауыл 100000 адамды электр қуатынсыз қалдырып, солтүстік-шығыстағы темір жол қызметін байланысыз қалдырды.

Қыс мезгілінде Атлант мұхитынан келетін тП ауа массасы қолайсыз жағдайды туғызса, жаз уақытында мұндай ауа массасының енуі қолайлы ауа райын қалыптастырады. Тынық мұхиттық құрылу ошағы сияқты, Атлант мұхитының солтүстік-батыс ауа массасында жаз мезгілінде жоғарғы қысым басым болады. Демек, жоғарғы ауа қабаты шөгуіне байланысты тұрақты болып табылады және төменгі қабаттағы ауа да салқын судың салқындатқыш әсерінен салыстырмалы түрде тұрақты. Антициклонның оңтүстік жағындағы циркуляция бұл тұрақты тП ауасын Жаңа Англияға әкелетін болғандықтан, кей кезде Вирджинияның оңтүстігіне дейін, бұл аймақтарды ауа райы салқын әрі ашық, ауа мөлдір болып келеді.

8.2-атмосфераға шолу

2010 жылдың 27 желтоқсанында түсірілген бұл спутниктік сурет шығыс жағалаудағы күшті қыстық дауылды көрсетеді.



Сұрақтар

1. Дауылдың дәл орталығын анықтай аласыз ба?
2. Жоғарғы оң жақ бұрышта қалың бұлттарды қалыптастыру үшін қандай ауа массасы дауылға қарай жұмылдыру үстінде?
3. Осы сияқты дауылға қандай атау қолданылады?
4. Оңтүстікке қарай оңтүстік-шығыс штаттар үстіндегі суық ауа массасында бұлт жоқ. Ол қандай классификацияға жағады? Ол Атлантика үстімен жылжығанда қалай өзгеретінін түсіндіріңіз.

Теңіздік тропикалық (тТ) ауа массасы

Солтүстік Америкаға әсер ететін Теңіздік тропикалық ауа массасы көбінесе суы жылы Мексика шығанағы, Кариб теңізі немесе көрші Атлант мұхитының батыс бөлігі үстінде қалыптасады (**8.2-суретті** қараңыз). Тропикалық Тынық мұхиты, сондай-ақ тТ ауа массасының құрылу ошағы болып табылады. Дегенмен, бұл құрылу ошағында қалыптасқан ауа Мексика шығанағы мен оған тиесілі су үстінде қалыптасқан ауа массаларымен салыстырғанда аз ғана аймақтарға әсер етеді.

тТ ауа массасы ыстық және ылғалды болып табылады. Сонымен қатар, олар көбінесе тұрақсыз болып келеді. Субтропикалық ауа массалары елдің солтүстігіндегі құрғақ және суық айдандарына ыстық пен ылғалды экспорттайды. Осы ауа массасы ауданның ауа райына үлкен үлес қосады, себебі ол жауын-шашынның көп мөлшерін қалыптастыра алады.

Солтүстік Атлант тТ ауасы. Мексика шығанағы, Кариб теңізі немесе Атлант мұхиты сияқты құрылу ошақтарының теңіздік тропикалық ауа массасы Құрама штаттардағы жартасты таулардың шығысына қатты әсер етеді. Құрылу ошағы Солтүстік Атланттың субтропикалық қысымымен басым болғанына қарамастан, қалыптасатын ауа массасы тұрақсыз немесе бейтарап, себебі құрылу ошағы шөгу тіптен жоқ антициклонның әлсіз батыс жағында орналасқан.

Қыс кезінде қП ауа массасы Құрама штаттардың орталығы мен шығысында басым болғанда, тТ ауа массасы елдің бұл бөлігіне өте сирек кездері ғана енеді. Бұл ауа еніп, солтүстікке қарай суық құрлық бетімен жылжығанда, ауа массасының төменгі қабаты салқындап, тұрақтанады. Бұл кезде оның түрі тТw-ге өзгереді. Нәтижесінде, конвективті нөсердің қалыптасуы екіталай. Кең таралған жауын-шашын болуы мүмкін, дегенмен, солтүстікке бағытталған тТ ауа массасы циклонға ілесіп, көтерілуге мәжбүр болады. Шын мәнінде, шығыс және орталық штаттардағы қыстық жауын Мексика шығанағындағы тТ ауа массасы циклондар фронты бойымен көтерілгенде көп түседі.

Солтүстікке қозғалатын қыстық тТ ауа массасына байланысты тағы бір ауа райы құбылысы, бұл адвекциялық тұман болып табылады. Қалың тұман жылы, ылғалды болып дамып, суық құрлық үстімен жылжығанда салқындайды.



▲ **8.7-сурет. Мексика шығанағының ауасы жазда солтүстікке қарай жылжиды.** Мексика шығанағының тТ ауа массасы жазда ыстық жер беткейі арқылы қозғалғанда, будақ бұлттар қалыптасып, жиі түрде күннің екінші жартысында жауын жауады.

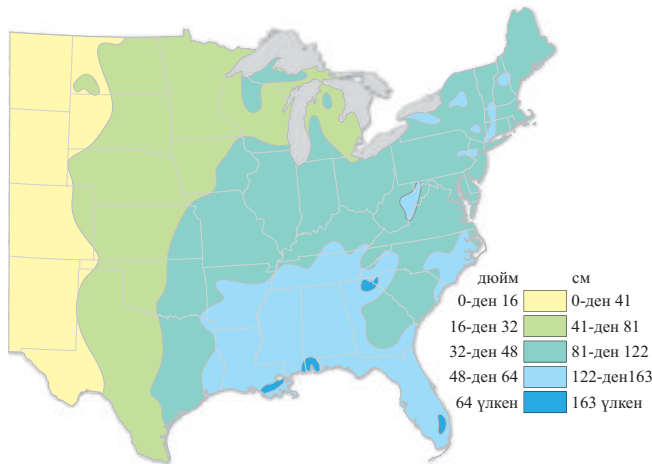
Жаз кезінде, Кариб бассейні және іргелес Атлантикадан келген тТ ауа массасы Солтүстік Американың көптеген аумақтарына әсер етеді және қыста тұратын уақытына қарағанда жазда ұзақ мерзім тұрады. Нәтижесінде, олар Жартасты таулардың шығысындағы Құрама штаттардың жазғы ауа райына күшті және жиі басым әсер етеді. Бұл әсер ету жылы айлар кезіндегі Солтүстік Американың шығысындағы жалпы теңіз-құрлық ауа ағысымен байланысты, бұл ағыс тТ ауа массасының қыс айларына қарағанда құрлыққа жиі және терең енуіне алып келеді. Демек, бұл ауа массасы Құрама Штаттардың шығысы мен орталығындағы басым болатын ыстық және ылғалды жағдайларға негізінен жауап береді.

Бастапқыдан Мексика шығанағынан келген жылы жазғы тТ ауа массасы тұрақсыз болып табылады. Ол құрлық үстімен тереңге енген сайын, жердің беткі қабатының күндізгі температурасының қызуымен бірге тТ k ауа массасына айналып, тұрақсыздығы арта түседі. Салыстырмалы ылғалдылығы жоғары болғандықтан, тек қарапайым көтерілу белсенді конвекция қалыптастырып, будақ бұлттарды дамытып және найзағайлы жауынды түзейді (**8.7-сурет**).

Бұл тТ ауа массасымен байланысты жылы ауа райы құбылысы болып табылады.

Құрама Штаттардың шығысына түсетін жауынның үштен екісінің негізгі көзі болып Мексика шығанағы – Кариб бассейні – Атлантика аймақтарынан келген ауа массасы болып табылады. Тынық мұхитының ауа массасы Жартасты таулардың шығысын аз мөлшердегі сумен жабдықтайды, себебі әртүрлі орографиялық кедергілерден өткен ауа батыс тауларына құрғақ болып жетеді.

8.8-сурет изогигтаны пайдалану арқылы Құрама Штаттардың үштен екі бөлігін алып жатқан шығысындағы орташа жылдық жауын-шашынның таралуы көрсетілген (сызықтар жауын-шашын мөлшері бірдей жерлерді біріктіреді). Изогиета сызықтары Мексика шығанағындағы ең жоғарғы жауын-шашын деңгейін және тТ ауа массасының құрылу ошағынан қашықтық алыстаған сайын жауын-шашын мөлшері де азая түсетінін бейнелейді.



▲ **8.8-сурет. Құрама Штаттардың үштен екі шығысының орташа жылдық жауын-шашыны.** Мексика шығанағынан, яғни тТ ауа массасының құрылу ошағынан қашықтаған сайын жылдық жауын-шашын мөлшерінің жалпы төмендеуіне назар салыңыз. Изогиеталар дюйммен көрсетілген.

Солтүстік Тынық мұхитының тТ ауасы. Мексика шығанағының тТ ауасымен салыстырғанда, құрылу ошағы Тынық мұхиты болып табылатын тТ ауа массасы Солтүстік Американың ауа-райына аз әсер етеді. Қыс кезінде тек Мексиканың солтүстік-батысы мен Құрама Штаттардың оңтүстік-батысы тропикалық Тынық мұхитының ауасы әсерінде болады. Құрылу ошағы Тынық мұхиты антициклонының шығыс жағында жатқандықтан, биіктіктегі шөгу жоғарғы қабаттағы тұрақтылықты қалыптастырады. Ауа массасы солтүстікке қарай жылжығанда, жердің беткі қабатының салқындауы төменгі қабаттың да тұрақтануына әсер етіп, нәтижесінде тұман немесе сібірлеген жауын болады. Егер ауа массасы фронт айналасында көтерілсе немесе таудың үстінде үйірілсе, нәтижесіндегі жауын-шашынды азайтады.

Бірақ субтропикалық Солтүстік Тынық мұхитынан келетін тТ ауа массасы **атмосфералық өзендер** деп аталатын ауа райы құбылысына әсер ететін кездері де болады, тропиктен тыс аймақтарға су буының көп мөлшерін тасымалдай алатын атмосферадағы тар аймақтарды атмосфералық өзендер деп атайды. Халық арасында танымал, жақсы мысал ретінде *Ананастық Экспресті* айтуға болады. Осыған дейін қарастырған, елдің орталық бөлігіне суық кездерді алып келетін *Сібірлік Экспреске* қарағанда, атмосфералық өзендер су буының тасымалын күшейтіп, Оңтүстік Калифорния мен батыс жағалауларда төтенше жауын-шашынды алып келуі мүмкін.

Батыс жағалаудағы жауын-шашынның көп мөлшері қыс уақытында Аляска шығанағы арқылы өтетін дауылдар нәтижесінде түзіледі. Бұл дауылдарда ылғалды, салқын тТ ауа массасы басым. Дегенмен, кейбір жылдары, полярлы струялық ағынның оңтүстік саласы құбыр желісі ретінде әрекет етіп, Гавай аралдарының солтүстік-шығысындағы тропикалық ылғалды әрі жылы тТ ауа массасын батыс жағалауларға тасымалдайды. Бұл тТ ауа массасы дауылдық жүйелер арқылы қоректеніп, төменгі биіктіктерде нөсер жауын тудырып, Сьерра-Невада қыраттарында қалың қар қалыптастыра алады. Қатты жауған жаңбыр тау бөктерлерінде шөккінің болуына алып келеді.

Көп жылдар бойы тропикалық Тынық мұхиты ошағында құрылған ауа массасы жаз кезінде Құрама Штаттардың оңтүстік-батысы мен Мексиканың солтүстігіндегі ауа райына әсері минималды болып келеді. Жаздық найзағайлары өте сирек болып келетін аймақтарға ылғал Мексика шығанағының тТ ауа массасының батыс бағытындағы кездейсоқ соққыларынан келеді. Алайда, Мексика шығанағы континентальды суайрықтың батысына ылғалды негізгі жеткізуші болып саналмайды. Орталық Мексиканың батысындағы тропикалық Солтүстік Тынық мұхитының ошағы осы аймақ үшін ылғал көзінің маңыздысы болып табылады.

Жаз кезінде тТ ауа массасы өзінің Тынық мұхитындағы құрылу ошағынан солтүстікке қарай, Калифорния шығанағына дейін және Құрама штаттардың батысына қарай жылжиды. Бұл қозғалыстар шілде және тамыз аралығында шектелетін, негізінен муссондық сипаттама болып табылады. Шілде-тамыз айларындағы Аризона штаты, Тусона қаласындағы максималды жауын-шашын Тынық мұхитының тТ ауа массасының енуіне байланысты.

Құрлықтық тропикалық (қТ) ауа массасы

Солтүстік Америка Мексика арқылы оңтүстікке қарай тарыла бастайды; сондықтан, континент құрлықтық тропикалық ауа массалары үшін ауқымды құрылу ошағына ие

бола алмайды. 8.2-суреттегі картаға қарап, тек жаз кезінде Мексиканың солтүстігі мен оған іргелес Құрама штаттардың оңтүстік-батыс қуаң бөліктері ыстық, құрғақ қТ ауасын қалыптастыратынын көруге болады. Жер бетінің күндізгі уақытта қарқынды жылынуына, биіктіктің ұлғаюына байланысты температура жылдам құлайды және турбуленттілік айтарлықтай биікке таралады. Дегенмен, ауа тұрақсыз болса да, өте төмен ылғалдылықтың болуына байланысты шамамен бұлтсыз болып қала береді. Демек, ыстық ауа райы басым болып, жауын-шашынның мүлдем болмауымен сипатталады. Үлкен тәуліктік температура диапазоны қалыпты жағдай болып табылады. Бірақ қТ ауа массасы құрылу ошақтарымен шектелгендіктен, олар оңтүстік Ұлы жазықтарға қарай жылжиды. Бұл жағдай орын алған кезде, қТ ауа массасы *құрғақ жолақтың* қалыптасуымен байланысты болады, бұл дауылды ауа райы кезіндегі тар аймақтар. Құрғақ жолақтар жайлы 9 және 10-бөлімдерде қарастыратын боламыз (9.8, 10.12 және 10.13-суреттерге назар салыңыздар).

✓ 8.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Қандай екі ауа массасы жартасты таулардың шығысындағы ауа райына ең үлкен ықпалын тигізеді? Таңдауыңызды түсіндіріңіз.
- 2 Қандай ауа массасы басқа массаларға қарағанда Тынық мұхиты жағалауларының ауа райына көп әсер етеді?
- 3 Қыс кезінде қП ауа массасы мұзсыз көл арқылы өткенде орын алатын өзгерісті сипаттаңыз.
- 4 Қандай ауа массасы және құрылу ошағы Құрама штаттардың шығысы мен орталығын көп мөлшердегі ылғалмен қамтамасыз етеді?

8 Ауа массалары тұжырымына шолу

8.1 Ауа массасы деген не? ► Ауа массасы және ауа массасының ауа райы дегенді анықтаңыз.

Түйінді сөздер: ауа массасы, ауа массасының ауа райы

- Физикалық қасиеттері (температурасы, ылғалдылығы, құрамы) біртекті және жалпы атмосфера айналымы ағымымен қозғалыста болатын тропосферадағы үлкен ауа көлемдерін ауа массалары деп атайды. Олардың горизонтальді өлшемі 1600 шақырымға немесе одан жоғары мыңдаған шақырымға созылады. Ауа массасы жердің басқа облысына жылжығанда өзінің ауа райы режимін алып барады және уақыт өтісімен өзгере бастайды да құрлықтың көп бөлігіне әсер етеді.
- Ауа массасы бір аймақтан өткенде бірнеше күнді алуы мүмкін, сол себептен оның әсеріндегі ауданда сол уақытта негізінен ауа райы өзгеріссіз болады, бұл жағдайды ауа массасының ауа райы дейді. Әрине, кейде тәуліктен тәулікке ауысқанда біраз ауытқулар болуы мүмкін, бірақ әртүрлі температуралық және ылғалдылық сипаттамаларында айырмашылықтары бар шектес ауа массаларына қарағанда ұқсамайды.

8.2 Ауа массаларының классификациясы ▶ Ауа массасы құрылатын аудандар үшін негізгі критерийлерді атаңыз және Солтүстік Америкаға әсер ететін ошақты аудандарды анықтаңыз.

Түйінді сөздер: құрылу ошағы, полярлы (П) ауа массасы, арктикалы (А) ауа массасы, тропикалы (Т) ауа массасы, теңіздік (т) ауа массасы, құрлықтық (қ) ауа массасы

- Ауа массаларының құрылатын үлкен аймақтарын құрылу ошақтары деп атайды. Құрылу ошақтары екі негізгі критерийге жауап беруі керек. Біріншіден, ол ауқымды және физикалық біртекті аймақ болуы тиіс. Екінші критерий ауа аймақ үстінде ұзақ тұрып, жердің беткі қабатымен белгілі бір өлшемде тепе-теңдікке түсе алатындай, ауданның атмосфералық циркуляциясы жалпы тоқырауымен сипатталуы тиіс.
- Ауа массаларының классификациясы құрылатын ошақтық ендігіне және қалыптасатын аймақтың беткі қабатының, яғни мұхит немесе құрлық беткі қабатының сипаттамасына байланысты. Құрылатын ошақтық ендігі ауа массасы ішіндегі температура шарттарына, ал төмендегі беткі қабат сипаттамасы ауадағы ылғалдылық мөлшеріне әсер етеді. Ауа массалары екі әріптік кодтар бойынша белгіленеді.
- Ендікке байланысты (температура), ауа массалары үш категорияға бөлінеді: **полярлы (Р), арктикалы (А), тропикалы (Т)**. Полярлы және арктикалы ауа массасы арасындағы айырмашылықтар әдетте шағын, олар тек тиісті ауа массаларының суықтық дәрежесін көрсетуге пайдаланылады. Кіші әріппен, мысалы т (теңіздік) немесе қ кіші әріппен (құрлықтық) құрылған ошақтың беткі қабатын сипаттау үшін және осыған орай ауа массасындағы ылғалдылықты сипаттау үшін қолданылады. Теңіздік ауа массалары мұхит үстінде қалыптасқандықтан, олардағы су буының құрамы құрлық үстінде қалыптасқан ауа массаларымен салыстырғанда жоғары.



Сұрақ. Осы картадағы әрбір әріпке байланысты құрылу ошағын анықтаңыз. Картадағы бір әріп құрылу ошағына байланысты емес. Қайсысы дұрыс? Түсіндіріңіз.

8.3 Аяу массасының модификациясы ► Жердің басқа облыстарына жылжығанда аяу массасының модификациялану үдерісін сипаттаңыз және екі мысалды талқылаңыз.

- Аяу массасының және жердің беткі қабаты арасындағы температуралық айырмашылық, сонымен қатар циклондар мен антициклондар немесе топографиялық ерекшеліктен туындаған ауаның жоғары және төмен қозғалысы нәтижесіндегі модификация аяу массасының тұрақтылығына әсер етуі мүмкін.
- Аяу массасы төмендегі жердің беткі қабатына дейін созылып жатқанда айтарлықтай өзгеріс бола алады. Бұл жерде конвергенция мен ауаның көтерілуі басым болады, ал аяу массасы тұрақсыз болады.
- Антициклонға байланысты шөгу аяу массасының тұрақтануына ықпал етеді. Осындай тұрақтануға байланысты өзгерістер, аяу массасының таулы аймақтар үстіне көтерілгенде немесе тау бөктерінің ықтасын жеріне төмен түскенде болады

Сұрақ. 8.7-суретте көрсетілген аяу массасы үшін дұрыс белгі қандай: tT_k немесе tT_w ? Түсіндіріңіз.

8.4 Солтүстік Америка аяу массаларының қасиеттері ► Жаз және қыс мерзімдерінде Солтүстік Америкаға әсер ететін әр аяу массасына байланысты аяу райы шарттарын қорытындылап айтыңыз.

Түйінді сөздер: көл-қар әсері, Нордистер аяу массасы, изогие, атмосфералық өзендер

- Құрлықтық (кП) полярлы және теңіздік тропикалы (тТ) аяу массасы Солтүстік Американың аяу райына көп әсер етеді, әсіресе Жартасты таулардың шығыс бөлігіне.
- Көлдердің ықтасын жағалауында бірегей және ерекше аяу райы құбылысы, көл-қар әсері орын алады. кП аяу массасы салыстырмалы жылы көлдер бетімен жылжып, ылғалмен қанығады да тұрақсыздана түседі.
- Құрылу ошағы Солтүстік Тынық мұхиты болып табылатын тП аяу массасы орта ендіктегі жалпы батыстан шығысқа бағытталған атмосфера циркуляциясы болғандықтан, Атлант мұхитының солтүстік-батысында құрылатын тП аяу массасына қарағанда, Солтүстік Американың аяу райына көп әсер етеді, ол жаз кезінде тұрақты болса, қыс кезінде тұрақсыз болады. Солтүстік Атлантикадан келген тП аяу массасы шығыс жағалау бойында қысымы төмен орталыққа қарай ығыстырылғанда Нордистер дауылы орын алады.
- Құрама Штаттардың шығысына түсетін жауынның үштен екісінің негізгі көзі болып Мексика шығанағы-Кариб бассейні-Атлантика аймақтарынан келген аяу массасы болып табылады.
- Мексика шығанағының тТ ауасымен салыстырғанда, құрылу ошағы Тынық мұхиты болып табылатын тТ аяу массасы Солтүстік Американың аяу-райына аз әсер етеді. Қыс кезінде тек Мексиканың солтүстік-батысы мен Құрама Штаттардың оңтүстік-батысы тропикалық Тынық мұхитының ауасы әсерінде болады. Субтропикалық Солтүстік Тынық мұхитынан

келетін тГ ауа массасы атмосфералық өзендер деп аталатын ауа райы құбылысына әсер ететін кездері де болады, тропиктен тыс аймақтарға су буының көп мөлшерін тасымалдай алатын атмосферадағы тар аймақтарды атмосфералық өзендер деп атайды.

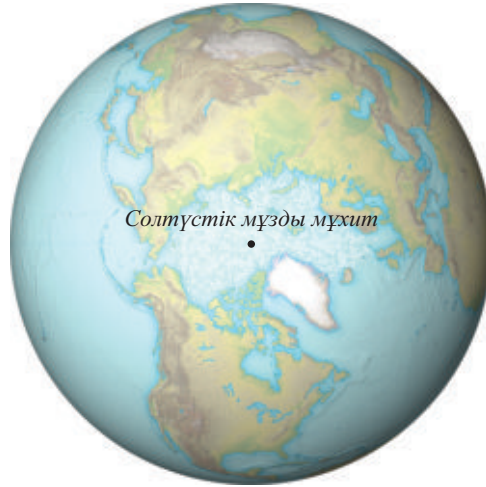


Сұрақ. Бұл сурет Нью-Йорк штаты, Онтарио көлінің оңтүстік жағасында орналасқан Рочестер қаласында желтоқсан айында болған ірі боран әсерін көрсетеді. Рочестер қаласынан алыс емес жерлерде өте аз мөлшерде қар жауған, тіпті кей жерлерде жоқтың қасы. Осы құбылысты қалыптастырған үдерістің қалай аталатынын айтыңыз және сипаттаңыз.

Ой жүгірту

1. Ауа массалары суық немесе жылы болып жіктелуі мүмкін, бірақ бұл атаулар бойынша айырмашылықтар бар. Келесі анықтаманың қайсысы, сіздің жауабыңызға қысқаша түсініктеме береді.
 - а. Қыста барлық полярлы (П) ауа массасы суық болатынын білеміз. Қайсысы суығырақ болуы тиіс: қыс кезіндегі тП ауа массасы немесе қыс кезіндегі қП ауа массасы?
 - ә. Біз тропикалық (Т) ауа массасы жылы болатынын білеміз, бірақ кейбіреуі басқаларға карағанда жылырақ. Қайсысы жылырақ болуы тиіс: жаз кезіндегі қТ ауа массасы ма немесе жаз кезіндегі тТ ауа массасы ма?
2. Ауа массаларының құрылу ошақтарының аймақтары үлкен, салыстырмалы біртекті аудандар болып табылады. Қосымша картада көрсетілгендей, Аппалачи және Жартасты таулар арасындағы ауқымды кеңістік осындай аймақ болып табылады, бірақ ауа массалары мұнда қалыптаспайды. Неге бұл аймақ құрылу ошағы болмайды?
3. Қыста Арктикалық мұхиты үстінде ауа массасының қандай түрі қалыптасады: қА немесе тА? Таңдауыңызды түсіндіріңіз.





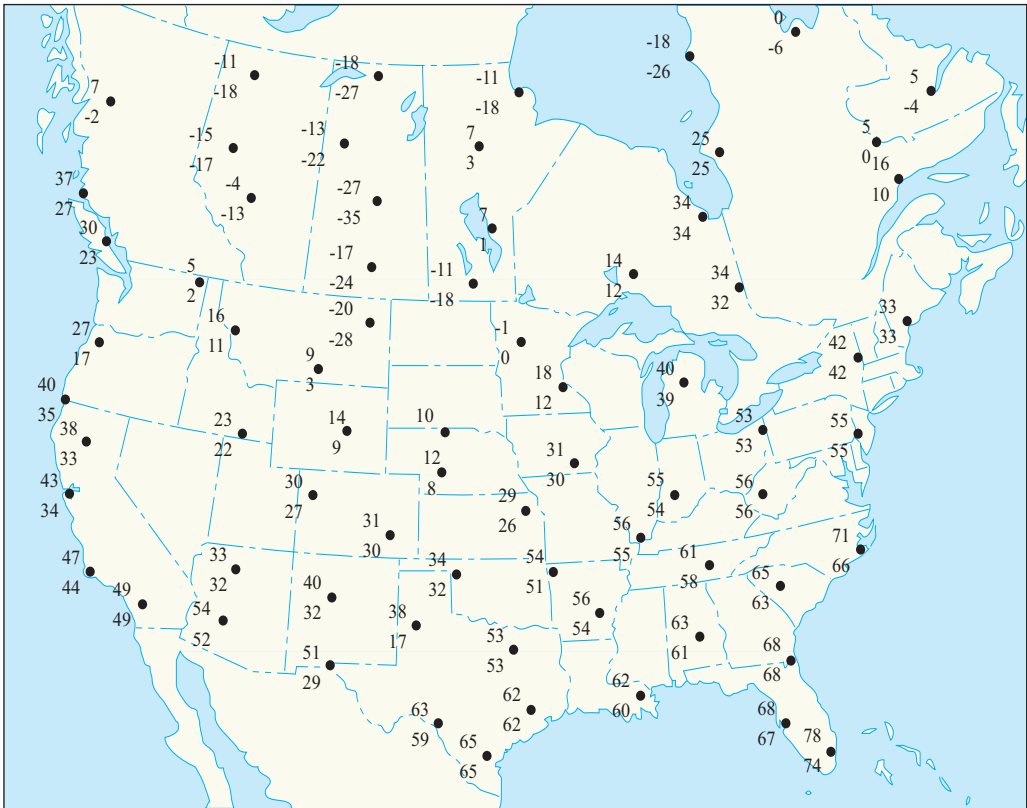
4. Тек Ұлы көлдер ғана көл-қар әсерімен байланысты су объектісі болып табылмайды. Сондай-ақ Канададағы көптеген көлдерде осы құбылыс болады. Грейт-Слейв-Лейк көлінің оңтүстік-шығыс жағалауындағы Форт Резолюция елді мекенінде жауған қар жайлы мәліметтер келтірілген. Қай айда қар қатты жауады? Жауабыңызды түсіндіріңіз.



5. Төменде сипатталған әр жағдайда, ауа массасы неғұрлым тұрақты немесе тұрақсыз ауа массасы бола түсетінін көрсетеді ма? Әрбір таңдау қысқаша түсіндіреді.
- тТ ауа массасы қыс кезінде оңтүстік-шығыс штаттардың үстімен Мексика шығанағы арқылы солтүстікке қарай жылжып барады
 - кП ауа массасы қараша айының соңында Жоғарғы көлдер арқылы оңтүстікке қарай жылжып барады
 - Солтүстік Атлантиканың тП ауа массасы қаңтар айында жаңа Англия жағалауындағы төменгі қысым орталығына жұмылдырылады
 - Сібірдің қыз кезіндегі кП ауа массасы Солтүстік Тынық мұхиты арқылы Азиядан шығысқа қарай жылжып барады

Мәселелер

- Қосымша картада желтоқсан айының таңертеңгі ауа температурасын (жоғарғы сан) және температураның шық нүктесін (төменгі сан) көрсетеді. Жақсы дамыған екі ауа массасы осы уақытта Солтүстік Америкаға әсер етеді. Екі ауа массасына әсер етпейтін ауа массалары кең сызықпен бөлінген. Әрбір ауа массасының шекарасын көрсету үшін картада сызықтарын салыңыз. Ауа массасының классификациясына тиісті етіп әрқайсысының белгісін қойыңыз.



Фаренгейт шкаласындағы ауа райы станцияларына арналған желтоқсан айындағы күннің таңертеңгі ауасының және шық нүктесінің температурасы

- 8.3-суретке** қараңыз. Питтсбург және Чарлстонның шығысындағы салыстырмалы қатты жауған қардың жіңішке, солтүстіктен оңтүстікке бағдарланған аймағына назар салыңыз. Бұл аймақ көл-қар әсеріне түсу үшін Ұлы көлдерден тым алыс орналасқан. Қатты жауған қардың себептерін талқылаңыз. Сіздің жауабыңыз осы қарлы аймақтың ерекшелігін түсіндіре ме?
- Альбукерке (Нью-Мексико штаты) Оңтүстік-батыс шөлінде орналасқан. Ол жерге түсетін жылдық жауын-шашын мөлшері 21,2 сантиметрді құрайды. Айдан айға бұл деректер (сантиметрмен) келесідей болады: Альбукеркедегі қай екі ай жаңбырлы бо-

лып келеді? Көрсеткіштері басқа оңтүстік-батыс қалаларының көрсеткіштеріне ұқсас, Аризона штатындағы Тусонды қоса алғанда. Жаңбырлы айлардың себептерін қысқаша түсіндіріңіз.

Қан.	Ақп.	Нау.	Сәу.	Мам.	Мау.	Шіл.	Там.	Қыр.	Қаз.	Қар.	Жел.
1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3	3.3	3.8	2.3	2.3	1.0	1.3

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

9

Ортаендік циклондар



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 9.1** Әдеттегі ауа райды жылы және салқын фронтпен байланыстыра отырып салыстыру және ажырату.
- 9.2** Тіршілік кезеңінің әдеттегі ортаендік циклон кезеңдерін тұжырымдау.
- 9.3** Орта және ортаендік циклондардың өтуіне байланысты жалпы ауа райылық шарттарды суреттеу.
- 9.4** Неліктен ағындағы айырылу ортаендік циклонның дамуы мен қарқындауына міндетті шарт болуын түсіндіру.
- 9.5** Солтүстік Америкаға әсерін тигізетін қоңыржай ендіктегі циклондардың дамуы бойынша негізгі орындардың тізімін құру.
- 9.6** Ортаендік циклонның конвейерлік бауы моделінің қалыптасуы және үш өзара әрекеттес әуе ағыны (конвейерлік баулар) үлгісінің негізделуін түсіндіру.
- 9.7** Жоғары қысымды оқшаулау және ортаендік үстіндегі ауа райына қалай әсер ету жүйесін сипаттау.
- 9.8** Қыс мерзімінде Америка Құрама штаттарының солтүстік-орталық бөлігі үстіндегі ортаендік циклондармен байланысты ауа райын сипаттау.

Солтүстік Американың шығыс бөлігінде 1992-1993 жылдардағы наурыз айының соңғы онкүндігінде қыс мезгілі өз мәресіне жетті. Оңтүстіктің кең даласы арқылы нәркестер гүлденгенде, адамдар көктем туралы ой қозғағанда, 93 жылдың 13 және 14 наурызында боран келіп соқты. Күшті теңіз дауылы рекордты төмен температура және барометрлік қысымның көрсеткішімен қоса, өзімен бірге Алабамадан, шығыс Канаданың жағалау аймақтарынан рекордтық қар басу әкелді. «Құбыжық дауыл», оның желінің қозғалысы мен қатты қар басуы өзімен бірге құйын мен қарлы дауылды түйістірді, құйын Аппалач жотасымен жоғары қарай қозғалып, үлкен алқапты төңіректі алып жойды. Дауылдың ортасында атмосфералық қысым орталықтағы кейбір дауылдардың және желдердің қысымына қарамастан төмен болса да, басқа дауылдар секілді қатты болды, бұл тропикалық дауыл емес екендігі анық болып, өзінің атынан классикалық қысқы циклон екендігін көрсетті.

9.1 Атмосфералық фронт аймағындағы ауа райы

Әдеттегі ауа райды жылы және салқын фронтпен байланыстыра отырып салыстыру және ажырату.

 **GEODE** ▶ Ауа райының негізгі сипаттамалары ▶ Фронттар

Алдағы өткен бөлімдерде біз ауа райының негізгі мінезін және атмосфералық қозғалыстың динамикасын қарастырдық. Біздің біліміміз бұл алуан түрлі құбылыстардың орта ендіктегі күн райының шарттарын түсінумен тікелей байланысты. Біздің мақсаттарымыз үшін, *орта ендікке* шамамен Солтүстік Америкадағы оңтүстік Аляска мен Флорида арасындағы аймақтар жатады – батыстан соққан желдің басым аймағы орын алады, бұл жерде ауа райының негізгі көзі **ортаендік** немесе **ортаендіктің циклондары** болып табылады. Ортаендіктегі циклондар әртүрлі атаулармен қатар, соның ішінде толқынды циклондар, фронттық циклондар, тропиктан тыс циклондар, төменгі қысым жүйесі, қысқаша айтқанда, ең аз мөлшері бірге жүреді.

Ауа райы фронттары ортаендік циклондар әсерінен ауа райының негізгі дереккөзі болып табылады. Біздің талқылауымызды осы негізгі құрылымдармен бастаймыз.

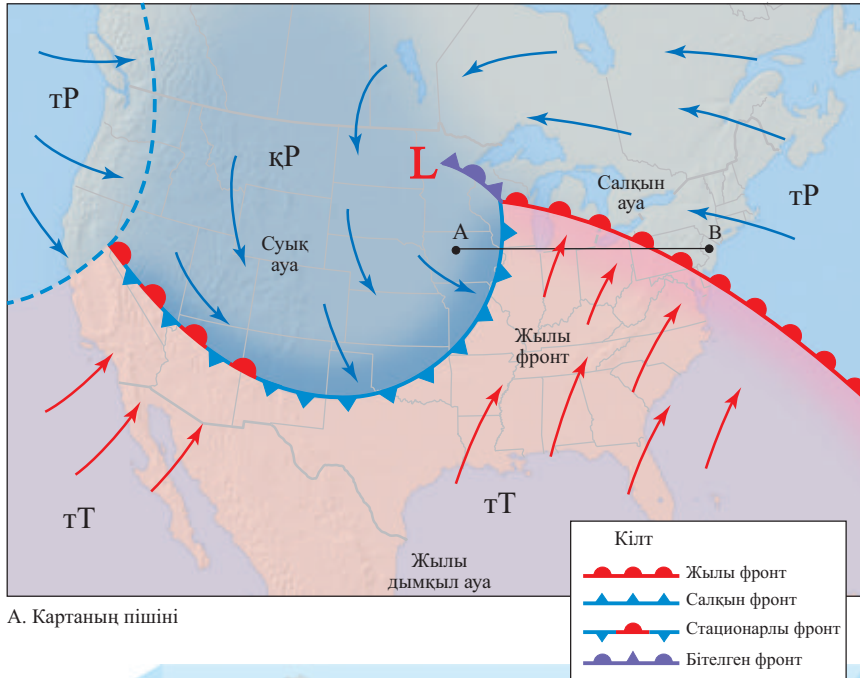
Фронт дегеніміз не?

Ортаендіктердегі ауа райына тән бір ерекшелік – ол оның күрт және жылдам өзгеруі (Фото бөлімінен қараңыз). Көбіне Мұндай кенет өзгерулердің себебі түрлі фронттардың өтуі болып табылады. **Фронттар** түрлі тығыздықтағы ауа массасы бөліп тұрған бетімен шектеседі. Қағида бойынша, оның біріншісі екіншісіне қарағанда жылырақ және ылғалды көбірек ұстайды. Алайда фронттар кез-келген екі қарама-қайшы ауа массаларының арасында пайда бола алады. Ауа массаларын, яғни оларды бөліп тұрған аймақтарды (фронттар) үлкен көлемде қарастырғанда, ауа райы картасында сызық ретінде белгіленеді (**9.1-сурет**).

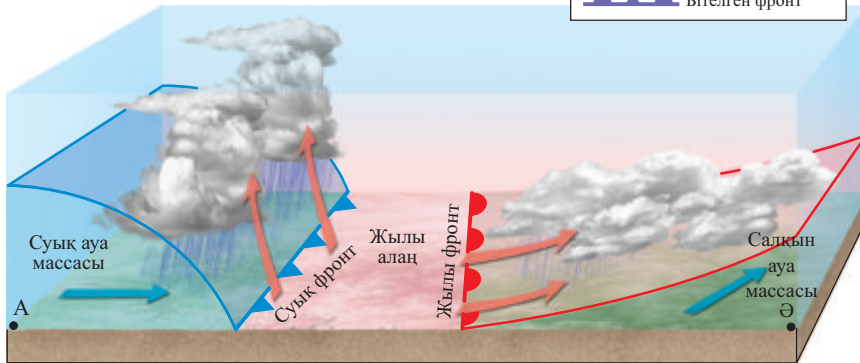
Әдетте, қозғалыстағы фронттың бір жағында орналасқан ауа массасы, екінші жағында орналасқан ауа массасына қарағанда жылдам қозғалады. Осылайша ауа массасы аймақта белсенді жылжып, екіншісімен соқтығысады. «Бірінші дүниежүзілік соғыс» кезінде, норвегиялық метеорологтар бұл ауа массалары аймағын «фронт сызығы» ұқсастығымен көрнекіледі және оларды «фронттық» деп белгіледі. Ортаендік циклондарды арттыратын дәл осы «тартысты» аймақтарда, көп мөлшерде жауын-шашын және батыстан соққан жел белдемшесінде қолайсыз ауа райы туындайды.

Ауа массасы басқа аймақтағы ауа массасына ауысқанда, фронталды кабаттың жағалауында ең төмен деңгейдегі араласу процесі орын алады. Мұндай ауа массасы екіншісімен жанасқанда өзінің сәйкестігін сақтап қалады. Ауа массасының жылжуына қарамастан, жылы массада ауа тығыздығы аз болып, қалқуға тура келеді, ал суық массада ауа тығыздығы көбірек және жоғарылау барысында танап ретінде әрекет етеді. Жылы ауа суық ауа массасының үстінен сырғу процесі **«Ағысу»** деп аталады.

Фронттар бес негізгі типке бөлінеді: *жылы фронттар, салқын фронттар, стационарлы фронттар, тазартылған фронттар және құрғақ сызықтар*. Әр фронттың түрі ауа массаларын оның тығыздығына байланысты бөледі, әрине фронттық қарсы жақтарында бар температура өзгешелігіне немесе ылғалдылығына алып келеді.



А. Картаның пішіні



Ә. А-дан Ә нүктесіне дейінші үш өлшемді кескін

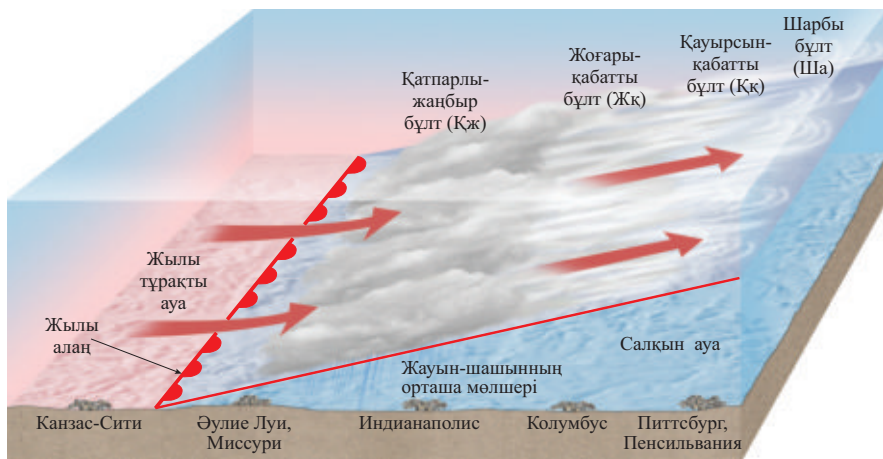
▲ 9.1-сурет. Ортаендік циклонның дәріптелген құрылымы. А. Ауа массалары мен жел қабаттарын көрсететін фронт карталарын қарау. Ә. А нүктесінен Ә нүктесі сызықтар жиегіндегі салқын және жылы фронттың ш өлшемді түрі.

Жылы фронттар

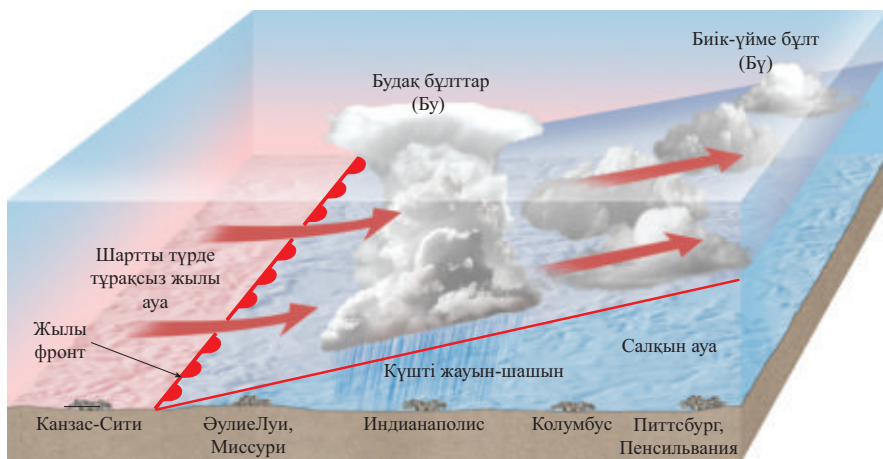
Фронттың жоғарғы қабатында жүретін жылы ауаның салқын ауа территориясына басып кіруі **жылы фронт** деп аталады (9.2(А)-сурет). Ауа райы картасында, жылы фронт салқын ауа аймағында қызыл сызықты қызыл жартылай шеңбермен көрсетіледі. Жартасты таулардан шығысқа қарай, жылы фронттар әдетте, Мексика шығанағынан Құрама Штаттарға түсіп тұрған теңіз тропикалық ауамен байланысты және жердің бетінде орналасқан салқын ауаға үстем. Ауа массаларын бөліп тұрған шекаралар кішігірім бөліктерге ие, орта есеппен алғанда шамамен 1:200 (биіктік бойынша салыстырғанда көлденең қашықтық). Ол дегеніміз, егер сіз жылы фронт орналасқан қабатта 200 км (120 миль) саяхаттасаңыз, фронталды қабат бастан жоғары 1 км (0,6 миль) болады. Шегерілген салқын ауаның

үстімен көтерілген жылы ауа үлкейеді және салқындайды. Нәтижесінде, ауадағы ылғал, бұлттарды тудыру үшін қоюланады.

9.2(А)-суретте көрсетілгендей бұлттардың жүйелілігі жылы фронттың жақындағанын көрсетеді. Жақындап келе жатқан жылы фронттың бастапқы белгісі, ол 1000 км қашықтықта пайда болған ұлпа бұлттар. Ашық күнде, конденсациялы іздер бірнеше сағатқа сақталады, дәл осы кезде жылы, ылғалды ауаның бастан жоғары көтерілгенін сезе аласыз.



А. Жылы фронт, тұрақты ауа



Ә. Жылы фронт, шартты түрде тұрақсыз ауа

▲ **9.2-сурет. Жылы фронттар.** А. Жылы фронтпен байланысты дәріптелген бұлттар мен ауа райы. Жылдың көп кезінде, жылы фронттар алқапты территорияда жарықты біркелкі жауын-шашындар туғызады. Ә. Жылдың жылы мезгілі, шартты тұрақсыз ауа ауада жұтылып, түйдек-жаңбырлы бұлттар мен найғайлар пайда болады.

Фронттың жақындауына орай, ұлпа бұлттар біртіндеп қосылып біршама тығыз бұлттарға айналады. Фронтқа шамамен 300 км қалғанда, қалың-қабат және ұлпа-қабат бұлттар қалыптасып, жауын-шашынды алып келеді. Себебі жылы фронттар жайпақ бөктерге ие, қарсы көтерілім нәтижесінде пайда болған бұлтты қабат, үлкен көлемді

қамтып бірқалыпты жауын-шашын кезеңін туғызады. Алайда, ауа массасы біршама құрғақ (төменгі температура) болып келеді, яғни бұлттанудың ең төменгі дамуы мен жауын-шашынның болмауына мүмкіндік береді. Бұған қарама-қайшы жаздың ыстық айларында ылғал тұрақсыз және ауа жиі шарықтаса, жаңбарлы бұлттар мен найзағайлар пайда болуы мүмкін (9.2(Ә)-сурет).

9.2(А)-суретте көрсетілгендей, тұндыру жылы фронтпен байланысты және оның жоғарғы қабатында болады. Осылайша, жауын-шашынның әрбір түрі, салқын қабат арқылы төмен түсуі керек. Жауын-шашынның ұзақ уақыт мерзімінде булану процесі болып, бұл қатпарлы бұлтты қабаттың төменгі дәрежелі дамуына алып келеді. Мұндай бұлттар кейде төмен қарай түсіп, кішігірім авияция ұшқыштарына біршама қиындық туғызып, амалсыздан жерге қонуға мәжбүрлейді. Осындай жағдайларда ұшқыштар қонуға тек бір минут уақыттары болады, әйтпесе олар ұшып-қону жолағы көрінбейтін бұлтты тұманға кіреді. Қыста қар жаңбырлы жылы фронтқа байланысты жауын-шашынның үстем формасы ретінде алмастыра алады. Косымша, жылы ауа массасы салқын ауаға қатысты болуы тиіс, жылы фронттың алдында ұшуға қауіпті жағдай туғызуы мүмкін. Бұл жаңбыр тамшылары қатты суып, төменгі температурадағы ауа арқылы өтіп, жол бетімен жанасқанда мұздап, мұзды қабат пайда болады. Оны *суық жаңбыр* дейді. Бастапқыда, жаңбыр тамшылары қатады, өйткені салқын ауа қабаты арқылы өтіп, мұз түйіршігі ретінде жауады. Оны *жабысқақ қар* деп атайды.

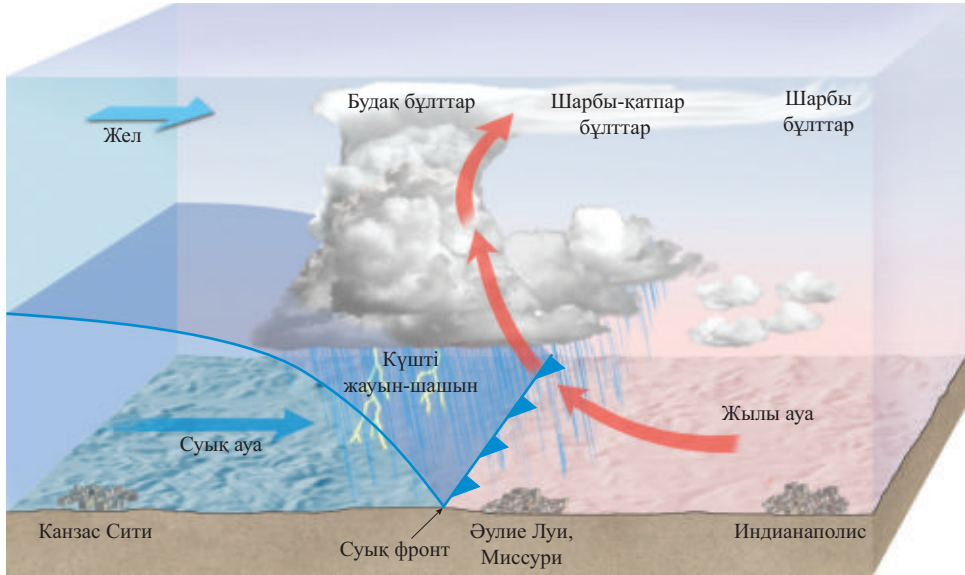
Жылы фронт өткен соң, температура бірте-бірте көтеріледі. Ауа массалары арасындағы үлкен қарама-қайшылық бар кезде оның ұлғаюы көзге көрінерліктей. Сонымен қатар, желдің ағыны шығыстан оңтүстік-шығысқа немесе оңтүстік-батыстан көрінеді. Ылғалдылық пен тұрақтылықты жылы ауа массасымен ұстау қомақты дәрежеде уақыт анықтайды. Жаз уақытында, ұшпа және ұшпа-жаңбырлы бұлттар кейде фронт артынан жүретін жылы ағында кездеседі. Бұл бұлттар ауыр бола алатын тұндыруды туғыза алады, бірақ, ережеге сәйкес, шашыраңқы және жалғасуына байланысты қысқа. **9.1-кестеде** жылы фронттың Солтүстік Жарғышар арқылы өткен кезде күтетін әдеттегі ауа райы жағдайы көрсетілген.

9.1-кесте. Ауа райы әдеттегідей жылы фронтпен байланысты (Солтүстік Америка)

Ауа райы элементі	Өтуге дейін	Өту барысында	Өтуден кейін
Температура	Салқын немесе суық	Өскелең	Жылырақ
Желдер	Шығыс немесе оңтүстік-шығыс	Құбылмалы	Оңтүстік немесе оңтүстік-батыс
Жауын-шашын	Қыс мезгілінде жеңіл жаңбыр, қар немесе мұздай жаңбырдан қоңыржай қалыпта; жаз мезгілінде қатты жаңбыр болуы мүмкін	Жоқ немесе жеңіл жаңбыр	Жоқ немесе кей кезде жазда нөсерлі
Бұлттар	Ауа бірқалыпты кезде мамықты, мамықты-қатпарлы; ауа шартты түрде тұрақсыз кезде будақты-жаңбырлы	Жоқ немесе қатпарлы тұман	Аспан ашылады, жазда будақты немесе будақты-жаңбырлы
Қысым	Төмендейді	Төмендейді немесе тұрақты	Төмендейді, кейін өседі
Ылғалдық	Жоғарыға ауысады	Өскелең	Жоғары, әсіресе жазда

Салқын фронттар

Жылы ауаға толы аймақта салқын ауа белсенді қозғалған кездегі бұл айырылатын аймақ **салқын фронт** деп аталады (9.3-сурет).



▲ 9.3-сурет. Түйдек-жаңбырлы бұлттар мен тез қозғалатын салқын фронттар. Жылы ауада найзағай мен дауылдардың жиі пайда болуына алып келеді.

Ауа райы картасында салқын фронт жылы ауа аймағына ауысқанда көк түсті сызықтар көк түсті үшбұрыштар ретінде көрсетілген. Салқын ауаның жерге таяулы қабаты үйкеліс салдарынан жоғары қабаттарға қарағанда баяуырақ қозғалатындықтан, бөліс бетінің төменгі жағы күрт иіледі, жылы ауа тік дерліктей көтеріледі және онда будак жаңбыр бұлттар пайда болады.

Салқын фронттар өзінің бөктері шамамен 1:100 болатын жылы фронттар секілді орташа алғанда екі есе құламалы болып келеді. Осыған қоса, салқын фронттар сағатына 80 км жылдамдықпен қозғалады, бұл шамамен жылы фронтпен салыстырғанда 50 пайызға жылдамырақ. Бұл екі айырмашылық беткейдің тіктігі мен қозғалысының жылдамдығына тәуелді – көп жағдайда салқын фронт жылы фронтпен салыстырғанда қатыгез мінезі артығырақ, ережеге сәйкес жылы фронт артынан келеді.

Салқын фронттың жақындауы, ережеге сәйкес, батыстан немесе солтүстік-батыстан бастауын алады. Асқақтаған бұлттарды фронт шекарасына келмей тұрып жиі көруге болады. Фронттың қасындағы бұлттардың қараңғы сызығы алдағы күн райының қолайсыз болатынын білдіреді. Жылы дымқыл ауаның көтеру күш қуаты салқын фронтты бойлай келе жылдам болады, бұл жылулықты босатады және ауаның қалқымалылығын көтереді, ауа өз кезегінде тұрақсыздыққа әкеледі. Қатты құйындар және желдің ұйытқуы әдетте ауыр ұшпа бұлттардан пайда болады. Салқын фронт шамамен жылы фронт секілді көлемде көтеріледі, алайда қысқа қашықтықта жауын-шашын белсендірек болады, сонымен қатар ол аз уақыттан соң әрі қарай жалғасады. Температура мен жел ығысу едәуір құлдырап, оңтүстік-батыстан солтүстік-батысқа тікелей өтумен байқалады.

Ауа райы салқын фронттың арғы жағында әдетте континенталды полярлық ауа массасы негізінде әлсіз ауаны иеленеді. Осылайша, фронт өткеннен кейін басталатын температура әдетте босату сүйемелдеуімен құлдырайды. Дегенмен, шөгуді адиабатикалық қызу мен температура үстіне әсер етуін алып келеді. Қыс мезгілінде салқын фронт негізінде ұзақ

және бұлтсыз түндер болады, бұл жоғары кеңістіктегі салқын температураны тудыратын салқын ағысты шығартуға мүмкіндік береді. Бұған керісінше, салқын фронт жазда мезгіліндегі ыстық кезеңде ауа райы шарттарында көптен күткен өзгерістерді тудырады, мысалы, ыстық ағын тұманмен, ал кейде ыстық ауа салқынмен, ашық және таза ауамен орнын ауыстырады.

Салқын фронт салыстырмалы қарағанда, ауаның жылы бетіне жылжыған кезде, Жерден жіберілетін сәулелену кішігірім конвекция көрсету мақсатында, ауаны жеткілікті мөлшерде қыздыруы мүмкін. Бұл өз кезегінде, фронттың арғы бетінде будақты немесе қатпарлы бұлттарды түрлендіруі мүмкін. Бұған қарамастан, аспандап шөгу ауа массасын салыстырмалы алғанда тұрақты қалпын сақтайды. Үлкен тік сызықты форманы қалыптастырмаған бұлттар жауын-шашынды сирек шығарады. «Қарлы өзеннің эффектісінің» бір ерекшелігі, 8-тарауда талқыланғандай, жылы ауамен салыстырғанда, салқын ауа фронтының соңында жоғары температура мен дымқылдылық орын алады.

Солтүстік Америкада континенталды полярлық ауа массасы тропиктік теңіз ауасымен соқтығысқанда, салқын фронттар айрықша жиі болып тұрады. Соған қарамастан, қыс уақытында салқын фронттар да қалыптасып, одан да салқын болуы мүмкін, бұл жағдайда құрғақ континенталды арктикалық (Ка) ауа континенталды полярлық немесе полярлық теңіз ауасын сорып алады. Жердің үстінде ережеге сәйкес, арктикалық салқын фронттар континенталды полярлық ауа массасы өздігінен құрғақ болғандықтан өте жеңіл қар өндіреді. Бұған керісінше, арктикалық салқын фронт жылы су үстінен ғана өтіп, өте қатты қар басу мен ұйытқыған желге әкелуі мүмкін. **9.2-кестеде** Солтүстік Америкадағы салқын фронт өтуімен байланысты әдеттегі ауа райы шарттары көрсетілген.

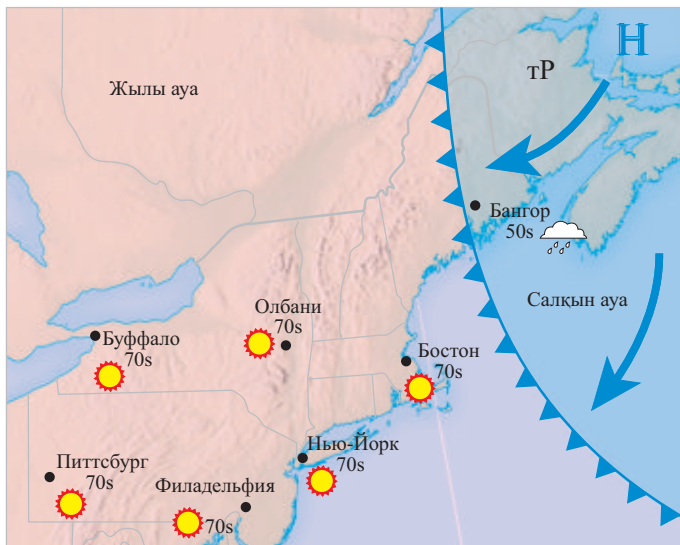
9.2-кесте. Ауа райы әдеттегідей салқын фронтпен байланысты (Солтүстік Америка)

Ауа райы элементі	Өтуге дейін	Өту барысында	Өтуден кейін
Температура	Жылы	Кенеттен төмендейді	Салқындау
Желдер	Оңтүстік немесе оңтүстік-батыс	Ауыспалы және екпінді	Батыс немесе солтүстік-батыс
Жауын-шашын	Жоқ немесе нөсерлі	Жазда найзағайлар, қыста жаңбыр немесе қар	Аспан ашылуы
Бұлттар	Жоқ, мамықты немесе мамықты-қатпарлы	Будақ-жаңбырлы	Жоқ немесе жазда ұшла бұлттар
Қысым	Төмендейді, кейін өседі	Өскелең	Өскелең
Ылғалдық	Жоғары, әсіресе жазда	Тамшылайды	Төмен, әсіресе қыста

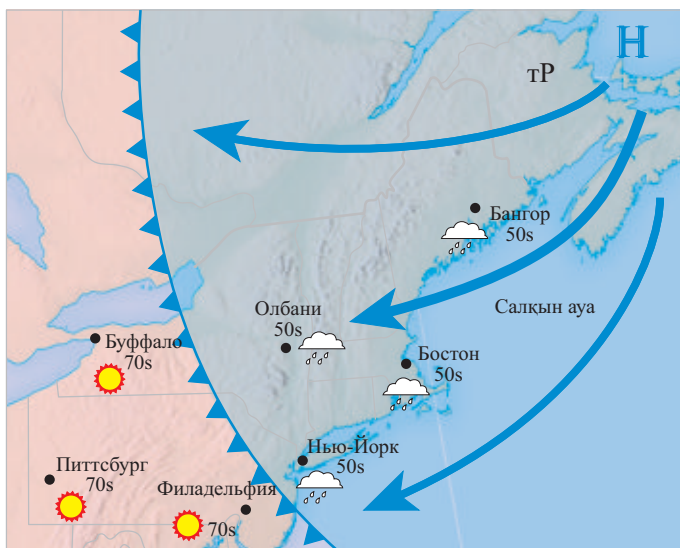
Салқын фронттың түрі «салқын фронт» деп аталады, бұл Солтүстік Американың шығыс жағалауына әсерін тигізеді. Салқын фронт шығыстан немесе солтүстік-шығыстан келсе, салқын фронттардың көп бөлігі батыстан немесе солтүстік-батыстан келеді, осыған сәйкес олардың есімдері де пайда болды.

Бұл айналма сағат тілі бойынша өте мықты жоғары қысымның ортасынан Канаданың солтүстік-шығысынан өтеді.

9.4-суретте көрсетілгендей салқын, тығыз теңіз полярлық ауасы Солтүстік Атлантикадан жылы, жеңіл ауаны континент үстінен шығарады. Салқын фронт әдетте ережеге сәйкес көктем мезгілінде өзімен бірге салқын температура, төмен бұлттар мен жаңбыр әкеледі. Салқын фронт жаз мезгілінде жиі өтеді, алайда бұл жағдай орын алғанда салқын жел Америка Құрама Штаттарының солтүстік-шығыс аймақтарында жаздың ортасында болатын қатты ыстықтан құтқарады.



А.



Ә.

▲ 9.4-сурет. Ауа райы солтүстік-шығыста «бэкдор» салқын фронтымен байланысты. Көктемнің басында полярлы ауаның салқын, ылғалды ағындары Солтүстік Атлант аумағында терең болғандай, жылы және шуақты күн салқын және дымқыл болуы мүмкін.

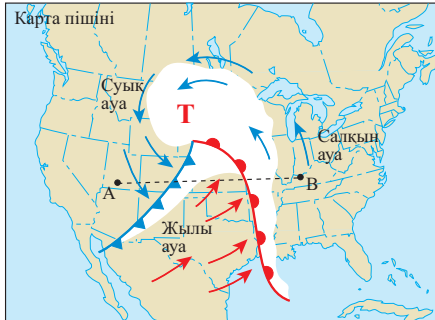
Стационарлық фронттар

Уақыт өте келе, ауа ағыны фронттың екі жағындағы салқын ауа массасына да, жылы ауа массасына да жатпайды. Бұл фронттың басынан шамамен қатарлас сызық болып келуі мүмкін. Олай болса, фронт үсті жағдайы жылжымайды немесе өте баяу жылжиды. Бұл күйі **стационарлық фронт** деп аталады. Ауа райы картасында, стационарлық фронт көк түсті үшбұрыштылармен көрсетілген, жылы ауаны бағыттаушы және қызыл түсті жартылай шеңберлер салқын ауаны көрсетеді (9.1(А)-сурет).

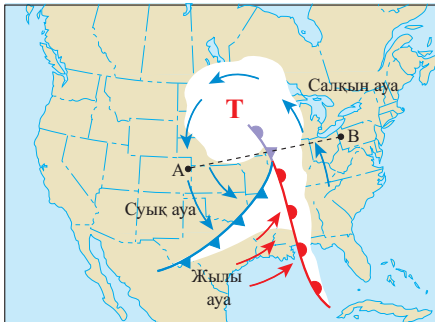
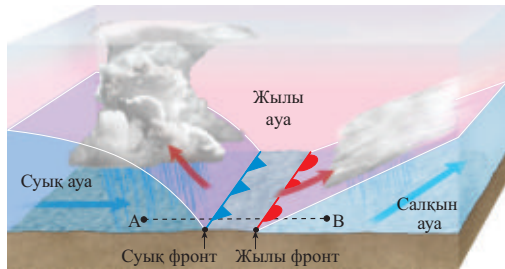
Кейбір толқындар әдетте стационарлық фронттар арқылы өтетіндіктен, бұл бірқалыпты жауын-шашынға әкеледі. Стационарлық фронттар аумақта бірнеше уақыт аралығында қала алады және бұл жағдайда жауын-шашын болуы мүмкін. Стационарлық фронттар жылжи бастағанда, олар ауа массасына байланысты салқын және жылы фронттарға айналады.

Тазартылған фронттар

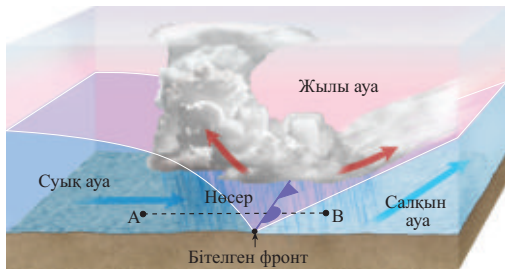
9.5-суретте көрсетілгендей, жылдам қозғалып келе жатқан салқын фронт жылы фронтты қуып жетіп қалыптасатын фронттың негізгі төртінші типі **Тазартылған фронт** болып табылады.



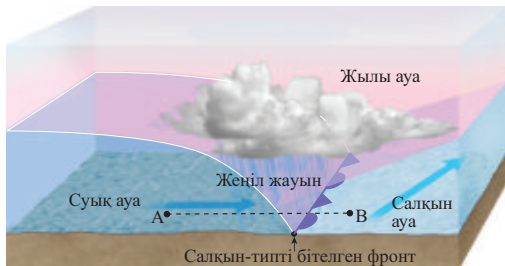
А. Кемел ортаенді циклондар



Ә. Бітелген фронттың өрбуі



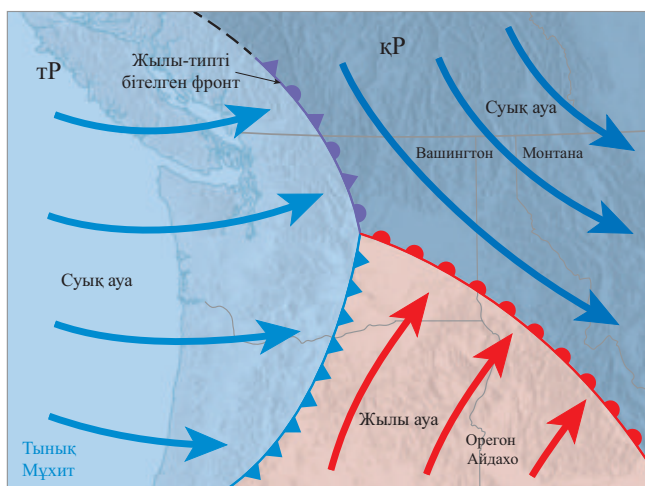
Б. Салқын-типті бітелген фронт



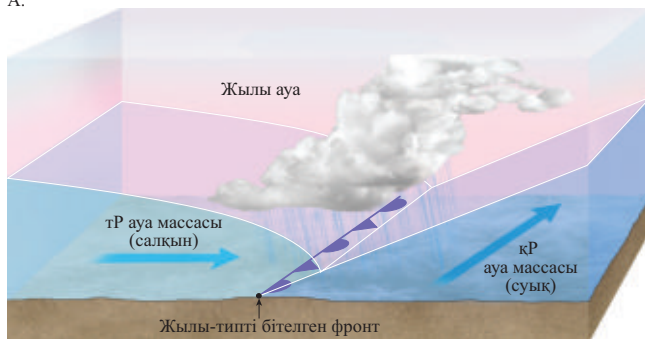
▲ **9.5-сурет. Фронттың салқын түрдегі бітелу процесінің қалыптасу кезеңдері.** **А.** Жетілген ортаенді циклондар жылы және салқын фронтпен бірге. **Ә.** Салқын түрдегі бітелу процесін тудыру үшін, салқын фронт жылы фронтты қуып жетеді. **Б.** Жылы ауа ауада булануға мәжбүр болғаннан кейін, жүйе жайыла бастайды. Картада бұлт және жауын-шашынның болуы мүмкін аумақтар ақ түспен көрсетілген.

Салқын фронт жылы фронттың жоғары көтерілуіне ықпал етсе, жылы ауа өтетін салқын ауа мен жақындап келе жатқан салқын ауа арасында жаңа фронт қалыптасады. Дауылдардың соңғы өмірлік кезеңдерінде өтетін бұл процесс **бітелу** деп аталады. Ауа райы картасында күлгін түсті сызықтармен суреттелген тазартылған фронттар, козғалыстың бағытын көрсететін кезектескен күлгін түсті үшбұрыш пен жартылай шеңбермен белгіленген. Тазартылған фронттардың себебінен ауа райы қатты өзгеріске ұшырайды. Тазартылған фронттардың жылы және салқын типтері бар. 9.5-суретте көрсетілген **салқын типте**, салқын фронт жылы фронт тәрізді көтеріліп, салқын ауа массасының алдында жүреді.

Басында ауа райы жылы фронтпен ілеседі. Алайда, бітелудің дамуына байланысты, жылы ауа одан әрі жоғарылай түсіп, найзағайдың пайда болуына себебін тигізеді. Осылайша, тазартылған ауадағы салқын типтің дамуы, салқын ағынға алып келеді. Салқын тип жылы типке қарағанда кең таралған. **Жылы типтегі тазартылған фронттар**, сол фронттың өзінен озық ауаның салқын ауаға қарағанда, жылырақ болуына байланысты дамиды. Бұл бітелу фронттың типі батыс құрлықтың жағалауында жиі болады, өйткені теңіз полярлы ауасына салқын полярлы ауаның басып кіруі, іргелескен құрлықтан бастау алады (**9.6-сурет**).



А.



Ә.

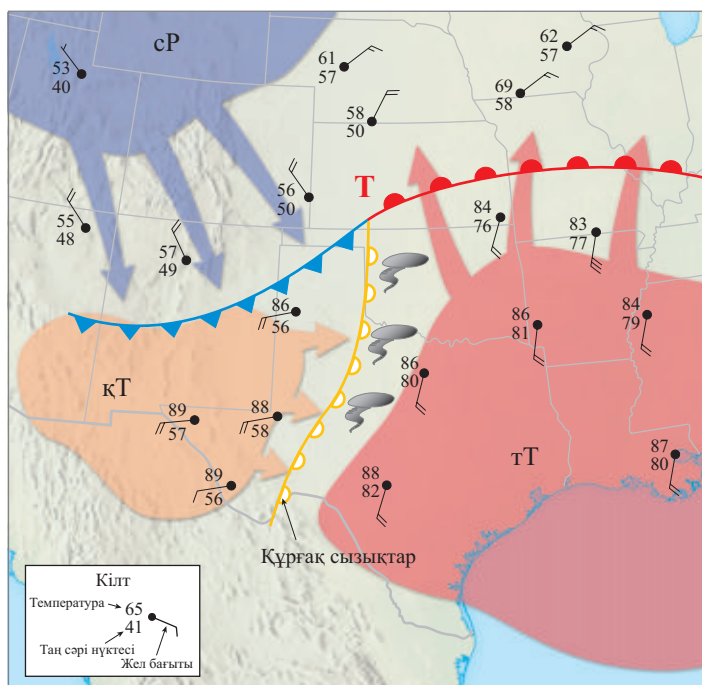
▲ 9.6-сурет. Фронттың жылы түрдегі бітелу процесі. А. Полярлы және құрлықты ауа массаларымен байланысты жылы түрдегі бітелу процесінің орналасуы көрсетілген карта. Ә. Жылы түрдегі фронттың блок-схемасы.

Мұндай жағдайда салқын ауа фронтқа қарағанда жылырақ әрі жеңіл. Демек, салқын ауа жоғары көтеріліп, тазартылған фронттың алдында тығыздырақ салқын ауаға ауысады. Ауа райы жылы тазартылған фронтпен ілесіп, әдетте ол сол жылы фронтқа ұқсас. Біркелкі жауын-шашын, тіпті найзағай пайда болуы мүмкін.

Құрғақ сызықтар

Көптеген фронттар түрлі температурадағы бөлек ауа массалары, фронтальды шекаралар, тіпті түрлі ылғалдың деңгейдегіндегі ауа массаларына ие. Басқа субъекттер бірдей көрсеткішке ие және құрғақ ауа ылғалды ауаға қарағанда мығым. Сондықтан, құрғақ жылы ауа ылғалдау ауа массасының жылы фронттағы аймағына өткенде, фронттың алдындағы тип **құрғақ сызық** деп аталады. Құрғақ сызықтар көбіне оңтүстіктегі Ұлы жазықтарда өрбиді. Бұл құрғақ, оңтүстік-батыста болатын құрлықты тропикалық ылғалды ауа (Ct), Мексика шығанағынан келетін теңіз тропикалық ауамен кезіккенде болады.

Құрғақ сызықтар ол көктем және жазғы құбылыстарға тән. Техастан Небраскке дейін өтетін қатты дауылды найзағайлар, ұлы жазықтар арқылы шығысқа қарай қозғалған, сызықтардың бойын жиі түрлендіреді. Құрғақ сызықтар батыс ауа шекарасының температурасы мен шығыс ауа массаларының температурасымен салыстырғанда тез анықталады (9.7-сурет).

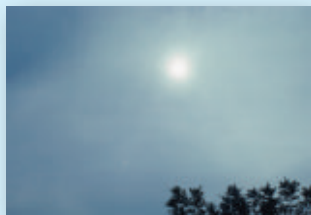


▲ **9.7-сурет. Құрғақ сызықтар.** Бұл құрғақ сызықтар Техас мен Оклахомада жобаланған және найзағай мен құйындарды пайда болдырады. Құрғақ ауа жылы және ылғалды ауаны шығысқа қарай ығыстырғанына назар аударыңыздар. Нәтижесінде, ауа райы тез қозғалмалы салқын фронтты еске алады.

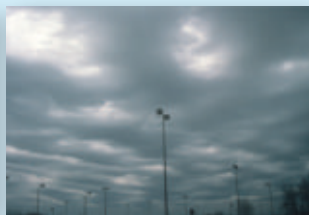
Құрғақ сызықтар рөлінде қатты найзағай сызықтарының пайда болуы **дауыл сызықтары** деп аталады, ол туралы 10 тарауда айтылады (10.13-сурет).

9.1-атмосфераға шолу

Көрсетілген бес суретте, бұлттар әдетте фронт бойын жағалай пайда болады. Бұлттардың ішіндегі төрт бұлт түрлері ауа жылы фронт шекарасына көтерілген кезде, ал басқасы салқын фронт бойын жағалай пайда болған кезде тұрақты схема бойынша құрылады.



А.



Ә.



Б.



В.



Е.

Сұрақтар

1. Бұлттың бес түрінің (А–Г) қайсысы салқын фронт бойында пайда болады?
2. Жылы фронт сіздің орналасқан жеріңізге жақындаған кездегі сіздің басыңыздан өтетін басқа төрт бұлттың кезекпен өтетін тізімі мен оған сәйкес жазулары.

✓ 9.1 Бақылау сұрақтары

1. Әдеттегі жылы фронттың ауа райы мен әдеттегі салқын фронттағы ауа райын салыстырындар.
2. Салқын фронттың ауа райы жылы фронттың ауа райымен салыстырғанда неліктен қатты, екі мысал келтіріңіз.
3. «Бэдкор» – салқын фронт дегеніміз не?
4. Стационарлық фронт қалай жауын-шашын шығарады, егер оның жағдайы өзгермейді немесе өте баяу өзгереді?
5. Құрғақ сызықтар жылы және салқын фронттардан қалай ерекшеленеді?

9.2 Ортаендік циклондар және полярлық фронт теориясы

Тіршілік кезеңінің әдеттегі ортаендік циклон кезеңдерін тұжырымдау.

MM® GEODE ► Ауа райының негізгі сипаттамалары ► Ортаендік циклондар теориясы

Синоптикалық көлемдегі ортаендік циклондар 1000 шақырымнан жиі асатын төменгі қысымның жүйелері және батыстан шығысқа екі жартышардың ортаендіктері арқылы

өтеді (9.1-сурет). Бірнеше күннен бір аптаға дейін жалғасатын солтүстік жартышардағы ортаендік циклондар ауа ағынының ішімен ортаға қарай бағытталған сағат тіліне қарсы жүретін циркуляциясының үлгісі бар. Орталық аймақтардан төменгі қысыммен өтетін ортаендіктердегі көптеген бейімдерде салқын және жылы фронттар кездеседі. Дивергенцияның жоғарғы қабаты және жоғары көтеріп келе жатқан ауа жауын-шашын тудыратын бұлттарға бастамшылық етеді.

Полярлық фронт теориясы

1800 жылдардың өзінде циклондар жел мен қаһарлы ауа райы жағдайларын әкелуші ретінде танымал болды. Осылайша, барометр ауа райын болжауда қолданылатын ең алғашқы құрал ретінде жарыққа шықты, бұл күн сайын ауа райын бақылауды қамтамасыз етті. Бұған қарамастан, ауа райын болжаудың бұл ерте тәсілі ауа масса мен олардың ауа райы жүйесін құрудағы ара-қатынасын ескермейді. Сондықтан, жалпы алғанда циклондардың дамуына қолайлы жағдайды білу мүмкін емес болды.

Циклон дамуындағы алғашқы кешенді модель және оның интенсификациясын бірінші дүниежүзілік соғыс кезінде норвегиялық зерттеушілер тобы ойлап тапты. Норвегияда халықаралық байланысты жөндеу жайындағы неміс көтерілістері, сонымен қатар, Атлант мұхитының жағдайына қатысты, сыни метеорологиялық мәліметтер – бүкіл Норвегия бойынша өзара тығыз байланысқан метеорологиялық станциялардың құрылуына алып келді.

Бұл желінің көмегі арқылы норвегиялық метеорологтар біздің ауа райы туралы, соның ішінде, ендіктерге байланысты түсінігімізді айтарлықтай алға қарай жылжытты. Бұл топта Вильгельм Бьеркнес (Bi-Yurk-Nesso деп айтылады), оның ұлы Яков Бьеркнес, шәкіртақы алушы Иаков Гальвор Сольберг және швед метеорологы Тор Бержерон болды. 1921 жылы бұл зерттеушілердің жұмысы ортаендік циклондардың дүниеге келу, өсу және құлау кезеңдерінің моделін бастырып шығарды. Бұл идеялар атмосфералық ғылымда елеулі өзгеріс әкелді және **полярлық фронт теориясы** ретінде таныла бастады, сонымен қатар **циклонның норвегиялық моделі** ретінде де ескеріледі. Аэрологиялық диаграммаларды қолданбаса да, бұл тәжірибелі метеорологтар қазіргі метеорологияда қолданып жүрген моделді жарыққа шығарды.

Циклонның норвегиялық моделінде ортаендік циклондар полярлық фронтпен байланысып дамуда. Полярлық фронттар салқын полярлық ауа мен субтропикалық жылы ауаны даралайды (7-бөлімді қараңыз). Ережеге сәйкес, салқын айлар кезінде полярлық фронттар жақсы анықталған және Жердің айналасында үздіксіз сызық құрастырады. Жоғарғы бөлігінде, бұл фронталды аймақ жеке сегменттерге бөлінеді. Дәл солардың жанына экваторға түсетін салқын фронталды аймақтар жылы ауаны жылжытады, осылайша көптеген ортаендік циклондар пайда болады.

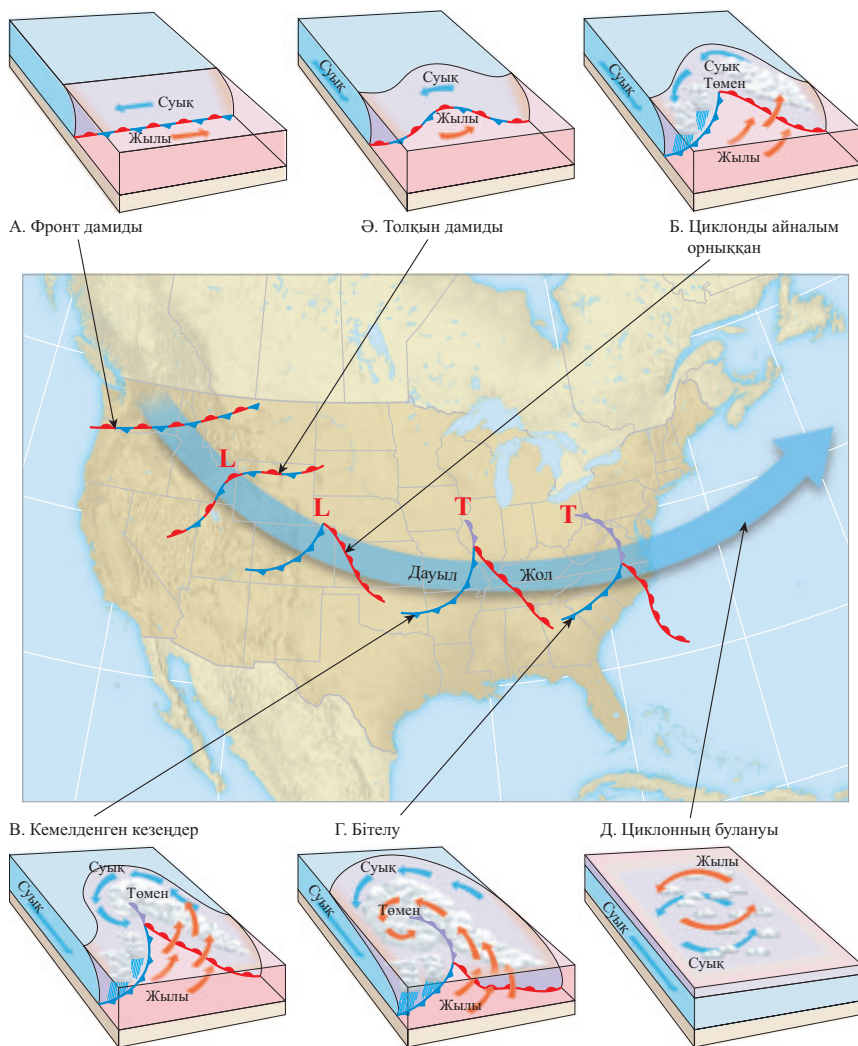
Тропиктан тыс циклон дегеніміз не?

«Тропиктен тыс» түсінігі бұл ортаендік циклондардың өзге есімі. Циклон термині мөлшері мен қарқындылығына қарамастан төменгі қысымдағы кез келген орталықтың циркуляциясына жатады, Демек, циклондардың екі түрі ортаендік циклондар мен құйындар: тропиктен тыс циклон бұл қоңыржай ендіктің өзге есімі. Тропикалық циклон құйынды сипаттау кезінде жиі қолданылады.

Студенттер
кейде
Сұрайды...

Ортаендік циклонның өмірлік циклі

Норвегиялық модельдің мәлімдемесі бойынша, циклондар фронттарды бойлай құрылады және белгілі өмірлік цикл арқылы өтеді. Бұл дауылды жүйелердің дамуы мен нығайту процесі **циклогенез** деп аталады, циклогенез процесі атмосфералық жағдайдарға байланысты бірнеше күннен бір аптаға созылуы мүмкін. Зерттеулер жыл сайын солтүстік жарты шарда 200-ден астам ортаендік циклондардың пайда болуын көрсетеді. Әдеттегі ортаендік циклондардың өмірдегі кезеңдері **9.8-суретте** көрсетілген.



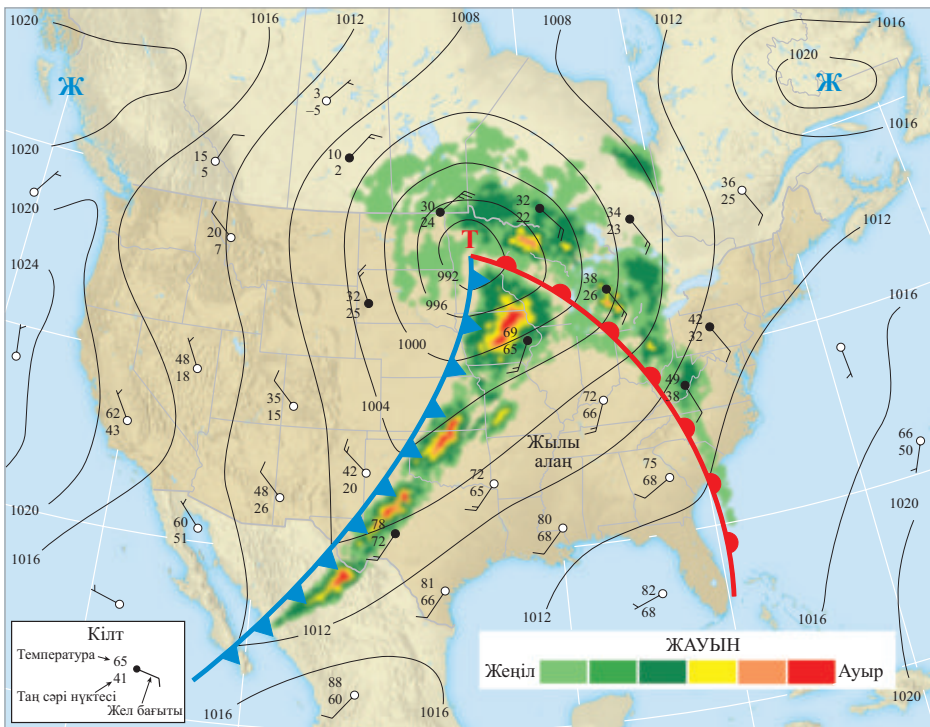
▲ 9.8-сурет. Ортаендік циклондардың өмірлік цикл кезеңдері.

Құрылуы: екі ауа массасының қақтығысуы. Өртүрлі тығыздықтағы (температура) екі ауа массасы шамамен фронтқа қатарлас, бірақ қарама-қарсы бағытта қозғалған кезде, ортаендік циклон пайда болады (**9.8(A)-сурет**). Полярлық фронттың классикалық моделінде, бұл фронттың солтүстік-шығыс жағындағы полярмен байланысқан континенталды полярлық ауа, тропиктік ауа уақыты фронттың оңтүстік жағында жүргізіледі.

Толқындардың дамуы. Қолайлы жағдайларға орай, бірнеше жүз шақырым ұзындықты құрайтын фронталды қабат, бұл екі қарама-қарсы ауа массаларын бөліп, толқын формасына айналады (9.8(Ә)-сурет). Бұл толқындар ұқсас, алайда суда пайда болатындардан әлдеқайда үлкен. Ережеге сәйкес, басқа толқындар амплитуда бойымен өскен кезде, кейбір толқындар буланып жойылады. Мұхиттағы сулар таяздыққа жетіп, үлкен толқындарға айналған секілді, бұл дауылдар да ұлғайып немесе тереңдеген кезде өзінің формасын өзгертеді.

Алдағы уақыттағы дамуына байланысты циклондық дауылдың екі факторын көрсетеді: (1) Жоғары шашыраған ауа ағыны жылы фронт аймағындағы жылы ылғалды ауа қабатының көтерілімі ағынды теңгереді (2) бұл жасырылған жылудың бөлуіне және бұлттардың пайда болуына алып келеді. Бұл жасырылған жылу өнімі, өз кезегінде, тұрақсыздықты (конвекцияны) ұлғайтады

Құйын тәрізді ағын. Толқындардың даму өлшеміне байланысты, салқын фронт құрып, салқын ауа экваторға жылжыған секілді, жылы ауа жылы фронт құру үшін полюске қарай жылжиды (9.8(Б)-сурет). Ағынның жоғарғы қабатындағы бағыттың өзгеруі қысымның астында қалған үлгінің қайта жөнделуімен жүреді және толқынның жоталарында орналасқан ең төмен қысымдағы бірнеше айналмалы изобараларға алып келеді. Нәтижесінде пайда болған ағын 9.9-суретте көрсетілгендей, ішіне қарай сағат тіліне қарсы бағытталған ауа райы картасында жақсы көрсетілген. Бұдан кейін циклондық циркуляцияның дамуы дивергенцияның көтерілуіне алып келеді, әсіресе жылы ауа салқын ауаға ауысатын жерінде.



▲ 9.9-сурет. Ауа райының жоғарғы қабатының ортаөндік циклон циркуляцияын көрсететін жеңілдетілген картасы. Түрлі-түсті аудандар жауын-шашынның қарқындылығын көрсетеді.

9.9-суретте көрсетілгендей, жылы сектордағы (оңтүстік аумақтар) ауа салқын ауа бағытына қарай солтүстік шығыстан ағады. Ол солтүстік батысқа қарай жылжиды. Жылы ауа фронтқа перпендикуляр жылжығандықтан, жылы ауа салқын ауаның орнына келеді деген тұжырымға келеміз. Осылайша, бұл жылы фронт болуы керек. Осыған ұқсас пайымдаулар толқынды фронттың сол жағынан (батыс) салқын ауа солтүстік-батыстан ағады және жылы сектордағы ауаны ығыстырып салқын фронт пайда болады.

Сіздің болжамыңыз қандай?



Ауа райы картасының жоғарғы қабатының құрылуы мен талдауы

Америка Құрама Штаттарының континенталды бөлігі мен Канаданың көптеген аймақтарында ауа райын түсіну күннен күнге *ортаендік циклондармен* байланысты ауа райы шарттарын түсінуі қажет етеді. Бұл қысымы төмен үлкен орталықтар батыстан шығысқа бірнеше күннен бір аптаға дейін жүреді. Қалыпты ендіктің циклондары салқын фронт пен жылы фронтты қамтиды, екеуі бірігіп жетілген кезде, орталық бөліктегі төменгі қысыммен шайылып бітелу процесін дамыта алады. Бұл ауа жүйелерімен танысу тәсілдерінің бірі – ауа райының жоғарғы қабатын дайындау және талдау.

Ауа райы картасын дайындау

Ауа райы картасының бетіне қолданылуы тиіс байқау деректердің үлкен санын басқару мақсатында, метеорологтар ауа райы деректерін кодтау жүйесін әзірледі. Бұл жүйенің, В қосымшасы, бөлшектері мен символдары метеорологиялық станцияда қолданылатын деректерді көрсету үшін пайдаланылады. **9(A)-кестесі** желтоқсан күніндегі бес орталық және шығыс америкалық қалалардың ауа райы мәліметтерін қамтамасыз етеді. Бірнеше қалалардың мәліметтері **9(A)-суретте** енгізілген. 9(A)-суреттегі ауа райы картасын аяқтау үшін, келесі әрекеттерді орындаңыз:

- 9-кестедегі мәліметтерді суреттеніз. Қажет еткен жағдайда, 12.7-суретте немесе В-қосымшасына назар аударыңыз. (*Ескерту*: Барометрлік қысымның көрсеткіші бойынша жазылған)
- 996 изобарадан бастап, 4-миллибар интервалында сәйкес изобараларды дәлме дәл суреттеу және таңбалау. (996 Мб, 1000 Мб, 1004 Мб, және т.б.). 992 изобарасы 1008 және 1012 миллибар секілді ішінара изобаралар болғандықтан аяқталды. Сіз таулардың арасындағы қысымды изобаралардың орналасуын анықтау үшін бағалауыңыз керек. Сонымен қатар, бұл алдымен изобараны қарындашпен белгілеп алу үшін жақсы ой.

Ауа райы картасын талдау

Карта дайындалып болғаннан кейін, ол міндетті түрде талдануы керек. Сіз өзіңіздің ауа райы картаңызды келесі әрекеттерді орындау арқылы талдасаңыз болады:

- Картада жоғары немесе төмен қысымды бір орталықты табыңыз және оны сәйкес (Ж немесе Т) таңбалармен белгілеңіз.
- Картаға белгіленген ауа райы мәліметтерін бір салқын фронт және бір жылы фронттың орналасқан жерін анықтау үшін қолданыңыз. Сәйкес таңбаларды қолданып, бұл фронттарды картада суреттеу және белгілеу қажет.
- Салқын фронттың солтүстік-батысында орналасқан ауа массаларын салқын фронттан оңтүстік-шығысқа және жылы фронттан солтүсік-шығысқа қарай белгілеңіз. (*Кеңес*: 8-тарау)
- Картаны қарындашпен біраз жауып тұрып, жауын-шашын аудандарын көрсетіңіз.

Енді сіз өзіңіздің талдауыңызды аяқтадыңыз, ауа райын болжауды аяқтау үшін сіздің жеке құралдарыңыз бар.

Ауа райы болжамын жасау

Картада қызыл лентамен көрсетілгендей, орта ендікте циклондар картада солтүстік-шығысқа қарай қозғалады делік. Ортаендік циклондардың ауа райы жайында өз біліміңізді қолдана отырып, температура өзгерісін, желдің бағытын, жауын-шашынның ықтималдылығын, бұлттану мен қысымның 12-24 сағат аралығында келесі аймақтарда ауа райы болжамы жасалады: Чаттануга, Теннесси; Кіші Рок, Арканзас; Джексон, Миссисипи штаты және Раонак, Вирджиния штаты.

Әрі қарай зерттеуде

www.hpc.ncep.noaa.gov/html/sfc2.shtml сілтемесіне өту. Шамамен төменге қарай жарты жолда айналмалы сызықта Солтүстік Америка белгіленген; оны АҚШ (CONUS) айналмасы үшін қолдану және суретті алу кескінін басу. Бұл картаны ауа райын талдау және келесі сұрақтарға жауап беру үшін егжей-тегжейлі оқыңыз:

1. Жоғары және төменгі қысымның орталығын, сонымен қатар кез келген фронталды шекарасын табыңыз.
2. Өзіңіздің орналасқан жеріңізді белгілеп, температура, бұлттану, сонымен қатар картада, сәйкесінше, көрсетілген мәліметтер сіздің қазіргі жағдайыңызға сәйкес келуін анықтау.
3. Егер картада көрсетілген кез келген төменгі қысым мен фронталды шекара жүйелері батыстан шығысқа қарай қозғалады деп болжасак, өз ауа райыңызды келесі күні немесе екінші күні қалай өзгертетінін сипаттаңыз.



▲ 9(А)-сурет. Ауа райы картасын дайындау.

9(А)-кесте. Орталық және Шығыс Америка Құрама Штаттарында белгіленген қалаларында желтоқсан айындағы ауа райы деректері

Станция	Бұлттың пайызы	Желдің бағыты	Желдің жылдамдығы (МРН)	Температура	Шық температурасы	Қысым (МВ)	Қысым Соңғы 3 сағат (МВ)	Жауын-шашын
Бирмингем, Алабама	80	ОБ	15	70	64	1004	-1.4	
Шарлотт, Солтүстік Каролина	70	ОБ	14	60	54	1002	-4.4	
Индианаполис, Индиана	100	СШ	30	34	32	996	-5.6	қар
Мемфис, Теннеси	80	СБ	12	50	45	1103	+5.8	
Нэшвил	100	ОБ	18	56	55	996	-0.1	жаңбыр

Жетілу кезеңі. Ортаөндік циклонның *жетілу сатысында*, орталық төңірегіндегі қысым кенеттен ең төменгі деңгейге жетеді, ал бітелу фронты енді қалыптаса бастайды (**9.8(Б)-сурет**). Бұл кезең ең қауіпті ауа райына әкелсе де, бір фронттың мезгілі мен орналасқан жеріне байланысты әртүрлі жағдайда болуы мүмкін.

9.2-атмосфераға шолу

Бұл сурет бұлт желісіндегі ғарышкерлердің Халықаралық ғарыш станциясының бортында қойылды. Суретте пунктирлі сызық фронттың жоғарғы қабатының шамамен алғандағы орнын көрсетеді, бұл бұлттардың дамуы үшін жауапты болып табылады. Бұл фронт АҚШ-тың орталық бөлігінде орналасқан десек, сіз келесі сұрақтарға қалай жауап бересіз?



Сұрақтар

1. Суретте ең биік бұлттардың қай түрі бейнеленген?
2. Әдеттегі салқын фронт немесе жылы фронт көсетілген бе?
3. Бұл фронттың қозғалысы оңтүсік-шығысқа немесе солтүсік-батысқа қарай бола ма?
4. Ауа массасы континенталды полярлық фронттың оңтүстік-шығысында орналасқан ауа массасы немесе теңіз тропикалық ауа массасы болып табыла ма?

Қыс мезгілінде солтүстікте ортаендік циклонда боран мен қатты қар басуы болса, жылы фронттың ауа райы салқын жаңбырдан құралуы мүмкін. Жаз мезгілінде найзағай және құйынмен байланысты жүйелер де болуы мүмкін.

Бітелу: Басталудың соңы. Ескерте кетсек, бітелу салқын фронт секілді басталады және бітелу фронтын түзу үшін жылы фронтты басып оза бастайды. Фронттың ұзынынан өсуіне байланысты, жылы фронт ауада қозғалады (**9.8(B)-сурет**). Бұл процесс ақырындап дауылды бәсеңдетеді, өйткені жылы ауа төменгі қысымның орталығынан ауысады.

Дауылдың таралуы. Барлық жылы ауаны ықтиярсыз ауада булағандықтан, жоғары қабатта қысымның градиенті дауылдың өзі секілді бәсеңдейді. Бір немесе екі күн аралығында, жылы сектор жоғарыға көтерілуге мәжбүрлі және салқын ауа жердің үстіндегі циклонды қоршап алады (**9.8(G)-сурет**). Бұл екі қарама-қарсы ауа массалары арасында пайда болған көлденең температуралық айырмашылығын айтарлықтай жояды. Бұл уақытта циклон өзінің энергия көзін жоғалтады. Үйкеліс жоғарғы қабаттағы ағынды бәсеңдетеді, ал ішке қарай бағытталған ағын сағат тіліне қарама-қарсы қозғалған кезде ол тіршілігін тоқтатады.

Қарапайым ұқсастық сіздерге салқын және жылы ауа массаларымен не болып жатқанын елестетуге көмектесе алады. Екі бірдей тік бөлікке бөлінген үлкен су қоймасын елестетіңіздер. Қызыл түспен боялған жарты бак ыстық сумен, ал көк түспен боялған жарты бак салқын сумен толтырылған. Енді бакты бөліп тұрған бөлігі алынған кезде не болатынын елестетіңіздер. Барлық жылы су бактың жоғарғы бөлігіне ауысқан кезде, судың бұл екпіні тоқталысқа келеді. Ұқсастыру кезінде барлық жылы ауа жоғары қарай ығыстырылады және көлденең ағын ауа массасымен кеткен кезде ортаендік циклондар жойылады.

✓ 9.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Ортаендік циклондардың төрт мінездемесін қысқаша сипаттаңыз.
- 2 Норвегиялық моделдің мәлімдемесі бойынша ортаендік циклондар қай жерде пайда болады?
- 3 Циклогенезге анықтама беріңіз.
- 4 Солтүстік жартышардағы ортаендік циклонның жоғарғы қабаттағы циркуляциясын суреттеңіз.
- 5 Жылы ауаның көп бөлігі бітелу процесінде қалған кезде, циклон неліктен таралатынын түсіндіріңіз.

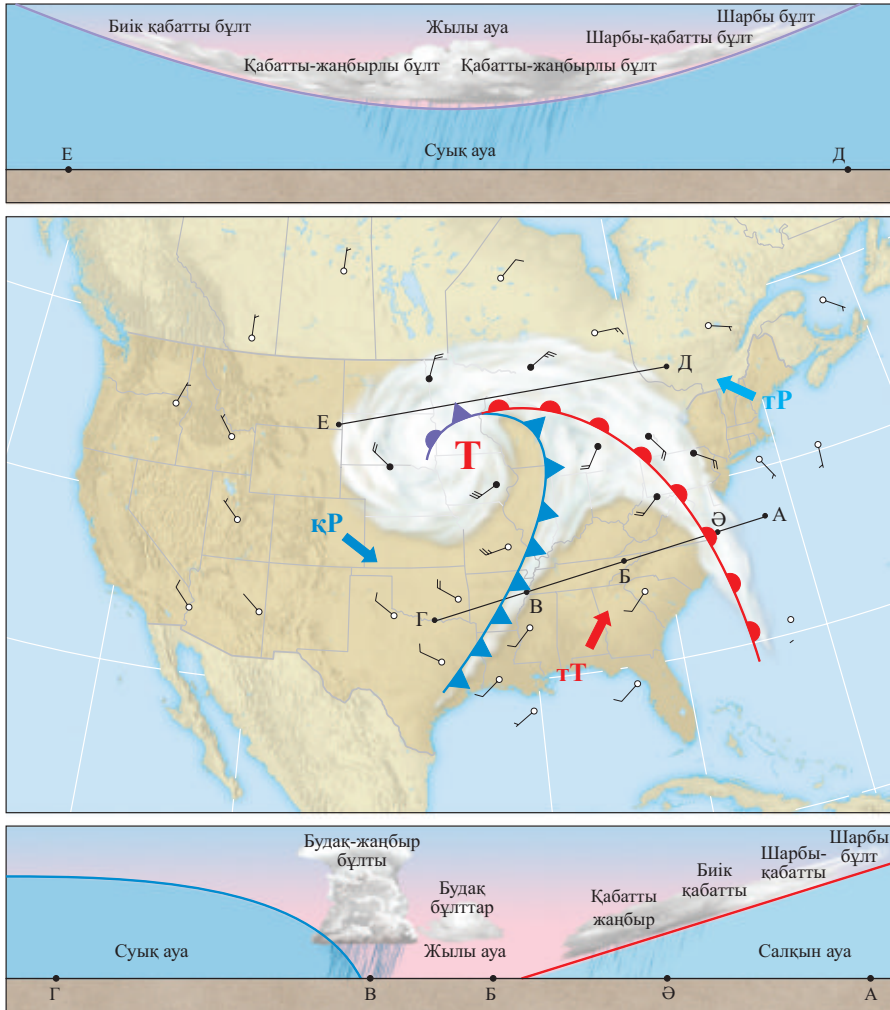
9.3 Ортаендік циклоннан дәріптелген ауа райы

Орта және ортаендік циклондардың өтуіне байланысты жалпы ауа райылық шарттарды суреттеу

 GEODE ► Негізгі ауа райы сипаттамалары ► Ортаендік циклонмен таныстыру

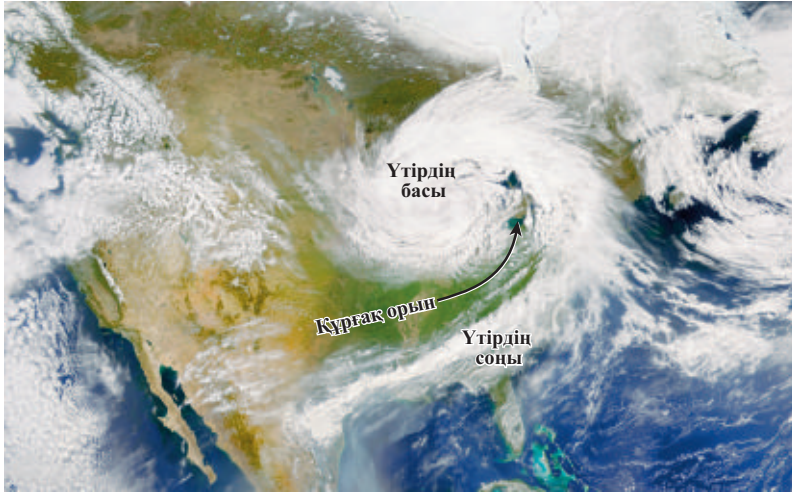
Норвежтік модель орта ендіктердегі ауа райы модельдерінің интерпретациясы үшін құнды құрал болып табылады, сондықтан мұны ескерген сізге күнделікті ауа райының өзгеруін болжап және түсінуіңізге көмектеседі.

Батыстық ауа ағынын басшылыққа ала отырып, ереже бойынша, циклондар шығысқа Құрама Штаттары арқылы қозғалады. Осылайша, біз аспанның батыс бөлігінде пайда болатын құбылмалы ауытқулардың алғаш белгілерін қаралаймыз. Миссисипи алқабына жеткенде, циклондар әдетте солтүстік-шығыс траекторияларын, ал кейде тікелей солтүстікке қарай бағыт алады.



▲ 9.10-сурет. Шектелген ортаендік циклондармен байланысты бұлттың моделі. Картада Д–Е сызықтары арқылы тік көлденең орналасқан. Орта секция жоғары қабаттағы қималардың орнын көрсететін карта түрлерінің сызықтарын орналастырады. Картаның төменгі жағын бойлай көлденең орналасқан А–Г қималары. Бұлтты қысқартуларға 9.2 және 9.3-суреттерде көрсетілген.

Аймақты толық өтіп шығу үшін, ортаендіктегі циклондар әдетте 2 немесе одан да көп күнді қажет етеді. Бұл аралықта атмосфералық шарттардың кенет өзгеріп кетуі мүмкін, осы кезеңде температураның қарама-қайшылығы ортаендіктер арқылы әсіресе қыс және көктем айларының аяғында көбірек өтеді.



▲ 9.11-сурет. Құрама Штаттардың шығыс бөлігіндегі жетілген ортаендік циклондардың спутниктен алынған көрінісі. Бұлттарда циклонның үлгісі «үтір» формасымен белгіленетінін оңай түсінуге болады.

9.10-суретте жетілген ортаендік циклонды дәйіптейді. Бұлттардың үлестіріміне және тұндыруға мүмкін болатын аймақтарға назар аударыңыз. Бұл картаны **9.11-суретте** бейнеленген циклонның спутникалық кескіндемесінде салыстырыңыз. Неліктен біз «кома» формасы бар бұлтты циклонның суретін жиі сипаттауымыздың себебін түсіну оңай. Сіздің тұрған жеріңізге байланысты, дауыл орталығына жақын орналасқан екі әртүрлі ауа райы типі төмен қысымда болуы мүмкін. Төменде картада көрсетілгендей *A* және *E* сызықтарына сәйкес, орталықтан оңтүстікке қарай орналасқан дауыл объектілері бұлттар және жауын-шашындармен қақтығысады. Картаның профилінде көрсетілген *D–E* сызықтарына сәйкес, орталықтан солтүстікке қарай орналасқан дауыл бұлттар және жауын-шашындармен қақтығысады. Бұл дауылдар батыстан шығысқа қозғалғандықтан, циклонның оң жақ бөлігі 9.10-суретте көрсетіледі.

Біріншіден, ауа райының өзгерісін көз алдыңызға елестетіңіз, қозғалыс *A–Г* профилін бойлай оң жақтан сол жаққа қарай жүреді. *A* нүктесінде шарбы бұлттар орналасқан, сондықтан бұл жақындап келе жатқан циклонның ең алғашқы белгісі болып табылады. Бұл биіктегі бұлттар 1000 немесе одан да көп км үстінде болуы мүмкін, бұл қысымның төмендеуіне алып келеді. Жылы фронт қозғалған кезде, бұлт сызықтарының түсуі мен қалыңдауы болады. Шарбы бұлттардың алғашқы пайда болуынан кейін 12 және 24 сағат аралығында кішігірім жауын-шашын басталады (*Ә* нүктесі). Фронт жақындағандықтан, тұндыру жылдамдығы ұлғайып, температура көтеріледі және жел бағыты шығыстан оңтүстік-батыс ағынынына қарай ауысады. Жаздық жауын-шашын жаңбыр, кейде нөсер түрінде көрсетіледі. Қыста жабысқақ қар және жаңбыр болады, бұл көлік жүргізуге кедергі келтіреді.

Жылы фронт өткен кезде, артта қалған аумақ (фронттан батысқа қарай) *жылы сектор* деп аталады, бұл тропиктік теңіз ауа массасының ықпалында болады (*Б* нүктесі). Әрбір мезгілге байланысты, циклоннан зақымданған аймақтың бұл бөлігі жоғары температурамен жүреді, оңтүстік-батыс желдері жоғары ылғалдылыққа ие, ашық және арасында бірен-саран будақ бұлттар кездесетін бұлтты аспанмен қабаттасып келеді.

Жылы сектормен байланысқан жылудың шарттары, салқын фронт бойындағы ұйытқыған жел және жауын-шашынмен тез орындап шығады. Баса көктеп келген салқын фронттың бабы жұқартылған қара бұлттар (*B* нүктесі) қабырғасымен сипатталады. Үскірік ауа райы мол жауын-шашынмен, ал кейде бұршақ немесе торнадомен қабаттасады.

Салқын фронттың өтуі жел бағытының шұғыл қозғалуына байланысты тез байқалады. Оңтүстік немесе оңтүстік-батыстан келген жылы ағын, салқын желдің батыстан шығыс-батысқа орналасуы болып табылып, температураның төмендеуіне алып келеді. РБП, қысымның көтерілуі салқын фронттағы құрғақ ауада болады. Фронт өткеннен кейін, аспан салқындақыш тәрізді ашық болып, құрғағырақ ауа аймаққа (*G* нүктесі) басып кіреді. Егер осы өңірге басқа циклон келмесе, бір-екі күннен кейін аспан көгілдір түске боялады.

Төменгі қысым орталығынан солтүстікке қарай орналасқан циклонның бөлігінде мүлде басқа ауа райы жағдайының жинақтығы пайда болады, *D-E* профилі 9.10-суреттің жоғарғы бөлігі – дауылдың бұл бөлігінде температура салқын болып қалады. Өртүрлі мөлшердегі жауын-шашынды алып келетін төменгі қысымдағы жақындап келе жатқан ауаның құбылмалы ауа райы кезіндегі жағдайының құлауы. Циклонның бұл бөлімінде қыс айлары кезінде қалың қар жиі түседі.

Осыдан кейін бітелу процесі басталып, дауылдың сипаты өзгереді. Себебі, бітелу фронттары басқа фронттарға қарағанда бәсең қозғалып, фронталды құрылымның барлық формасы ауысып, 9.10-суретте көрсетілгендей сағат тіліне қарсы айналады. Игерілген фронттың нәтижесінде бүгіліс пайда болады. Бұл әсер аймақ сипатына бітелу фронтының ықпалы арқылы қосады, себебі ол басқа фронттарға қарағанда аланда ұзағырақ сақталады («Сіздің болжамыңыз қандай?»).

✓ 9.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Төменгі қысымның орталығы сіз тұрған жерден шамамен 200-300км солтүстікке қарай орналасқан ортаендік циклонның өтуімен байланысты ауа райын қысқаша сипаттап беріңіз.
- 2 Егер ортаендік циклон, 1 пункте суреттелген, өзінің тұрған жерін көрсету үшін 3 күн өтсе, ең жоғарғы температура қай күнде болады? Ең салқын температура қай күнде болады?
- 3 Төменгі қысымның орталығынан оңтүстікке қарай шамамен 100-200 км Ұлы өзендерге жақын орналасқан қалада, қыс кезіндегі ауа райы ортаендік циклонның өтуі кезінде қандай болады?

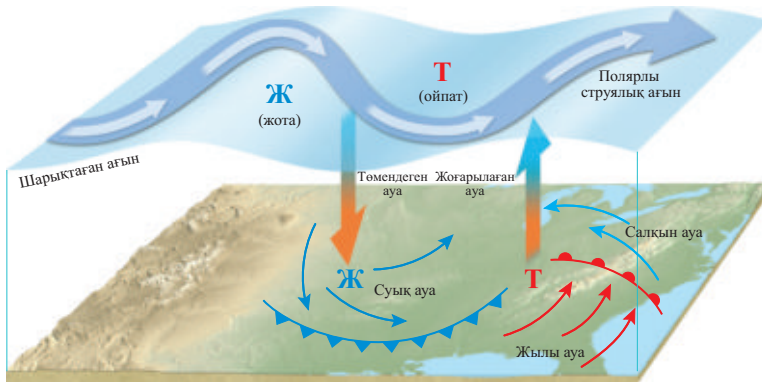
9.4 Ағын және циклондардың қалыптасуы

Неліктен ағындағы айырылу ортаендік циклонның дамуы мен қарқындауына міндетті шарт болуын түсіндіру.

Полярлық фронттың моделі фронтальдық беті бұрмаланып, мұхит толқынының формасын қабылдағанда циклогенез пайда болатынын көрсетеді. Кейбір факторлар толқынды фронттың түбіндегі аймақта пайда болады деп болжайды. Топографиялық бұзушылықтар (мысалы, тау), температураның қарама-қайшылығы (мысалы, теңіз және құрлық) немесе мұхиттық ағындағы әрекеттер аймақтық (батыстан шығысқа) ағынды бұзу үшін, фронтты бойлай толқын қалыптастырады. Сонымен қатар, жоғарғы ауа ағынындағы қатты сорғалаған ағын жоғарғы бағыттың қалыптасуына жиі әкеледі. Бұл факт жоғарғы қабаттың ағыны айналмалы нөсерлі жүйелердің қалыптасуына ықпал ететінін болжайды.

Биіктіктегі жел аймақтық ағынды тікелей көрсеткен кезде, бетінде біршама циклондық белсенділік болады. Алайда, жоғарғы атмосфералық қабаттар солтүстіктен оңтүстікке қарай үлкен толқынның амплитудасын ойпат (минимум) және жоталар (максимум) кезектесе отырып, қалыптасады, бұл кезде циклондық белсенділік жоғарылайды.

9.12-суретке назар аударыңыздар, циклондардың бетінің формасы сорғалаған ағын өзегінің ортасынан және желдің жоғарғы деңгейінен төмен болып келеді.



▲ **9.12-сурет. Біркелкі ағындағы жылжымалы ағын мен жоғары қабаттағы циклонның дамуы арасындағы өзара байланыс.** Циклондарның жоғары деңгей мен төменгі деңгей арасында пайда болу үрдісі бар.

Циклондық және антициклондық циркуляция

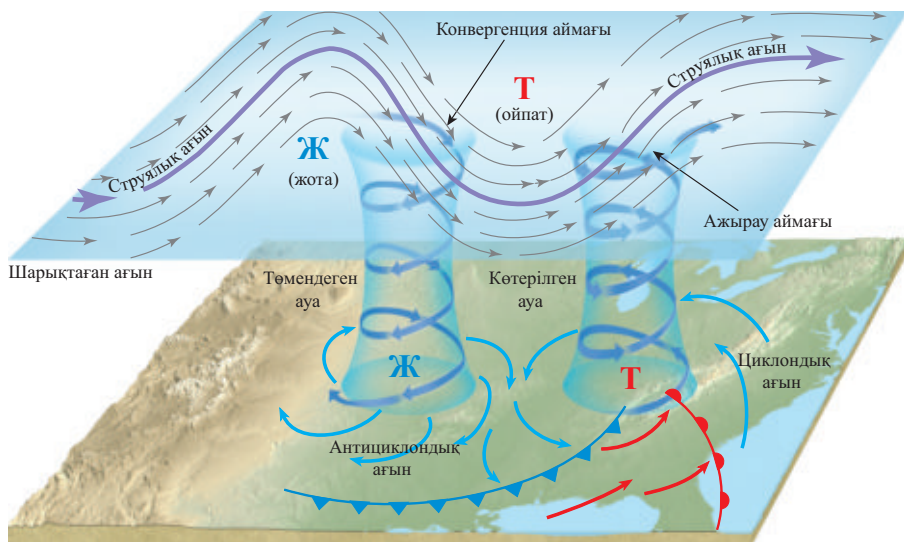
Жоғарғы циклондардың қалыптасуы және ағынмен қолдауын талқыламас бұрын, табиғаттағы циклондық және антициклондық желдерді қарастырғанымыз жөн. Жартышар жоғарғы қабатының айналасында солтүстік ауа ағыны, сағат тіліне қарсы және ішке қарай төмен қарқынмен жүреді, бұл жаппай ковергенцияға (жақындасуға) алып келетінін еске саламыз. Себебі, ауаның қорлануы жоғарғы қабаттағы қысымның ұлғаюымен беріледі, қақпағы ашық кофедегі вакуум тез теңестіріледі деген сияқты, жоғарғы қабаттағы төмен қысым ортасында тез шеттеледі деп күтеміз. Циклондық дауыл болған кезде, жоғарғы қабаттағы қысым көтеріліп, дауыл әлсірейді. Бұл процесс *толтыру* деп аталады.

Алайда циклондардың ұзақтығы бір немесе екі аптаға дейін барады. Бұл болуы үшін, жоғарғы қабат бағанада ауаның ұлғаюымен теңгеріліп және дивергенция жоғары болуы керек (**9.13-сурет**).

Жоғарыдан келетін ауаның мөлшері судың қайтуынан ұзақ болса, жоғарғы қабаттағы төмен қысым ұлғаяды. Бұл процесс *тереңдету* деп аталады.

Ауа ағыны сағат тіліне қарсы және сыртқа жүретін жоғарғы қабаттағы антициклондар, сонымен қатар ағынмен шарықтайды. Антициклонда, жоғарғы қабаттағы дивергенция теңгерілу шарықтауынан асу керек, интенсификациялық құрылым үшін ортақ (су басу) ауа бағанасы түсу керек (9.13-сурет).

Циклондар дауылды ауа райын алып келетіндіктен, өзінің «әріптесіне», антициклонға қарағанда үлкен назарға ие. Дегенмен, олардың арасындағы тығыз байланыс қысымның астында қалған екі құрылды бөліп қарау қиынға соғады. Циклонның өзін қорландыратын жер бетіндегі ауа, өзінің негізгі бастауы ретінде антициклоннан ағатын жоғарғы беттегі ауаны алады (9.12-сурет). Демек, циклондар мен антициклондар әдетте бір-біріне жақын орналасады.



▲ 9.13-сурет. Жоғары қабаттағы циклондық және антициклондық циркуляцияны ұстанатын дивергенция және конвергенция туралы идеалды көзқарас.

Дивергенция және конвергенция

Дивергенцияның циклогенез үшін маңызы зор болса, оның рөлін түсіну өте маңызды. Дивергенция барлық бағыттағы ағынды сыртқа шығармайды. Оның орнына, жоғарыда орналасқан желдер, қағида бойынша, биязы бұрылыстардың маңында батыстан шығысқа қарай ағады. Әр айырмашылық кезеңдерінің зоналық ағыны қалай жұмыс істейді?

Дивергенцияға жауап беретін механизм *дивергенция жылдамдығын* көрсетеді. Жел жылдамдығы реактивті ағынның жақындығына орай драмалық өзгеруі мүмкін. Желдің жоғарғы жылдамдықпен зонаға кіру сәтінде, ауа шапшандатылады және созылады (дивергенция болады). Ауа желдің төмендеген жылдамдық зонасы түскенде, нәтиже ретінде жоғарғы қабаттағы ауа ағыны пайда болады.

Мұндай ұқсас жағдайлар ақылы автомагистральда болады. Ақылы ортадан шығар алдында және максималды жылдамдық зонасына кіргенде, біз (үлкен) бір-бірінен үлкен қашықтақта болған автокөліктерді көреміз (автокөліктер арасындағы қашықтықтың ұлғаюы).

Дивергенция жылдамдығына қосымша, басқа факторлар ауадағы дивергенцияларға (немесе дивергенциялар) жағдай жасайды. Жел бағытының өзгеруінің нәтижесінде пайда болған, *бағытталған дивергенция және бағытталған конвергенцияны* өздеріне қосады.

Мысалы, бағытталған дивергенция (құйылу деп те аталады) шектелген аумаққа беттелген ауаның нәтижесінде пайда болады. Аэрологиялық диаграммада, пішіннің биіктігі ақырындап бір-біріне жақындасқан өңірлерде ғана жинақтылық орны көрінеді. Біздің штаттар арасындағы ұқсастыққа оралсақ, жинақтылықтың орны лық толған үш жолақты шосседе, құрылыс үшін ағын екі жолаққа дейін қысқартылған жағдайда көрінеді. Бағытталған дивергенция, ол композитті құбылыс болып табылады, екі жолақ үш жолаққа қайта айналғандағы ұқсастығы секілді.

9.13-суретте көрсетілгендей, аэрологиялық дивергенцияның аумағы және оған сәйкес келетін циклондық қабаттың циркуляциясы өзінің негізінде жоғары деңгейден ағыспен

төмен ағып дамуы, бұл және басқа фокторлардың ортақ әрекеті болып табылады. Демек, Құрама штаттарда ортаендік циклондар, әдетте жоғары деңгейден ағыспен төмен (шығысқа қарай) пайда болады. Жоғарыдағы айырмашылық жер деңгейіндегі дивергенциядан асып тұрса, жоғарғы қабаттағы қысым төмендеп, ал циклондық дауыл күшейеді.

Және керісінше, реактивті ағындағы аймақ, аэрологиялық түсірулерді бастан кешіп жатқан және антициклондық айналу, индекстің төмен ағыны немесе жоғарғы деңгейінде орналасады (9.13-сурет). Реактивті ағынның аймағындағы ауаның жинақталуы, оның шөгуіне (су басу) және қысымның жоғарылауына алып келеді. Демек, бұл антициклон қабатының дамуына жайлы жер болып табылады.

Сіздің болжамыңыз қандай?

Желдер ауа райын болжаудың құралы секілді



Әрбір желдің өзінің ауа райы бар.

Фрэнсис Бэкон, ағылшын философы және ғалымы (1561–1626)

Орта ендікте өмір сүретін адамдарға, қыс мезгілінде, солтүстік желдер адамның сүйегіне дейін жететіні жақсы белгілі (9(Ә)-сурет). Басқа жағынан алғанда, ағынның оңтүстікке кететтен өзгеруі салқын ауа райының көптен күткен жағдайына алып келеді. Әсіресе, ерекше бақылайтын адамдар (немесе, метеорология курсың жетік білетін адамдар) жел бағытының оңтүстік-шығыстан оңтүстікке өзгеруін байқап отырады. Бұған қарама-қарсы желдің бағыты оңтүстік-батыстан солтүстік-батысқа өзгерсе, тазартылу шарттарын бірге алып келеді. Сонымен, желдер ауа райымен қалай байланысты?

Қазіргі заманғы ауа райы жоғары жылдамдықтағы компьютерлер мен профессионалды дайын және тәжірибесі мол адамдарды қажет етеді. Соған қарамастан, өте зейінді бақылау келе жатқан ауа райын білу үшін ақылға қонымды түсінік береді. Барометрлік қысым және желдің бағыты ауа райының ең негізгі элементтері болып табылады. Еске түсіре кетсек, антициклондар (жоғары қысымдағы торлар) ашық аспанмен байланысты, сонымен қатар, олар бұлттар мен жауын-шашынды жиі алып келеді. Осылайша, біздер келе жатқан ауа райын барометрді өлшеп, оның төмендеуін немесе тұрақты көтерілуін шамамен болжай аламыз. Мысалы, қысымның жоғарылауы қысымның жоғарылау жүйесіне және жалпы жақсы ауа райы болатынын көрсетеді.

Желдердің қолданылуы ауа райын болжауда да оңай. Өйткені циклондар ауа райында өте маңызды рөл атқарады, бізді найзағай орталығындағы циркуляция өте алаңдатады. Атап айтқанда, жылы және салқын фронттардың ағынымен болатын желдің бағытының өзгеруі келе жатқан ауа райын болжауда үлкен көмегін көрсетеді. 9.10-суретке назар аударыңыз, жылы және салқын фронттың екеуі де өткен кезде, желдің жолағы орнын сағат тілі бойынша өзгертеді. Мысалы, салқын фронт өткен кезде, жел оңтүстік-батыстан солтүстік-бағытқа ығыстырылады. Теңіз терминологиясында *бұрылмалы* сөзі желдің ыңғайласуын сағат тіліне байланысты қозғалуын білдіреді. Тазартылу шарттары әдетте кез келген фронт өткен кезде пайда болатындықтан, бұрылмалы жел ауа райының жақсы болуының индикаторы болып табылады.

Бұған қарама-қарсы, 9.10-сурет циклонның солтүстік бөлігін көрсетеді, бұл желдің сағат тіліне қарсы жүруімен түсіндіріледі. Осылайша өзгертін желдер ортаендік циклондар келісімен салқын температура және жаман ауа райына алып келеді.

Барометр көрсеткіші, жел мен келе жатқан ауа райының өзара байланысы **9(В)-кестеле** қысқаша мәлімет көрсетілген. Алайда, АҚШ пен Канаданың көп бөлігінде бұл мәліметтер қолданылмағанымен, жергілікті әсерлер назарға алынуы қажет.

Мысалы, барометрдың өсуі мен жел бағытының оңтүстік-батыстан солтүстік-батысқа өзгеруі салқын фронттың өтуімен, сонымен қатар, тазалану шарттарымен белгіленеді. Салқын, құрғақ, солтүстік-батыс желдер ашық су аумағынан өтеді, олар жылулық пен ылғалдылықты өзеннің жоғары бетіне байланысты алады. Бұл ауа жағалауға жеткен кезде ылғалды болып келеді, сонымен қатар қардың әсерін көрсету үшін тұрақты болады (8-тарауды қараңыз).

Сұрақтар

1. Сіз жаңа ғана желдің ығысуын бастан өткіздіңіз. Өзіңіздің аймаққа болжау жасаңыз.
2. Мысалы, бұл қыс, сіз шығыс жақтан бірнеше сағат бұрын келдіңіз, бірақ қазіргі уақытта солтүстік-шығыстан жел келіп тұрғанын сездіңіз. Осы мәліметті қолданып, сонымен қатар барометрлік қысымның тез төмендейтінін ескере отырып, өзіңіздің аймаққа болжау жасаңыз.



▲ **9(Ә)-сурет. Дауыл жағдайлары көлік жүргізуге қауіп алып келеді.** Бұл дауыл Айова штатының батыс бөлігіндегі 30-шоссені бойлай орын алды.

9(В)-кесте. Жел, барометрлік қысым және келе жатқан ауа райы

Жел бағытының өзгеруі	Барометрлік қысым	Қысымның бейімділігі	Келе жатқан ауа райы
Кез келген бағыт	1023 Мб және жоғары (30.20 в.)	тұрақты немесе көтеріңкі	Температураны өзгертпей жалғасады
СБ-тан ОБ-қа	1013 Мб және төмен (29.92 в.)	тез ұлғаяды	12 сағаттан 24 сағат аралығында тазалану және салқындау
С-тен СБ-қа	1013 Мб және төмен (29.92 в.)	өсуі баяу	Бірнеше сағат немесе бірнеше күн арасында тазалану
СШ-тан СБ-қа	1013 Мб және төмен (29.92 в.)	тұрақты немесе баяу құлайды	Тазалану және жылырақ, кейін жауын-шашын болуы мүмкін
Ш-тан ОШ-қа	1019 Мб және жоғары (30.10 в.)	баяу төмендейді	Жазда жеңіл жел, жаңбыр бірнеше күн болмауы мүмкін, ал қыста жаңбыр 24 сағат болады.
Ш-тан ОШ-қа	1019 Мб және жоғары (30.10 в.)	тез құлайды	Жазда 12 сағаттан 24 сағат аралығында жаңбыр, ал қыста жаңбыр немесе қатты желмен қосылған қар болуы мүмкін
СШ-тан ОШ-қа	1013 Мб және төмен (29.92 в.)	баяу төмендейді	Жауын-шашын 1 күннен 2 күнге дейін жалғасады
СШ-тан ОШ-қа	1013 Мб және төмен (29.92 в.)	тез құлайды	Дауылды жағдайлар 36 сағат арасында тазаланудың көмегімен болады, ал қысқы уақытта салқын температура болады.

Ақпарат көзі: Ұлттық ауа райы қызметімен көрсетілген.

Жоғары деңгейдің ағыны циклогенезде айтарлықтай рөлін атқарса, онда ауа райының әрбір әрекеті ауаның шектелген ағынын құруы тиіс. Сондықтан, телевизиялық ауа райы репортерлері ағынды реактивті ағындардың шегін жиі көркемдейді.

Осылайша, жоғарғы ағын, құрылуға және жоғарғы қабаттағы жүйенің төмен және жоғары қысымда интенсификациялануына алып келеді. Жел жылдамдығының өзгеруі және/немесе ауаның бағытталуы, не баттастырылады (конвергенция), не бөлшектейді (дивергенция). Конвергенцияның жоғарғы деңгейі үстірттен ағыспен төмен түседі, бұл уақытта жоғарғы деңгейден ағыспен төмен (шығысқа қарай) дивергенция болады. Жоғарғы қабаттарда, жоғарғы деңгейдегі аумақтардан төмені жоғарғы қысымдағы аймақтар болып келеді (антициклондар), бұл кезде дивергенцияның жоғарғы деңгейі құрылу мен циклондық жүйе қабаттарының (төменгі жиілік) дамуын қолдайды.

Ағын және циклонның миграциясы

Биіктіктегі ауа толқынының ағыны тек даму және циклонды дауыл қабатының эволюциясына ғана емес; сонымен қатар циклонның қарқындылығына және оның қозғалуына ықпал етеді. Тропосфераның орта және жоғарғы бөлігінде ағындар бұл қысым жүйелерінің алдында жүретін жылдамдыққа қатты әсерін тигізеді. Ережеге сәйкес, жоғарғы қабаттағы циклондар 500 милибар деңгейіндегі жел биіктігі бағытында қозғалады, алайда температураның төрттен бір бөлігінен жартысына дейінгі жылдамдықта қозғалады. Әдетте бұл жүйелер 25-50км-ге дейін өтеді, күніне шамамен 600-ден 1200км-ге дейін суық айларда, температуралық градиенттер үлкен болғанда жылдамдық арта түседі.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Неліктен қазіргі уақытта қыс дауылдарына атау беріледі?

2012-2013 жылдың қысқы мерзімінен бастап, ауа райы арнасы қысқы боранды атай бастады. Еуропаны біраз уақыт бойы дауыл деп атаса, Құрама Штаттарды құйындар және 1940 жылдың тропикалық дауылы деп атады. Құрама Штаттарда бірнеше қысқы дауылдарға ресми түрде атын қоймады, 2003 жылғы «Президент күнінің дауылын» атап кетсек болады. Ресми атау

бермеу жүйесінің бір себебі, циклондарды қарап отыратын құйындардың Ұлттық орталығы секілді, бізде қысқы дауылдардың Ұлттық орталығының болмауы.

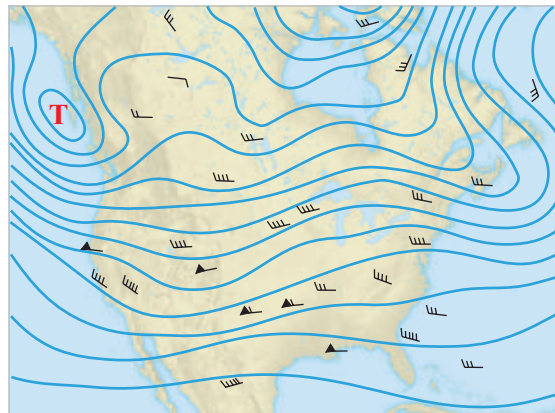
Ауа райын болжаудағы ең қиын мәселенің бірі ол циклондық дауылдың жолын болжау. Дамып келе жатқан қысым жүйелерін бағыттау үшін ауа жоғары қарай ұмтылатынын көрдік. Мұндай басқару әсерінің мысалын, жоғары деңгейдегі ағынның өзгеруі циклон өткен жолдардың өзгеруіне сәйкес екендігін көре отыра қарастырамыз.

9.14(А)-сурет 4 күнгі ортаендік циклон күйінің өзгеруін көрсетеді. **9.14(Ә)-суретке** назар аударыңыз, 21 наурызда 500 милибар контурлары біршама жазық болып келеді. Сонымен қатар, келесі 2 күнде, циклон оңтүстік-шығыс бағытына қарай қозғалатынын назар аударыңыз. 23 наурызда, 500 милибар контурлер Вайомингтің үстінде орналасқан, астаудың шығыс жағымен солтүстікке қарай кенет бұрылыс жасайды (**9.14(Б)-сурет**). Келесі күні циклонның жолы дәл сондай миграцияны солтүстікке жасайды.

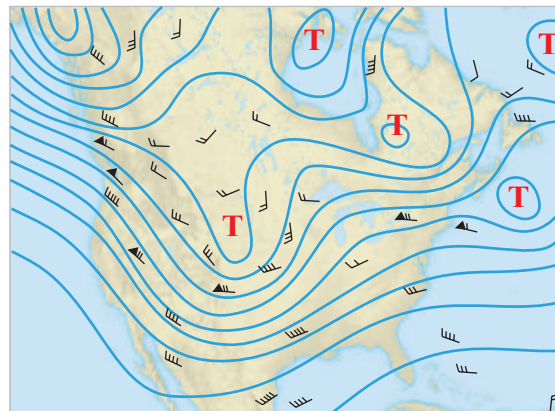
Біздің мысалдар жоғарғы ауа ағынының циклондық қозғалысқа ықпалын көрсетеді. Циклон қозғалыстарының тиімді болжауы батыс ауа ағынындағы өзгеру бағасын талап етеді. Осы себептен, тропосферадағы орта және жоғары толқынды ағындардың қозғалысын болжау, ауа райындағы заманауи болжаудың негізгі бөлігі болып табылады.



А. 21-24 наурыз аралығындағы циклонның қозғалысы.



Ә. 500-Мб 21 наурыздағы график.



Б. 500-Мб 23 наурыздағы график.

▲ **9.14-сурет. Жоғары қабаттағы ортаөндік циклондардың көмегі арқылы меңгерлікпен басқару.** А. Циклон 21 наурыз бен 22 наурызда тікелей оңтүстік-шығыс бағытында қозғалды, 23 наурызда дауылдың жолы кенеттен солтүстікке бұрылғанына назар аударыңыз. Ә. Бұл аэрологиялық диаграмма контурлардың тікелей 21 наурызға бағытталғанын көрсетеді. Б. Циклон бағытының жолы ағынның жоғарғы деңгейінің аналогиялық өзгеруіне сәйкес келетінін 23 наурыздың графигінде көруге болады.

✓ 9.4 Бакылау сұрақтары

- 1 Жоғарғы ағын жоғарғы ағындағы циклондарды қалай қамтамасыз ететінін қысқаша түсіндіріңіз.
- 2 Айырмашылық жылдамдығы дегеніміз не? Жинақтылық жылдамдығы?
- 3 Аэрологиялық графикті ескере отырып, синоптиктер циклогенез үшін жағымды жақтарды қайдан іздейді? Толқынды жоғарғы ағынға қатысты антициклондар қайда құралады?
- 4 Ортаендік циклонның қозғалысын 500 милибар деңгейдегі ағында қатынасын сипаттап беріңіз.

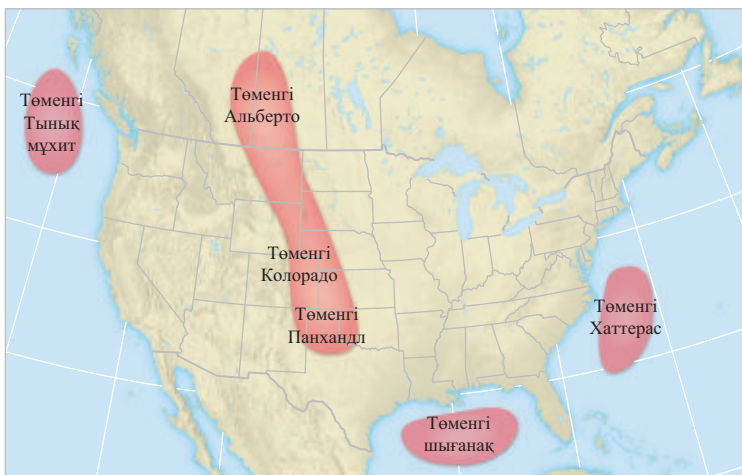
9.5 Ортаендік циклондар қайда құрылады?

Солтүстік Америкаға әсерін тигізетін қоңыржай ендіктегі циклондардың дамуы бойынша негізгі орындардың тізімін құру.

Ортаендік циклондардың дамуы Жердің бетінде біртекті болмайды, бірақ белгілі бір аймақтарда ғана өз пайдасын тигізеді, мысалы, таудың (шығыс) бөктері және тау жиегіндегі аймақтар. Жалпы алғанда, ортаендік циклондар температураның әртүрлілігі төменгі тропосферада болатын аймақтарда ғана пайда болады.

Солтүстік Америкаға әсер ететін ортаендік дауылдардың пайда болуы

9.15-суретте Солтүстік Америка мен оған іргелес жатқан мұхиттардағы дауылдардың негізгі даму бағыттары көрсетілген. Дауылды қалыптастырушы қарапайым көрініс жартасты таулардың шығыс бөлігін бойлаған аумағында пайда болатындығына көңіл бөліңіз, ол Колорадоның ең төменгі шегіне жақын маңда орналасқан. Батыс ағыны мен жартасты таулардың ұшырасу шамасында, төменгі дәрежелі ағын сол төңіректе бұғатталған болса, ал әуе массасындағы ауа сол уақытта шығысқа бағытталған жолын жалғастыруда.



▲ 9.15-сурет. Циклонның қалыптастыру бірліктері.

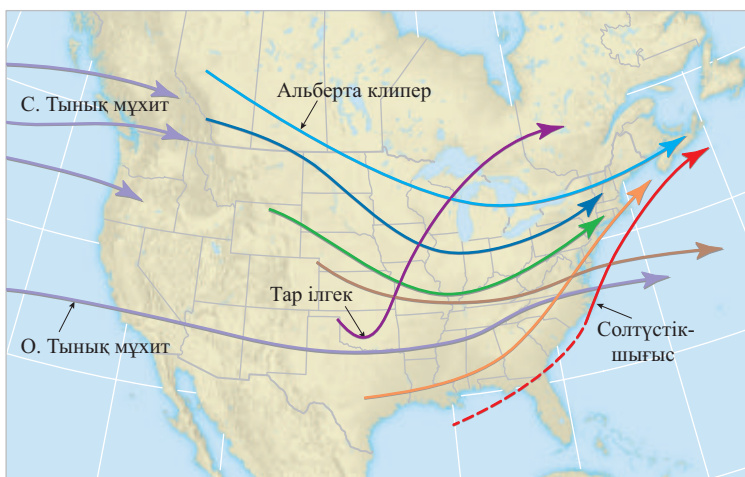
Жоғары дәрежедегі ағын жартасты таулардың шығыс тау бөктеріне жеткенде, ол вертикаль кеңейеді. Бұл төменгі қысымды қабаттың дамуын күшейтетін әуе ағысындағы шұңғымаға әкеліп соғады.

Жерге жақын маңдағы дауылдар Мексика шығанағының жағалауындағы жылы ауаның едәуір төмен дәрежесіне келіп түседі, ал солтүстіктен келетін ауа біршама салқын болады. Температураның бұлай өзгеруі бүкіл АҚШ аумағында шығысқа қарай көшетін төменгі қысымның қарқынды жүйелер жасау мүмкіндігін тудырады. Қыста сулы қар мен мұзды жаңбыр жылы аумақтарды бойлаған жерде пайда болады, қатты жаңбыр суық аумақпен байланысты және қар басу, әдетте, дауылдың орталығынан солтүстік бағытқа қараған жерінде болады.

Басқа дамудың маңызды түрлері Тынық мұхитының солтүстік бөлігінде, Атлант жағалауының солтүстік аудандарында, сонымен қатар Мексика шығанағында орналасқан. Бұл аумақтар теңіздердің біршама жылы сулары мен құрғақ жердің салқын температурасы арасындағы температуралық айырмашылықтар. Мысалы, орташа ендік дауылдар Гольф-стрим сулары мен суық Атлантика жағалауларының шекарасын бойлаған жерде пайда болады. Бұл борандар жылы теңіз суларындағы ылғалдылықтың өте көп қайнар көзімен, бір күн ішінде 24 милибардан жоғары қысымның түсіп кетуіне дейін жағдай жасай отырып, қарқынды түрде дамуы мүмкін. Мұндай жүйенің нәтижесінде шығыс жағалауды бойлай су тасқындары немесе қардың қатты жауу қаупі бар. Бұл борандар солтүстік-шығысқа қарай жылжығанда, олар солтүстік-шығыс борандары деген атауға ие болады.

Қимыл үлгілері

Орташа ендік дауылдар пайда болғаннан кейін, көбісі бүкіл Солтүстік Америка бойынша шығыс бағытта сапар шегуге бет алады, ал кейіннен Солтүстік Атлантикада көбірек солтүстік-шығыс бағытта қозғалады (9.16-сурет). Әйтсе де, көптеген ерекше жағдайлар кездесіп жатады.



▲ 9.16-сурет. 48 мемлекетке әсер ететін әдеттегі төменгі циклон дауылдарының жолы.

Солтүстік Американың батыс бөлігіне әсер ететін орташа ендік дауылдар Тынық мұхитының солтүстік бөлігінде пайда болады. Жүйелердің көбісі Аляскиндік шығанақтан

көшіп, Аляска мен Батыс Канадаға әсер етеді. Әйтсе де, қыс айларының ішінде, бұл борандар ары қарай оңтүстікке жылжып, 48 көршілес штаттардың батыс жағалауына дейін жетеді, кей кездерде олар оңтүстік Калифорния сияқты алыс жерлерге дейін жетеді. Бұл төменгі қысымды жүйелер батыс жағалаудың көп бөлігін алатын қыстық жаңбыр мезгілімен қамтамасыз етеді.

Тынық мұхитының көптеген теңіз дауылдары жартасты тауларды кесіп өткендіктен күштерін жоғалтады, алайда олар таулардың шығыс бөлігінде жиі көшіп жүреді. Колорадо Штаты қайта құрудың жалпы аймағы болып табылады, алайда басқа да аймақтар болады, мысалы, шалғай оңтүстіктегі Техас штаты болса, ал солтүстіктің шалғай жеріндегі Альберта, Канада. Ұлы жазық дала бетінде жылжитын дауылдар, АҚШ-тың орталық бөлігіне жеткенге дейін, көбінесе шығысқа қарай бет алады, ол аймақтан солтүстік-шығыс немесе солтүстік аймақтарға қарай жылжиды. Бұл дауылдардың көшу картасы Ұлы көлдер аудандарын кесіп өтеді, сондықтан олар – мемлекеттің ең дауылды бөліктерінің бірі

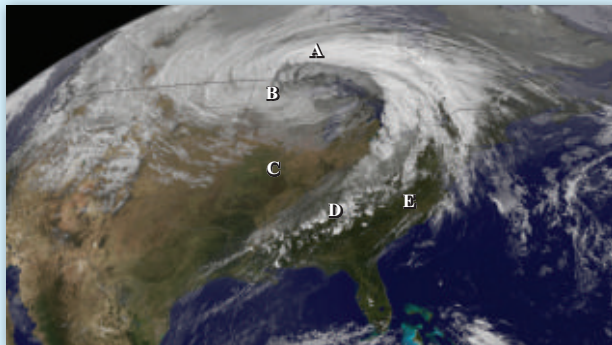
Тар ілгек. Жалпы нормадан ауытқыған белгілі дауыл үлгісі *тар ілгек* ретінде танылған. «Ілгек» боранның қисық сызықты траекториясын бейнелейді (9.15-сурет). Техас пен Оклахомадан жақын Колорадоның оңтүстік бөлігінде дамып, бұл дауылдар алғашқы саяхаттарын оңтүстік-шығысқа қарай бастап, ал содан соң бүгіліп, кенеттен Висконсин арқылы солтүстікке және Канадаға жылжиды.

Альберта клипер. *Альберта клипер* суық, желді циклондық дауыл болып табылады, ол Альберто провинциясы жартасты тауларының шығыс бөлігінде пайда болады (9.16-сурет). Олардың жылдамдығына байланысты олар «клиперлер» (желкенес жүйрік кеме) деп аталады, өйткені отаршылдық кезеңінде ең жылдам көлік ретінде осындай аттас кішігірім кемелер болатын. Альберта Клипер оңтүстік-шығысқа қарай Монтанаға немесе Дакотаға бағыттайды, ал кейін олар ұлы көлдердің бір бөлігінен өтеді, нәтижесінде бұл аймақтарда біршама төмен температура орын алады. Альберта Клипермен байланысты желдер сағатына 50 шақырымнан (30 миль) астам жылдамдықпен жылжиды. Олар тез қозғалғандықтан және Мексика шығанағының бірдеңгейлі суынан үлкен қашықтықтарға ие болғандықтан, оларға ылғалсыз болу тенденциясы тән және қардың үлкен көлемін құра алмайды. Соның орнына олар белгілі бір уақытта, яғни 2 күнде Дакотадан Нью-Йоркқа дейін тар ауқымда бірнеше дюйм қалдыру мүмкіндіктері бар. Әйтсе де, бұл қыстық дауылдар біршама жиі кездесетін құбылыс болып табылады, сонымен қатар мемлекеттің солтүстік қабатында жалпы қыстық қар жаууына елеулі үлес қосады.

Солтүстік-шығыс жел. Атлантика жағалауының ортасынан Жаңа Англияға дейін жерде бастау алады, айқын дауылдар *солтүстік-шығыс дауылдары* деп аталады (9.16-сурет), себебі желдер солтүстік-шығыс аудандары жағалауларында осындай дауылдар құрады. Бұл борандар біршама жиі кездесетін және қыркүйек пен сәуір айлары кезеңдерінде ең қатыгез болып табылады, бұл уақытта Канаданың оңтүстік аймағында суық ауа пайда болады және Атлантиканың біршама жылы және ылғалды ауасымен жалғасын табады. Солтүстік-шығыс желдері пайда болғаннан кейін, ол жағалаудан ілескеннен кейін солтүстік-шығысқа жиі жанбыр, сулы қар және қар тусуді алып келеді. Жағадағы қатты желдер айналма (циркуляция) жүргізеді және де осы борандар жағадағы едәуір мүжілулерге, су басу мен мүліктердің бүлінуіне әкеліп соғуы мүмкін. Айқын солтүстік-шығыс желдер 8-тарауда берілген.

9.3-атмосфераға шолу

Бір келкі ендіктегі бұл циклон АҚШ-тың орталық бөлігінен 2010 жылдың қазан айында желдің қатты екпінімен, жаңбыр, бұршақ, қар (сағатына 78 мильге дейін) соғып өтті, ол 61 құйынды тудырды. Циклон Құрама Штаттардың континенталды бөлігінде Д жергілікті желісі (дауылмен қатысы жоқ) арқылы өлшенген ең төменгі қысым үшін рекорд орнатты: 28.21 дюймдық сынапты бағана. Бұл қысым әдеттегі үшінші категориялы дауылға сәйкес келеді. Дауылдың әртүрлі бөліктерін көрсететін А–Е әріптерін келесі сұрақтарға жауап беру үшін қолданыңыз.



Сұрақтар

1. Құйынның қай бөлігі тропикалық теңіз (ТТ) ауа массасына ие болады?
2. Зона қай жерде континенталды полярлы (КП) ауа массасына ие болады?
3. Бұл образ болған кезде, ең қатты жаңбыр қай жерде болады?
4. Боранның қай бөлігі қатты қар басуды бастан өткізді?
5. Төменгі қысым қай жерде орналасқан?

✓ 9.5 Бақылау сұрақтары

1. Солтүстік Америкаға әсер ететін және құрылу тенденциясына ие орташа ендік дауылдар бар төрт жердің тізімін жаса.
2. АҚШ-тың Тынық мұхиты жағалауына әсер ететін орташа ендік дауылдар қай жерде пайда болады?
3. *Alberta Clipper* өз атына қалай ие болды?
4. Солтүстік-шығыс желдері әсерінен АҚШ-ның қай бөлігі ең көп зардап шегеді?

9.6 Заманауи көзқарас: конвейер жолағының үлгісі

Ортаендік циклонның конвейерлік бауы моделінің қалыптасуы және үш өзара әрекеттес әуе ағыны (конвейерлік баулар) үлгісінің негізделуін түсіндіру.

Норвеждік дауыл үлгісі өзінің бірқалыпты ендіктегі дауылдарды құрылуын суреттеу мен оның дамуында бағалы құрал екендігін дәлелдеді. Заманауи идеялар оны алмастыра

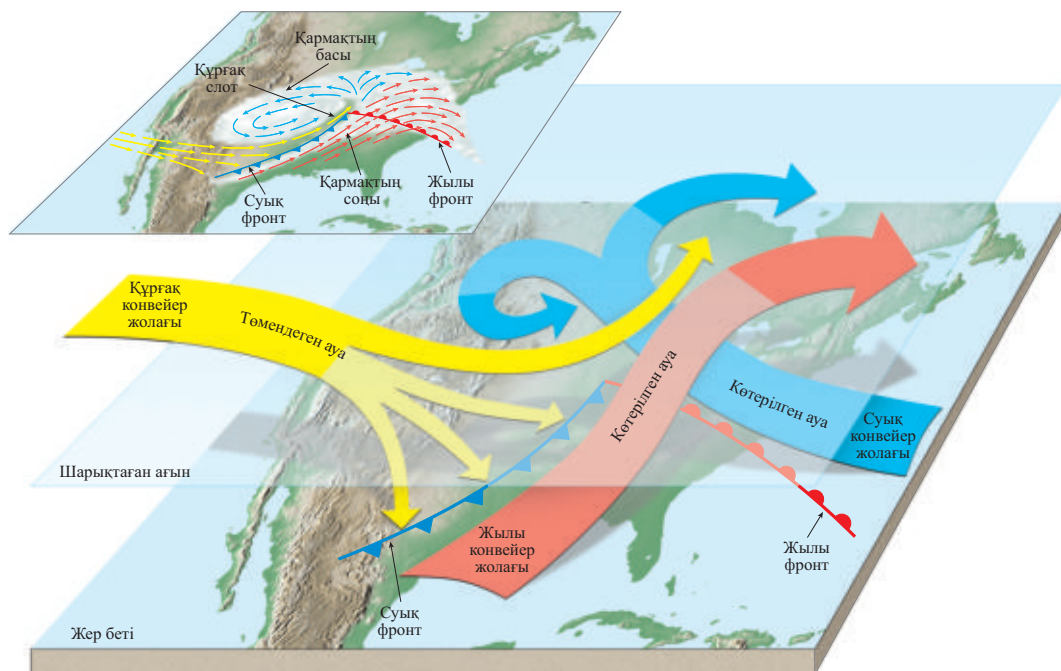
алмағанымен, аэрологиялық және спутникалық мағлұматтар метеорологтарды кемел орташа ендік дауылдардың үш өлшемді айналып ағуын терең түрде түсінуімен қамтамасыз етеді.

Дауылдың ішіндегі ағымды жаңаша суреттеу жаңа ұқсастықты талап етеді. Норвеждік нұсқа дауылдардың дамуын әуе массаларының, фронттарды бойлай дауылдасқан ағындар секілді, фронтальдық шекара бойындағы әрекеттестігі көзқарасынан бейнелейтінін еске саламыз. Жаңа нұсқа индустриядағы заманауи мысал ретінде ковейер ленталарын пайдаланады. Конвейер ленталары жүктер немесе адамдарды тасымалдаған сияқты атмосфералық ковейер ленталары әртүрлі сипаттағы ауаны бір жерден екінші жерге тасымалдайды.

Бұл **ковейер жолағының үлгісі** деп аталатын заманауи циклогенез түрі уақыттың циклондық жүйесінің ішіндегі ауа ағынының жақсы суретімен қамтамасыз етеді. Ол үш әрекеттес ауа ағындарынан тұрады: олардың екеуі қабатқа жақын орналасып, дабырайтады, ал үшіншісі бастауын трапосферадан алады.

Жылы конвейер жолағы

Бұл ауа ағындарының схема түріндегі бейнесі **9.17-суретте** көрсетілген. **Жылы конвейер жолағы** (қызыл түспен көрсетілген) циклонға берілетін жылы, ылғал ауаның негізгі қайнар көзі болып табылады. Солтүстік Америкада, Мексика шығанағында жылы секторға түсіп және орташа ендік циклонды дамытатын жылы, ылғал ауаның негізгі қайнар көзі (9.17-сурет).



▲ **9.17-сурет. Конвейерлік таспаны көрсете отырып, жетілген ортаендік циклонның схемалық суретінің циркуляцияын тудыру.** Жылы конвейерлік таспа қызыл түспен, салқын конвейерлік таспа көк түспен, ал құрғақ конвейерлік таспа сары түспен көрсетілген. Қойылымда бұлтты жабу жылы және салқын конвейерлік таспамен көрсетілген және құрғақ кескін құрғақ конвейерлік таспаны өндіру үшін көрсеткен.

Бұл ағын шамамен суық фронттарға қатарлас солтүстікке бағытталады. Жылы фронт жақындай салысымен, ол ақырындап көтеріле бастайды. Ол жылы фронттың еңкіш жағына жеткенде, фронттан шет жатқан (полюске қарай) ескі ауадан да жылдам көтеріледі.

Көтерілу кезінде жылы, ылғал ауа адиабаттық түрде суиды және бұлттар мен жауын-шашындардың ауқымды көлемдерін құрады. Атмосфералық жағдайға байланысты, жауын, сіркіреме, мұзды жауын мен қардың болуы мүмкін. Бұл ағын тропосфераның орта бөлігіне жеткен кезде, ол оңға қарай (шығыс) бұрыла бастайды, соңында батыстың шығысқа беттелген жалпы ағынына ілесіп, аспанға көтеріледі. (Өмірлік циклдің едәуір соңғы кезеңдерінде конвейер жолағының жылы ауасының бөлігі, төменгі қысымың орталығын айналдыра орап, батысқа ауып кетуі мүмкін).

Жылы конвейер жолағы орташа ендік циклондағы ауа ағынын қалыптастыратын жауын-шашындардың негізгі бастауы. Орташа ендік циклон мол жауын-шашынға әкелетін жақсы ылғал қайнар көзіне ие

Суық конвейер жолағы

Суық конвейер жолағы (көк тәрелке) жылы фронттың алдындағы қабатта пайда болады (полюске бағытталған) және батыс бағытында ағатын (сағат тіліне қарсы) бағыты бойынша циклон орталығына ағады (9.17-сурет). Жылы конвейер жолағының астында болатын ауа булану арқылы дымқылданады және жауын тамшылары ол арқылы түседі. (Атлантикалық мұхит ауданында бұл ленталық конвейер теңізде пайда болады және айтарлықтай ылғалды теңіз дауылдарына сіңіреді. Жуықтама көтерілу үшін, циклонның орталығына жақындағанда, осы ауа ағынын шақыртады. Оның ұлғаю уақытында бұл ауа адиабаттық түрде суиды, қанық бола түседі де, тұндыру циклонына өзінің үлесін қосады.

Суық конвейер жолағы тропосфераның орта шегіне жеткен шамасында, ағынның бөлігі дауылдың жүйесіндегі «қармақтың басын» ұстау үшін циклонды айналады. Қалған ағын оңға қарай бұрылып (сағат тілімен) жалпы батыстық тасымалға қосылады. Бұнда ол жылы конвейер жолағына қатар келеді және тұндыруды түрлендіре алады.

Құрғақ конвейер жолағы

Құрғақ конвейер жолағы деп аталатын үшінші ауа ағыны суретте сары лента ретінде бейнеленген (9.17-сурет). Екі ағын жылы және суық конвейер ленталары қабатта басталған уақытта, ал құрғақ ауа ағыны тропосфераның жоғары жағында болады. Жоғарғы дәрежедегі батыс ағынының шеңберінде құрғақ конвейер жолағы біршама суық және құрғақ болып табылады.

Бұл ауа ағыны циклонға түскендіктен, ол жаңқаланады. Бір тармағы суық фронттың артында түссе, нәтижесінде айқын, салқын жағдайларда, әдетте, суық фронттың өтуімен байланыстырылады.

Құрғақ конвейер жолағының басқа тармағы өзінің батыс ағынын жоғарыға сақтап, құрғақ слот (бұлтсыз, ашық аймақ) құрады, ол бұлттардың «басы» мен «құйрығын» ажыратып тұрады (9.17-сурет).

Осылай, конвейер жолағының үлгісі орташа ендік циклонның негізгі циркуляциясының үш өлшемді суретімен қамтамасыз етеді. Ол сонымен қатар жауын-шашындарды бөлуін есептейді және кемел циклондық дауылдардағы қара бұлттарға өрнекті бұлттар ретінде мінездеме береді.

9.1-мәліметтер жинағы. Катерлі және қауіпті ауа райы

2008 жылғы орталық батыстағы су тасқыны

Су тасқыны ағынның табиғи әрекетінің бір бөлігі болып табылады. Сонымен қатар олар өлтіруші және қиратушы табиғи апат ретінде белгілі. Тасқындар шағын аймақтарда кара жауын ретінде жиі болады, олар тек бірнеше сағатқа ғана жалғасады. (10.1-мәліметтер жинағын қараңыз). Бұған қарамастан, ірі өзен бойындағы ірі аймақтық су тасқыны кенеттен тыс болатын кең ауқымды жерді алатын жауын-шашынның нәтижесінде пайда болады. Соңғы жағдайға 2008 жылы Орталық Батыстағы оқиға мысал бола алады.

Маусым айы бұл аймақтың ауқымды бөлігінде өте ылғалды болды, көп мөлшердегі жауын-шашын Айова штаты, Висконсин, Индиана және Иллинойста рекордты қысқа су тасқының пайда болуына әкеп соқты. Жауын-шашынның мөлшері көптеген аймақтарда екі есе арта түсті. Мысалы, Мартинсвилль, Индиана бір айдағы жауын-шашынның 20.11 дюймін – сомасы шамамен өзінің бір жылдық жауын-шашын көлемінің жартысын және бір айдың аралығында екі есе көп жоғарғы ағынның рекордын хабарлайды.

Су тасқынына дейін екі ай аралығында, ағын сорғалуы Құрама Штаттардың оңтүстігінен орталық бөлігіне қарай үнемі қозғалады, Орталық Батыстағы төменгі қысымның жаңбырлы орталықтары үшін дауыл трекінің орналасуы болады. Нәтижесінде, Орталық Батыста 65 орын маусым айындағы жауын-шашын мөлшерімен жаңа рекорд қойды, бұл уақытта басқа 100 станцияларда жауын-шашын көп болып, ақырында жазбада бесінші орыннан екінші орынға көтерілді. Маусымдық нөсерлі жаңбыр басталмас бұрын, бұл станциялардың көбінде ылғалды қыс және көктем болды. Батпақтанған топырақтар жаңбырдың жауын жоғарғы қабаттағы ағынды мәжбүрлей және ағын өсуін шақырады.

Индиана штатының тарихындағы ең қымбатқа айналған табиғи апаттардың бірі – 2008 жылдың маусымында болған су тасқыны, сонымен қатар Айова штатында 99 округтің 83-і апат аймағына айналып, кең ауқымды аймақтар үлкен қасіретті бастан кешірді. Айова штатындағы 9 өзен алдыңғы болған су тасқынының деңгейінен де жоғары болды және ауыл шаруашылығының құнарлы жерлері миллиондаған гектарға су басылды (бағалауы бойынша, жалпы штаттың 16 пайызын құрайды). Тұрғын және коммерциялық аудандар эвакуацияланды, соның ішінде 400 қалалық кварталдары су астында қанған Сидар-Рапидс. Орталық Батыстағы зардап шеккен қалалар мен ауыл аймақтарының тізімі таң қалдырды. Қаланы қорғау мақсатында құрылған бөгеттер көптеген жағалаудағы қоғамдар суға басылғанда жойылды.

Сұрақ

1. Шағын су жинайтын қойма мен метеорологиялық жүйелерде кенеттен болатын су тасқыны және ірі су ангарларда аумақтық су тасқыны болатын ауа райы жүйесінің арасындағы басты айырмашылық неде?

✓ 9.6 Бақылау сұрақтары

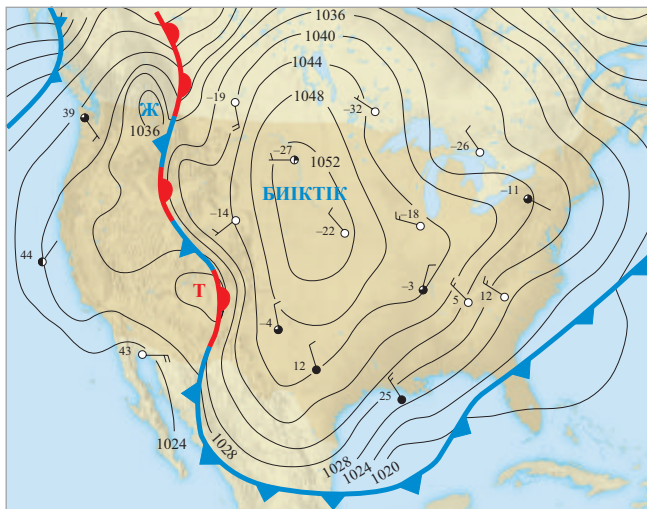
- 1 Орташа ендік циклондардың конвейер жолағы үлгісін қысқаша суреттеңіз.
- 2 Жылы конвейер жолағының көмегіне байланысты пайда болатын ауаның қайнар көзі неде?
- 3 Құрғақ конвейер жолағы жылы және суық конвейер ленталарынан немен ерекшеленеді?

9.7 Антициклондық ауа райы және атмосфералық бұғаттау

Жоғары қысымды оқшаулау және ортаендік үстіндегі ауа райына қалай әсер ету жүйесін сипаттау.

Әдетте антициклонға біртіндеп бату ашық аспан және қолайлы жағдайды туғызады. Бұл жоғарғы қысымның жүйелері дауылды ауа райымен байланысты болмағандықтан, олардың дамуы және қозғалысы ортаендік циклондар секілді кеңінен зерттелген жоқ.

Дегенмен, антициклондар әрдайым қалаулы ауа райын алып келмейді. Үлкен антициклондар жиі қыс уақытында Арктиканың үстінде дамиды. Жоғарғы қысымның салқын орталықтары, оңтүстікке қарай Мексика шығанағы жағалауына дейін қоныс аударады, ол Құрама Штаттардың үштен екі бөлігіндегі ауа райына әсерін тигізеді (9.18-сурет). Бұл тығыз әрі салқын ауа, рекордтық төмен температураға алып келеді.



А.



Ә.

▲ 9.18-сурет. Антициклондық ауа райы. А. Салқын арктикалық ауа соқыларының жарығымен байланысты салқын антициклон Солтүстік Американың шығыс бөлігіндегі үштен екі аумағын алып жатыр. Температура Цельсий градусымен көрсетілген. Ә. Арктикалық ауаның өршуі Жаңа Англияда шабуылдаған, нәтижесінде нөлдік температура мен ашық аспанды алып келді.

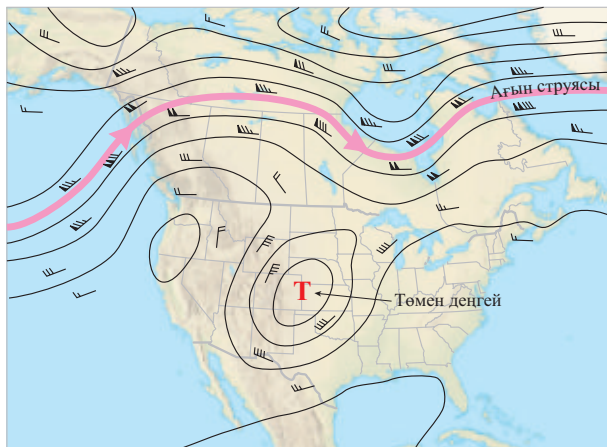
Кейде ауқымды антициклондар аумақта бірнеше күн, тіпті апталарға дейін сақталып тұрады. Антициклондарды бұғаттайды немесе ортаендік циклонлардың қонысын

бағыттайды. Осылайша, кейде оларды **максимумдардың бұғатталуы** деп атайды. Осы уақыт арасында, аймақтың бір бөлігі бірнеше апта бойы құрғақ болып қалса, екінші бөлігі циклондық дауылдардың ықпалында қалып отырады. Мұндай жағдай 1993 жылдың жаз айларында қалыптасып, жоғарғы қысымдағы жүйе АҚШ-тың оңтүстік-шығысында зәкірге тұрып және Орталық Батыста дауылдың қоныс аударуына алып келді. Нәтижесінде оңтүстік-шығыста қатты құрғақшылық пен Мисисипи алқабының жоғарғы және орталығында жойқын су тасқынына алып келді. Бұған ұқсас жағдай 2008 жылдың маусымында болды (9.1-қосымша).

Күшті бұғатталған максимумдар ұзақ құрғақшылық кезеңдеріне де жауапты. Мысалдардың бірі ретінде 1968-1974 жж. аралығында Сахелде орын алған жойқын құрғақшылықты айтсақ болады, қайта Сахелде 2010 жылдың жаз айларында конвергенцияның ішкі тропикалық аймақтары (ТІКА) солтүстікке қозғалған кезде, жауын-шашынның жеткіліксіз мөлшерін алатын Африкадағы Сахара шөлінен оңтүстікке қараған аймақтарды да қосады. Дегенмен, бұл кезеңдерде максимумдарды бұғаттай отырып, жауын-шашынның керекті мөлшерін алып келу үшін полюске қарай едәуір алыс қозғалады.

Төменгі қысымның жүйелері бұғаттау үлгісін түрлендіре алады. **Кескінді минимумдар** деп аталатын бұл минимумдар, батыс жағынан шығысқа қарай бүріккіш ағынмен қиылады (9.19-сурет).

Жоғарыдағы басым ағынның байланысынсыз, бұл минимумдар сол аумақтың үстінде бірнеше күн бойы тұрып, ашылмаған күн райы мен көп мөлшердегі жауын-шашынның пайда болуына алып келеді.



▲ **9.19-сурет. Шектелген төмен қысымды жүйелер.** Төменгі қысымдағы жүйенің бұл кесімі батыстан шығысқа қарай сорғалаған ағында толықтай кесілген. Нәтижесінде, бұл жүйелер бір аймақта бірнеше күн бойы іске қосылып, жауын-шашынды көп мөлшерде өндіруге қабілетті болуы мүмкін.

✓ 9.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Қыс кезінде Құрама Штаттардың оңтүстік бөлігіне түсетін күшті антициклонмен байланысты ауа райын сипаттап беріңіз.
- 2 Жоғарғы қысымдағы жүйені бұғаттау дегеніміз не?
- 3 Ауа райының қандай типі төменгі қысым жүйесін жасайды?

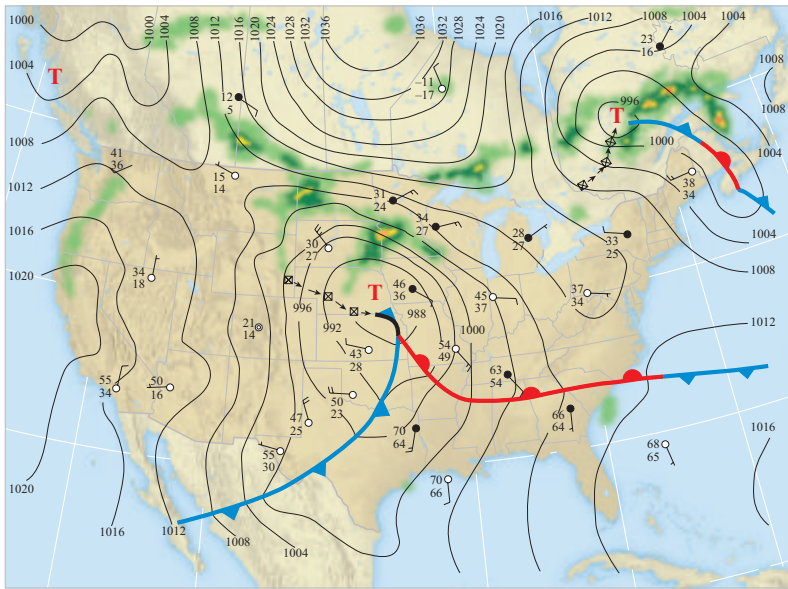
9.8 Ортаендік циклондағы мысал

Қыс мерзімінде Америка Құрама Штатының солтүстік-орталық бөлігі үстіндегі ортаендік циклондармен байланысты ауа райын сипаттау.

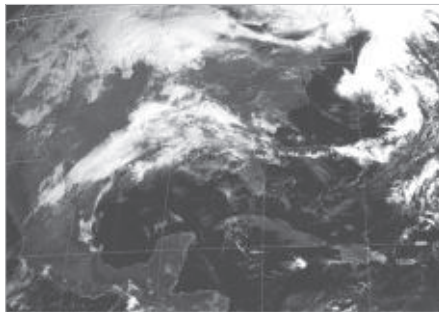
MM GEODe ► Негізгі ауа райының сипаттамалары ► Зертханада: жетілген ортаендік циклонды зерттеу

Ауа райының визуализациясын күшті қысқы ортаендік циклоннан күтуіміз әбден мүмкін еді, наурыз айының соңында Құрама Штаттар арқылы коньс аударған дауыл эволюциясына қараймыз.

Бұл циклон батыс жағалауын 21 наурызда Сиэтлдан солтүстік-батысқа қарай Вашингтонге бірнеше жүздеген шақырым аймағында жетті. Басқа да Тынық мұхиттық дауылдарда, бұл – жартасты таулардан шығысқа қарай жанданады және шағысқа қарай жазықта қозғалады. 23 наурызда таңға қарай Канзас маңайы Небраск штатының шекарасында шоғырланады (9.20-сурет).



А.



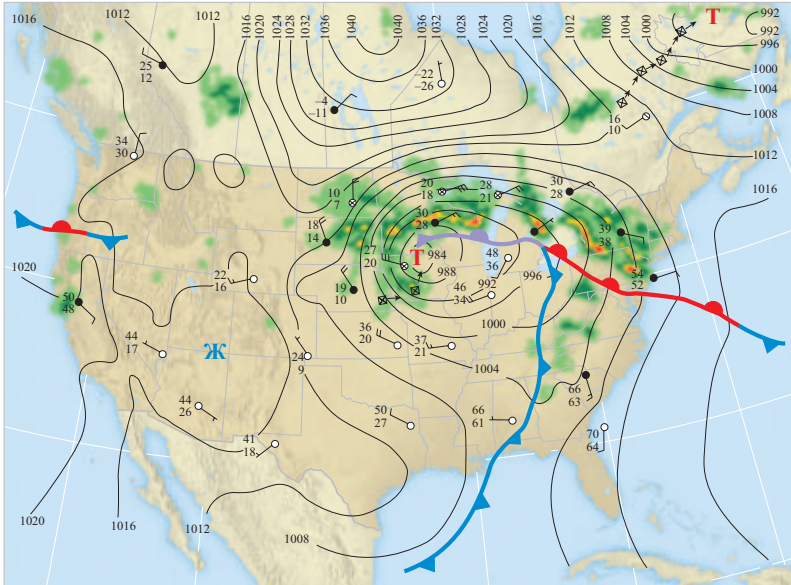
Ә.

▲ 9.20-сурет. 23 наурыздың ауа райы. А. Жоғарғы қабаттың ауа райы картасы. Ә. Бұлттың үлгісін көрсететін спутниктік сурет.

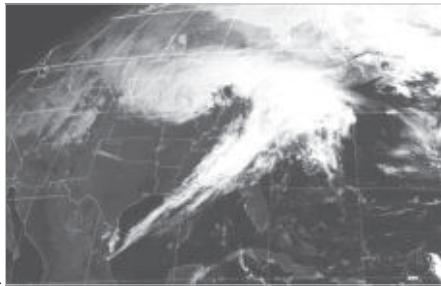
Дәл осы уақытта орталықтағы қысым 985 милибарға жетіп, циклондық циркуляциясы жақсы дамыған дауыл жылы және салқын фронтқа шығарылады.

Келесі 24 сағат ішінде, орталықтан түсетін ілгерілемелі қозғалыстағы дауыл бәсеңсиді.

Дауыл иілген және Айова штаты арқылы солтүстікке қарай ақырындап қозғалады, қысым 982 милибарға дейін терендетілген (9.21-сурет).



А.



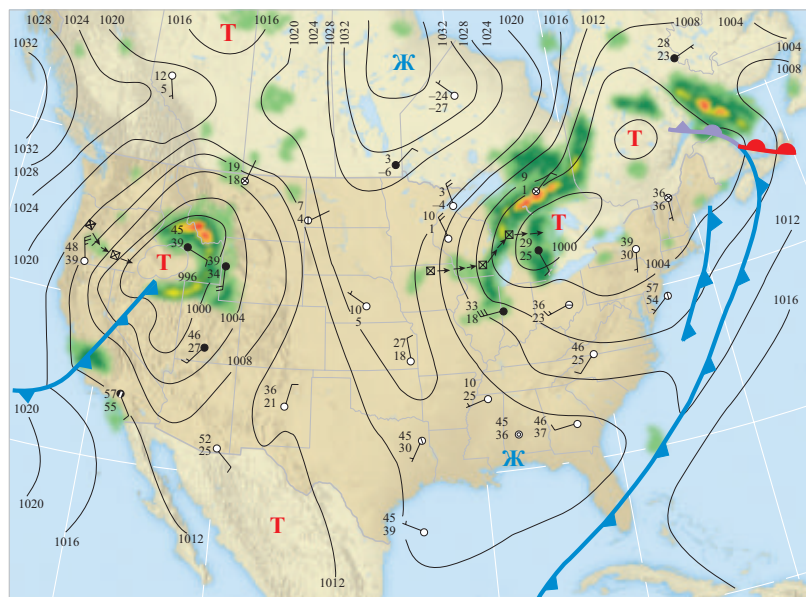
Ә.

▲ 9.21-сурет. 24 наурыздың ауа райы. А. Жоғарғы қабаттың ауа райы картасы. Ә. Бұлттың үлгісін көрсететін спутниктік сурет.

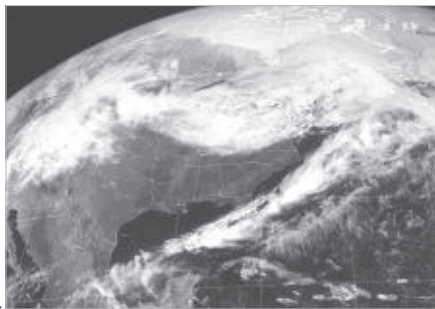
Дауыл орталығы ақырын қозғалғанымен, онымен байланысты фронттар екпінмен шығысқа және аздап солтүстікке қарай жылжиды. Салқын фронттың солтүстік секторы жылы фронтты басып озып, 24 наурыздың таңында шығысқа қарай қалыптасқан фронт окклюзиясын (күлгін түспен көрсетілген) түрлендірді (9.21-сурет).

Бұл сәтте дауыл бұрын сонды болмаған қорқынышты боранның бірін туғызып, оны мемлекеттің солтүстік-орталық бөлігіне алып келді. Қысқы дауыл солтүстікте жетілгенде, салқын фронт батыс Техастан (23 наурыз) Атлант мұхитына (25 наурыз) дейін өтіп жатты. Өзінің екі күндік сапарында, бұл салқын фронт сансыз қуатты найзағайларды және 19 торнадоларды туғызды.

25 наурызға қарай төменгі қысым қарқындылығы (1000 милибарға дейін) азайып, дауыл екі орталыққа бөлініп кетті (9.22-сурет).



А.



Ә.

▲ 9.22-сурет. 25 наурыздың ауа райы. А. Жоғарғы қабаттың ауа райы картасы. Ә. Бұлттың үлгісін көрсететін спутниктік сурет.

Ұлы өзендердің үстінде орналасқан бұл жүйенің қалдығына қарамастан, ол 25 наурыздың қалған бөлігіндегі біршама қарды жауғызды, оны келесі күнге шашады.

Енді сіз бұл дауылға қатысты шолуды оқысаңыз, 23-25 наурыз арасындағы ауа райы картасын қолдана отырып, бұл циклонды өткелге толығырақ тоқталайық (9.20, 9.22 суреттерді қараңыз). Форт-Уорт, Техас штаты, 23 наурыздағы (9.21-сурет), ауа райы картасында көрсетілген жылы сектор жүйесі, 70°C пен 64°C температураның төменгі нүктесі бар жылы және ылғалды ауа массасының ықпалында болады. Жылы фронттан солтүстікке қарай орналасқан оңтүстіктен келетін жылы сектордағы ауа тым салқын болып келетініне назар аударыңыз. Бұған қарама-қайшы ретінде, ауа салқын фронтта 20°C-тан 40°C-ге дейін солтүстік-батыстан ағатын жылы сектордағы ауаға қарағанда салқынырақ болып келеді.

23 наурыздың таңында, фронттар жиегінде белсенділік аз болды. Келесі күнге жылжуына орай, дауыл күшейді және өзгерді. 24 наурыздың картасы жоғары дамыған

ортаендік циклондарды көркемдейді. Изобарлар арасындағы дәреже мен қашықтық, Құрама Штаттардың үштен екі бөлігінде шығыс желдерінің циркуляциясына ықпал еткен қуатты жүйені көрсетеді. Желге деген көзқарас төменгі деңгейде теңерілетін сағат тіліне қарсы бағытта жүретін сенімді ағынға алып келеді.

Фронт окклюзиясынан солтүстікке қарай орналасқан дауылдың салқын секторы, Құрама Штаттардың солтүстік-орталық бөлігінде бұрын-соңды болмаған ең жаман наурыз борандарын жасады. Дулутта, Миннесотта штаты аймағы және Виксонкин қалаларын байланыстырып тұрған желдер сағатына 81 миль өлшеніп, сағатына 100 мильден асатын жылдамдық бағаланды. 10-15-футтық күртіктерде 12 дюймдік қар желмен келіп, кейбір жолдар үш күн бойы жабық тұрған.

Дәл сол уақытта, 23 наурызда кешке қарай Техастың кейбір шығыс аймақтарында салқын фронт дауыл шақырды, салқын фронт шығысқа қарай жылжып, АҚШ-тың барлық оңтүстік-шығыс аймақтарына (оңтүстік Флоридадан басқа) әсерін тигізді. Барлық осы аймақтарда дауыл біршама найзағайларды туғызды. Қуатты жел, бұршақ, найзағай айтарлықтай кесірін тигізді, бірақ дауылдың кесірінен пайда болған 19 торнадо үлкен өлім мен ойранға алып келді.

Фронт жолын дауылдың нұқсанынан пайда болған есептемеден бақылау қиынға соқпайды. 23 наурызда кешке қарай, Таяу Шығыс, Миссисипи және Теннесиде бұршақ пен желдің тұруын хабарлады. 24 наурызда таң ата, Алабама штаты, Сельма бұршақ бұршақ көлемі гольф шарымен бірдей екендігін хабарлайды. Сол күннің таңғы 6.30-да, торнадо Атланта, Джорджияда долырып, дауыл өзінің ең қатерлі жойқынын көрсетті. Залал 50 млн \$ көлемінде бағаланды. 3 адам мерт болып, 152 адам жарақат алды. 12 мильдік Торнадо жолы Атланта аймағындағы гүлденген тұрғын ауданын, тіпті губернатордың дербес үйін (осыдан дауыл аты – Губернаторлық Торнадо) жойып жіберген. Ең қатты нұқсан келтірген ол ұзын салқын фронт (бұршақ және кішігірім торнадо), ол жайлы 25 наурызда таңғы 4:00 де Флориданың солтүстік-шығысында хабарлады. Осылайша, күніне 1200 шақырым шамасындағы дистанцияда өтетін салқын фронт Техаста күшейе түсті, фронт өзінің энергиясын Атлант мұхиты арқылы көрсету үшін, Құрама Штаттарды қалдырды.

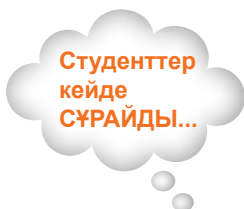
24 наурыздың таңына қарай, салқын полярлы ауа салқын фронттың артынан Құрама Штаттарға терең сінді (9.21-сурет). Осыдан бір күн бұрын жылы секторда болған Форт-Уорт, солтүстік-батыс желдерін кешіп жатты. Қатудың төменгі нүктесіндегі температурада Оклахомның солтүстік бөлігіне көшті. Алайда, 25 наурызда Форт-Уорт қайтадан оңтүстік ағынды бастан өткізетінін ескерейік. Аймақтағы циркуляцияға үстем болмайтын, ыдырап жатқан циклонның нәтижесі деген тоқтамға келе аламыз. Сонымен қатар 25 наурыздағы картаға назар аударсаңыз (9.21-сурет), биік ауа ағыны Алабама- Миссисипи шекарасының үстінде орналасқанын көре аласыз. Ашық аспан және жүктеліп жатқан ауа массасының ортасымен байланысты әлсіз сыртқы желдер спутникалық түсірілімдерде көрсетіледі.

Мүмкін сіз, 25 наурызда шығысқа беттеген ертерек дауылға ұқсаған Тынық мұхиттан келе жатқан басқа циклонды байқаған боларсыз. Бұл дауыл осындай бағытпен өңделді, бірақ солтүстікке қарай шоғырланады. Басқа боран солтүстік жазықтарда бітеліп, бірнеше торнадо Техас, Арканзас және Кентукки арқылы өтті, бұл уақытта жауын-шашын көлемі Құрама Штаттардың орталық және шығыс бөлігіндегі ауа райында басым болды.

Бұл мысал көктем циклонының ортаендіктердегі ауа райына әсерін көрсетеді. 3 күн аралығында, Форт-Уорттағы температура, жылыдан салқынға өзгерді. Найзағайлар мен бұршақтар салқын, ашық аспанмен қабаттас болды. Фронт окклюзиясынан солтүстікке қарай орналасқан салқын дауыл секторы, АҚШ-тың солтүстік-орталық бөлігінде бұрын-соңды болмаған наурыз боранына алып келді.

✓ 9.8 Бақылау сұрақтары

- 1 23-25 наурыз аралығында көктем дауылының өтуінде Форт-Уорт, Техас штатындағы ауа райын қысқаша сипаттап беріңіз.
- 2 23-25 наурыз аралығындағы Дулут, Миннесота және Висконсин штаттары мен Форт-Уорт арасындағы ауа райын салыстырыңыз.



Кей кезде ірі су тасқыны 100 жылдық су тасқыны ретінде суреттеледі. Бұл нені білдіреді?

«100 жылдық су тасқыны» сөз тізбегі біраз жаңылыстырады, өйткені бұл 100 жылда 1 рет қана болатын оқиға деп болжайды. Шындығында, ерекше үлкен су тасқыны кез келген жылда болуы мүмкін. Бұл фраза шынымен де статистикалық мағынаны білдіреді, өйткені белгілі бір мөлшерде болатын ағын кез келген жылда болуы ықтималдығы 1-ге 100-дің ықтималдылығын

көрсетеді. Мүмкін «ағынның 1-дің 100-ге ықтималдылығы» термині болғаны жақсы шығар. Көптеген су тасқындары мәліметтерге сәйкес, уақытқа байланысты өзгеріп, қайта тексеріліп отырды, мысалы, бөгет немесе қала құрылысы өзен бассейніндегі судың ағынына үлкен әсерін тигізді.

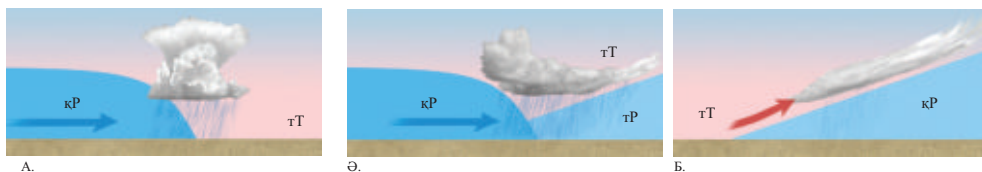
9 Ортаендік циклондар тұжырымына шолу

9.1 Фронтальды ауа райы ► Жылы фронт және салқын фронтпен байланысты әдеттегі ауа райын салыстырыңыз.

Түйінді сөздер: ортаендік (ортаендіктерде) циклондарда, жылы фронт, салқын фронт, бэкдор салқын фронт, стационарлы фронт, фронт окклюзиясы, жылы фронт түріндегі окклюзия, құрғақ сызықтар

- Фронттар әртүрлі тығыздықтағы ауа массасын бөліп тұратын жоғарғы қабатпен шектеседі, ереже сәйкес оның біреуі басқаларына қарағанда жылырақ және ылғалды болып келеді. Ауа массасы ретінде басқа ауа массасына ауысып, жылы, тығыздығы аз ауа процессте ауада жұтылып, төсеу деп аталады.
- Жылы фронттар салқын ауа орын алған аумаққа жылы ауа басып кіргенде қалыптасады. Салқын фронттарға қарағанда олар, жылы ауа басым болған аймаққа салқын ауаның белсенді енген кезде дамиды. Салқын фронттар дауылды ауа райымен байланысты болып жатқан кезде, жылы фронттар бұлттарды біркелкі жауын-шашындарға дейін түрлендіретін тенденцияға ие.
- Фронттың екі жағындағы ауа ағыны не жылы фронтқа, не салқын фронтқа қатысты болмаған кезде стационарлы фронттар пайда болады. Бұдан басқа, олар жылы фронтқа ұқсас жауын-шашын тудыратын үрдіске ие.
- Тез қозғалмалы салқын фронт жылы фронтты басып озғанда, окклюзиялық фронттар көбіне өзінің жеке формасына ие болады. Окклюзиялық фронттар әртүрлі ауа райын туғызады.
- Ауа массасы ылғалды, теңіз тропикалық (Mt) ауаны кезіктіргенде, құрғақ сызықтар көбіне құрғақ және континенталды тропикалық (Ct) ауа райында дамиды. Құрғақ сызықтар көктем мен жаз кезінде болып, қуатты найзағайдың пайда болуына алып келеді.

Сұрақ. Қосымша берілген диаграммалар үш типті фронттардың кескінделуі. Келесі функцияларда көрсетілген әрбір фронтқа ат беріңіз: жылы фронт, салқын фронт, окклюзия фронтының жылы типі, салқын фронт окклюзиясы немесе стационарлы фронттар.



9.2 Ортаендік циклондар және полярлы фронттың теориясы

► Әдеттегі ортаендік циклонның кезеңдерін тұжырымдау.

Түйінді сөздер: полярлы фронттың теориясы (циклонның норвежстік моделі), циклогенез

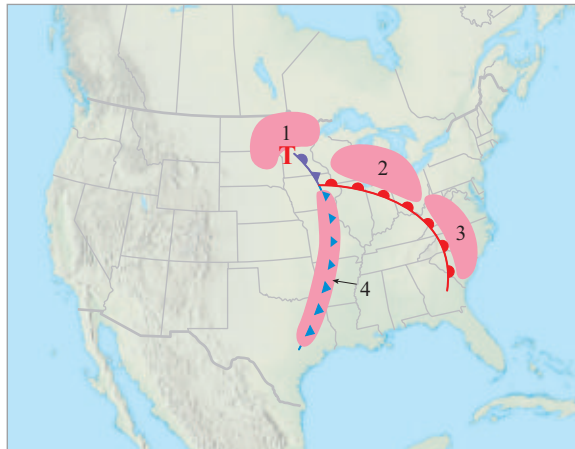
- Ортаендіктердегі ауа райының бастапқы өндірушісі, ортаендіктегі циклон немесе ортаендіктер болып табылады. Ортаендік циклондар ол диаметрі 1000 шақырымнан асатын төменгі қысымның үлкен жүйелері, әдетте олар батыстан шығысқа қарай қозғалады. Олар бірнеше күн бойы жалғасады, солтүстік жартышарда сағат тіліне қарсы циркуляция үлгісі бар және төменгі қысымның орталық аумағында жылы фронт салқын фронтқа өтеді.
- Полярлы фронтқа сәйкес, ортаендік циклондар фронттар жиегінде пайда болып, өмірлік өтпелі кезең арқылы өтеді. Түрлі тығыздықтағы ауа екі ауа массасы фронтқа қатарлас және қарама-қарсы бағытта қозғалып циклогенез пайда болады, ал фронтальды қабат бірнеше жүздеген шақырым ұзындығы бар толқын пішініне ие болады.
- Салқын ауа орын алған аумаққа басып кірген жылы ауа полюске қарай қозғалған кезде толқын пішіні өзгереді. Жоғарғы қабаттың бағытындағы бұл өзгерістер, қысымдағы үлгінің өңдеуін шақырады, ол толқын шыңындағы төменгі қысыммен келетін бірнеше айналмалы изобарларға алып келеді. Ережеге сәйкес, салқын фронт жылы фронтқа қарағанда жылдам қозғалып, ақырындап жылы секторды жабады және окклюзия дейтін танымал процессте жылы фронтты жоғарылатады. Дегенмен, жылы сектордың ауада булануына тура келеді, ал салқын ауа циклонды төменгі деңгейде қоршайды. Қазіргі таңда, циклон өзінің энергия көзін тәмәмдап, бір кездерде жоғары топтасқан ағын өз жұмысын тоқтатады.

9.3 Ортаендік циклонның дәріптелген ауа райы ► Жетілген ортаендік циклонның өтуімен байланысты, ортақ ауа райы құбылысын сипаттап беріңіз.

- Норвегиялық модель ортаендік циклонмен өтетін ауа райы құбылыстарының интерпритациясы үшін құнды құрал болып табылады. Ауа райының әртүрлі типін, сіздің тұрған жеріңізге байланысты төменгі қысымның нөсерлі орталығына қатысты күтуге байланысты. Дауыл орталығынан оңтүстікке қарай, сіз бұлттар мен жылы фронттың

өтуі кезіндегі жауын-шашынмен кезігесіз, ал кейін салқын фронтпен кезігесіз. Дауыл орталығынан солтүстікке қарай, сіз бұлттар мен окклюзия фронтымен байланысты жауын-шашын құрылымымен кезігесіз.

Сұрақ. Ортаендіктегі СҮС пен байланысты фронттардың ілеспелі иллюстрациялары көрсетілген. Жауын-шашын типімен салыстырмалы түрде нөмірленген аймақтар, қыс кезінде әрбір аймақпен байланысты: найзағайлар, біркелкі жаңбыр, жабысқақ қар, суық жаңбыр немесе қалың қар басу.

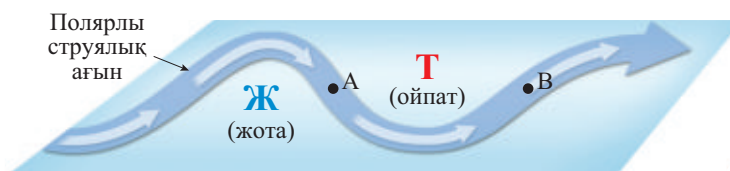


9.4 Жоғарғы ағын және циклондардың пайда болуы

► Ортаендік циклонның интенсификациясы мен дамуына қажетті шарт болып табылатын ағындағы дивергенцияны түсіндіріңіз.

- Батыстық ауаның булануын басқара отырып, ережеге сәйкес, циклондар Құрама Штаттар арқылы шығысқа қарай қозғалады. Жоғарғы ауа ағыны (дивергенция және конвергенция) циклондық және антициклондық циркуляцияны қолдауында негізгі рөлді атқарады. Циклонларда, дивергенция биіктігі жоғарыдағы ағынның ішкі бөлігін қолдайды.
- Суық айларда, температура градиенттері жоғары кезде, циклондар өте жоғары жылдамдықта қозғалады. Сонымен қатар, бұл дамып келе жатқан қысым жүйесін батыстан шығысқа қарай бағыттау үшін, батыс ауа ағыны жоғары ұмтылады.

Сұрақ. Келтірілген иллюстрация, полярлы фронттың сорғалап аққан күйін белгілі бір күнге орай көрсетеді. Төменде, А немесе В, біркелкі ендіктегі циклон қабатының ықтимал формасы бар ма?



9.5 Ортаендік циклондар қайдан алынады?

► Солтүстік Америкаға әсер ететін ортаендік циклондардың дамуына қатысты негізгі сайт тізімдерін жасаңыз.

- Ортаендік циклондар белгілі бір жерлерде, тау жоталары және сол аймақ жиегінде дамиды тенденцияға ие. Жалпы алғанда, ортаендік циклондар, температураның біршама контрастысы төменгі тропосферада болатын аймақтарда пайда болады.

9.6 Заманауи көзқарас: конвейерлік таспаның моделі

► Ортаендіктегі циклонның конвейерлік таспа моделін және онда негізделген үш әрекеттес ауа ағынындағы (конвейерлік таспа) эскизді түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: конвейерлік таспа моделі, жылы конвейерлік таспа, салқын конвейерлік таспа, құрғақ конвейерлік таспа

- Конвейерлік таспа моделі деп аталатын, циклогенездің заманауи түрі үш әрекеттес ауа ағынынан тұрады: оның екеуі жоғарыда пайда болып, көтеріледі және үшіншісі өзінің бастамасын ауада алады. Конвейерлік таспа моделі циклондық дауыл ішіндегі ауа ағынының үш бөлімді түрін қамтамасыз етеді.

9.7 Антициклондық ауа райы және атмосфералық шектеу

► Жоғары қысымдағы жүйенің шектеуін және оның орта ендіктердегі ауа райына қалай әсер ететінін сипаттап беріңіз.

Түйінді сөздер: Жоғары шектеу, төменгі айыру

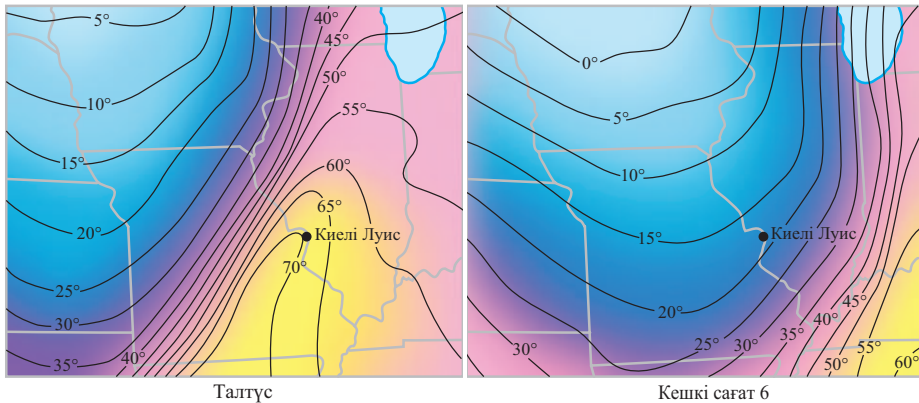
- Ақырын төмендеуге байланысты, антициклондар ашық аспан және жайлы жағдай тудыратын тенденцияға ие.
- Антициклондар кейде сол орнында бірнеше апта бойы қала алады және олар шектеуіш максимумдар ретінде танымал. Шектеуіш максимумдар дауылды жүйенің қозғалысын бәсеңдетеді алады, нәтижесінде кейбір аймақтарда, жауын-шашынның экстрималды мөлшері өткізіледі, алайда басқа аумақтарда бұл құрғақшылықты еліктіреді.

9.8 Ортаендік циклоннан мысал ► Қыс кезінде Құрама штаттардың солтүстік-орталық бөлігіндегі ортаендік циклонмен байланысты ауа райын жалпылау.

- Бұл бөлімде орта ендіктердегі көктемдік циклонның салдары сипатталады. 3 күн аралығында, Форт-Уорттағы температура, Техас штаты, жылыдан салқын мезгілге ауысты. Найзағай мен бұршақтар ашық аспан және салқын температурамен қатарлас жүрді. Фронттан солтүстікке қарай орналасқан, салқын сектордағы дауыл белсенділігі, Құрама Штаттардың солтүстік-орталық бөлігінде бұрын-соңды болмаған ең нашар наурыз борандарының бірін туғызды.

Ой жүгірту

1. Салқын және жылы фронттардың тік көлденең қимасының (бүйірінен көрінісі) эскизі өзіне келесі элементтерді қосады:
 - а. Әр фронт типінің формасы мен еңкіш
 - ә. Әр фронттың екі жағындағы ауа массасы
 - б. Әр фронтпен орайласатын бұлт түрлері
 - в. Әр фронтпен байланысты жауын-шашын түрі
 - г. Әр фронттың екі жағынан табылған, температура және ылғалдылықтың сипаттамалары
2. Беріліп отырған диаграммалар 2008 жылы 29 қаңтарыдың талтүс пен кешкі 6 жоғарғы температураны (Фаренгейт бойынша градус) көрсетеді. Бұл күні Миссури және Иллинойс арқылы өткен қуатты фронттық ауа райы болды.
 - а. Орталық батыс арқылы қандай фронт өтті?
 - ә. Миссури Штаты, Сент-Луис те талтүстен бастап кешкі 6-да біткен, алты сағаттық кезеңде температураның қалай өзгергенін сипаттап беріңіз.
 - б. Бұл кезеңдегі Сент-Луис бағытындағы желдің ықтимал қозғалысын сипаттап беріңіз.

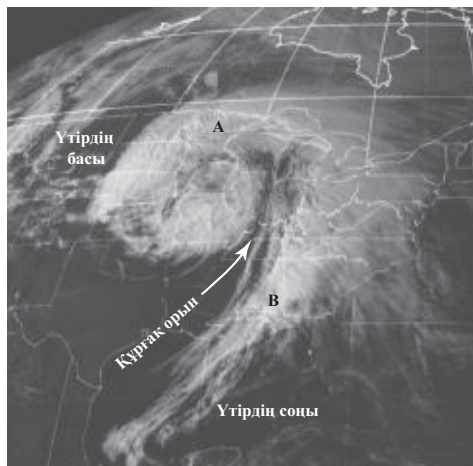


3. Келесі сұрақтар ортаендік циклондар мен онымен байланысты фронтальды ауа райына қатысты.
 - а. Салқын фронт өткеннен кейін бірнеше сағат бойы жалғасқан ауа райын сипаттап беріңіз. Бұл ауа райы шарттары қысым жүйесіндегі қандай түрімен байланысты?
 - ә. Жауын-шашынның көп бөлігі мен Құрама Штаттардың екіден үш шығыс бөлігіндегі жауын-шашындарды туғызатын ауа массасының дереккөзі болып табылатын аймақ қандай?
 - б. Стационарлы фронт аймақта болған кездегі кәрлі ауа райының типі қандай? (*Жеңілдік ретінде*: Құрама Штаттарды бұл ауа райы типі көп адам өліміне алып келеді).
4. Ауа райы картасына назар аударып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз:
 - а. Әр арнайы қалаларға ықтимал жел бағыты дегеніміз не?
 - ә. Ауа массасы, мүмкін, әр қалаға әсер етеді?

- б. Салқын фронт, жылы фронт және фронт окклюзиясын анықтау.
 в. А қаласы және С қаласындағы барометрлік тенденция дегеніміз не?
 г. Үш қаланың ішіндегі ең суығы? Қайсысы ең жылысы болып табылады?

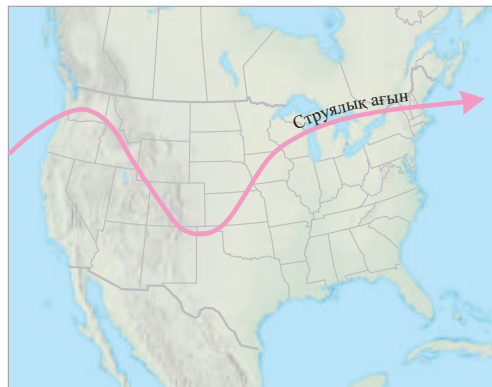


5. Кезектегі ауа райы негізін мақалмен түсіндіріңіз:
 Ұзақ болжады, ұзақ күтті;
 Қысқаша айтты, тез кетті;
6. Қабаттас жүрген спутникалық суреттер үтір пішінін көрсетеді, қыс айының соңында Құрама Штаттар үстіндегі жақсы дамыған ортаендік циклонды көрсетеді.
- а. Айырғыш қысқы дауылдың астында орналасқан, солтүстік Миннесотадағы (А) ауа райы үнін сипаттап беріңіз.
 ә. Бөліп тұратын құйрықтың астында орналасқан, Алабаманың (В) шығыс бөлігіндегі ықтимал ауа райы қандай?



7. Неліктен ортаендік циклондар кіруі, АҚШ-та қыс пен көктем айларына қарағанда жаздың соңында аз таралады?
8. Ауаның өсуі бойынша, азаймалы ауа, дивергенция және конвергенция терминдерін қолдана отырып, жоғарғы қабаттағы ауа ағыны мен төмен қысымның айналасындағы циркуляция жүйесі арасындағы байланысты түсіндіретін шығарма жазыңыз.

9. Қабаттас келген карта Құрама Штаттардың үстіндегі жоғары ағылмалы ағын жолын көрсетеді.
- Жоғарғы ауаның (арқылы) төменгі бөлігі қайда орналасқан?
 - Жоғарғы ауаның жоғарғы бөлігі қайда орналасқан?
 - Қай мемлекеттің немесе елдің аймағында, сіз төменгі қысым жүйесінің орталығы пайда болғанын күтеріңіз?
 - Қай мемлекеттің немесе елдің аймағында жоғары қысым жүйесін күтуге болады?



Мәселелер

- 3 күн аралығында ортаендік циклон ретінде жергілікті аймақ арқылы өткен, Иллинойс штаты, Шампейнде метеорологиялық бақылауды қамтамасыз ететін, А кестесіне назар аударыңыз. Желдердің ортақ өзгерулері мен болжалды фронттардың өтуін ескере отырып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз.
 - Шампейн арқылы өтетін жылы фронт шамамен қай кезде және қай уақытта аралығында болады?
 - Шампейн арқылы жылы фронттың өткендігін растайтын екі баған айғағын көрсетіңіз.
 - Түн ортасынан келесі күннің таңғы 6-ға дейінгі температураның төмендеуін түсіндіріңіз.
 - Қай күні және қай уақытта салқын фронт Шампейн арқылы өтеді?
 - Салқын фронттың өтуін көрсететін екі өзгеруді көрсету.
 - Шампейнде найзағайлар жылы фронттың өтуі немесе салқын фронттың өтуі кезінде бола ма?
- Көктем мен жазда, Мексика шығанағындағы жылы және ылғалды (мТл) ауа массалары кейде Оңтүстік-Батыс шөліндегі жылы-құрғақ ауа (Ст) массасымен қақтығысады. Бұл массалар Техас, Оклахома, Канзас арқылы кездесіп, метеорологтар атайтын құрғақ сызықтарды жасайды. Құрғақ сызықтар жиегінде айырылатын найзағайлар, әлемдегі ең мықты дауылдардың бірін туғызады. Бұл екі ауа массалары кезіккен кезде, тығыздығы аз ауа массасы тығыздығы көп ауа массасына артық жұмсалғанда дауылды ауа райы іске қосылады. Осы екі ауа массасының қайсысы тығыздау болып келеді? Екі ауа массасындағы ауа температура бірдей деп есептейік (*жеңілдік ретінде*: Су

буысыз [H₂O] құрғақ ауаның [N₂ және O₂] молярлы салмағын табу, кейін шамамен N₂ және O₂ молекуласының 4 пайызын құрайтын молекулярлы масса, H₂O молекуласына өзгергенімен салыстырыңыз).

3. Егер сіз әдеттегі жылы фронттың (1:200 еңіспен), жоғарғы позициясынан 400 шақырым кашықтықта тұрсаңыз, фронталды қабат сіздің үстіңізден қаншалықты биік болады?
4. Алғашқы шарбы бұлттар пайда бола бастаған кезде, әдеттегі жылы фронттың алды қаншалықты алыс екенін санаңыз. (*жеңілдік ретінде*: Биік бұлттар үшін минималды биіктік диарозонын табу үшін, 5.1-суретке назар аударыңыз).

А кестесі. Жазықтың ауа райы мәлімдемесі, Иллинойс

	Температура (F°)	Желдің бағыты	Ауа райы және жауын-шашын
1 күн			
00:00	46	Ш	Құбылмалы бұлтты
3:00	46	ШСШ	Құбылмалы бұлтты
6:00	48	Ш	Бұлыңғыр
9:00	49	ШОШ	Сіркіреу
12:00	52	ШОШ	Біршама жаңбыр
15:00	53	ОШ	Жаңбыр
18:00	68	ООБ	Құбылмалы бұлтты
21:00	67	ОБ	Құбылмалы бұлтты
2 күн			
00:00	66	ОБ	Құбылмалы бұлтты
3:00	64	ОБ	Көбінесе шуақты
6:00	63	ООБ	Көбінесе шуақты
9:00	69	ОБ	Көбінесе шуақты
12:00	72	ООБ	Көбінесе шуақты
15:00	76	ОБ	Көбінесе шуақты
18:00	74	ОБ	Бұлтты
21:00	64	Б	Найзағай, соқпалы жел
3 күн			
00:00	52	БСБ	Оқшауланған найзағай
3:00	48	БСБ	Бұлтты
6:00	42	СБ	Құбылмалы бұлтты
9:00	39	СБ	Көбінесе шуақты
12:00	38	СБ	Шуақты
15:00	40	СБ	Шуақты
18:00	42	СБ	Шуақты
21:00	40	СБ	Шуақты

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODe, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

10

Найзағайлар
мен торнадолар



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз төменгі сұрақтарға жауап бере аласыз:

- 10.1** Дауыл тудыратын циклондардың үш түрін ажырату.
- 10.2** Найзағайдың қалыптасуы мен найзағайдың белсенділігінің жиілігін көрсететін картадағы орналасқан орнын негізгі талаптардың тізіміне енгізу.
- 10.3** Найзағай ауа массасының үш кезеңін көрсететін қарапайым диаграммаларды сызу және түсіндіру.
- 10.4** Күшті найзағайдың сипаттамаларының тізімін жасау және олардың қалыптасуына байланысты түрлі жағдайлардың арасын ажырату.
- 10.5** Найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуінің себептерін түсіндіру.
- 10.6** Торнадоньң құрылымы мен негізгі сипаттамаларын сипаттау.
- 10.7** Торнадоньң қалыптасуына қолайлы атмосфералық жағдайлар мен орындар жөнінде қорытындылау.
- 10.8** Торнадоньң қарқындылығын сипаттау. Торнадоньң бақылау мен торнадоньң ескертуді ажырата білу және ескерту үдерісінде Доплер радарының рөлін талқылау.

Осы тараумен 11-тарауда қатаң да қауіпті ауа райына тоқталамыз. Бұл тарауда біз жергілікті қатаң ауа райы мен будақ бұлттардан туындайтын – атап айтқанда, найзағай мен торнадо жайлы қарастырамыз. 11-тарауда біз дауыл деп аталатын үлкен тропикалық циклонға қайтып ораламыз. Қатаң ауа райының жағдайлары қарапайым ауа райы құбылыстарына қарағанда әлдеқайда қызығырақ. Найзағайдан туындаған күннің күркіреуі әсерлі және қорқыныш сезімін ұялататын ерекше құбылыс болуы мүмкін. Әрине, торнадо мен дауыл да көп көңіл бөлуге тұрарлық. Бір торнадоньң өзі немесе дауылдың болуы миллиардтаған доллар құны бар мүлктік шығынның болуына, сондай-ақ көптеген адамдардың өлімдеріне себеп болып жатады.

10.1 Ол қандай термин?

Дауылды тудыратын циклонның үш түрін бір-бірінен ажырату.

Біз 9-тарауда күнделікті ауа-райының өзгеріп отыруында маңызды рөл атқаратын орта ендік циклондарды зерттеген болатынбыз, бірақ циклон деген терминді қолдану жиі шатасушылыққа алып келеді. Көптеген адамдар бұл терминді тек торнадо немесе дауыл деген мағына ретінде қолданады. Дауылдың жойқын күшін Үндістан, Бангладеш немесе Мьянма елдерінде көруге болады, мысалға, ол әдетте бұқаралық ақпарат құралдарында циклон ретінде хабарланады (әлемнің осы бөліктерінде бұл термин дауыл мағынасында қолданылады).

Сол сияқты, торнадолар кейбір жерлерде циклон деп те аталады. Бұл атау, әсіресе Америка Құрама Штаттарының Ұлы Жазық бөлігіне ортақ. Естеріңізде болса, *өз елінен келген сиқыршы* фильмінде, Доротидің үйі оның Канзас фермасынан өз еліне циклонның күшімен жеткізілген болатын. Айова штатындағы университеттің спорттық командаларының лақап аттары – *циклондар*. Дауыл мен торнадо, шын мәнінде циклондар болғанымен, циклонның басым көпшілігі дауыл немесе торнадо болып есептелмейді. *Циклон, қаншалықты үлкен немесе қарқынды екеніне қарамастан, ол төмен қысымды орталықтың* айналасындағы айналымға қарай бағытталады.

Торнадо мен дауыл орта екіпінді циклонға қарағанда кішірек және күштірек. Орта екіпінді циклонның диаметрі 1600 шақырым немесе одан көбірек. Керісінше, дауылдың диаметрі 600 шақырым ғана, алторнадоның диаметрі 0.25 шақырым, олардың диаметрі ауа-райы картасынан көрсету үшін өте кішкентай.

Найзағай қалыпты ауа райы құбылысы, оны торнадодан, дауылдан және орта екіпінді циклоннан ажырату қиын. Ауаның ағыны осы дауылдарға байланысты, найзағай айналымы жоғары және төмен қозғалатын күшті қозғалыстармен сипатталады. Жел найзағайдың айналасындағы спиральді циклонның ішіне енбейді, бірақ ол әдетте құбылмалы және ұйтқымалы болып келеді.

Найзағайлар циклондық дауылдардан жырақта “өз бетімен” қалыптасқанымен, сонымен қатар олар циклонмен ұштаса отырып та қалыптасады. Мысалы, найзағайлар суық ауа шебінің өтуі барысында жиі орта екіпінді циклондарды тудырады және сирек жағдайда ғана торнадо найзағайдың будақ биік бұлттарынан туындауы мүмкін. Сондай-ақ, дауыл кең таралған найзағайдың белсенділігін арттырады. Осылайша, найзағай мұнда аталған дауылдың барлық үш түрімен байланысады.

✓ 10.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Циклон терминінің қолданылуының үш түрлі тәсілдерін атап беру және қысқаша сипаттау.
- 2 Желдің жылдамдығы мен өлшемін орта ендік циклондармен, торнадолармен және дауылдармен салыстыру.

10.2 Найзағайлар

Найзағайдың қалыптасуы мен найзағайдың белсенділігінің жиілігін көрсететін картадағы орналасқан орнын негізгі талаптардың тізіміне енгізу.

Көп адамдар салыстырмалы жылы, тұрақсыз ауаның вертикальді қозғалыстарының нәтижесінде пайда болған әртүрлі шағын құбылыстарды байқаған болар. Мүмкін, сіз ыстық күні ашық жерде шаңнан құралған үлкен құйынның айнала отырып, көкке көтерілуін көрген шығарсыз немесе құстардың бірқалыпты көзге көрінбейтін биіктікке ұшып кеткенін бақылаған боларсыз. Бұл мысалдар *найзағайдың даму кезінде болатын динамикалық жылудың тұрақсыз екенін көрсетеді*. **Найзағай** күннің күркіреуі мен жарқылдауынан тудыратын дауыл. Ол әдетте ұйтқыма жел, қалың жаңбыр мен бұршақтың пайда болуына септігін тигізеді. Найзағай бір ғана будак бұлттан құралып, кішкентай кеңістікте ғана пайда болуы мүмкін немесе үлкен аумақты қамтитын шоғырланған будак бұлттармен байланысты болуы мүмкін.

Найзағайлар жылы, ылғалды ауаның тұрақсыз ортаға көтерілген кезінде қалыптасады. Әртүрлі механизмдер, найзағай-өндіруші будак бұлттарды жасауға қажетті ауа қозғалысын жоғары қарай айдайды. Механизмнің бірі – Жер бетінің тең емес жылуы, айтарлықтай *найзағай ауа массасының қалыптасуына ықпал етеді*. Бұл дауылдар шашыраңқы ісінген будак бұлттармен байланысты, олар әдетте теңіз тропикалық ауа-массаларын қалыптастырады және жазғы уақытта шашыраңқы найзағайдың пайда болуына әсер етеді. Мұндай дауылдар негізі қысқа ғұмырлы болып келеді және күшті жел мен бұршақтың пайда болуына сирек әсер етеді.

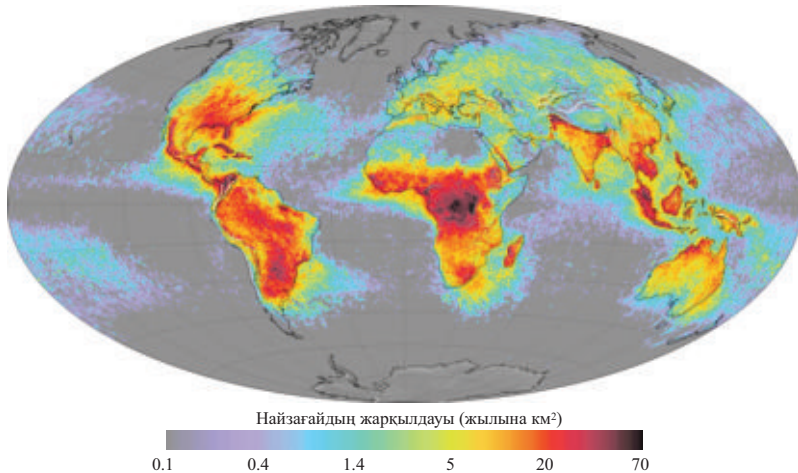
Қайта, екінші санаттағы найзағайлар тегіс емес беттің жылуынан пайда алады, бірақ шебтің бойында немесе тау баурайында байқалатындықтан жылы ауаның көтерілуімен байланысты болады. Сонымен қатар, тарқалған жел ауада жиі осы дауылдардың қалыптасуына ықпал етеді өйткені олар ауаны төменгі деңгейден жоғары қарай олардың астына қарай тартуға бейім келеді. Осы екінші санаттағы кейбір найзағайлар қатты желді, зақымдайтын бұршақты, су тасқыны мен торнадоларды тудыруы мүмкін. Мұндай дауылдар *қауіпті ретінде сипатталады*.

Бөліну мен жиілік

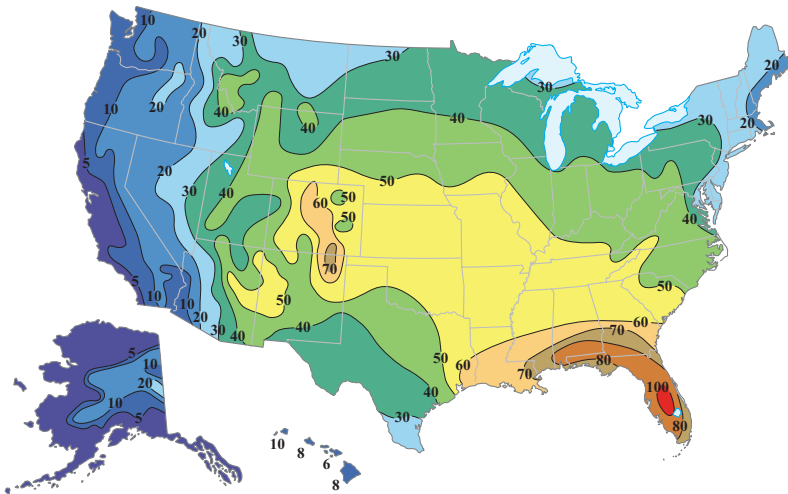
Кез келген уақытты алсақ та, 2000 найзағайлар үнемі прогресс үстінде деп есептеледі. Біздің күткеніміздей, осы дауылдар жылы, өте ылғалды жерлерде жиі болады және тұрақсыздық танытады. Сондықтан, найзағайлар жыл сайын көптеген тропикалық аймақтарда байқалады. Орта ендікте, бұл дауылдар жылы маусым құбылысы болып саналады. Шамамен күнделікті 45000 найзағайлар болып тұрады және 16 миллионнан астамы бүкіл әлем бойынша жыл сайын орын алады. Найзағай жарқылы Жерге әрбір секундта 100 рет түседі (**10.1-сурет**).

Америка Құрама Штаттары жыл сайын шамамен 100 000 найзағайлар мен миллиондаған жарқылдың түсуінен зардап шегіп келеді. Найзағайлар Флорида мен шығыс Шығанақ Жағалауы аймағында жиі болады және осы аймақтарда әр жыл сайын 70 пен 100 күн арасында болатын белсенділік тіркелген (**10.2-сурет**). Колорадоның шығыс жағындағы

жартасты аймақ пен Нью-Мексикада найзағайлар жыл сайын 60–70 күн болып тұрады. Халықтың қалған көпшілік бөлігі найзағайларды жылына 30–50 күн бастарынан кешеді. Құрама Штаттардың батыс бөлігінде найзағай белсенділігі аз болатыны анық. Мемлекеттің солтүстік бөлігі мен Канадада да осындай жағдай, өйткені бұл жерлерге жылы, ылғалды, тұрақсыз теңіз тропикалық (ТТ) ауа енбейді.



▲ **10.1-сурет. Найзағай жарқылының әлемге таралуы.** Ғарышқа негізделген оптикалық датчиктерден алынған мәліметтер найзағай жарқылының әлемге таралуын көрсетеді, найзағай жарқылының шаршы шақырымдағы орташа жылдық саны түсті вариациямен нұсқалған.



▲ **10.2-сурет. Найзағайлардың жылына болатын күндерінің орташа есеппен алғандағы саны.** Құрама Штаттардың оңтүстік-шығысында ылғалды субтропикалық климат басым болғандықтан, жауынның көбі найзағай күйінде болады. Оңтүстік-шығыста жыл сайын найзағайлар 50 немесе одан көп күндер болады.

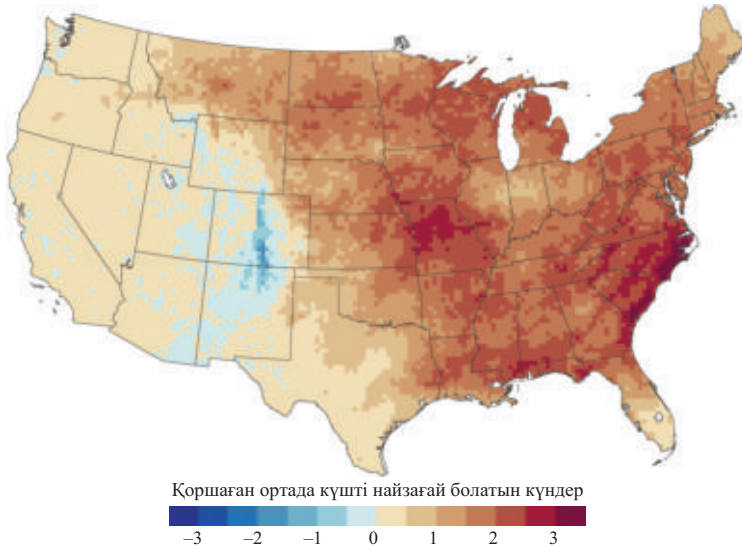
Найзағайлар мен климаттық өзгеріс

Алдыңғы талқылаудан, сіз найзағайдың пайда болуы әр мезгілде және әр жерде әртүрлі екенін білдіңіз. Жаһандық климаттың өзгеруіне байланысты алдағы уақытта найзағайдың

белсенділігі кейбір аймақтарда жиілеуі мүмкін. Ғаламдық температура көптеген жылдар бойы адамдардың іс-әрекеттерінің салдарынан жылынып, атмосфераның құрамын өзгертті. Бұл жақын болашақта жалғасын табады. Осы құбылыс жайлы толығырақ 14-тарауда тоқталамыз.

Күрделі климаттық модельді симуляцияны пайдалана отырып жүргізген соңғы зерттеулер жаһандық жылынудың күшті найзағайдың қалыптасуына әсер ететін атмосфералық жағдайдың күшейетінін көрсетті. Шығыстағы кейбір жартасты аудандарда көктемгі күшті найзағайлар 2100 жылға қарай 40 пайызға артуы мүмкін. **10.3-суретте** көрсетілгендей, Америка Құрама Штаттарының шығыс және оңтүстік бөліктерінде күшті найзағайдың болу күндерінің айтарлықтай өсуі ықтимал. Атланта және Нью-Йорк сияқты қалаларда күшті найзағайлардың дамуына жағдай жасалғанда жылына болатын күндердің саны екі еселенетін еді.

Ауа-райына байланысты ақаулар мен адам өлімдеріне күшті найзағайлардың болуынан туындайтын қатты жел, бұршақ, торнадо мен су тасқыны себеп болып жатады. Бұл құбылыстар алдағы он жылдың ішінде адамдардың іс-әрекеттерінің салдарынан туындаған климаттық өзгерістің әсерінен ұлғаюы мүмкін.



▲ **10.3-сурет. Найзағайдың болашақтағы белсенділігі.** Бұл карта, қоршаған орта жағдайларының күшті найзағайдың болуына мүмкіндік туғызған кездегі жылына болатын күндер санының өзгерісін көрсетеді. Карта, 2072–2099 аралықтағы жазғы климаттың 1962–1989 аралықтағыға ұқсас климат моделіне негізделген. Жартасты таулардың шығыс аймақтарында болжамға сәйкес, осы қоршаған орта жағдайларының артуы ықтимал.

✓ 10.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Найзағайлардың қалыптасуы үшін негізгі талаптар қандай?
- 2 Найзағайлар Жердің қай бөлігінде кең таралған деп ойлайсыз? Америка Құрама Штаттарында ма?
- 3 Шығыс жартасты аймақта күшті найзағайдың белсенділігі алдағы жылдарда қалай өзгеруі мүмкін?

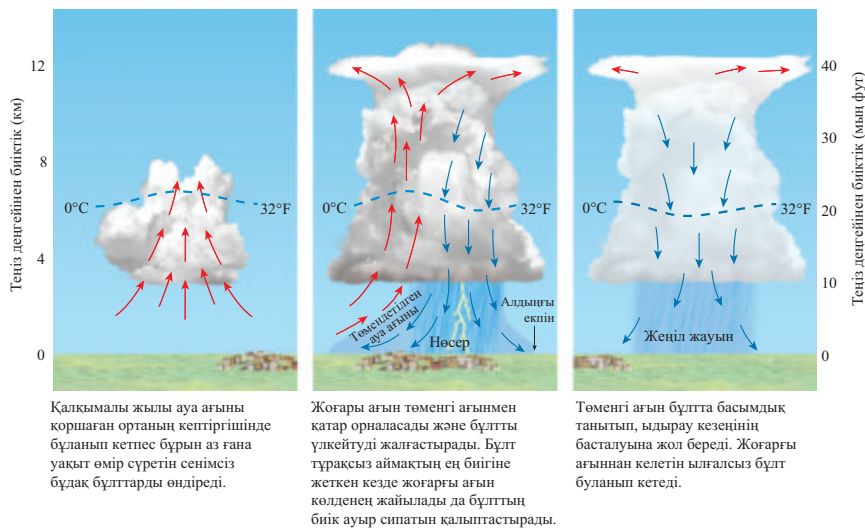
10.3 Найзағай ауа-массалары

Найзағай ауа-массасының үш кезеңін көрсететін қарапайым диаграммаларды сызу және түсіндіру.

Америка Құрама Штаттарында **найзағай ауа массасы** Мексика шығанағынан солтүстікке қозғалатын теңіз тропикалық (ТТ) ауадан пайда болады. Бұл жылы, дымқыл ауа массасы өзінің төмен деңгейінде мол ылғалды құрайды және төменнен қызған кезде немесе шеп бойымен көтерілген кезде тұрақсыздық танытады. Өйткені ТТ ауа төменнен жердің қызған бетіне қарай жылынаатындықтан, көбінесе көктем мен жаз уақытында тұрақсыз бола бастайды, дәл осы мезгілдерде найзағай ауа-массалары жиі пайда болады. Сонымен қатар, олар ауа температурасы жоғары болатын күндізгі уақытта үлкен артықшылықтарға ие болады. Себебі беткі қабаттың жылуының жергілікті айырмашылықтары найзағай ауа массасының өсуіне көмектеседі, әдетте, олар жинақталған салыстырмалы тар жолақтардың немесе басқа конфигурациялардың орнына шашыраңқы, оқшауланған ұяшықтар қалпында пайда болады.

Даму кезеңдері

Флорида мен Огайо штаттарында 1940 жылдың соңында жүргізілген маңызды далалық эксперименттерде найзағай ауа массасының динамикасы зерттелді. Бұл *Найзағай жобасы* деп аталатын жаңашыл жұмыс, найзағайдың себебінен ұшақ апаттарына ұшырағандардың сұранысы бойынша жасалған. Ол радарды, ұшақты, радиозондтарды және үстіңгі құралдардың кең таралған желісін пайдалану алқылы жүзеге асты. Бұл зерттеуде найзағай ауа массасының өмірлік циклінің үш кезеңдік моделі жасалды және ол 70 жылдан аса уақыт өтсе де еш өзгеріссіз қалды. **10.4-суретте** үш кезеңдері бейнеленген.



▲ **10.4-сурет. Найзағай ауа массасының даму кезеңдері.** Бұлт қату деңгейінен өткеннен кейін Бержерон үдерісіне ұшырайды, яғни жауын-шашын басталады. Нәтижесінде, бұлттағы жауынның жиналу көлемі биікке көтерілу үшін тым үлкен болады. Жауынның құлауы ауаның қозғалуын тежейді және төменгі ағынның пайда болуына себеп болады.

Будақ бұлтты кезең. Естеріңізге сала кетейік, найзағай ауа массасы беткі қабаттың біркелкі емес жылуынан пайда болады, нәтижесінде ауа ағыны ұлғайып, түнерген бұлттар қалыптасады. Алғашында қалқымалы жылы ауа ағыны қоршаған ортаның кептіргішінде буланып кетпес бұрын аз ғана уақыт өмір сүретін сенімсіз будақ бұлттарды өндіреді. Осы будақ бұлттың дамуының бастапқы кезеңі маңызды, өйткені ол су буын беткі қабаттан үлкен биіктіктерге дейін жылжытады. Кейінірек ауа жеткілікті ылғалды бола бастайды, жаңадан қалыптасқан бұлттар буланбайды, бірақ вертикальді өсуді жалғастырады.

Биік түнерген бұлттардың дамуы ылғалды ауаның үздіксіз барып тұруын қажет етеді. Жасырын жылудың бөлінуі бұлттардың биіктігін арттыра отырып, әрбір жаңа жылы ауа толқынының биікке көтерілуіне мүмкіндік береді. Жоғарғы ағыны басым найзағайдың бұл даму сатысы **будақ бұлтты кезең** деп аталады.

Бұлт қату деңгейінен өткеннен кейін Бержерон үдерісіне ұшырайды (5-тарауды қараңыз), яғни жауын-шашын басталады. Нәтижесінде, бұлттағы жауынның жиналу көлемі биікке көтерілу үшін тым үлкен және жауынның құлауы ауаның қозғалуын тежейді және төменгі ағынның пайда болуына себеп болады.

Төменгі ағынның пайда болуы бұлтты қоршаған суық, құрғақ ауаның келуіне ықпал етеді, осы үдеріс **сору** деп аталады. Бұл үдеріс төменгі ағынды күшейтеді, өйткені сору барысында келген ауа суық болғандықтан ауыр болады; құрғақ болуы да мүмкін. Сондықтан, кейбір жауған жауын буланады (салқындау үдерісі), демек ауаның салқындауы төменгі ағынның шегінде жүзеге асады.

Жетілу кезеңі. Төменгі ағын бұлт базасын қалдыратындықтан, бұлттың **жетілу кезеңінің бастамасы іспетті** жауындар босатылып шығады. Суық ауаның ағыны беткі қабатта көлденең таралады да, жауын жерге жеткенге дейін сезіледі. Өткір, суық жел екпіні беткі қабатта төменгі ағынның жоғарғы индикативі болып табылады. Жетілу кезеңінде, жоғары ағын төменгі ағынмен қатар орналасады және бұлтты үлкейтуді жалғастырады. Бұлт тұрақсыз аймақтың ең биігіне жеткен кезде, жиі стратосфераның базасында орналасады, жоғарғы ағын көлденең жайылады да бұлттың биік ауыр сипатын қалыптастырады (10.4-суреттің ортасы).

Жалпы, мамықты бұлттарға артылған мұз ең биік шыңды құрайды және биіктіктегі қатты жел арқылы желдің бағытымен таралады. Жетілген кезең найзағайдың ең белсенді кезеңі. Ұйтқымалы желдер, жаркырау, нөсерлі жауын және кейде шағын бұршақ барлығы осы кезеңге ортақ болып табылады.

Ыдырау кезеңі. Төменгі ағын басталған кезде босатылған ауа мен жауын, ұяшықты қоршаған суық, құрғақ ауаның сорылуына ықпал етеді. Нәтижесінде, төменгі ағын бұлтта басымдық танытып, **ыдырау кезеңінің басталуына жол береді** (10.4-суреттің оң жағы). Жауын-шашынның түскендегі салқын әсері мен суық ауаның келуі жоғарыдағы найзағай белсенділігінің аяқталуын білдіреді. Жоғарғы ағыннан келетін ылғалсыз бұлт буланып кетеді. Бір қызығы, найзағай ауа массасында жиналған ылғалдың тек 20 пайызы бұлттан жауын ретінде бөлініп шығады. Қалған 80 пайызы қайтадан атмосферада буланып кетеді.

Бір найзағай ауа массасында бірнеше жеке *ұяшық* – іргелес жоғары және төменгі ағындардың аймақтарында болуы мүмкін екенін атап өткен жөн. Сіз найзағайды көрген кезде, будақ бұлттардың бірнеше биіктіктерден тұратынын байқауыңыз мүмкін. Әрбір биіктік оның өмірлік циклінің әртүрлі бөлігінен тұратын, жеке бір ұяшықты құрайды.

Қорытындылай келе, найзағай ауа массасының дамуының үш кезеңдері бар:

1. Будақ бұлт кезеңінде, бұлтта жоғарғы ағын басым болады және будақ бұлттардан түнерген бұлттар пайда болады.
2. Жетілу кезеңі, нөсерлі жаңбыр мен аз мөлшердегі бұршақ болып тұратын ең қарқынды кезең, онда жоғарғы ағын төменгі ағынмен бірге орналасады.
3. Ыдырау кезеңінде, құрылымның булануын тудыратын төменгі ағын мен сору басым болады.

Пайда болу

Батыстағы жартасты және шығыстағы Аппалачи сияқты таулы аймақтарда Плейнс штаттарына қарағанда найзағай ауа массасы үлкен көлемді болып келеді. Бірдей биіктікте, іргелес орналасқан ойпатты жерлерге қарағанда, тау баурайында ауа тез қыздырылады. Жалпы тау бөктерімен жоғары қарай жылжитын қозғалыс, кейін күндізгі уақытта дамып, кейде найзағай ұяшықтарын қалыптастыра алады. Бұл ұяшықтар бөктерлердің төменгі жағында еш қоғалыссыз дерлік қалуы мүмкін.

Найзағайдың өсуіне жоғарғы қабаттың температурасы ықпал еткенімен, көптеген найзағайлар тек қана беткі қабат жылуынан қалыптаспайды. Мысалы, көптеген Флорида найзағайлары, теңізден құрлыққа есетін ауа ағынымен байланысты ковергенциядан туындайды (4.19-суретті қараңыз). Құрама Штаттарының шығысындағы екіден үш бөлігін қамтитын көптеген найзағайлар, орта екіпінді циклондармен еретін жалпы конвергенция мен шептік көтерілу аясында жүзеге асады. Экватордың маңайында, әдетте найзағайлар конвергенцияның экваторлық төмен бойымен байланысты қалыптасады (ішкі-тропикалық конвергенция зонасы). Бұл найзағайлардың көпшілігі қауіпті емес, сонымен қатар олардың өмірлік циклдері найзағай ауа массасын сипаттайтын үш сатылы моделге ұқсайды.

✓ 10.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Жылдың қай мезгілінде және күннің қай уақытында найзағай ауа-массасының белсенділігі артады? Неге?
- 2 Неге сору найзағайдың төмендетілген ауа ағынын күшейтеді?
- 3 Найзағай ауа-массасының үш кезеңін қорытындылау.

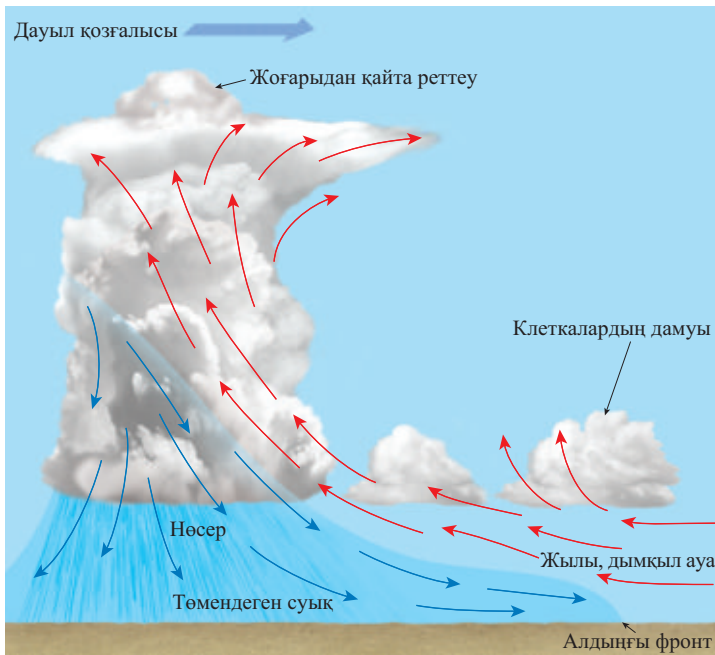
10.4 Күшті найзағайлар

Күшті найзағайдың сипаттамаларының тізімін жасау және олардың қалыптасуына байланысты түрлі жағдайлардың арасын ажырату.

Күшті найзағайлардың нөсерлі жаңбырлар мен аяқасты болатын су тасқынын, сонымен қатар қатты, ұйтқымалы, тік желдерді, ірі бұршақты, жиі жарқылдауды және тіпті торнадоларды да тудыруға қабілеті бар. 10.5-бөлім және **10.1,10.2-мәлімет кестелері** қатты найзағайға байланысты үш қауіпті ауа райы құбылысын зерттейді. Ұлттық ауа райы қызметі *күшті найзағай* деп ресми жіктеу үшін, 93 шақырымнан жоғары сағатына (50 түйінді) болатын желдерді қамтитын дауыл немесе диаметрде 2.5 сантиметр болатындай ірі бұршақ немесе торнадо болуы қажет. Жыл сайын Құрама Штаттарында шамамен 100000 найзағайлар болып тұрады, оның ішінде 10 пайызы (10000 дауылдар) күшті деген мәртебеге ие.

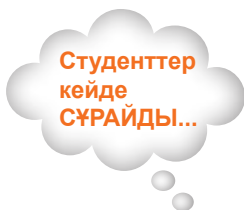
Алдыңғы бөлімнен білетініңіздей, найзағай ауа массасы қысқаша, нақты анықталған өмірлік циклінен кейін ыдырап кететін, шектелген, қысқа ғұмырлы құбылыс. Негізінде олар өз-өздерін жойып жібереді, өйткені төменгі ауа ағымы дауылды ұстап тұруға қажетті ылғалды жауып тастайды. Осы себеппен, найзағай ауа массасы сирек жағымсыз ауа райын туғызады. Керісінше, басқа найзағайлар тез таралып кетпейді, бірақ оның орнына бірнеше сағат белсенді болып тұруы мүмкін.

Неге кейбір найзағайлар бірнеше сағатқа сақталады? Негізгі фактор күшті **тік желдің ығысуы** – желдің бағытын және әртүрлі биіктіктегі жылдамдығын өзгертеді. Мұндай жағдайлар басым болған кезде, дауылды ылғалмен қамтамасыз ететін төменгі ағын вертикальді болып қалмайды, бірақ иіле бастайды. Осыған орай, найзағай ауа массасында орналасқан жауын, биік бұлттардың түсуін жоғарғы ағынға қарағанда төменгі ағында қалыптастырады. Бұл жоғарғы ағынның күшті болып қалуына және биігірек тұрақтануына мүмкіндік береді. Кейде, жоғарғы ағынның биіктегі бұлтты тропосфераның төменгі тұрақты бөлігіне дейін ығыстыруға күші жеткілікті (**10.5-сурет**). Бұдақ бұлттардың төменгі жағында орналасқан төменгі ағын беткі қабатқа жеткен кезде, тығыз суық ауа жер бетіне жайылады. Төменгі ағынның алдыңғы қыры сына сияқты әрекет етеді, яғни жылы, беткі ылғалды ауаны биікке найзағайға қарай ығыстырады. Мұндай жағдайда, найзағайға демеу болу үшін төменгі ағын жоғарғы ағынды қалдыру үшін әрекет жасайды.



▲ **10.5-сурет. Биіктегі жақсы дамыған будақ бұлттар диаграммасы.** Бұлт жоғарғы ағынмен, төменгі ағынмен және жоғары көтерілуімен сипатталады. Еңкіш жоғарғы ағында қалыптасқан жауын төменгі ағынға қарай құлайды. Бұлттың төменгі жағында орналасқан төменгі ауа ағынының тығыз суық ауасы жер бетіне жайылады. Төменгі ауа ағынының алдыңғы қыры сына сияқты әрекет етеді, яғни беткі ылғалды ауаны биікке бұлтқа қарай ығыстырады. Ақыр аяғында, ағынның шекарасы, жаңа будақ бұлттардың дамуына бастамашылық ететін екпінді жел шебі бола алады.

10.5-суретке қарасаңыз, төменгі ағынның суық ауа ағыны “шағын суық шеп” ретінде әрекет етіп, қоршаған жылырақ ауаға қарай жылжитынын байқайсыз. Бұл шекара ағыны **екпінді жел шебі** деп аталады. Екпінді жел шебі жер үстімен қозғалатындықтан, өте турбулентті ауа кейде шаң мен борпылдақ топырақты көтеріп, шекара анықтығын жоғарылатады. *Бума бұлт* немесе *текше бұлт* екпінді жел шебінің алдыңғы қырының бойымен көтерілетін жылы ауаны қалыптастырады. Екпінді жел шебінің қозғалуы, жаңа найзағайдың бастапқы будақ бұлттардан бірнеше шақырым қашықтықта қалыптасуына қажетті биіктікті қамтамасыз етеді.



Биіктегі будақ бұлттардың іші қандай болар еді?

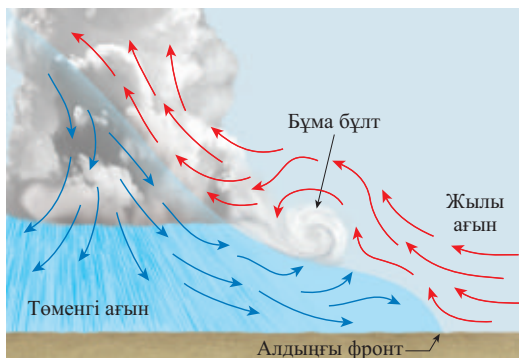
Ойға қауіпті мысалдар келеді! Немістің аэропланнан парашютпен секіретін чемпион қызы Австралияда, жаңа оңтүстік Уэльс, Тамворт маңында ұшып жүрген кезінде ақтарылған найзағайға тап болады да, есінен танып қалады. Жоғарғы ауа ағыны оны 32600 футқа көтереді, нәтижесінде қыз мұзға оралып, бұршақтың астында қалады. Ол 22600 фут биіктікке түскенде ғана есін жиған екен. Оның GPS жабдығы мен компьютері дауыл әкеткеннен кейін де оның қозғалысын қадағалап отырған. Екпінді шайқалыс пен төңіректегі найзағай жарқылынан кейін, оның баяулап түсуге шамасы келген. Ең соңында ол бастапқы болған нүктесінен 40 миль қашықтықта жерге түседі.

Бұл суреттегі бұлттардың іші қандай болар еді? Ойға қауіпті мысалдар келеді! Немістің аэропланнан парашютпен секіретін чемпион қызы Австралияда, жаңа оңтүстік Уэльс, Тамворт маңында ұшып жүрген кезінде ақтарылған найзағайға тап болады да, есінен танып қалады. Жоғарғы ауа ағыны оны 32600 футқа көтереді, нәтижесінде қыз мұзға оралып, бұршақтың астында қалады. Ол 22600 фут биіктікке түскенде ғана есін жиған екен. Оның GPS жабдығы мен компьютері дауыл әкеткеннен кейін де оның қозғалысын қадағалап отырған. Екпінді шайқалыс пен төңіректегі найзағай жарқылынан кейін, оның баяулап түсуге шамасы келген. Ең соңында ол бастапқы болған нүктесінен 40 миль қашықтықта жерге түседі.

Көпұялы бұлтты найзағайлар

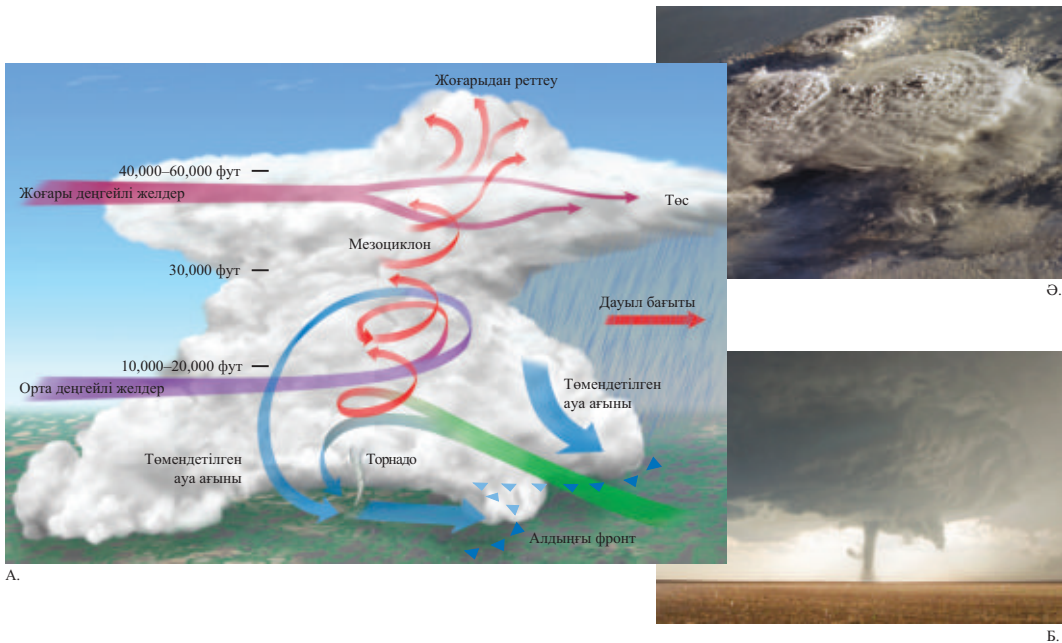
Біздің кейбір ең қауіпті ауа райы құбылысымыз **көпұялы бұлтты деп аталатын найзағайдың бір түріне байланысты**. Басқа тамаша болатын ауа райы құбылысы азғана (**10.6-сурет**). Құрама Штаттарында санақ бойынша 2000-нан 3000 аралығында көпұялы бұлтты найзағайы болып тұрады екен. Олар найзағайдың аз ғана бөлігін құрайды, бірақ олар қолайсыз ауа райына байланысты болатын адам өлімдеріне, жарақаттарға, мүліктің зақымдануына үлкен үлесін қосады. Көпұялы бұлттың жартысынан азы торнадонның пайда болуына себеп болады, бірақ іс жүзінде ең күшті және ең қауіпті торнадолар осы көпұялы бұлттардан туындайды екен.

Көпұялы бұлттың биіктігі 20 шақырымға дейін жететін және бірнеше сағатқа сақталатын бір, өте қуатты ұяшықтан тұрады. Бұл көлемді бұлттардың диаметрінің өлшемі шамамен 20 мен 50 шақырым арасында болады.



▲ **10.6-сурет. Бума бұлт.** Штат Монтана, Майлз қаласындағы бума бұлт (текше бұлт) құйындағы екпін шебінің бойымен, ағылып келетін ағын.

Олардың бір ұяшығының құрылымына қарамастан, көпұялы бұлттар таңқаларлық күрделі құбылыс. Вертикальді жел төменгі ағымның айналуына себеп болуы мүмкін. Мысалы, егер беткі қабаттағы оңтүстік немесе оңтүстік-шығыстан келетін ауа ағыны мен жоғарғы желдер жылдамдықты күшейтіп, көбірек батыстағы биіктікте болса, мұндай желді ортада дамыған найзағайдың төменгі ауа ағыны айналуы бастайды. Осы циклонды айналу бағанасындағы ауа **мезоциклон** деп аталады, ол жиі торнадоларды қалыптастырады (10.7(Б)-суретті қараңыз). Мезоциклондар туралы толығырақ «Торнадоның дамуы» бөлімінде, кейінірек осы тараудан табуға болады.

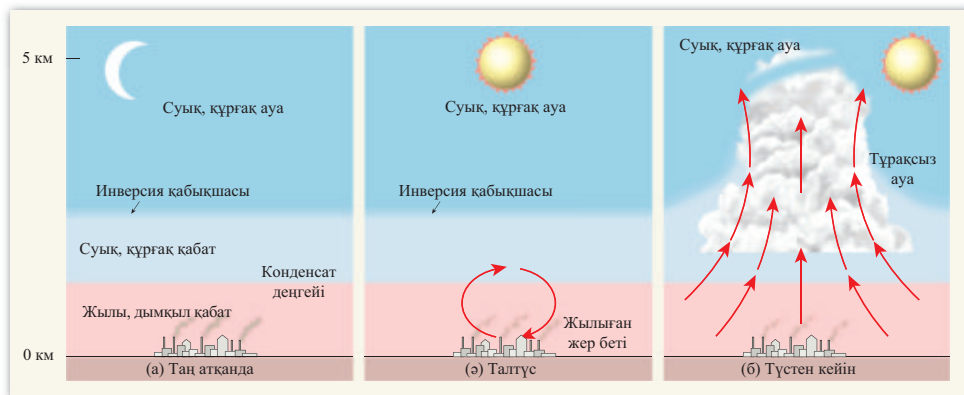


▲ **10.7-сурет. Гипотезалық көпұялы бұлтты найзағай. А.** Бұл көлденең қима, көпұялы бұлттың “анатомиясын” көрсетеді. **Ә.** Бұл топталған көпұялы бұлтты найзағайдың суреті 1994 жылдың қыркүйегінде, Манитоба-Миннесота шекарасы бойында ғарыштан алынған. **Б.** Торнадоны өндіретін көпұялы бұлтты найзағайдың Жер деңгейінен көрінісі.

Жасырын жылудың үлкен мөлшері, көпұялы бұлтты қолдау үшін қажетті төменгі тропосферада жылу мен ылғалды сақтауға ерекше жағдайларды талап етеді. Зерттеулер бойынша беткі қабаттан бірнеше шақырым жоғарыда орналасқан инверсия қабатының қабықшасы осы негізгі талапты қамтамасыз етуге көмектеседі. Естеріңізге сала кетейік, 4-тарауда инверсия температурасы вертикальды ауаның қозғалуын шектейтін өте тұрақты атмосфералық жағдайды көрсететін.

Инверсияның болуы кішкентай найзағайлардың қалыптасуын тежеп, үлкен найзағайдың пайда болуына ықпал етеді (**10.8-сурет**).

Инверсия жылы, ылғалды ауаның төменгі тропосферадағы суық, құрғақ ауамен араласып кетуіне жол бермейді. Сондықтан, жер үстінің жылуы, инверсияның тұзағына түскен ауа қабатының ішіндегі температура мен ылғалды ұлғайтуды жалғастырады. Демек, инверсия төменнен келетін күшті араласу арқылы жергілікті масштабта бұзылады. Төмендегі тұрақсыз ауа осы аймақтарда ерекше үлкен биіктегі будақ бұлттарды жасай отырып, қатты «бұзылады». Көпұялы бұлттар қойылтылған, орнықты төменгі ауа ағыны бар бұлттардан қалыптасады.



▲ 10.8-сурет. Инверсия қабықшасы. Күшті найзағайлардың қалыптасуын, беткі қабаттың бірнеше шақырым үстінде орналасқан инверсия температурасы арқылы жетілдіруге болады.

Атмосфералық жағдайлардың себебінен күшті найзағайдың қалыптасуы үлкен аймақтың үстінде жиі болады, олар көбінесе бірге жиналған жеке дауылдардан тұратын топ болып дамиды. Кейде бұл топталу *дауыл жолағы деп аталатын ұзартылған сызықтардан тұрады*. Басқа уақыттарда дауылдар *мезомасштабты конвективті кешендер деп танылған дауылды айналмалы топталуларды ұйымдастырады*. Ұяшықтардың қалай орналасқанына қарамастан, олар байланыспаған жеке дауылдардың жай топталуы болып есептелмейді. Олар шығу тегі ортақтығымен байланысқан сияқты немесе олар кейбір ұяшықтың басқалардың қалыптасуына әкеп соқтыратын жағдайда пайда болады.

Дауылды жолақтар

Дауылды жолақ – найзағайдың біркелкі тар жолағы, орта екіпінді циклонның жылы секторында дамиды кейбірі күшті болуы мүмкін, әдетте суық шептің қозғалуы 100-ден 300 шақырымға дейін жетеді. Бұдақ бұлттардың сызықты жолағының дамуы 500 шақырымға созылады немесе одан көбірек және дамудың әртүрлі кезеңдерінде көптеген жеке ұяшықтардан тұрады. Орта дауыл жолағы 10 сағатқа созыла алады немесе одан көбірек және кейбіреуі тәулік бойы белсенді болып қалуымен танымал. Кейде дауылды жолақтың жақындауын төмендейтін қалталары бар қара бума бұлттан құралатын *өлі бұлтты аспан*ның болуының алдын алады.

Дауылды жолақтардың көбі суық шеп бойымен көтерілетін күштен туындамайды. Кейбірі беткі қабатқа жақын жылы, ылғалды үйлескен ауадан және белсенді реактивті ауа ағынынан дамиды. Дауылды жолақ, реактивті ағымның нәтижесінде пайда болған алшақтық пен биіктіктің күшті, оңтүстіктен келетін жылы, ылғалды ауаның тұрақты төмен деңгейлі ағынымен тегістелген кезде қалыптасады.

Дауылды жолақ күшті найзағаймен бірге шекара бойымен **құрғақ жолақты** қалыптастыра алады, құрғақ жолақ – тар зона, оның бойындағы ауаның ылғалды құрамы күрт өзгереді. Ол оңтүстік-батыс Құрама Штаттарынан келетін жылы, құрғақ континенттік тропикалық (КТ) ауа орта екіпінді циклонның жылы секторына іліккен кезде қалыптасады. Жылы-құрғақ ауа жылы-ылғалды ауадан тығыз болатынын атап өту маңызды, өйткені су буының молекулярлық салмағы шамамен 62 пайыз ғана, құрғақ ауаны құрайтын газ қоспасының молекулярлық салмағы сияқты үлкен. Тығыз КТ ауа, өзімен үйлесетін тығыздығы шамалы ТТ ауаны жоғарлатуға әрекет етеді. Мұндай жағдайда, суық шептің

бойында бұлттың қалыптасуы мен дауылдың дамуы ең төменгі деңгейде болады, өйткені шеп құрғақ КТ ауаға қарай жылжиды.

Құрғақ жолақ Техас, Оклахама мен Канзастың батыс бөліктерінде жиі дамиды. Құрғақ жолақ дауылды жолақтың екі жағындағы шық-нүктесінің температурасын салыстыру арқылы анықталады. Шығысқа қараған ТТ ауадағы шық нүкте батысқа қараған КТ ауадағыдан 30°-тан 45°F-қа биігірек. Алты штаттық аймақтардағы 55 торнадоларды қосқанда, шығысқа қарай қозғалған бұл ерекше дауылды жолақ жағымсыз ауа райын тудырады.

10.1-мәліметтер жинағы. Катерлі және қауіпті ауа райы

Қауырт су тасқыны

Торнадолар мен құйындар табиғаттағы ең таңғажайып дауылдар, олар логикалық тұрғыдан көп көңіл бөлуге лайықты. Дегенмен, көптеген жылдар бойы осы үрейлі жағдайлар, дауылмен байланысты болған ең көп адам өлімдеріне жауапты емес. Ол су тасқынымен байланысты.

Су тасқыны – ағынның *табиғи* сипатының бір бөлігі және уақыт пен кеңістікте де әртүрлі болуы мүмкін атмосфералық процестерден басталады. Үлкен өзен алқаптарындағы ірі аймақтық су тасқындары, үлкен аймақты қамтыған ұзақ уақыт болатын бірқатар төтенше жауындардың себебінен болады. Осындай су тасқындарына мысал 9-тарауда келтірілген. Керісінше, қарқынды найзағайдың тек бір немесе екі сағаттық белсенділігі шағын алқаптарда қауырт су тасқынын тудыруы мүмкін. Мұндай жағдайлар осы тарауда сипатталған.

Қауырт су тасқыны – үлкен көлемді және ұзақтығы қысқа шектелген су тасқыны. Судың тез көтерілуі, әдетте, ескертуге аз мүмкіндік береді және жолдарды, көпірлерді, үйлерді және басқа маңызды құрылыстарды қиратуы мүмкін. Арнадағы су ағынының мөлшері барынша тез ұлғайып, одан кейін тез азаяды. Су тасқынының ағындары арналарды тазалап өтетіндіктен, үлкен көлемді шөгінділер мен сынықтардан тұрады.

Қауырт су тасқынына бірнеше факторлар әсер етеді. Соның ішінде нөсерлі жауынның қарқындылығы мен ұзақтығы, беткі қабаттағы жағдайлар және топография да бар. Қалалық аймақтар қауырт су тасқынына қолайлы, өйткені аймақтың көп бөлігі су өткізбейтін шатырлардан, көшелерден және автотұрақтардан құралған, онда су өте жылдам ағады. Шын мәнінде, жақында жасалған зерттеулерде, Құрама Штаттарында су өткізбейтін беткі қабаттардың көлемі 112600 шаршы шақырымға сәйкес келеді деп көрсетілген, бұл көлем Огайо штатынан сәл кішірек болып табылады.

Қауырт су тасқыны жиі баяу қозғалатын найзағаймен байланысты өткіш жаңбырдың немесе бірқатар найзағайлардың қайта-қайта бір жерде болуының нәтижесінде пайда болады. Кейде олар құйындар мен тропикалық дауылдардың қатты жаңбырларынан туындайды. Кей кезде, қалқымалы сынықтар мен мұз өздігінен немесе әдейілеп жиналып, ағынның ағуына тосқауыл болады. Мұндай уақытша бөгеттер сәтсіздікке ұшыраған кезде, су ағыны қауырт су тасқыны болып шығуы мүмкін.

Қауырт су тасқыны елдің кез келген аймағында орын алуы мүмкін. Әсіресе, олар таулы аймақтарда жиі болады, онда тік бөктерлер арқылы арнадан тар алқаптарға ағады. Егер топырақ бұрын болған жаңбырды сіңіріп алса немесе су өткізбейтін материалдардан құралса, ол өте қауіпті болады.

Неге қауырт су тасқынынан адам көп қайтыс болады? Қауырт болатын фактордан басқа (олардың көбі ұйқыда болады), адамдар судың қозғалу күшін бағаламайды. 15 сантиметрлік жылдам қозғалатын су ағыны адамды құлатуы мүмкін. Автокөліктердің көбі 0.6 метрлік суда қалқып қалады немесе ағып кетеді. *АҚШ-та су тасқынынан болатын өлімдердің жартысынан көбі осы автокөлікпен байланысты.* Әлбетте, адамдар су басқан жолдан көлікпен өтіп кетуге тырыспауы керек.

Сұрақтар

1. Қауырт су тасқынына әсер ететін кем дегенде үш факторды атаңыз.
2. Ауылды аймақ қалалы аймақ бола бастаған кезде, қауырт су тасқынының болу мүмкіндігі артады. Түсіндіріңіз.

Мезомасштабты конвективті кешендер

Мезомасштабты конвективті кешендер (МКК) үлкен сопақшадан дөңгелек топқа ұйымдасқан көптеген жеке найзағайлардан тұрады. Кәдімгі МКК үлкен, кем дегенде 100000 шаршы шақырым аумақты қамтиды. Әдетте баяу қоғалатын кешен 12 сағат немесе одан көп уақытқа сақталады.

МКК-ның үрдісі – ұлы жазықта жиі қалыптасу. Қолайлы жағдайлар болған кезде, МКК түстен кейін болатын найзағай ауа массасының тобынан дамиды. Кешке, жергілікті дауылдар ыдыраған кезде МКК дами бастайды. Найзағай ауа массасының МКК-ға түстен кейін айналуы үшін өте жылы және ылғалды ауаның күшті төмен деңгейлі ағынының болуы талап етіледі. Бұл ағын тұрақсыздықты күшейтеді, ол өз кезегінде конвекция мен бұлттың дамуына түрткі болады. Қолайлы жағдай басым болып тұрған кезде, ұяшықтары бар желдің ұйытқу шептері жанындағы жаңа мықты ұяшықтардың қалыптасуына себеп болатыны сияқты МКК өздігінен дамиды. Жаңа найзағайлардың үрдісі – сырттан келетін жылы, ылғалды ауаның төмен деңгейлі ағынға айналған кешен жанында даму.

Дегенмен, кейде мезомасштабты конвективті кешен қолайсыз ауа райын туғызады, бірақ олар да пайдалы, өйткені олар, орталық Құрама Штаттарындағы ауылшаруашылық аймақтарында өсіп-өну маусымындағы жауын-шашынның елеулі бөлігін қамтамасыз етеді.

✓ 10.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Найзағай ауа массасынан күшті найзағай қалай ажыратылады?
- 2 Күшті найзағайдағы төменгі ағынның жоғарғы ағынды сақтау үшін қалай әрекет ететінін сипаттаңыз.
- 3 Желдің ұйытқу шебі деген не?
- 4 Құрғақ жолақ деген не? Құрғақ жолақ бойында дауылды жолақтың қалыптасуы туралы қысқаша сипаттаңыз.
- 5 Қандай жағдайлар мезомасштабты конвективті кешендердің дамуына ықпал етеді?

10.5 Найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуі

Найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуінің себептерін түсіндіру.

Көп жылдар қатарынан, **найзағайдың жарқылдауы** Америка Құрама Штаттарындағы дауыл себебінен болған өлімдердің саны бойынша су тасқынынан кейін екінші орында. Ресми түрде, жыл сайын найзағайдың жарқылдауынан 60 адам өлімдері тіркелді деп хабарланғанымен, шын мәнінде Құрама штаттарында жыл сайын найзағайдың жарқылдауынан шамамен 100 адам қайтыс болып, 1000-нан астамы жарақаттанады.

Бақылаулар, ескертулер мен болжамдар әдетте су тасқындары, торнадолар мен құйындар жайлы болады, бірақ найзағайдың жарқылдауы жайлы емес. Неге? Найзағай жерге жылына он миллион рет түседі. Найзағайдың жарқылдауы кең таралғандықтан, жерге үлкен жиілікпен түседі және әр адамға әр жарқылдың болуын ескерту мүмкін емес. Сол себепті, бір жыл ішінде көп адамдар найзағайдың жарқылдауы сияқты қауіпті ауа райы құбылысына тап болып жатады (**10.1-кесте**).

10.1-кесте. Құрама Штаттарында найзағайдың жарқылдауынан орынға немесе іс-әрекеттерге байланысты болған адам өлімдері.

Реттік саны	Орын/Іс-әрекеттер	Салыстырмалы жиілік
1	Ашық алаңдар (спорт алаңдарын қосқанда)	45%
2	Су болып қалмас үшін ағаштардың астына тығылу	23%
3	Суға байланысты әрекеттер (жүзу, қайықпен жүру және балық аулау)	14%
4	Гольф ойнау (ашық алаңда)	6%
5	Ауылшаруашылық және құрылыс көліктері (ашық шанақтарымен)	5%
6	Сымды телефон (найзағайдың жарқылынан құрбан болудың жабық жердегі негізгі көзі)	4%
7	Гольф ойнау (қателікпен ағаштардың астынан "баспана" іздеу)	2%
8	Радионы және радио жабдықтарын пайдалану	1%

Дереккөзі: Ұлттық ауа райы қызметі

Дауыл күннің күркірегені естілгеннен кейін ғана найзағай болып жіктеледі. Күннің күркіреуі найзағайдың жарқылынан пайда болатындықтан, найзағайдың жарқылы да болуы тиіс. Найзағайдың жарқылы өте құрғақ күні металл затқа жанасқан кезіңіздегі электр тоғы сияқты. Алайда, қарқындылығы күрт ерекше болады.

Үлкен будақ бұлттарды қалыптастыру барысында заряд бөлінеді, бұл – бұлттың бір бөлігі артық теріс зарядты дамытады, ал басқа бөлігі артық оң зарядты қабылдайды дегенді білдіреді. Найзағай жарқылының мақсаты – теріс тоқ ағынын артық теріс зарядты аймақтан артық оң зарядты аймақта немесе керісінше жасау арқылы электрлік айырмашылықтарын теңестіру. Ауа нашар электр өткізгіш болғандықтан (жақсы изолятор), электрлік күш-қуат (заряд айырмашылығы) найзағай жарқылдағанға дейін өте жоғары болу керек.

Найзағай жарқылының ең көп таралған түрі қарама-қарсы зарядталған бұлт аймағында немесе бұлттар арасында пайда болады. Найзағай жарқылының шамамен 80 пайызы осы түріне жатады. Оны жиі **жарқыл** деп атайды, өйткені ол жарық, бірақ бұлттың жарқылдақ пайда болатын бөлігінде бытыраңқы жарық шығарады. Жарқыл бірегей нысан емес, ол бұлттармен жарқылдақты қараңғылататын қарапайым найзағай жарқылы. Найзағай жарқылының екінші түрінде электрлік разряд бұлт пен жердің беткі қабатының арасында болады. Бұл **бұлттан жерге дейінгі найзағай жарқылы шамамен 20 пайыз** найзағайдың түсуін көрсетеді және ол ең қиратқыш, қауіпті нысан болып табылады.

Найзағайдың жарқылдауының себептері қандай?

Бұлттардағы зарядтардың бөлінуінің пайда болуы бұлттардағы тез вертикальді қозғалыстарға байланысты, өйткені найзағайдың жарқылдауы, бастапқы будақ бұлттардың күшті жетілген кезеңінде пайда болады.

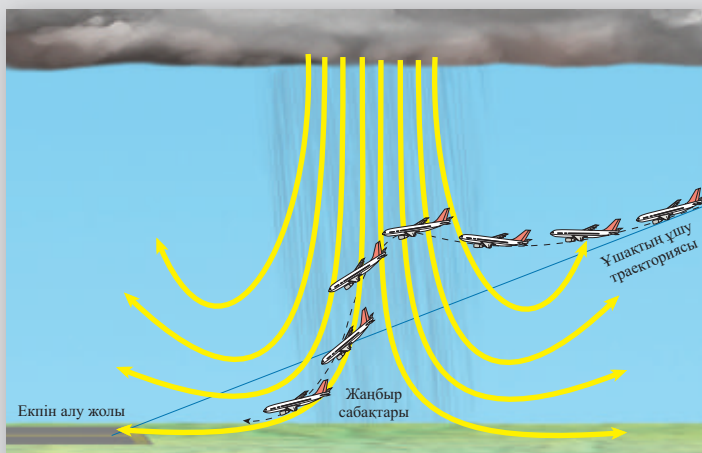
10.2-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Төменгі ағын

Төменгі ағын – төмендеген ауаның қатты шектелген аймағы, ол будақ және түнерген бұлттардың төменгі бөліктерінде пайда болады. Төменгі ағынның әдеттегі найзағайдың төменгі ағынынан айырмашылығы бар, олар қарқындырақ және кішірек аймақтарда шоғырланған. Олардың горизонтальды көлемі, әдетте 4 шақырымнан кем, оған себеп – жиі қолданылатын *микроағын* балама термині. Төменгі ағын жерге жеткен кезде шүмектен аққан су ағынының шұңғылшада шайырағаны сияқты, ауа барлық бағытта жайылады. Бірнеше минут ішінде төменгі ағын сейілгенде, жердегі ауа ағыны жайылуын жалғастырады. Төменгі ағынның тік сызықты желдері сағатына 160 шақырымға артады және әлсіз торнадоның эквиваленттік зақымдарын тудырады.

Төменгі ағындағы ауаның жылдамдауы, буланған жаңбыр тамшылары ауаны салқындатқан кезде болады. Есіңізде болсын, ауа суық болған сайын тығыз болады, тығыз болған сайын ауа шапшаңырақ “құлайды”. Төменгі ағынға жағдай жасайтын екінші механизм жауынның құлауына бөгет болады. Бір жаңбыр тамшысы бөгетке қарсы тұра алмайды, бірақ миллиондаған құлаған тамшылардың күші елеуге тұрарлық.

Төменгі ағынның қатты желдері қауіпті және қиратқыш болады. Мысалы, 1993 жылдың шілде айында, штат Онтарио, Пакуаш маңында төменгі ағын салдарынан миллиондаған ағаштар тамырларымен жұлынып қалған. Ал 1984 жылдың шілдесінде, төменгі ағын ұзындығы 28 метр артқы дөңгелекті кемені Теннесси өзенінде шайқалтқанда, 11 адам батып кеткен. Төменгі ағын ұшақтардың жерге жақын болған кезінде, әсіресе, ұшқан және қонған кезінде өте қауіпті. Бірнеше минуттың ішінде-ақ, бұлт жоғарғы ағын арқылы басым болудан төменгі ағында бар болуға дейін өзгере алады. **10(А)-суреттегідей**, қонуға талпынған ұшақтың төменгі ағынмен қақтығысып қалғанын елестетіп көріңіз.



▲ **10(А)-сурет. Әуежайдың қауіптілігі.** Бұл эскиздегі көрсеткіштер төменгі ағындағы ауаның төмендегі және сырттағы қозғалысын көрсетеді. Төменгі ағын арқылы өтетін ұшақ қонуға әрекет еткенде, алғашқыда қарсы соғатын қатты желге және көтергіш күшіне тап болады. Одан кейін, ауаның төменгі қозғалысынан және ауа жалдамдығының тез жоғалуынан туындаған қауырт төмен түсу басталады.

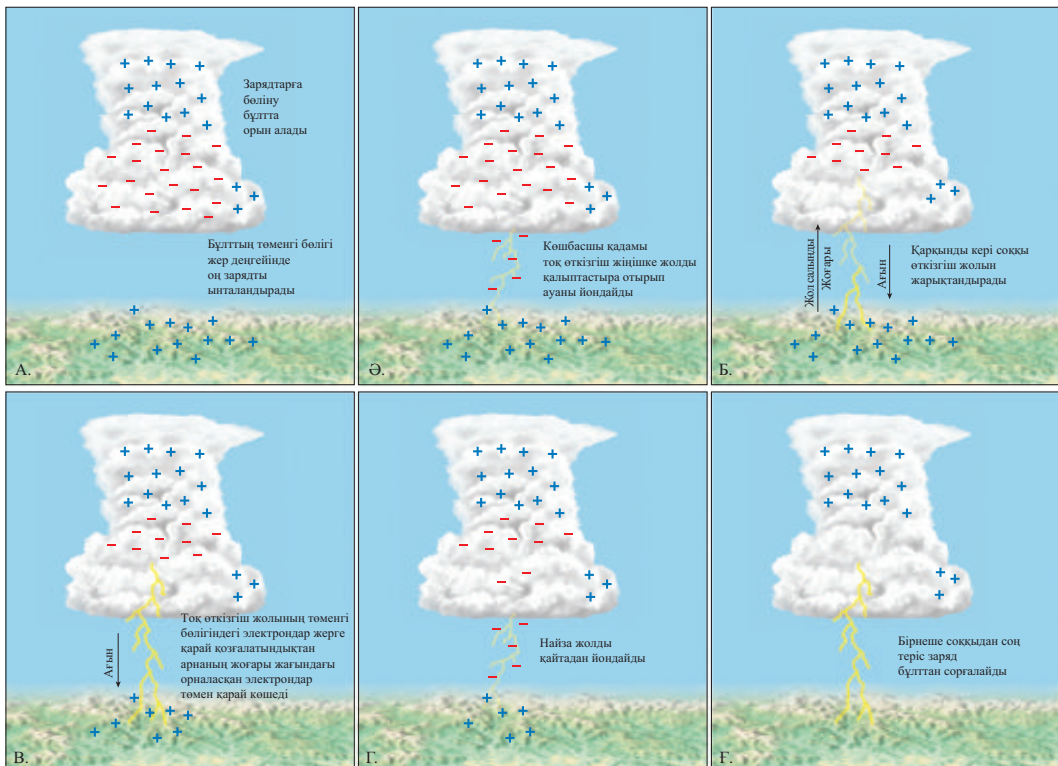
Ұшақ төменгі ағынға қарай ұшқан кезде ол алғашқыда оны жоғары көтеретін қарсы сокқан қатты желмен қақтығысады. Көтергіш күшін бәсеңдету үшін ұшқыш ұшақтың тұмсығын

төмен қаратады. Бірнеше секундтан кейін ілеспе жел кездеседі. Енді, жел ұшақпен бірге қозғалатындықтан, қанаттарының астынан ағатын және көтерілуді қамтамасыз ететін ауа мөлшері шұғыл төмендейді, соның салдарынан ұшақ кенеттен биіктігін жоғалтады және апатқа ұшырауы мүмкін. Авиациядағы бұл елеулі қауіп айтарлықтай азайтылды, өйткені төменгі ағынмен байланысты желдің өзгеруін анықтайтын жүйелер үлкен әуежайларда өңделді және құрылды. Сонымен қатар, ұшқыштар ұшу және қону кезінде төменгі ағында ұшақты қалай жүргізу керек екендігі жайлы арнайы дайындықтан өтеді.

Сұрақтар

1. Төменгі ағынның басқа қандай атауы бар?
2. Төменгі ағынның қалыптасуына ықпал ететін екі факторды атаңыз.

Орта екпінде, бұлттардың жоғарылауының қалыптасуы әсіресе, жазғы уақытта болатын құбылыс, бұдан найзағайдың жарқылының қыста неге сирек байқалатынын түсінуге болады. Сонымен қатар, найзағайдың жарқылы бұлттың өсуі 5 шақырымдық деңгейге жеткенге дейін сирек байқалады, ол жерде жеткілікті салқындау мұз кристалдарын қалыптастыра бастайды.

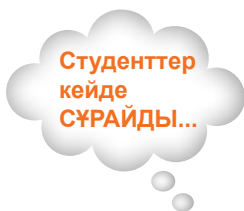


▲ 10.9-сурет. Бұлттан жерге дейінгі найзағай жарқылы арқылы бұлттың разрядталуы. Мәтінді оқи отырып, мына суретті мұқият зерттеңіз.

Физиктер, кейбір бұлттың зарядқа бөлінуі мұз түйіршіктерінің қалыптасу кезінде пайда болады деп есептейді. Эксперимент көрсеткендей, тамшылар қата бастаған кезде, оң заряд-

ты иондар тамшылардың суығырақ аймақтарында шоғырланады, ал теріс зарядты иондар жылырақ аймақтарында шоғырланады. Осылайша, тамшы сыртынан қататындықтан, ол оң зарядталған мұз қабығы мен теріс зарядталған ішкі аймақты дамытады. Ішкі аймақ, қата бастаған кезде кеңейеді және сыртқы қабықты бұзады. Оң зарядталған мұз сынықтары турбуленттілік арқылы жоғары қарай тасымалданады, ал біршама ауыр тамшылар өзінің теріс зарядын бұлт базасына қарай көшіреді. Нәтижесінде, бұлттың жоғарғы қабаты оң зарядпен қалады, ал бұлттың төменгі бөлігінде шағын оң зарядты аймақтар болғанымен, жалпы теріс заряд сақталады (**10.9-сурет**).

Бұлттар қозғалған кезде, теріс зарядты бұлттың базасы беткі қабатындағы зарядты тікелей төменге теріс зарядты бөлшектерді итеру арқылы өзгертеді. Демек, бұлттың астыңғы қабаты таза оң зарядты иемденеді. Бұл заряд айырмашылықтары миллиондаған, тіпті жүз миллиондаған вольттарды, найзағайдың түсуі бұлттың теріс бөлігін төмендегі жердің оң аймағына немесе сол бұлттың оң зарядты бөлігіне немесе жанындағы бұлтқа соққы беру арқылы бәсеңдету үшін әрекет еткенге дейін құрастырады.



Америка Құрама Штаттарында найзағай жерге қаншалықты жиі түседі?

1989 жылдан бастап, Ұлттық Найзағай жарқылын анықтайтын желі, іргелес 48 штаттарда жылына орташа есеппен алғанда шамамен 25 миллион жарқыл бұлттан жерге түсетінін анықтады. Барлық жарқылдың жартысына жуығында бір емес, бірнеше соққы нүктелері бар болғандықтан, орташа есеппен жылына жерде 40 миллионнан астам нүктелер соққыға алынады. Сонымен қатар, бұлттан жерге дейінгі жарқылдарға қарағанда, бұлттар ішіндегі жарқылдар шамамен 5 не 10 есе көп болады.

Найзағайдың түсуі

Найзағайдың бұлттан жерге түсуі көп қызығушылық туғызады және егжей-тегжейлі зерттелген. Бұл зерттеулерде жылжымалы-фильм камераларының біраз көмегі болды. Біз жеке жарқыл ретінде көретін найзағайдың түсуі, шынында да бұлт пен жердің арасында бірнеше өте жылдам соққы беретінін камералардан көруге болады. Біз толық разрядты деп тек секундтың бірнеше он бөлігіндей ғана созылатын және жарық сызық ретінде пайда болатын **жарқылды** айтамыз. Әрбір жарқылды құрайтын жеке компоненттер **соққылар** деп аталады. Әрбір соққы шамамен 50 миллисекундпен бөлінеді және әдетте бір жарқылға үш не төрт соққыдан келеді. Найзағай жарқылдаған кезде жыпылықтау пайда болады, өйткені сіздің көзіңіз разрядты құрайтын жеке соққыларды ажырата алады. Сонымен қатар, әрбір соққы жалтыраған кері соққы арқылы лезде ілесіп, төменде жайылатын өткізгіштен құралады.

Бұлт базасы маңындағы электр өрісі электрондарды дереу төменгі ауада босатады, яғни ауа иондалады, осы кезде әрбір соққы басталады деп жорамалданады (**10.9-сурет**). Ионданған кезде ауа, шамамен 10 сантиметр және ұзындығы 50 метр радиусы бар өткізгіш жол бола бастайды. Бұл жол **көшбасшы** деп аталады. Осы электр жойылу барысында, бұлтты базада ұялы электрондар төмен осы арнаға қарай аға бастайды. Бұл ағын көшбасшының басында электр күш-қуатын арттырады және алдағы иондану арқылы өткізгіш жолының одан әрі кеңейуіне себеп болады. Бұл бастапқы жол өзін Жерге қарай

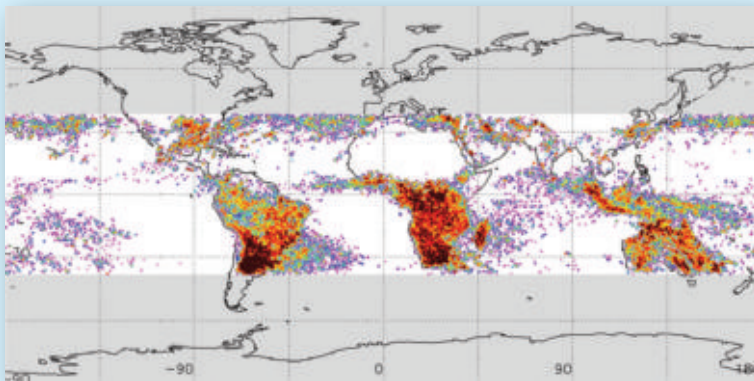
қысқа да көрінбейтін жарқылдарда кеңейтетіндіктен, ол **көшбасшы қадамы** деп аталады. Осы арна жерге жақындаған кезде, электр өрісі беткі қабатта жолдың қалған бөлігін иондайды. Жол аяқталысымен, арна бойымен қоршалған электрондар төмен қарай аға бастайды. Бұл бастапқы ағын жерге таяу аймақта басталады.

Ток өткізгіш жолының төменгі бөлігіндегі электрондар Жерге қарай қозғалатындықтан, арнаның жоғары жағындағы орналасқан электрондар төмен қарай көше бастайды. Электрон ағынының жолы үнемі жоғары қарай кеңейетіндіктен, ілеспе электрлі разряды, сәйкесінше, **кері соққы** деп аталады. Кері соққының толқын шебі жоғары ауысатындықтан, арнада сақталған теріс заряд жерге қарай нәтижелі түседі. Бұл қарқынды кері соққы өткізгіш жолын жарықтандырады және ең төменгі шақырымды немесе бұлт маңын тоқтан ажыратады. Осы кезең барысында, теріс зарядтың он шақты кулондары жерге қарай түседі.

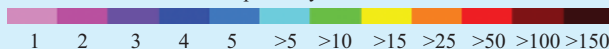
Бірінші соққы әдетте, бұлттың жоғарғы аймақтарынан ағып келетін зарядтар сияқты қосымша соққылармен жалғасады. Әрбір келесі соққы **күн күркіреу көшбасшысымен** басталады, ол арнаны тағы да иондап, бұлт кернеуін жерге қарай көшіреді. Күн күркіреу көшбасшысы қадам өткізгішіне қарағанда үздіксіз және аз тармақталған. Екі соққы арасындағы тоқ 0.1 секундтан көп мерзімге кідірген кезде, келесі соққылар көшбасшы қадамы арқылы басым болады, олардың жолы алғашқы соққыдан өзгеше. Үш немесе төрт соққыдан тұратын әрбір жарқылдың жалпы уақыты 0.2 секундты құрайды.

10.1-атмосфераға шолу

Бұл спутниктік сурет, ҰАҒӨ-тің найзағай жарқылын суреттейтін құрылғысы арқылы алынған мағлұматтардағы 3 айдың құндылығын көрсетеді, ол солтүстік 35° және оңтүстік 35° ендік арасындағы барлық найзағай соққыларын жазып отырады.



Жарқылдау шкаласы

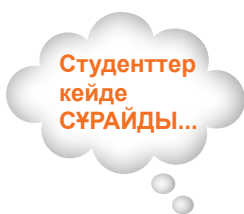


Сұрақтар

1. Бұл суретте қай 3-айлық аралық көрсетілген: маусым–тамыз немесе желтоқсан–ақпан ба? Сіз оны қалай анықтайсыз?
2. Неге мұхиттарға қарағанда құрлықта найзағай жарқылы көп болады?

Күннің күркіреуі

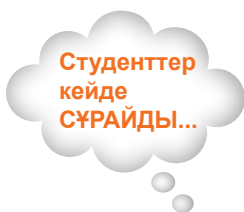
Күннің күркіреуінің электрлі разряды, күннің күркіреуі арнасының айналасындағы ауаны лезде қатты қыздырады. Кем дегенде бір секундта температура 33000°C дейін көтеріледі. Ауа осылай қатты қызған кезде, ол шұғыл кеңейеді де дыбыс толқындарын шығарады, біз оны **күннің күркіреуі ретінде естиміз**. Өйткені, найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуі бір уақытта болатындықтан, соққының қашықтығын есептеуге болады. Найзағайдың жарқылы тез көрінеді, бірақ дыбыс толқындары біршама баяу, ол шамамен секундына 330 метрге жайылады да сәл кейінірек бізге жетеді. Егер күннің күркіреуі найзағайдың жарқылы көрінгеннен соң 5 секундтан кейін естілсе, найзағайдың жарқылы 1650 метрге жуық қашықтықта болады.



Найзағайдың түсуінің мүмкіндіктері қандай?

Көптеген адамдар найзағайдың түсуі мүмкін екенін бағаламайды. Ұлттық ауа райы қызметінің мәліметтері бойынша, Құрама штаттарында, берілген жылдың ішінде бір адамға найзағайдың түсуі, қаза табу немесе жарақат алу мүмкіндігі 240000-нан 1-і ғана. Өмір сүру мерзімі 80 жыл болса, оның мүмкіндігі 3000-нан 1-і болады. Орташа есеппен алғанда, адамда 10 отбасы мүшесі және басқада жақындары бар болса, оның мүмкіндігі 300-ден 1-і болады, яғни найзағайдың түсуі адамның өмірінде жиі кездеседі.

Бізге гүрсілдеп естілетін күннің күркіреуі, бақылаушыдан біршама қашықтықта орналасқан ұзын найзағайдың жарқылдау жолының бойында пайда болады. Бақылаушыға ең жақын жол бойында пайда болған дыбыс, алыс қашықтықта пайда болған дыбыстан бұрын жетеді. Бұл фактор күннің күркіреуі ұзақтығын ұзартады. Дыбыс толқындарының таулар мен ғимараттарға шағылысуы олардың жетуін кідіртеді және әсер етеді. Найзағайдың жарқылдауы 20 шақырым қашықтықта болған кезде, күннің күркіреуі сирек естіледі. Найзағайдың жарқылдауының бұл түрі жарқыл деп аталады, біз күннің күркіреуімен байланыстыратын найзағайдың жарқылынан еш айырмашылығы жоқ.



Шамамен қанша адам найзағайдың түсуінен қаза табады?

Ұлттық ауа райы қызметінің мәліметі бойынша, найзағай түскендердің шамамен 10 пайызы қаза тапса, 90 пайызы аман қалады. Алайда, аман қалғандарға да әсер етеді. Олардың көбі өмір бойы ауыр жарақаттан және мүгедектіктен зардап шегеді.

✓ 10.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Қайсысы көбірек таралған: жарқыл ма әлде бұлттан жерге дейінгі найзағай жарқылы ма?
- 2 Күннің күркіреуі қалай жасалады?
- 3 Жарқыл деген не?

10.6 Торнадолар

Торнадоның құрылымы мен негізгі сипаттарын сипаттау.

Торнадолар – қиратушы табиғат күштерінің арасында жоғары орынға ие қысқа мерзімді жергілікті дауылдар. Олардың кездейсоқ пайда болатын, қатты желдері жыл сайын көптеген адам өлімдеріне себепкер. Толығымен дерлік қираған кейбір аудандарды соғыс кезіндегі бомбылау жорығына ұқсатуға болады.

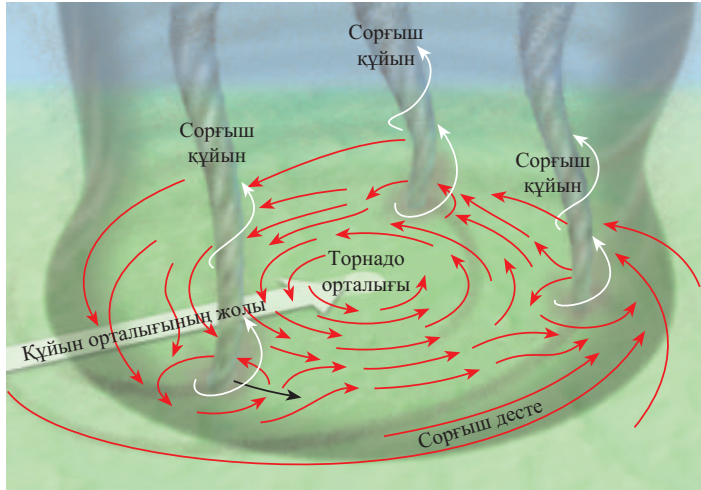
Осындай жағдай, дауылды кезеңде орталық Оклахомада 2013 жылы мамыр айынның соңында болды. 20 мамырда, ең ауыр категориядағы EF-5 торнадосы Мур қаласын қиратты (10.3-кестені қараңыз). Ең жоғары деңгейдегі желдердің жылдамдығы сағатына 340 шақырым деп бағаланды. Бұл дауыл 25 адам өмірін алып кетті және 350 адамдай жарақаттанды. Бүкіл төңірек жойылды, кем дегенде 13000 құрылыстар қирады және зақымданды. Шығын саны \$2 миллиардтан асты. 19 мамырда орталық Оклахомада болған тас-талқанды қосқанда, Торнадо ұлы жазық арқылы 2 күн аралығында өтті. Мур қаласында мұндай дауыл бірінші рет болып тұрған жоқ. Он үш жыл бұрын, 1999 жылдың мамырында, бұл елді-мекенде одан да күшті және жойқын торнадо болған.

Торнадолар кейде *құйындар* немесе *циклондар* деп аталады, төменгі бұдақ бұлттардан жайылатын *айналмалы ауа бағана* немесе *құйын* пішініндегі қатты дауылдар. Торнадоның ішкі қысымы дауылдың сыртқы қысымынан 10 пайызға төменірек деп есептеледі. Ұйтқыманың орталығында қысым әлдеқайда төмен, жердің маңындағы ауа торнадоға барлық бағыттардан енеді. Ішке енген ауа ағыны, бастапқы найзағай шұңғымасының ауа ағымымен будақ бұлттардың жоғарғы аймағында қосылғанға дейін ядроның айналасында жоғары қарай шиыршықтанады.

Қысымның тез төмендеуінен дауылға сіңіп кеткен ауа жайылады және адиабатты салқындайды. Егер ауа шық нүктесінен төмен салқындаса, онда конденсация нәтижесінде бозарған және қорқынышты бұлт пайда болады, ол жер арқылы қозғалатындықтан шаң мен қоқысты көтерген кезде қараюы мүмкін. Кейде іштегі иірімелі ауа конденсат шұңқырының нысанысыз біршама құрғақ болады, өйткені қажетті адиабаталық салқындатуды тудыру үшін қысымның төмендеуі жеткіліксіз. Мұндай жағдайда, құйын жоғары көтеретін, беткі қабаттан вакуум ретінде көзге көрінетін зат болып қалады.

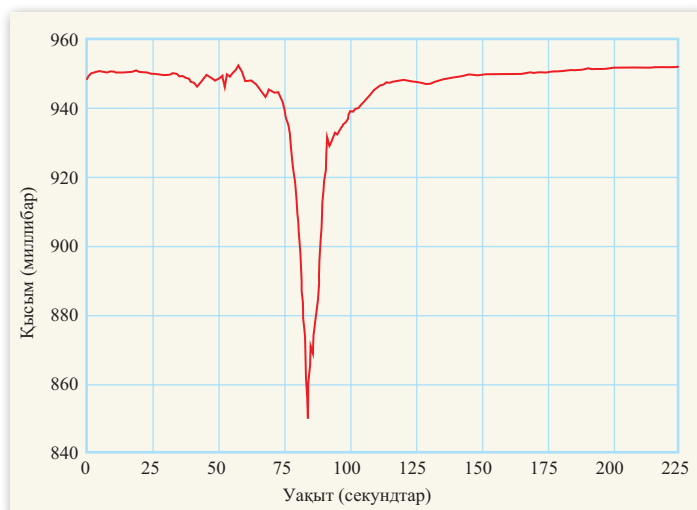
Торнадо бір құйыннан құрылуы мүмкін, бірақ күштірек торнадолар *сору құйыны* деп аталатын аз қарқынды ұйытқымалардан тұрады, олар үлкен торнадоның орталық орбитасын айналады (**10.10-сурет**). Торнадолар осы соңғы санатта **көп-құйынды торнадолар** деп аталады. Сору ұйтқымаларының диаметрі шамамен 10 метр ғана, әдетте, кемдегенде бір минутта қалыптасады және өледі. Олар, үлкен «сыналардан» тар «кендірге» дейін торнадо өлшемдерінің барлық түрлерінде болады. Сору құйындары көбінесе төтенше зақымның тар, қысқа жолақтарына жауапты, кейде олар торнадо жолының бойында болып тұрады. Бірнеше торнадо туралы көптеген хабарламалар – жаңалықтардың болжамдары мен жиырмасыншы ғасырдың басындағы торнадо туралы ертегілердің барлығы көп-құйынды торнадолар жайлы болған деп есептеледі.

Күшті торнадомен байланысты үлкен қысым градиентінің себебінен кейде желдің ең көп жылдамдығы сағатына 480 шақырымға дейін жетеді. Дәстүрлі анемометрді қолдану арқылы желдің жылдамдығының өлшемін анықтау жеткіліксіз, бірақ ғалымдар доплер радарының көмегімен, Оклахома қаласында 1999 жылдың мамыр айында болған жойқын торнадо желінің жылдамдығы сағатына 486 шақырым болғанын өлшеп көрсетті.



▲ **10.10-сурет. Көп-құйынды торнадолар.** Кейбір торнадоларда бірнеше сору құйындары болады. Бұл кішкентай және өте қарқынды құйындар шамамен 10 метр көлденең және торнадо орталығының айналасында сағат тіліне қарсы жолмен қозғалады. Сол себепті бірнеше құйындардың орналасуынан, бір ғимараттың қатты зақымдануы мүмкін және басқа біреуі 10 метр қашықтықтан аз ғана зиян шегуі ықтимал.

Торнадоньң болуына байланысты атмосфералық қысымның өзгеруі жөнінде көптеген жазбалар ауа райы станциясының маңынан өткен немесе метеорологтардың ұялы жабдықтарымен зерттелген бірнеше дауылдың болуына негізделген.



▲ **10.11-сурет. Торнадоньң әсерінен қысымның өзгеруі.** Бұл диаграмма, 40 секунда қысымның 100 миллибарға кенет өзгеруін көрсетеді, осы жағдай күшті торнадоньң, арнайы жасалған зондтың дәл үстінен өткен кезінде болған, бұл зонд дауыл жолына бірнеше минут бұрын орнатылған. Манчестер, оңтүстік Дакота, 24 маусым, 2003 жыл.

Көптеген әрекеттер торнадо жолында құралдарды орналастыру үшін жасалды, бірақ тек бірнешеуі ғана сәтті болды. Осындай сәтті өлшемнің бірі Манчестерде, Оңтүстік Да-

котада 2003 жылы 24 маусымда болды. Көпұялы бұлтты найзағайдың ізіне түскен метеорологтар күшті торнадоның жолында арнайы құрастырылған зондты орнатқан. Торнадо орнатылған құрал пакетінің тура үстінен өткен, оның өлшемі кенеттен 100 миллибарға дейін шамамен 40 секундта (**10.11-сурет**) түсіп кеткен.

Мұндай мәліметтерді жинау қиын, өйткені торнадолар қысқа ғұмырлы, шектелген және қауіпті.

Доплер радарының дамуы біздің найзағайлардан туындайтын торнадоларды зерттеу қабілетімізді жақсартты. Бұл технологияның метеорологтарға біздің түсінігімізді қауіпсіз қашықтықтан кеңейтуге мүмкіндік беретінін көре аласыздар.

✓ 10.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Неге торнадоларда желдің жылдамдығы жоғары болады?
- 2 Торнадоның айналмалы ауа бағанасының көзге көрінуіне не себеп?
- 3 Көп-ұйтқымалы торнадо дегеніміз не? Барлық торнадолар осы типке жата ма?

10.7 Торнадоның дамуы мен пайда болуы

Торнадоның қалыптасуына қолайлы атмосфералық жағдайлар мен орындар жөнінде қорытындылау.

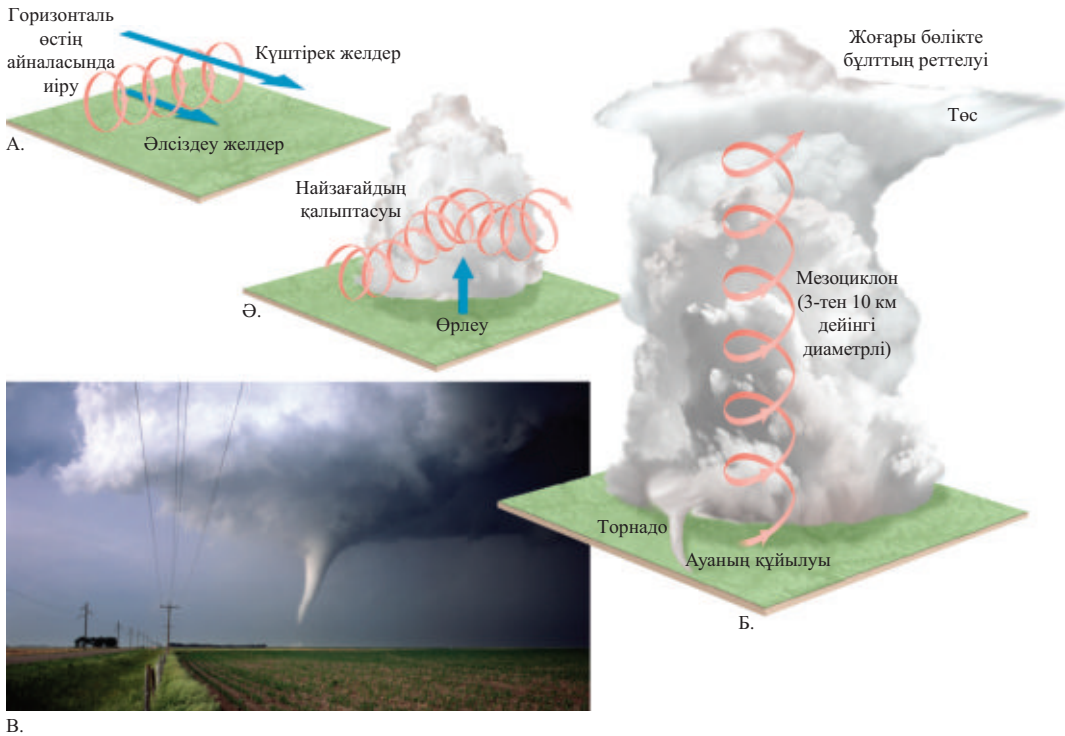
Күшті найзағаймен байланысты қалыптасқан торнадолар қатты желдің, қалың (кейде өткінші) жаңбырдың және жиі зақымдайтын бұршақтың пайда болуына себепкер. Алайда, бұршақ торнадоның алдында болуы да болмауы да мүмкін, найзағайдың ірі бұршақпен іргелес орналасқан бөлігі – жиі күшті торнадолардың пайда болатын аймағы.

Торнадолар тропосферада, найзағайдың күшті жоғарғы ауа ағымының желмен өзара әрекетінің нәтижесінде туындайды. Бақытымызға орай, барлық найзағайдың 1 пайызы ғана торнадоны өндіреді. Дегенмен, көп бөлігі потенциалды торнадо өндірушілер ретінде бақылауға алынуы тиіс.

Торнадоның дамуы

Торнадолар – қатаң ауа райын, суық шепті, дауылды жолақты және тропикалық циклонды (құйын) тудырып, кез келген жағдайда қалыптаса алады. Әдетте, ең қарқынды торнадолар көпұялы бұлттармен бірге қалыптасады. Күшті найзағайдағы торнадоның қалыптасуындағы маңызды жағдайдың бірі – мезоциклонның дамуы. *Мезоциклон* деп күшті найзағайдың жоғарғы ағынында дамиды, ені шамамен 3-10 шақырым болатын айналмалы ауаның вертикальді цилиндрі. Бұл үлкен құйынның қалыптасуы жиі торнадоның қалыптасуынан 30 минуттай бұрын болады.

Мезоциклонның қалыптасуы вертикальді желдің қозғалысының болуына байланысты. Беткі қабаттан жоғары қарай қозғалу, желдің бағытын оңтүстіктен батысқа қарай өзгертеді және желдің жылдамдығын тездетеді. **10.12(А)-суретте** көрсетілгендей, жел жылдамдығының қозғалысы (жоғарғы жел күштірек және төменгі жел әлсіздеу болады) горизонтальді осьтің айналасында айналмалы қозғалысты тудырады. Егер жағдай ыңғайлы болса, дауылдағы жоғарғы ағым горизонтальді айналмалы ауаны вертикальді тегістелгенге дейін иеді (**10.12(Ә)-суретті** қараңыз).



▲ **10.12-сурет. Мезоциклонның қалыптасуы жиі торнадоның қалыптасуынан бұрын болады. А.** Жел беткі қабатқа қарағанда жоғарыда күштірек болады (жел жылдамдығының ығысуы деп аталады), ол горизонтальді өстің маңында айналмалы қозғалыс тудырады. **Ә.** Күшті найзағайдың жоғарғы ағыны горизонтальді айналған ауаны вертикальді тегістелгенге дейін иеді. **Б.** Мезоциклон, айналмалы ауаның вертикальді цилиндрімен анықталады. **В.** Егер торнадо дамиды болса, ол мезоциклонның төменгі бөлігінде баяу айналатын қабырға бұлттан түседі. Бұл көпұялы бұлтты торнадо 1996 жылдың мамыр айында Техас штатын талқандады.

Бұл алғашқы айналымды ұлттың ішкі жағында өндіреді. Келесі кезеңдеріне қарағанда, мезоциклон алғашқысында кеңірек, қысқарак және айналуы баяу болады.

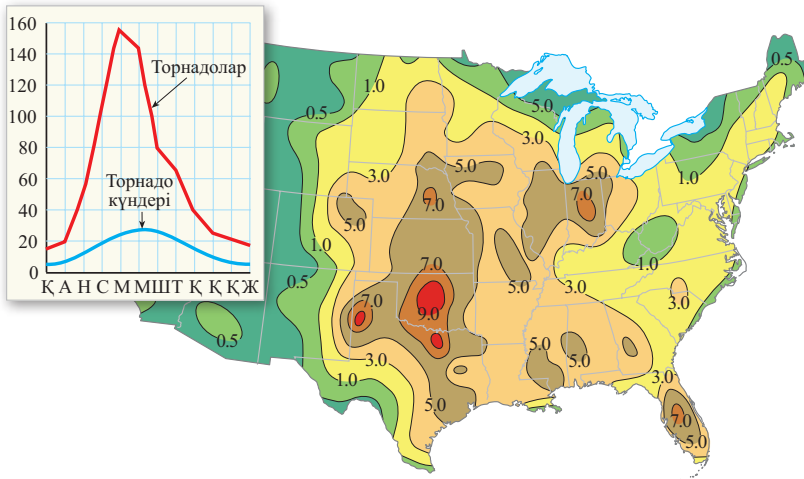
Соңында, мезоциклон вертикальді созылып және горизонтальді тарылып, құйынның ішіндегі желдің жылдамдығының артуына себеп болады (мұз үстіндегі мәнерлеп сырғанаушының айналуы жылдамдату үшін қолдарын созатыны сияқты немесе судың ағызғыштан шиыршықтап төмен қарай ағуы секілді; 11.1-мәліметтер кестесін қараңыз). Одан кейін, айналмалы ауаның тарылған бағаны-бұлттың бір бөлігі бұлт базасынан төменге шығып, қара түнерген, баяу айналатын *қабырға бұлтты* өндіргенге дейін төмен қарай созылады. Ақырында, жұқа және тез айналатын құйын қабырға бұлт базасынан шығып, *шұңғыма бұлтты қалыптастырады*. Егер шұңғыма бұлт жер бетіне жақындаса, ол *торнадо* ретінде жіктеледі.

Мезоциклонның қалыптасуы соңынан торнадо да қалыптасады дегенді білдірмейді. Мезоциклонның шамамен жартысы ғана торнадоны тудырады. Мұның себебі әлі түсініксіз болғандықтан, синоптиктер торнадоны тудыратын нақ қай мезоциклон екенін анықтай алмай жатыр.

Торнадо климатологиясы

Естеріңізге сала кетейік, күшті найзағайлар, демек торнадолар – жиі суық шеп бойында немесе ортаекпінді циклонның дауылды жолағында немесе көпұялы бұлтты найзағайлармен байланысты туындайды. Көктем уақытында, ортаекпінді циклондармен байланысты ауа массасы айтарлықтай контрасты жағдайда болуы мүмкін. Канададан келетін континенттік полярлық ауа өте суық және құрғақ болады, ал Мексика шығанағынан келетін теңіз тропикалық ауа жылы, ылғалды және тұрақсыз болады. Неғұрлым контраст үлкен болса, соғұрлым қарқынды дауылдың болуы ықтимал.

Бұл екі контрастты ауа массасы көбінесе Құрама Штаттардың орталығында жолығады, өйткені осы елдің орталығын полярдан немесе Мексика Шығанағынан бөлетіндей ешқандай елеулі табиғи тосқауыл жоқ. Демек, әлемнің басқа бөліктерімен салыстырғанда бұл аймақ – торнадоны ең көп тудыратын аймақ. **10.13-суретте**, 27 жыл ішіндегі Америка Құрама Штаттарындағы орташа жылдық торнадо жиілігі бейнеленген.



▲ **10.13-сурет. Торнадоның пайда болуы.** Картада, 27 жыл ішінде торнадоның, орташа жылдық есеппен алғанда 26,000 шаршы шақырымды қамтығаны көрсетілген. Кестеде, осы жыл аралығында Құрама штаттарында болған торнадоның орташа саны және торнадоның әр айдағы күндері көрсетілген.

Орта есеппен, жыл сайын Құрама Штаттарында 1300-ге жуық торнадолар тіркеледі. Алайда, нақты саны жылдан жылға өзгеріп отырады. 14 жыл ішінде 2000 жылдан бастап 2013 жылға дейін, мысалы, жылдық қорытындыны төменнен жоғары қарай есептесек, 2002 жылы 935 торнадо тіркелсе, 2011 жылы 1894-ке дейін жеткен. Торнадолар бір жылдың әр айында пайда болып тұрады. Сәуір мен маусым аралығы торнадо жиілігінің Құрама Штаттарында ең көп болатын кезі, ал желтоқсан мен қаңтар айларында торнадоның белсенділігі өте төмен болады. Көршілес 48 штаттарда 50 жыл уақыт аралығында 1950-1999, шамамен 40522 расталған торнадолар тіркелген, мамыр айы бойы орташа есеппен тәулігіне 6 торнадодан болып отырған. Ең болмағанда, торнадо желтоқсан мен қаңтар айларында тек күнара болып тұрған.

Барлық торнадолардың 40 пайызынан көбі көктем уақытында орын алады. Керісінше, күз бен қыс айларына, бірге қосқанда 19 пайызы тиесілі (10.13-сурет). Қаңтар мен ақпан айларының соңына қарай, торнадоның жиілігі өсе бастайды, максималды жиіліктің

орталығы – Мексикалық шығанақтың жағасындағы штаттар. Наурыз айында осы орталық шығысқа, дәлірек айтсақ оңтүстік-шығыс Атлант штаттарына қарай жылжиды және сәуір айында торнадо жиілігі өзінің шарықтау шегіне жетеді.

Мамыр мен маусым кезінде максималды жиіліктің орталығы оңтүстік ұлы жазықтан өтіп, солтүстік жазыққа және ұлы көл аймағына қарай жылжиды. Бұл ағым жылы, ылғалды ауаның енуін ұлғайтады және солтүстік пен солтүстік-батыстан келетін суық, құрғақ ауаның да енуін арттырады. Осылайша, мамыр айынан кейін Шығанақ штаттары жылы ауаның әсерінде болған кезде, суық ауа мен торнадо жиілігінің тамшылары ене алмайды. Мұндай жағдай маусым айынан кейін де қайталаанады. Қысқы салқындау жылы суық ауа массаларының қақтығысуына жол бермейді және желтоқсан айында торнадо жиілігін қайтадан ең төменгі деңгейіне түсіреді.

Алдыңғы параграфтарда торнадо климатологиясы жайлы сипатталған болатын. Естеріңізге сала кетейік, 1 тараудағы ауа райы мен климат жайлы талқылауда климат, атомсфералық мінез-құлықтың статистикалық келешегін қамтамасыз етеді делінген; сонымен қатар осы талқылауда мына белгілі мәтел берілген “Сіз климатты болжай аласыз, бірақ ауа райын емес”. 2013 жылдың мамыр айында, Оклахома штатындағы Мур қаласына төнген торнадо климатологиялық болжаммен сәйкес келді: ол “Торнадо Аллеясының” дәл ортасында және “торнадо маусымы” деп есептелетін кезде пайда болған. Дегенмен, жоғарыда ескертілгендей, ауа-райы құбылыстары әрдайым статистикалық болжамдармен сәйкес келе бермейді.

Торнадоньң пішіні

Орта есеппен алғанда, торнадоньң диаметрі 150 мен 600 метр аралығында, ландшафттың үстімен шамамен сағатына 45 шақырым жылдамдықпен қозғалады және 26 шақырымға ұзақ жолды қысқартады. Торнадоньң көпшілігі суық шептен бұрын болатындықтан, солтүстік-батыс желдерінің зонасында көбі солтүстік-шығысқа қарай қозғалады. **10.14-суретте** Иллинойс мысалы ұсынылған, онда осы факті жақсы көрсетілген.

10.2-кесте. Төтенше торнадо

Торнадоньң Сипаттамалары	Сандық көрсеткіш	Күні	Орналасқан жері
Өлемдегі жалғыз жойқын торнадо	1300 адам қайтыс болды, 12,000 адам жарақаттанды	Сәуір 26, 1989	Сатуриямен Маникандж, Бангладеш
Қ.Ш-дағы жалғыз жойқын торнадо	695 адам қайтыс болды	Наурыз 18, 1925	Миссури–Иллинойс–Индиана
Қ.Ш-дағы жойқын торнадо сериясы	747 адам қайтыс болды	Наурыз 18, 1925	Миссури–Иллинойс–Индиана (үш-штаттық торнадодан қайтыс болғандарды қосқанда)
Ауқымды 24-сағаттық жалпы торнадо сериясы	147 торнадолар	Сәуір 3–4, 1974	13 орталық құрама штаттары
Торнадоньң ең көп мөлшерінің айлық күнтізбесі	753 торнадолар	Сәуір 2011	Америка Құрама Штаттары
Өте кең торнадо (диаметрі)	ені 4000 м (2.5 миль) жуық	Мамыр 22, 2004	Халлам, Небраска; EF-4 торнадосы
Торнадо желінің тіркелген ең жоғарғы жылдамдығы	135 м/сек (302 м/сағ)	Мамыр 8, 1999	Бридж Крик ,Оклахома
Торнадоньң ең жоғарғы биіктігі	3650 м (12,000 ф)	Шілде 7, 2004	Секвойя Ұлттық паркі, Калифорния
Торнадоньң ең ұзақ тасымалдануы	Жеке тексеріс 359 км (223 миль) қамтыған	Сәуір 11, 1991	Стоктон, Канзас пен Уиннетон, Небраска

Дереккөзі: Ұлттық ауа райы қызметі, дауылды болжау орталығы.

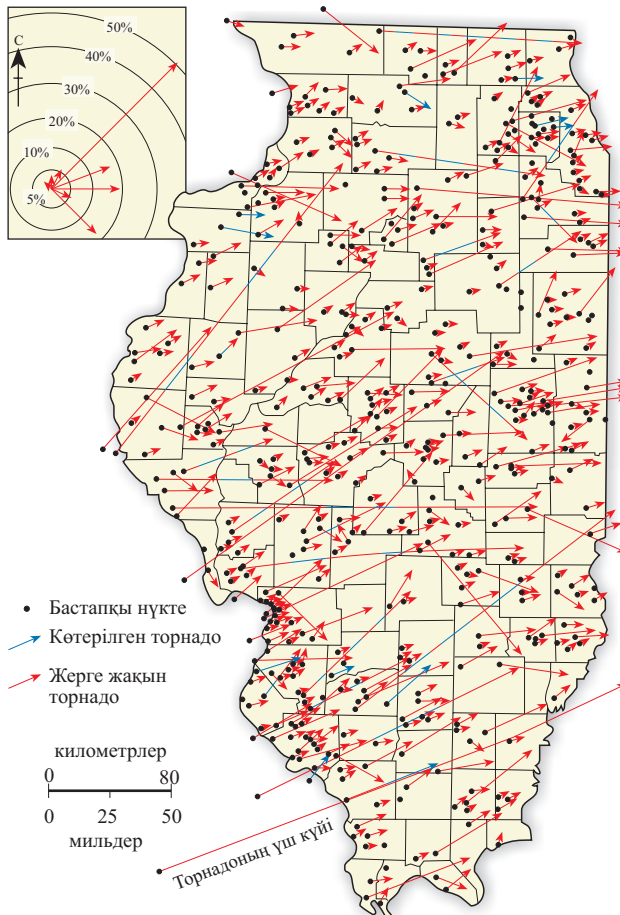
Ұлттық ауа райы қызметі торнадо зиянының ең үлкен ені ретінде “өте кеңді” анықтайды.

Қажеттілігіне қарай, бұл сандық көрсеткіш ұялы Доплер радары арқылы іріктелген торнадоньң кішкентай санына шектелген.

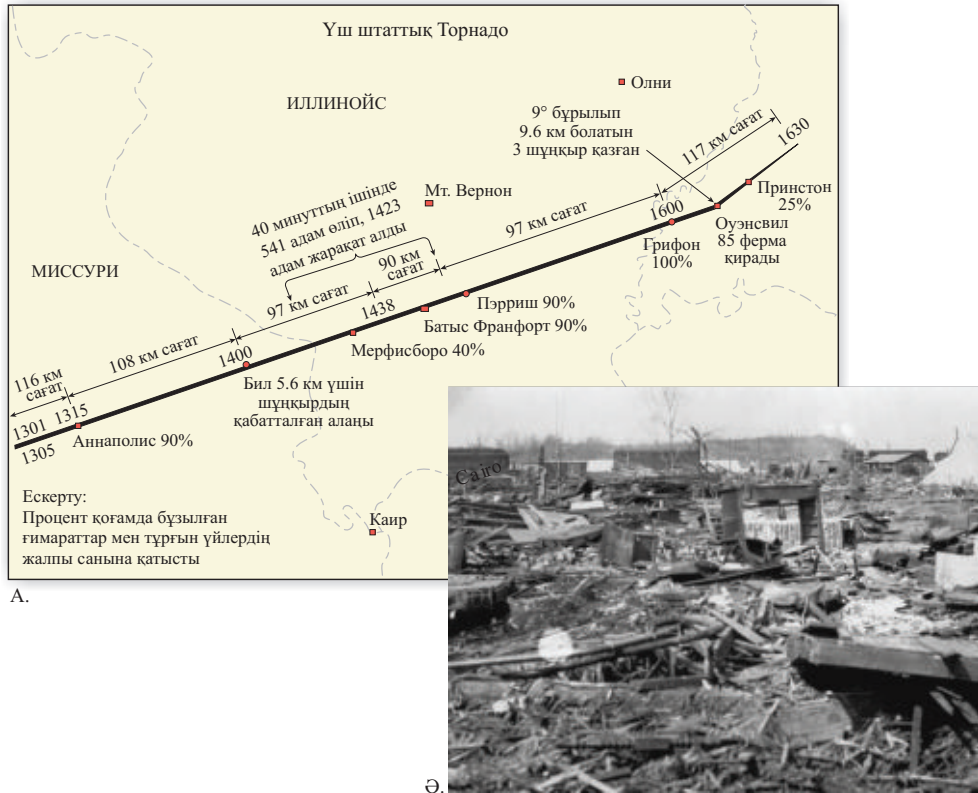
Сондай-ақ, суреттен көптеген торнадолардың “орташа” торнадо деген сипатына сәйкес келмейтінін көруге болады. Құрама Штаттарында жыл сайын тіркелетін жүздеген торнадолардың жартысынан астамы әлсіз және қысқа ғұмырлы болып келеді. Осы кішкентай торнадолардың көбінің 3 минуттық немесе одан да аз өмірі және ұзындығы 1 шақырымнан және ені 100 метрден сирек асатын жолы болады. Әдеттегі желдің жылдамдығы сағатына 150 шақырым немесе одан азырақ болады. Торнадо спектрінің басқа бөлігі сирек және ұзақ ғұмырлы күшті торнадолардан тұрады (10.2-кесте).

Үлкен торнадолар жалпы тіркелгендердің кішкене ғана пайызын құрағанымен, олардың әсері жиі жойқын болып келеді.

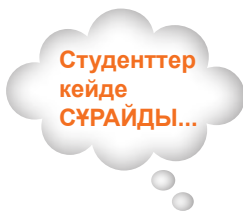
Мұндай торнадолар 3 сағат аралығында өмір сүре алады және ұзындығы 150 шақырым және мүмкін 1 шақырым немесе одан көбірек ені бар негізгі толассыз зақымдаушы жолды өндіреді. Максималды желінің диапазоны сағатына 480 шақырымнан асуы мүмкін (10.15-сурет).



▲ 10.14-сурет. Иллинойс штатындағы торнадонң өту жолы. Торнадонң көбі суық шептің алдында, оңтүстік-батыс желдің аймағында пайда болатындықтан, олар солтүстік-шығысқа қарай қозғалуға бейім келеді. Иллинойс штатындағы торнадолар осының дәлелі. Торнадолардың 80 пайызынан астамы шығыс арқылы солтүстік-шығыс бағытымен қозғалатыны осы диаграммада көрсетілген.



▲ **10.15-сурет. Үш штаттық Торнадо.** А. 1925 жылы 18 наурызда болған мұндай торнадо жазбада ҚШ-дағы ең жойқын торнадо делінген. Бұл торнадо 350 шақырымнан астам жерде болып, 695 адамның өмірін қиып, 2027 адамды жарақаттаған. Жолдың сызығының үстіндегі номерлер тікелей тәулік уақытына сілтеме болып табылады. Ә. Тарихи ақ-қара суретте, Үш штаттық торнадоның бұл қауымды ойрандағаннан кейін 3 күн өткен кездегі 925 жылдың 21 наурызындағы штат Иллинойс, Мерфисборо қаласыкөрсетілген.



“Торнадо Аллеясы” деген не?

Торнадо Аллеясы – танымал бұқаралық ақпарат құралдары және басқалары орталық Құрама Штаттарында биік торнадо пайда болатын кең алқапқа сілтеме жасау үшін қолданылатын лақап ат (10.13-суретті қараңыз). Торнадо Аллеясының орталығы Оклахома арқылы Техастан және Канзастан Небраскаға дейін жайылады. Жойқын (кісі өлтіруші) торнадолардың жыл сайын Торнадо Аллеясынан тыс жерде пайда болатынын есте сақтау маңызды. Торнадолар Құрама Штаттардың кез келген жерінде орын алуы мүмкін.

✓ 10.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Жалпы қандай атмосфералық жағдайлар торнадоның қалыптасуына қолайлы?
- 2 “Торнадо маусымы” қашан? Неге ол осы уақытта пайда болады?
- 3 Неге ең үлкен торнадо жиілігінің орны ауысып отырады?
- 4 Торнадоның көпшілігі қандай бағытта қозғалады? Түсіндіріңіз.

10.8 Торнадоның жойқын күші мен торнадоны болжау

Торнадоның қарқындылығын сипаттау. Торнадоны бақылау мен торнадоны ескертуді ажырата білу және ескерту үдерісінде Доплер радарының рөлін талқылау.

Табиғатта кездесетін қатты желдер торнадодан туындайды, олар сабанның бір бөлігін қалың ағаш тақта арқылы қозғау және алып ағаштарды тамырымен қопару сияқты мүмкін емес әрекеттерді жасай алады. Торнадоға қатысты таңғажайып зақымдардың желдердің себебінен болатыны мүмкін емес болып көрінетін шығар, бірақ иженерлік құрылыстарда жүргізілген сынақтар бірнеше рет, жылдамдығы сағатына 320 шақырымнан асатын желдер адам нанғысыз ерліктерге қабілетті екенін көрсетті.

Құжатталған мысалдардың тізімі үлкен. 1931 жылы торнадо 83-тонналық теміржол вагонын, 117 жолаушыларымен 24 метр биіктікке көтеріп, одан кейін оларды арыққа лақтырған. Бір жылдан кейін, Оңтүстік Дакота, Сиу Фолс маңында торнадо жуандығы 15 сантиметр және ұзындығы 4 метр болған болаттан жасалған арқалықты көпірден суырып алып, оны 300-ден астам метрге ұшырып жіберген және жуандығы 35 сантиметр болған қатты сүректі ағашты бұрап шығарған. 1970 жылы, штат Техас, Лаббок қаласынан шамамен 1 шақырым жерге 18 тонналық құрыштан жасалған танкті көшірген. Бақытымызға орай, қазіргі торнадомен байланысты желдер мұндай күшті емес.

Торнадоның қарқындылығы

Қалалық аймақтарды қирату және шағын аудандарды толығымен ойрандау сияқты торнадодан келетін зиянның көбі бірнеше дауылдарға қатысты. Мұндай дауылдардан болған қираудың едәуір деңгейі (бірақ толығымен емес) желдердің күшіне байланысты. Торнадоның күші, өлшемі, өмір сүру уақыты сияқты кең спектрі бақылауға алынған. Әдетте, торнадоның қарқындылығына нұсқау ретінде **Жетілдірілген Фуджита межелігі пайдаланылады**, қысқаша **ЖФ межелігі (10.3-кесте)**.

10.3-кесте.

Жетілдірілген Фуджита межелігі

Межелік	Желдің жылдамдығы		Зақым келтіру
	км/сағ	ми/сағ	
EF-0	105–137	65–85	<i>Жеңіл.</i> Бұтақтар мен шатырлардың зақымдануы.
EF-1	138–177	86–110	<i>Орташа.</i> Шатырдың біршама зақымдануы. Жел ағашты тамырларымен жұлады және қозғалмалы мобильді үйлерді төңкереді. Тутұғырдың майысуы.
EF-2	178–217	111–135	<i>Елеулі.</i> Қозғалмалы мобильді үйлердің талқандалуы. Тұрақты үйлер тіреулерінен айырылуы мүмкін. Тутұғырдың опырылуы. Қылқанды ағаштардың қыртыстарынан айырылуы.
EF-3	218–265	136–165	<i>Күшті.</i> Жапырақты ағаштардың қыртыстарынан айырылуы. Үйлердің шағын бөліктерінің қирауы.
EF-4	266–322	166–200	<i>Жойқын.</i> Берік салынған тұрғын орындары мен мектеп ғимараттарының көп бөліктерінің толығымен қирауы.
EF-5	>322	>200	<i>Төтенше.</i> Орта және биік ғимараттардың құрылыстық пішіндерінің біршама өзгеруі.

Бастапқы Фуджита межелігін 1971 жылы Т. Теодор Фуджита дамытқан және 1973 жылы қолданысқа берілген. Жетілдірілген Фуджита Межелігі 2007 ақпан айында қайта қаралады деп шешілді. Желдің жылдамдығы (өлшеммен емес) қиратушы күшіне негізделе отырып бағаланады және ол қирату нүктесінде үш секундтық жел ағыны болып саналады. Торнадо қарқындылығын бағалау үшін пайдаланылатын өлшемдер туралы толығырақ ақпаратты мына сайттан табуға болады www.spc.noaa.gov/efscale/.

Торнадоның желін тікелей өлшеу мүмкін емес болғандықтан, ЖФ межелігіндегі рейтинг дауылдың себебінен болған зақымдарды бағалаумен анықталады. ЖФ межелігі кеңінен қолданылғанымен, мінсіз емес. Торнадоның қарқындылығын бағалау зақымдарға негізделгенмен, торнадодан зардап шеккен нысанның тұтас құрылысына қатысы жоқ. Жақсы салынған ғимарат өте қатты желге төзе алады, ал нашар салынған құрылыс ондай желден, тіпті одан әлсізірек желден зардап шегу мүмкін.

Торнадоның өтуіне байланысты атмосфералық қысымның төмендеуі зақымдау үдерісінде елеусіз рөл атқарады. Көтеген ғимараттарда кенеттен қысымның төмендеуіне байланысты жеткілікті желдеткіш орнатылған. Кезінде, терезені ашып, ішкі және сыртқы атмосфералық қысымды теңестіру арқылы залалды азайту тәсілі қолданылған, қазір олай істеуге кеңес берілмейді. Егер торнадо ғимаратқа қысымды төмендету үшін жеткілікті жақындаса, қатты желдер бірашама зардап тигізетіні сөзсіз.

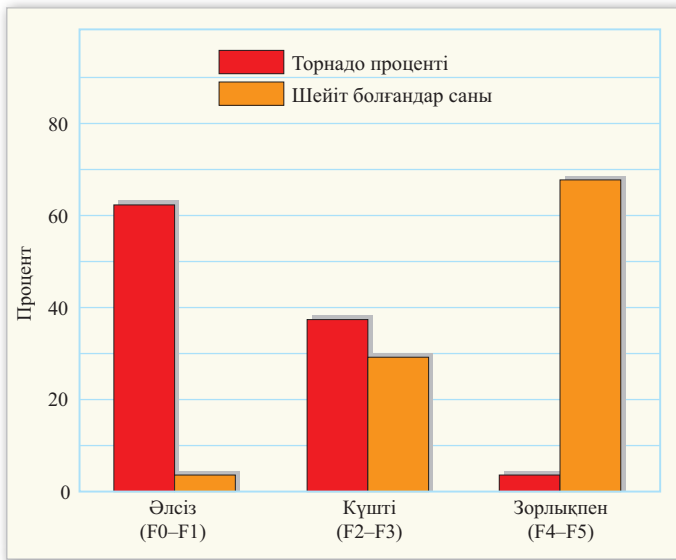
Дегенмен, торнадоның ең үлкен зиянды бөлігі қатты желдің туындауы, көбінесе торнадодан жарақаттану мен адам өлімі сынықтардың ұшуы салдарынан болады. Орта есеппен алғанда, күннің күркіреуі мен кенеттен болатын су тасқынын қоспағанда, басқа ауа-райы құбылыстарына қарағанда торнадо жыл сайын көптеген өлімдерге себеп болып жағады. Америка Құрама Штаттарында орташа жылдық есеппен алғанда, торнадолардан 60 адам қайтыс болады екен. Алайда, нақты өлімдердің саны жыл сайын өзгеріп отыруы мүмкін. 1974 жылдың 3-4 сәуірінде, мысалы, Миссисипи өзенінің шығысындағы 13-штат аймақтарында болған 147 торнадолар адам өлімі мен бүліншілікті алып келді. 300-ден аса адам өліммен қауышты және 5500-ге жуық адам жарақаттанды (10.16-сурет).



▲ **10.16-сурет. Ірі торнадо сериясы.** 1974 жылы 3-4 сәуірде, 16 сағат ішінде, 147 торнадолар 13 штаттарды ойрандады. Торнадо өту жолының көбі мұнда көрсетілген. Ол тіркелген ең үлкен және мүлтік шығыны көп торнадо сериясы болды. Бұл дауыл 315 адам өмірін қиып әкетті және 5500-ден астам адамдарды жарақаттады. Оның ішінде қырық сегізі, Фуджита межелігінде 7 деңгейі F-5 және 23 деңгейі F-4 деп бағаланған кісі өлтіргіш торнадо болды. Бұл жағдай, торнадоның қарқындылығын Фуджита межелігін (Ф межелігі), алдында өткен ЖФ межелігін қолдану арқылы сипатталған кезде орын алған. Ф межелігі үшін желдің жылдамдығы (мсағ) F-0 (<72), F-1 (72–112), F-2 (113–157), F-3 (158–206), F-4 (207–260), F-5 (>260).

Адам шығыны

Адам шығынының болуында торнадолардың үлесі аз. 2013 жылы Құрама Штаттарында 943 торнадолар болды деп хабарланды. Оның ішінде 14 ғана «өлтіруші торнадолар» деп жіктелді. Көп жылдар бойы, хабарланған торнадолардың 2 пайыздан кемі «өлтіруші» деп аталды. Өлім әкелетін торнадоның пайыз көрсеткіші аз болғанымен, әрбір торнадо потенциалды өлтіруші болып есептеледі. **10.17-суретте** өлім әкелетін торнадоны дауыл қарқындылығымен салыстырған және нәтижесі өте қызықты.



▲ **10.17-сурет. Торнадо қарқындылығы және ажалды жағдайлар.** Бағаналы диаграмма торнадоның пайызын әр қарқындылық категориясында ажалды жағдайлар пайызымен осы категорияға байланысты салыстырады. Бұл зерттеулер ЖФ межелігі қабылданғанға дейін аяқталған, дауылдың қарқындылығы Ф межелігін қолдану арқылы көрсетіледі. Осы межелік үшін желдің жылдамдығы (мсағ) F-0 (<72), F-1 (72–112), F-2 (113–157), F-3 (158–206), F-4 (207–260), F-5 (>260).

Бұл кестеде көрсетілгендей, барлық торнадоларды есептегенде, көпшілігі (63 пайызы) әлсіз болып келеді, торнадоның қарқындылығы артқан кезде дауылдың саны кемиді. Алайда, торнадодан қайтыс болғандарды санағанда, бәрі керісінше болып шықты. Торнадоның тек 2 пайызы жойқын деп жіктелгенімен, олардың 70 пайызға жуығы адам өліміне себепкер. Торнадоның себептері туралы кейбір сұрақтар туындап жатса, әрине, осы жойқын дауылдардың қиратқыш әсерлері туралы емес. Күшті торнадодан зардап шеккен аймақ құты қашқан және бейқам соғыстан кейінгі жағдайға ұқсайды.

Торнадоны болжау

Торнадолар шағын және қысқа ғұмырлы құбылыс, ауа-райы нышандарының арасындағы ең күрделісі болғандықтан, оларды дөп болжау қиын. Дегенмен, мұндай дауылдарды болжау, анықтау және бақылау кәсіби метеорологтардың ең маңызды қызметтерінің бірі. Олардың болатын уақыттарын және ескертулерді дер кезінде хабарлау мен тарату, адам өмірі мен дүние-мүлікті қиын-қыстау кезеңнен аман алып қалады (10.3-мәліметтер кестесін қараңыз).

10.2-атмосфераға шолу

Төмендегі спутниктік суретте, 2007 жылы солтүстік Висконсин арқылы өткен торнадо қалдырған диагональді жолдың бір бөлігі көрсетілген.



Сұрақтар

1. Дауыл қандай бағытта қозғалған: солтүстік-шығыс әлде оңтүстік-батыс?
2. Торнадо суық шептің алдында немесе артында пайда бола ма? Түсіндіріңіз.
3. Дауыл қай айда орын алған: наурыз айында әлде маусым айында ма? Неге сіз таңдаған айда болуы ықтимал?

10.3-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Жойқын торнадодан аман қалу

2004 жылы 13 шілдеде, таңғы 11-де солтүстік және орталық Иллинойстың көп бөлігі торнадоға байланысты бақылауға алынды. Үлкен көпұялы бұлт штаттың солтүстік-батыс бөлігінде дамып, оңтүстік-шығыстағы өте тұрақсыз қоршаған ортаға қарай қозғалған (**10(Ә)-сурет**).

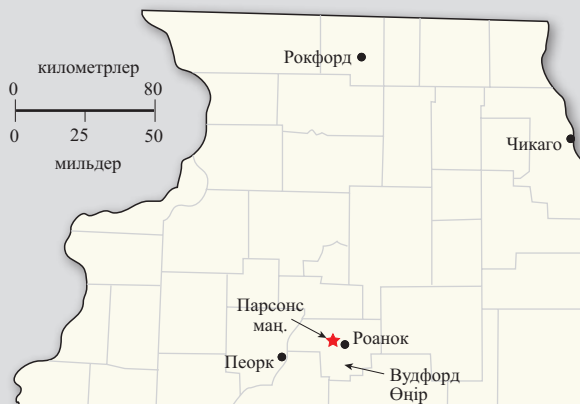
Бірнеше сағаттан кейін көпұялы бұлт Вудфорд Каунтиге жеткен кезде жаңбыр жауа бастаған және дауылдың күшейе бастаған белгілері байқалған. Ұлттық ауа райы қызметі *күшті найзағайды ескертуді* түскі 2:29 жасаған. Бірнеше минуттан соң, торнадо дамыған. Жиырма үш минуттан кейін, ені ширек-миль құйын, 9.6-мильдік ұзын жолды Иллинойстағы ауылды аймақ арқылы кесіп өткен.

Егер осы дауыл ерекше немесе бірегей бір нәрсе жасаса не болар еді? Ең соңында, ол 2004 жылы Құрама штаттарында болған 1819 жоғары-рекордты торнадолардың бірі ретінде тіркелген. Ұлттық ауа райы қызметінің есептеуі бойынша, сол желдің ең жоғарғы жылдамдығы сағатына 240 мильге жеткен. Бұл торнадо EF-4 дәрежесінежеткен; торнадолардың 1 пайызы ғана осы ауыр деңгейге жете алады. Бір таңғаларлық жайт, адам шығыны болма-

ды және ешкім жарақат алмады, дауыл өте қарқынды болған кезінде Роанок қалашығының батысында орналасқан Парсонс өндіріс кәсіпорнына тікелей соққы берген. Сол уақытта, зауыттың үш ғимаратында 150 адам болған еді. Кәсіпорынның 250000 шаршы-фут жері тегістелген, автокөліктер кедір-бұдырлы массаға бүктелген және сынықтар бірнеше миль жерде шашылып жатқан.

Қалай 150 адам өлімнен және жарақаттанудан аман қалған? Алдын ала болжау мен жоспарлау оларды сақтап қалды. Осыдан 30 жыл бұрын, шағын торнадо өте жақын келіп, терезелерді үрлеп шығарғанда, компания иесі Боб Парсонс өзінің алғашқы зауытының ішінде болған. Кейінірек, ол жаңа зауыттың демалатын бөлмелерін торнадодан қорғаныс ретінде салған, оның бетонды қабырғаларының болатпен нығайтылуын және төбелерінің қалыңдығы 8-дюймдік бетоннан болуын қадағалаған. Сонымен қатар, компания қатаң ауа райы жоспарын жетілдірген. Күшті найзағай жайлы ескерту түскі 2:29 жасалған кезде, Парсонс зауытындағы апаттан құтқарушы бригаданың жетекшісі дереу ескертілді. Бірнеше минуттан кейін, ол сыртқа шығып, айналмалы қабырға бұлттың дамыған шұңғыма тәрізді бұлтпен екенін байқаған. Ол компанияның қатаң ауа райы жоспарын қозғау үшін радио арқылы кеңсеге хабарлаған. Қызметкерлерге оларға тағайындалған дауыл баспаналарына тез бару керектігі айтылған. Әрбір адам қайда бару және не істеу керек екенін білген, өйткені зауытта жарты-жылдық торнадо жаттығулары жүргізілген. 150 адам баспаналарына 4 минуттың ішінде жеткен. Апаттан құтқарушы бригаданың жетекшісі, торнадоньң зауытты талқандауына 2 минут қалғанда түскі 2:41-де баспанаға ең соңғы адам болып кірген.

Құрама Штаттарында 2004 жылы торнадодан қайтыс болғандардың жалпы саны 36 ғана болды. Адам шығыны одан да көп болуы мүмкін еді. Торнадо баспаналарының ғимараттары мен тиімді жойқын дауыл жоспарының дамуы – Парсонс Өндірісінің 150 қызметкерлерін аман алып қалды.



▲ **10(Ә)-сурет. Орталық Иллинойста болған жойқын торнадо.** 2004 жылы 13 шілдеде орын алған EF-4 торнадосы 23-мильдік жолды штат Иллинойс Роанок қалашығының Вудфорд Каунти маңындағы ауылды аймақ арқылы өткен. Парсонс Өндіріс зауыты осы қалашықтың батыс бөлігінде орналасқан.

Сұрақтар

1. EF-4 дәрежесіне жету үшін торнадолардың пайыз көрсеткіші қандай болу керек?
2. Парсонс өндірісі қызметкерлерінің торнадоньң себебінен болатын өлім мен жарақаттанудан құтылуына мүмкіндік берген екі факторды атаңыз.

Сіздің болжамыңыз қандай?



Күшті найзағайларды болжау үшін компоненттерді біріктіру

Гарольд Брукс, аға зерттеуші ғалым, зерттеу болжамы және даму бөлімі, ҰҚДЗ / Ұлттық күшті дауылдар зертханасы

Торнадолар мен күшті найзағайлар қорқынышты, олардың қиратқыштығынан ғана емес, сонымен қатар олардың нақты орналасқан орынын және қозғалудағы потенциалды әсер ету уақытын анықтау қиын. Бұл қиындықты жеңу үшін, біздің торнадо мен күшті найзағайды жасауға қажетті компоненттерге қарауымызға болады. Осы компоненттерді түсіну арқылы біз торнадолардың қайда және қашан пайда болатынын біле аламыз.

Дауылдар беткі қабатта жылы, ылғалды ауаны, сәйкесінше жоғарыда суық, құрғақ ауаны қажет етеді. Бұл элементтердің қарапайым моделі, бізге атмосферадағы дауылдың жоғарғы ағынын жандандыру үшін қолжетімді қуаттың мөлшерін бағалауға көмектеседі. Осы қуаттың көрінуінің ең жақсы жолы – бұлтты қалыптастыратын өте күшті жоғарғы ағын ретіндегі көрінісі. Әдеттегі найзағайдың жоғарғы ағыны секундына 10 метр (м/сек) болуы мүмкін, өте күшті жоғарғы ағын 100 м/сек дейін жетеді. Күшті дауылдар, әдетте, атмосфера жоғарғы ағынға демеу болғанда шамамен 20 м/сек қалыптасады. Жоғарғы ағын 40 м/сек бейзбол добының көлеміндей бұршақтың түсуіне демеу бола алады және сол бұршақтың дауылдан түсу жылдамдығы да басты Лигадағы бейзбол добының жылдамдығымен бірдей болар еді.

Бірақ күшті дауыл қуаттан артық нәрсені талап етеді. Ол ұйымдасушылық пен айналымның болуын қажет етеді. Айналым, желдің жылдамдығы артып, жерден 6 км биіктікке көтерілуінің нәтижесінде пайда болады. Неғұрлым өзгеріс көп болса, соғұрлым айналым күштірек болады. Күшті дауылдардың көбі, жел жылдамдығының кем дегенде 20 м/сек беткі қабат пен 6 км биіктік арасындағы айырмашылықты қажет етеді.

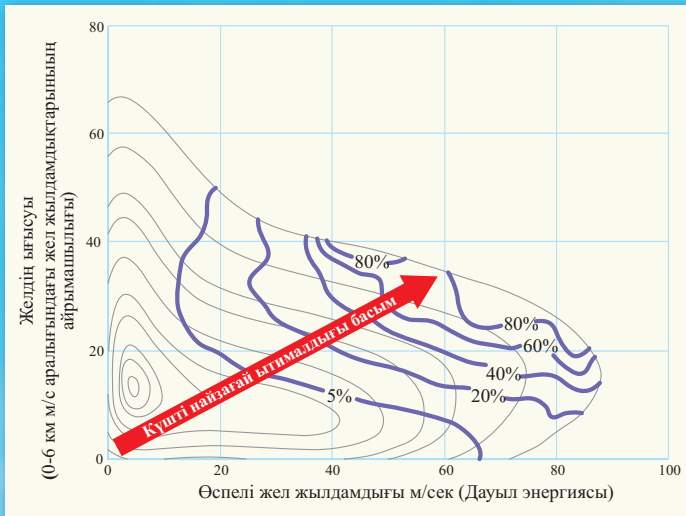
Метеорологтар, күшті жоғарғы ағын мен күшті дауылдың дамуымен байланысты жел айырмашылықтарын жандандыруға қажетті қуат жайлы көп мағлұматтар жинаған. Бұл мағлұматтар күшті найзағайдың қашан болатынын және болмайтынын болжауға мүмкіндік береді. Миллиондаған мәліметтер нүктелеріне қарау арқылы біз, күшті найзағайдың қолжетімді қуат пен жел айырмашылығының ерекше үйлесуін есепке алғанда пайда болу ықтималдылығын бағалай аламыз (**10(Б)-сурет**).

Оның, үлкен көлемді қуат қолжетімді болған кезде және жер мен 6 шақырым биіктік арасындағы біршама жел айырмашылығы бар болған кезде пайда болу мүмкіндігі жоғары болады. Бақытымызға орай, бұл жағдайлар жиі болмайды, бірақ егер осындай жағдайлар орын алса, зақымдану мен адам шығыны сияқты күрделі мәселелер болуы мүмкін.

Сұрақтар

1. ҚШ-дағы ұлы жазықта қыс айларында ауадағы ылғалдылық өте төмен болатындықтан, дауылдарға қолжетімді қуат аз болады, бірақ беткі қабат пен жоғарғы ауадағы жел жылдамдығының айырмашылығы реактивті ағынның ұлғаю үрдісімен байланысты. Жазғы уақытта ылғалдылық пен дауылдарға қажетті қуат жеткілікті болады, бірақ реактивті ағын солтүстікке қарай қозғалады, сондықтан вертикальді жел айырмашылығы аз болады. Көктем кезінде ылғал Мексика Шығанағынан солтүстікке баяу жылжиды және реактивті ағын да солтүстікке қозғалып, әлсіз бола бастайды. Бұл факторлардың үйлесуі, біздің күшті найзағайлар мен торнадоларды қашан және қайда көре алатынымызға қалай әсер ететінін түсіндіріңіз.
2. Біздің қазіргі болашақ туралы түсінігіміздегі климаттың өзгеруінің сценарийі мынадай болмақ: атмосфера жылынатындықтан найзағайға қажетті қуат артады, бірақ полюс

экваторға караганда жылырақ болатындықтан жел айырмашылығы азаяды. Бұл сценарийде Құрама Штаттарында күшті найзағайдың таралу өзгерісі қалай болуы мүмкін?



▲ **10(Б)-сурет. Күшті найзағайдың ықтималдылығын болжау.** Құрама Штаттарындағы найзағайдың ықтималдылығы пайызбен (көк түспен) көрсетілген, ол гольф добының көлеміндей бұршақты, құйынды күшті желді және EF2 немесе одан күштірек торнадоны тудырады; дауылға қолжетімді қуаттың үйлесімділігі жоғарғы ағын жылдамдығы мен жел қозғалысы ретінде және жел жылдамдығындағы 0 мен 6 шақырым арасындағы айырмашылығы ретінде көрсетілген. Сұр сұлбалар, Құрама Штаттарында үйлесімділіктің қаншалықты жиі байқалатынын білдіреді. Төмендегі сол жақтағы қара шеңбер жоғарғы ағынның жел жылдамдығы мен желдің ығысуының үйлесу мөнін көрсетеді. Дауылдардың көбінде жоғарғы ағын мен жел жылдамдығының айырмашылықтары 10 м/сек немесе одан азырақ болады. Екпінді дауылдардың (графикте оң жақпен жүргенде) немесе үлкен жел ығысуы бар дауылдардың (графикте жоғары жүргенде) орын алу мүмкіндігі аз, бірақ қатаң ауа райының болуына ықпал етеді.

Норман қаласында, Оклахома штаты, орналасқан Дауылды болжау орталығы (ДБО) Ұлттық ауа-райы қызметі (ҰАҚ) мен қоршаған ортаны болжаудағы Ұлттық орталықтың (ҚБҰО) бір бөлігі. ДБО-ның міндеті күшті найзағайлар мен торнадоларды бақылап, уақытылы және нақты болжам беру.

Күшті найзағай жайлы болжамдар күнделікті бірнеше рет беріледі. 1- күнгі болжамдар, алдағы 6 мен 30 сағат аралығында күшті найзағайлардың болуы мүмкін аймақтарды анықтау, ал *2-күнгі* болжамдар келесі күн арқылы болжауды ұзарту. Болжамдардың екеуі де күтілетін жағымсыз ауа райының түрін, қамтитын аймағын және қарқындылығын сипаттайды. Көптеген жергілікті ҰАҚ кеңселерінде де жағымсыз ауа райы жайлы болжамдар беріледі, олар жағымсыз ауа райы потенциалының келесі 12-ден 24 сағатқа жергілікті сипаттамасына бағытталған.

Торнадоны бақылау және ескерту. Торнадоның қауіпі жөнінде қоғамға ақпарат беру Ұлттық ауа райы қызметінің басты міндеті. **Торнадоны бақылау** – халыққа торнадоның белгіленген аймақтың үстімен, белгіленген уақытта өтетіні жайлы жариялау.

Бақылаудың қызметі жағымсыз ауа райы болжамдарын анықтап қойған аймақтардағы болжамдарды реттеу болып табылады. Әдеттегі бақылау аймақтары шамамен 65000 шаршы шақырымды 4-6 сағаттық мерзімді қамтиды. Торнадоны бақылау торнадоны хабарлау жүйесінің маңызды бөлігі, өйткені ол анықтау, қадағалау, ескерту және жауап беру сияқты қажетті процедураларды іске қосады. Бақылаулар жалпы ұйымдасқан жағымсыз ауа райы жағдайлары үшін кейінге сақталады, онда торнадо қауіпі кем дегенде 26000 шаршы шақырым жерге әсер етеді және аз дегенде 3 сағатқа сақталады. Қауіп оқшауланған немесе қысқа ғұмырлы болса хабарланбайды.

Торнадоны бақылау адамдарды торнадодан болатын мүмкін қауіп-қатерді ескерту үшін арналған, ал **торнадоны ескерту**, торнадоның аймақта көрінген кезінде немесе ауа-райы радарынан байқалған кезде Ұлттық ауа райы қызметінің жергілікті кеңселері арқылы жарияланады. Ол төніп тұрған қауіптің жоғарғы ықтималдылығы туралы ескертеді. Ескертулер бақылауларға қарағанда кішілеу аймақтарда беріледі, әдетте ауыл-аймақтың немесе ауыл-аймақтардың бір бөлігін қамтиды. Сонымен қатар, олар қысқа мерзімде әрекет етеді, әдетте 30-60 минут. Торнадоны ескерту көзбен бақылауға негізделгендіктен, кейде ескертулер торнадо нығайған кезде беріледі. Дегенмен, ескертулердің көбі торнадо қалыптасқанға дейін беріледі, кейде Доплер радарының мағлұматына немесе бақылаушының түтікті бұлттар жайлы мәлімдемесіне немесе төменгі бұлттардың айналуына негізделіп, бірнеше ондаған минут бұрын беріледі.

Егер дауылдың бағыты мен жылдамдығы белгілі болса, оның жүруі ықтимал жолды анықтауға болады. Торнадолар тұрақсыз қозғалатындықтан, ескерту аймағы торнадо байқалған жерден желдеткіш тәрізді ықта орналасқан. Жетілдірілген болжамдар мен технологиядағы жетістіктер соңғы 50 жылда торнадодан болатын адам өлімдерінің азаюына ықпал етті. Қысқа мерзім аралығында АҚШ халқының саны күрт өскен кезде, торнадодан болатын адам өлімдерінің санының төмендегенін байқаймыз.

Жоғарыда айтылғандай, бір аймақта болған торнадоның мүмкіншілігі, тіпті жиілігі көп аймақ болса да болымсыз ғана. Мүмкіншілігі аз болғанымен, торнадолар көптеген математикалық ерекшеліктерге толы. Мысалы, Кодел қаласы, Канзас штаты, 3 жыл қатарынан – 1916, 1917 және 1918 жылдары торнадодан зардап шеккен және әр жылда бір уақытта, яғни 20 мамырда болып отырған. Әлбетте, торнадоны бақылаулар мен ескертулер жеңіл-желпі болмауы тиіс.

Доплер Радары. Доплер радарының Құрама Штаттарында орнатылуы, біздің найзағайларды қадағалау және олардың торнадоларды тудыру потенциалына негізделе отырып ескертулер жасау мүмкіндігімізді біршама жақсартты. Кәдімгі ауа-райы радары электромагниттік қуаттың қысқа импульстарын тарату арқылы жұмыс жасайды. Толқындардың шағын бөлігі дауыл арқылы тарқалып шығып, “жаңғырық” тудыра отырып радарға қайтып оралады. Қайтару сигналының күші жауынның қарқындылығын көрсетеді, ал сигналдың таралу мен қайтару арасындағы уақыт айырмашылығы дауылға дейінгі арақашықтықты көрсетеді.

Дегенмен, торнадолар мен күшті найзағайларды анықтап тану үшін, біз олармен байланысты ерекше айналым үлгілерін табуға қабілетті болуымыз керек. Кәдімгі радардың ондайға тек торнадомен байланысты жаңбырдың шиыршықты сызықтары мен имек тәрізді жаңғырықтың пайда болған кезінде ғана шамасы келеді.

Доплер радарының кәдімгі радармен атқаратын міндеттері бірдей болғанымен, ол қозғалысты тікелей анықтай алады. Бұл күрделі қағида *Доплер әсері* ретінде белгілі. Бұлттардағы ауа қозғалысы, шағылысқан сигнал мен бастапқы импульсті салыстыру

арқылы анықталады. Жауынның радарға қарай қозғалысы шағылысқан импульстің жиілігін арттырады, ал радардан шығатын қозғалыс жиілікті кемітеді. Бұл жиілік өзгерістері, Доплер радар бірлігіне қарай немесе одан ары қарай жылдамдық тұрғысынан түсіндіріледі. Бұл қағида полиция радарына қозғалыстағы машиналардың жылдамдығын анықтауға мүмкіндік береді. Өкінішке орай, бір Доплер радар бірлігі өзіне параллель орналасқан ауа қозғалыстарын анықтай алмайды. Сондықтан, бұлт массасының төңірегіндегі желдердің толық көрінуі үшін екі немесе одан да көп Доплер радар бірліктерінің қолданылуы абзал.

Доплер радары, жиі торнадонның дамуына ықпал ететін күшті найзағайдағы мезоциклонның алғашқы қалыптасуы мен дамуын анықтай алады. Барлық мезоциклондар (96 пайызы) зақымдағыш бұршақты, қатты желдерді және торнадоларды тудырады. Торнадоны тудыратындары (шамамен 50 пайызы) кейде олардың күштірек желінің жылдамдықтары мен өткірірек желінің жылдамдық градиенттері арқылы ерекшелене алады. Кейде мезоциклондар алғашқы дауылдарда 30 минут ішінде немесе торнадо қалыптасқанға дейін және үлкен дауыл болған жағдайда 230 шақырым (140 миль) қашықтықта анықталады. Сонымен қатар, радарға жақын болған кезде, кейде жеке торнадо айналымы анықталуы мүмкін. Ұлттық Доплер желісін іске қосқаннан бері, орта есеппен алғанда торнадоны алдын ала ескерту уақыты 1980 жылдың соңындағы 5 минуттан қазіргі таңда 13 минутқа дейін ұлғайтылған.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Торнадо кезінде қозғалмалы мобильді үйдің ішінде болу қаншалықты қауіпті?

Қозғалмалы мобильді үйлер, Құрама Штаттарындағы барлық тұрғын үйлердің кішкентай бөлігін құрайды. Дегенмен, Ұлттық ауа райы қызметінің мәліметі бойынша, 2000-2010 жылдар аралығында, торнадодан қайтыс болғандардың 52 пайызы (604-тің 314-і) қозғалмалы мобильді үйлерде орын алған.

Доплер радары синоптиктер үшін баға жетпес құрал болып табылады, өйткені жауынның қайда жауатынын анықтау үшін оларға дауылдардың ішін көруге мүмкіндік береді, сонымен қатар торнадонның қайда қалыптасатынын білуге көмектесетін атмосферадағы айналымды анықтауға да мүмкіншілік береді. Доплер радар технологиясы ұлттық ауа райы қызметінің зерттеушілерінің еңбектерінің арқасында дамыды, сондай-ақ олар, синоптиктерге жауынның қандай түрі және оның қарқындылығы, көлемі мен орналасқан жері туралы нақты ақпаратпен қамтамасыз ететін **қос-поляризацияның** немесе **қос-полярлы технологияның** дамуына үлестерін қосты.

2013 жылдың сәуір айында, Құрама Штаттарында әрбір Ұлттық ауа райы қызметінің Доплер радарында жаңартылған қос-полярлы технология орнатылды. Ол дамыған бағдарламалық жасақтама мен қуаттың горизонтальді және вертикальді импульстарын жіберетін және қабылдайтын радардың антеннасына бекітілетін аппаратураны құрайды және ол атмосферада не болып жатқаны жайлы толығырақ ақпаратпен қамтамасыз етеді. Бұл синоптиктерге жаңбырды, бұршақты, қарды немесе мұз түйіршіктерін және басқа да ұшатын объектілерді анықтауға және ажыратуға көмектеседі. Қос-полярлының тағы бір пайдасы – ол ауадағы сынықтарды анықтай алады. Бұл синоптиктерге торнадонның жерде екенін және зақым келтіретінін расстауға мүмкіндік береді, сондықтан олар торнадонның жолындағы халыққа сенімді ескертулер жасай алады. Әсіресе, жердегі бақылаушылар торнадоны түнде көре алмайтындықтан, осы уақытта пайдалы.

✓ 10.8 Бақылау сұрақтары

- 1 Торнадоның қарқындылығын бағалауда қолданатын өлшемді атаңыз. Бұл өлшемдердегі бағалау қалай анықталады ?
- 2 Жылдық орта есеппен алғанда, Америка Құрама Штаттарында торнадолардың шамамен қанша пайызы «өптіруші торнадолар» болып есептеледі?
- 3 Торнадоны бақылау мен торнадоны ескертуді ажыратыңыз.
- 4 Доплер радарының кәдімгі радардан артықшылығы қандай?

10 Найзағайлар мен торнадолар тұжырымына шолу

10.1 Ол қандай термин? ► Дауылды тудыратын циклондардың үш түрін ажырату.

- Дауыл мен торнадо, шын мәнінде циклондар болғанымен, циклонның басым көпшілігі дауыл немесе торнадо болып есептелмейді. *Циклон, қаншалықты үлкен немесе қарқынды екеніне қарамастан, төмен-қысымды орталақтың* айналасындағы айналымға қарай бағытталады.

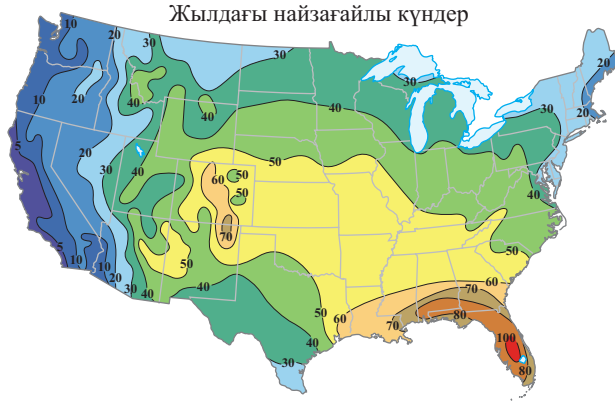
Сұрақ. Осы тарауда талқыланған циклондардың үш түрін найзағайлармен байланыстырыңыз.

10.2 Найзағайлардың пайда болуы ► Найзағайдың қалыптасуы мен найзағайдың белсенділігінің жиілігін көрсететін картадағы орналасқан орнын негізгі талаптардың тізіміне енгізу.

Түйінді сөз: найзағай

- Динамикалық жылу тұрақсыздығы найзағайлардың дамуы кезінде пайда болады, ал найзағайлар жылы, ылғалды ауаның тұрақсыз ортаға көтерілген кезінде қалыптасады.
- Бірнеше механизмдер, Жер бетінің тең емес жылуы немесе шеп бойымен немесе тау баурайындағы жылы ауаның көтерілуі, найзағай-өндіруші будақ бұлттарды жасауға қажетті ауа қозғалысын жоғары қарай айдайды.
- Алдағы он жылдың ішінде, жаһандық жылыну найзағайдың дамуына ықпал ететін жағдайларды арттыруы мүмкін. Америка Құрама Штаттарында мұндай өзгеріс шығыс және оңтүстік штаттарда байқалады.

Сұрақ. Солтүстік Американың батыс бөлігінде оңтүстік-шығыс штаттарына қарағанда найзағайлардың жылына болу күндері азырақ екенін түсіндіріңіз.

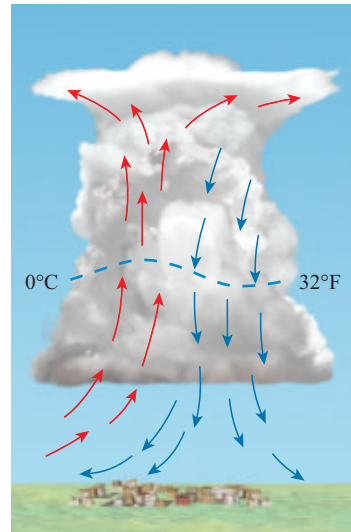


10.3 Найзағайлардың ауа массасы ► Найзағай ауа-массасының үш кезеңін көрсететін қарапайым диаграммаларды сызу және түсіндіру.

Түйінді сөздер: найзағай ауа массасы, будақ бұлтты кезең, сору, жетілу кезеңі, ыдырау кезеңі

- Найзағай ауа-массасы көктем және жаз мезгілдерінде тропикалық-теңіз ауада (ТТ) жиі байқалады. Жалпы, осы найзағайлардың дамуы барлық үш кезеңді қамтиды: будақ бұлтты кезең, жетілу кезеңі және ыдырау кезеңі.
- Батыстағы жартасты және шығыстағы Аппалачи сияқты таулы аймақтарда Плейнс штаттарына қарағанда найзағай ауа массасы үлкен көлемді болып келеді. Құрама Штаттарының шығысындағы екіден үш бөлігін қамтитын көптеген найзағайлар, орта екіпінді циклондармен еретін жалпы конвергенция мен шептік көтерілу аясында жүзеге асады.

Сұрақ. Мына эскизде найзағай дамуының қай кезеңі көрсетілген? Не пайда болғанын сипаттаңыз. Осы кезеңнің соңынан басқа кезең бола ма? Егер болса, сол кезеңде не болатынын сипаттаңыз.



10.4 Күшті найзағай ► Күшті найзағайдың сипаттамаларының тізімін жасау және олардың қалыптасуына байланысты түрлі жағдайлардың арасын ажырату.

Түйінді сөздер: күшті найзағай, желдің ығысуы, жел екіпінінің шебі, көпұялы бұлт, мезоциклон, дауылды жолақ, құрғақ жолақ, мезомасштабты конвективті кешен (МКК)

- Күшті найзағайлар нөсерлі жаңбырлар мен аяқасты болатын су тасқынын, сонымен қатар қатты, ұйтқымалы, тік желдерді тудыруға қабілетті. Оларға күшті вер-

тикальды желдің ығысуы әсер етеді – ол желдің бағытын және әртүрлі биіктіктегі жылдамдығын өзгертеді, төменгі ағын иіле бастайды және жоғары қарай тұрақтануды жалғастырады.

- Найзағай ұяшығынан шыққан төменгі ағын беткі қабатқа жетіп, жайылады және суық ауаның жылжитын сынабын шығарады, ол жел екпінінің шебі деп аталады.
- Көпұялы бұлттың биіктігі 20 шақырымға дейін жететін және бірнеше сағатқа сақталатын бір, өте қуатты ұяшықтан тұрады. Бұл ұяшықтар мезоциклонды, циклондық ауа айналымының бағанын тудырады, кейде оның шеңберінде торнадолар қалыптасады.
- Дауылды жолақ – найзағайдың біркелкі тар жолағы, орта екпінді циклонның жылы секторында, әдетте суық шептің қозғалысында дамиды. **Мезомасштабты конвективті кешендер (МКК)** үлкен сопақшадан дөңгелек топқа ұйымдасқан көптеген жеке найзағайлардан тұрады. Олар түстен кейін болатын найзағай ауа массасының тобынан, ұлы жазықта жиі қалыптасады.
- Кейбір дауылды жолақтар құрғақ жолақтармен байланысты тар шекаралардың бойымен тығыз КТ ауа, өзімен үйлесетін тығыздығы азырақ ТТ ауаны жоғарлатуға әрекет етеді.

10.5 Найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуі ►

Найзағайдың жарқылдауы мен күннің күркіреуінің себептерін түсіндіру.

Түйінді сөздер: найзағайдың жарқылдауы, найзағайдың бытыраңқы жарқылы, бұлттан жерге дейінгі найзағай, жарқыл, найзағайдың түсуі, көшбасшы, көшбасшы қадамы, найзағайдың кері түсуі, күн күркіреу көшбасшысы, күннің күркіреуі

- Найзағай жарқылының мақсаты – теріс тоқ ағынын артық теріс зарядты аймақтан артық оң зарядты аймақта немесе керісінше жасау арқылы электрлік айырмашылықтарын теңестіру. Найзағай жарқылының ең көп таралған түрі, қарама-қарсы зарядталған бұлт аймағында немесе бұлттар арасында пайда болады. Көп таралмаған, бірақ найзағайдың ең қауіпті түрі – **бұлттан жерге дейінгі найзағай**.
- Бұлттардағы зарядтардың бөлінуінің пайда болуы, толық зерттелмеген, дегенмен ол бұлттардағы тез вертикальды қозғалыстарға байланысты. Біз жеке жарқыл ретінде көретін найзағайдың түсуі, шынында да бұлт пен жердің арасында бірнеше өте жылдам соққы береді. Найзағай жарқылдауының электрлі разряды арқылы ауа қатты қызған кезде, ол шұғыл кеңейеді де дыбыс толқындарын шығарады, біз оны **күннің күркіреуі ретінде естиміз**.

Сұрақ. Найзағай, найзағай жарқылысыз болу мүмкін бе? Түсіндіріңіз.

10.6 Торнадолар ► Торнадоньң құрылымы мен негізгі сипаттамаларын сипаттау.

Түйінді сөздер: торнадо, көпқұйынды торнадолар

- Торнадо – төменгі бұдақ бұлттардан жайылатын *айналмалы ауа бағанасы* немесе *құйын* пішініндегі қатты дауылдар. Кейбір торнадолар бір құйыннан құрылуы мүмкін.

Көпқұйынды торнадолар деп аталатын күштірек торнадолар – *сорғыш құйын* деп аталатын аз қарқынды ұйытқымалардан тұрады, олар негізгі құйынның аясында айналады.

- Торнадонның ішкі қысымы дауылдың сыртқы қысымынан 10 пайызға төменірек деп есептеледі. Күшті торнадомен байланысты үлкен қысым градиентінің себебінен кейде желдің ең көп жылдамдығы сағатына 480 шақырымға дейін жетеді.

10.7 Торнадонның дамуы мен пайда болуы ► Торнадонның қалыптасуына қолайлы атмосфералық жағдайлар мен орындар жөнінде қорытындылау.

- Күшті найзағайлар, демек торнадолар жиі суық шеп бойында немесе орта екпінді циклонның дауылды жолағында немесе көпұялы бұлтты найзағайлармен байланысты туындайды. Торнадолар тропикалық циклондармен (құйын) байланысты қалыптаса алады. Сәуір мен маусым аралығы торнадо белсенділігінің ең көп байқалатын кезі, бірақ торнадолар бір жылдың әр айында пайда болып тұрады.
- Орта есеппен алғанда, торнадонның диаметрі 150 мен 600 метр аралығында, ландшафтың үстімен шамамен сағатына 45 шақырым жылдамдықпен қозғалады және 26 шақырымға ұзақ жолды қысқартады.

Сұрақ. Орталық Құрама Штаттарында торнадо оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа әлде оңтүстік-шығыстан солтүстік-батысқа қозғала ма? Түсіндіріңіз.

10.8 Торнадонның жойқын күші мен торнадонны болжау ► Торнадонның қарқындылығын сипаттау. Торнадонны бақылау мен торнадонны ескертуді ажырата білу және ескерту үдерісінде Доплер радарының рөлін талқылау.

Түйінді сөздер: Жетілдірілген Фуджита межелігі (ЖФ межелігі), торнадонны бақылау, торнадонны ескерту, Доплер радары, қос-полярлау (қос-полярлық) технологиясы

- Ең зиянды торнадо өте қатты желдердің себебінен болады. Әдетте, торнадонның қарқындылығына нұсқау ретінде **Жетілдірілген Фуджита межелігі** пайдаланылады, қысқаша **ЖФ межелігі**. ЖФ межелігіндегі рейтинг торнадонның себебінен болған зақымдарды бағалаумен анықталады
- Күшті найзағайлар мен торнадолар шағын және қысқа ғұмырлы құбылыс, ауа райы нышандарының арасындағы ең күрделісі болғандықтан, оларды дөп болжау қиын.
- **Ауа райы жағдайлары торнадонны қалыптастыруға қолайлы болған кезде, торнадонны бақылаушылар** халыққа торнадонның белгіленген аймақтың үстімен, белгіленген уақытта өтетіні жайлы жариялайды. **Торнадонны ескерту**, торнадонның аймақта көрінген кезінде немесе ауа райы радарынан байқалған кезде Ұлттық ауа райы қызметінің жергілікті кеңселері арқылы жарияланады.
- Бұлттағы жауынның қозғалысын анықтай алатындықтан, Доплер радар технологиясының торнадонны ескертулердегі нақтылығы айтарлықтай жақсарды.

Ой жүгірту

1. Егер сіз орталық Огайо штатының тұрғыны болсаңыз және циклонның жақындап келе жатқанын естісеңіз, дереу баспана іздеуіңіз керек пе? Егер Айова штатының батысында тұрсаңыз не істер едіңіз?
2. Берілген картада, құрғақ жолақты найзағайлары бар қай жер көрсетілген? Неге олай?



3. Төмендетілген ауа компрессия арқылы жылынады (адиабатты), бірақ найзағайдың төменгі ағымдары суық болады. Бұл айқын қарама-қайшылықты түсіндіріңіз.
4. Зерттеулер, температура инверсияларындағы көпұялы бұлтты найзағайлардың қалыптасуымен байланысты. Дегенмен, будақ бұлттар тұрақсыз қоршаған ортада қалыптасқанда, температура инверсиялары өте тұрақты атмосфералық жағдайлармен байланысты болады. Бұл екі құбылыс арасындағы байланысты түсіндіріңіз.
5. Құрама штаттарында он жылдың ішінде тіркелген торнадолардың тізімі төменгі кестеде берілген. 2000 жылдың жалпы саны 1950 жылдан неге жоғарырақ екенін түсіндіретін себептерді ұсыныңыз.

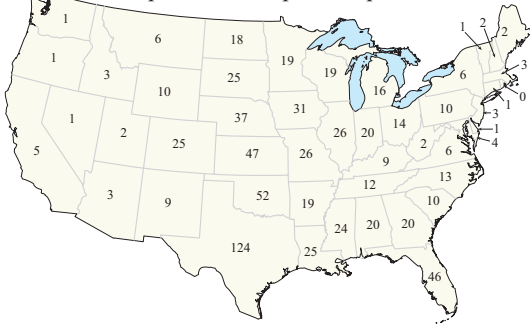
АҚШ-дағы онжылдықтар бойынша Торнадо	
Онжылдықтар	Торнадолар саны
1950–1959	4796
1960–1969	6613
1970–1979	8579
1980–1989	8196
1990–1999	12,138
2000–2009	12,914

6. 10.30-суретте, Құрама Штаттарында 2000 жылда 1950 жылмен салыстырғанда 40 пайызға төмен торнадодан қайтыс болғандардың саны көрсетілген, осы аралықта халық санының өскені байқалған. Қайтыс болған адамдар санының төмендеуін қалай түсіндіруге болады?
7. Құйын қарқындылығы бақылауға алынатыны және жақындағанда хабарланатыны жайлы 11-тарауда оқып білесіз. Алайда, торнадоньң қарқындылығы дауыл өткеннен кейін ғана анықталып, хабарланады. Неге олай?

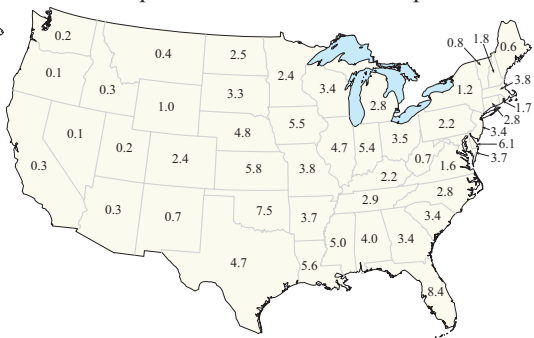
Мәселелер

1. Егер найзағайдың жарқылы көрінгеннен кейін 15 секундтан соң күннің күркірегені естілсе, найзағайдың түсуі қаншалықты ұзарады?
2. 10.14-суреттің жоғарғы сол жақ бөлігіне қарасаңыз, ССШ арқылы Ш қозғалғалы бағыттарын көрсететін торнадолардың пайызын анықтауға болады.
3. Бұл карталар, АҚШ-тың торнадо туралы статистикалары халыққа графикалық түрде ұсынылған екі кең таралған тәсілдерді көрсетеді. Қандай төрт штаттарда торнадолар жиі болады? Бұл штаттарда ең қауіпті торнадолар бола ма? Қай карта торнадоның қауіп-қатерін бейнелеу үшін ең пайдалы? 10.23-суреттегі картаның екіншісінен артықшылығы бар ма әлде осы карталардың екеуі де бірдей ме?

45 жыл ішіндегі штаттардың жыл сайын орын алған торнадолар саны



45 жыл ішінде штат бойынша жылына әрбір 10 000 квадрат мильге шаққандағы торнадо саны



Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

11

Құйындар



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау сәйкесінше оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз келесі сұрақтарға жауап беруге қабілетті болуыңыз керек:

- 11.1** Құйынды анықтаңыз және оның негізгі құрылымымен сипаттамаларын айқындаңыз.
- 11.2** Құйынның түзілуіне ықпал ететін жағдайды талқылаңыз және құйынның тарқап кетуін тудыратын факторларды атаңыз.
- 11.3** Құйын қарқындылығы қалай анықталатынын түсіндіріңіз және құйынның кең таралған қирату әрекетінің үш түрін қорытындылаңыз.
- 11.4** Құйынның қарқындылығын айқындайтын екі әдісті салыстырыңыз және дауыл қарқындылығының келесі онжылдықта өзгеру мүмкіндігін түсіндіріңіз.
- 11.5** Құйындарды қадағалау және болжамдарды әзірлеу үшін пайдаланылатын деректерді ұсынатын төрт құралды атаңыз. Құйынды бақылаудың және құйынды ескертудің қарама-қарсылығы.

С ағатына 300 шақырымнан астам жылдамдықпен қозғалатын айналмалы тропикалық циклонды Құрама Штаттарда құйын деп біледі. Құйын жер бетіндегі ең үлкен дауылдардың бірі. Құйын – табиғи апаттардың ішіндегі ең деструктивті түрі. Құйын жерге жеткенде жағалау аймақтарын жойып, мыңдаған адамдардың қаза болуына себеп болады. Артықшылықтарының бірі – құйын өзінің өтетін көптеген аймақтарын елеулі жауынмен қамтамасыз етеді. Осыған орай, Флорида жағалауындағы курорт иесі құйын маусымының басталуынан қорқатын болса, Жапониядағы фермер керісінше құйынның келуін күтеді.

11.1 Құйын профилі

Құйынды анықтаңыз және оның негізгі құрылымы мен сипаттамаларын айқындаңыз.

Көптеген адамдар тропиктегі ауа райына тамсанып қарайды – бұл қағида. Тынық мұхитының оңтүстігіндегі аралдары мен Кариб аралдарындағы ауа райы әр күндік ауытқымалардың болмауымен белгілі. Жылы бриз, тұрақты температура және тропикалық жаңбыр, кейде қатты жаууы мүмкін, бірақ ұзаққа созылмайды. Қаншалықты кереғар болғанымен, кейде бұл салыстырмалы тыныш аймақтарда жер бетіндегі ең сұрапыл құйын қалыптасады. Қалыптасқаннан кейін, бұл құйындар тропиктерден алыс жерлерге де ауыр жағдайлар орнатуы мүмкін (**11.1-сурет**).

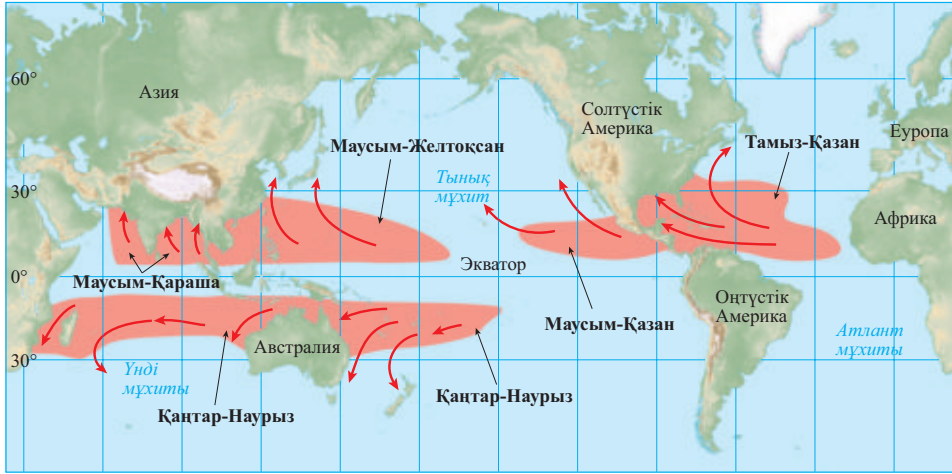


▲ **11.1-сурет. Сэнди құйынының қирату салдары.** 2012 жылдың қазан айының соңында, өте үлкен және қуатты дауыл, бұқаралық ақпарат құралдарында бейресми атауы «Сэнди Супердауылы» Нью-Джерси жағалауы бойындағы Нью-Йорк қаласының оңтүстігінде орын алды. Құрама Штаттардың халық тығыз қоныстанған елордалық аймақтағы бұл қатты дауыл үлкен қаржылық шығынға душар етті.

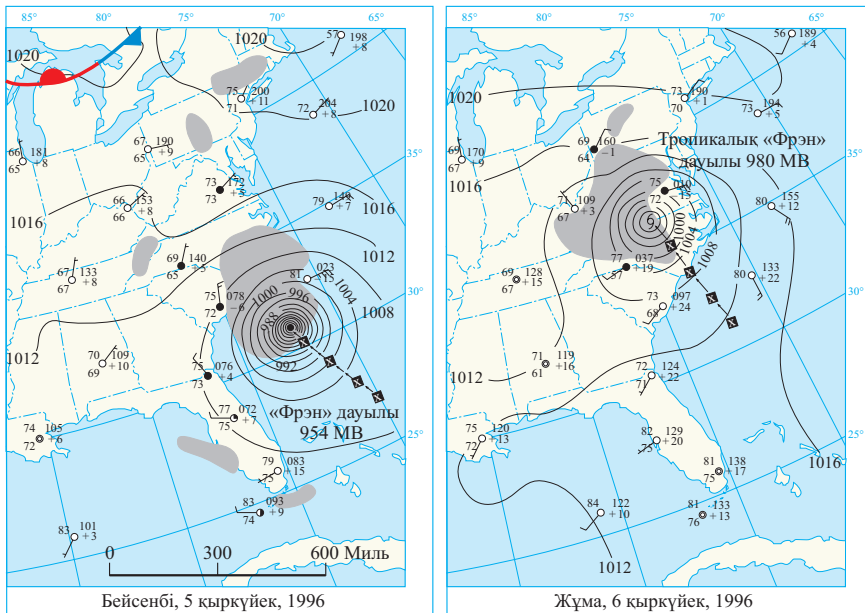
Құйындар – тропикалық немесе субтропикалық мұхит үстінде қалыптасатын төменгі қысымның қарқынды орталығы, қарқынды конвективті (найзағайлы) белсенділігімен және күшті циклондық айналымымен сипатталады. Тұрақты желдер жылдамдығы сағатына 119 шақырымға теңесуі немесе одан артық болуы тиіс. Ортаендікті циклондарға қарағанда, құйындарда қарама-қарсы ауа массалары және шептер жетіспейді. Құйынды желдерді қалыптастыратын және сақтайтын энергия көзі болып, будақ бұлттар мұнараларын қалыптастыру кезінде бөлінетін жасырын жылудың үлкен мөлшері болып табылады.

Бұл қарқынды тропикалық дауылдар түрлі атаулармен әлемнің көптеген бөліктерінде белгілі. Тынық мұхитының солтүстік-батысында оларды *тайфун* деп атаса, Тынық мұхитының оңтүстік-батысында және Үнді мұхитында *циклондар* деп атайды. Келесі талқылауларда біз бұл дауылдарды құйын деп қарастыратын боламыз.

Құйындардың көбісі тек сирек кездері Атлант мұхитының оңтүстігін және Тынық мұхитының шығысын қоспағанда (**11.2-сурет**), барлық тропикалық мұхит үстіндегі 5° және 30° ендік аралығында қалыптасады.



▲ **11.2-сурет. Құйынның қалыптасу аймақтары.** Бұл дүниежүзілік картада құйындардың көп қалыптасатын өңірлері мен олардың болатын айлары көрсетілген. Құйын шамамен 5° экватор аясында дамымайды, себебі Кориолис күші осы өңірде өте әлсіз. Мұхиттің беткі қабатындағы жылы температура құйынның қалыптасуы үшін қажет болғандықтан, құйын полюске бағытталған 30° ендікте сирек қалыптасады, Оңтүстік Атлант мұхиты және Оңтүстік Тынық мұхитының шығысындағы салқын су үстінде тіпті қалыптаспайды десек болады.

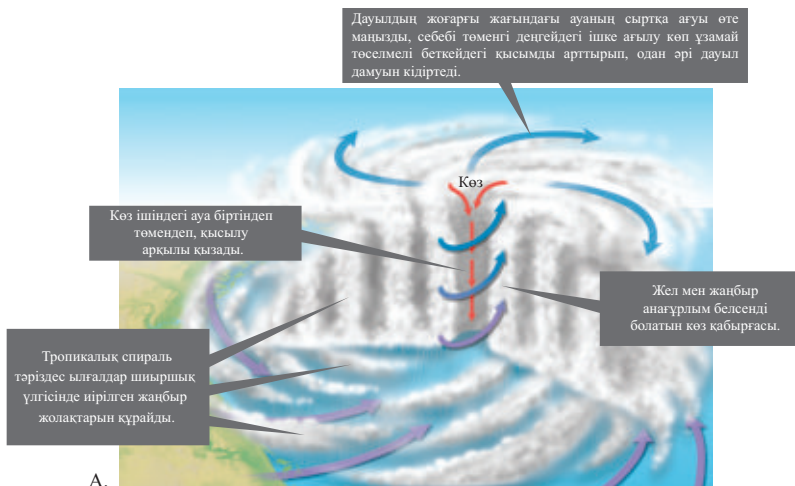


▲ **11.3-сурет. Фран құйыны.** Бұл ауа райы картасы 1996 ж., 5-6 қыркүйекте болған «Фран» құйынын көрсетеді. 5 қыркүйекте жел жылдамдығы сағатына 190 шақырым болып артты. Дауыл құрлыққа енген сайын нәсер жауын су тасқынын қалыптастырып, 30 адам қаза болды, 3 млрд доллар шамасындағы шығынға ұшыратты. Ақпарат станциясы Мексика шығанағы мен Атлант мұхитының жағалауындағы буйлер арқылы, қашықтықта қалқып жүрген дестелі құралдар арқылы байланыстырылды. Дауылдың орталығынан оңтүстік-шығысқа қарай орнатылған бұл кішірек қорапшалар, көздің орналасқан жері 6-сағаттық интервалда болғанын көрсетеді.

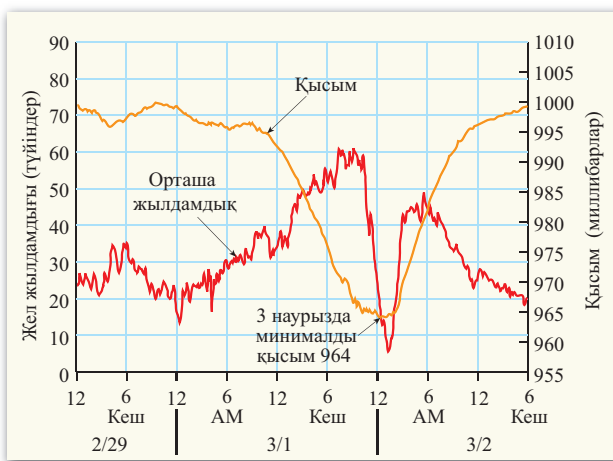
Құйындардың ең көп болатын жері, жылына орта есеппен 20 рет, Солтүстік Тынық мұхитының батысы. Құрама Штаттардың оңтүстігі мен шығысындағы жағалау аймақтарында тұратын адамдар, орта есеппен тек 5 құйынға тап болады, олар жыл сайын Солтүстік Атлантиканың жылы секторында дамып отырады.

Жыл сайын көптеген тропикалық толқулар болады, олардың тек бірнешеуі ғана құйын деңгейіне жетеді. Халықаралық шартқа сәйкес, құйын желінің жылдамдығы сағатына кем дегенде 119 шақырым және айналмалы циркуляциясы болуы қажет. **Тұрақты желдер** 1-минуттық интервалмен орташаланған. Жетілген құйындар шамамен 600 шақырым ұзақтықтан өтеді, ал диаметрі 100 шақырымнан 1500 шақырымға дейін өзгере алады. Құйынның сыртқы жиегінен орталығына дейін барометрлік қысым 1010-нан 950 миллибарға дейін әр уақыт сайын 60 миллибарға төмендейді.

11.3-суретте көрсетілгендей, шектен тыс қысым градиенті құйынның иірімелі желдері ішінде жылдам түрленеді. Ауа құйын орталығына жақындай түскен сайын, оның жылдамдығы артады.



2004 ж. 29 ақпан мен 2 наурыз аралығында Батыс Австралиядағы Марди станциясы жағалауына келген Монти циклонындағы желдің жылдамдығы мен ауа қысымының өзгерістері (әлемнің бұл бөлігіндегі дауылды «циклондар» дейді).



Ә.

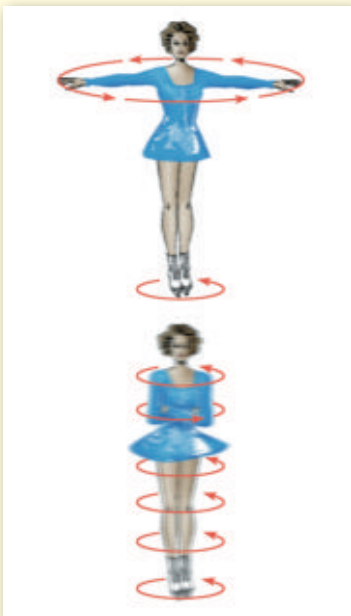
▲ **11.4-сурет. Құйын анатомиясы.** А. Гипотетикалық құйынның көлденең қимасы. Тік өлшем айтарлықтай үлкейтілгенін ескеріңіз. Ә. Құйын өтісімен жел және қысымның өзгеруі.

Бұл жеделдету бұрыштық импульстің сақталу заңымен түсіндіріледі (**11.1-мәліметтер жинағы**). Сағатына 119 шақырым жылдамдықтағы құйындардың дүлей желдері құйынның ішкі интерьерлі аймағында орын алатынын және дауыл орташа 160 шақырым қашықтықтағы аймақтан өтетінін түсінген жөн. Дауылдың сыртқы аймағындағы қатты желдер жылдамдығы сағатына 50 шақырымнан асады. Осылайша, құйынмен көп байланысты желдер күші жалпы құйын күшіне қарағанда шын мәнінде аздау. Жер үстіндегі жылы, ылғалды ауаның ішкі ағыны дауыл өзегіне жақындағанда, ол жоғары қарай бұратыла көтеріліп, будақ бұлттар мұнараларын құрайды (**11.4(A)-сурет**). Дауылдың орталығын қоршаған қарқынды конвективті белсенділіктің бұл бәліш тәрізді пішіндегі қабырғалары **көз қабырғасы** деп аталады. Ең қатты жел жылдамдығы және ең қалың жауын-шашын осы жерде болады. Көз қабырғасы айналасында **жаңбыр жолақтары** деп аталатын найзағайлы будақ бұлттардың жолақтары шиыршық үлгісінде иірілген. Дауылдың жоғарғы жағындағы ауа дауылдың өзегінде көтерілген ауаны тасымалдап сыртқа ағады, сөйтіп ол жер бетіндегі ішкі ағынға орын қамтамасыз етеді. Дауылдың дәл ортасында құйын **көзі** орналасқан. Бұл жауынның тоқтайтын және желдің басылатын аймағы болып табылады.

11.4(Ә)-суретте 2004 ж. 29 ақпан мен 2 наурыз аралығында Батыс Аустралиядағы Марди станциясы жағалауына келген Монти циклонындағы желдің жылдамдығы мен ауа қысымының өзгерістері көрсетілген. Құйын көзі салыстырмалы тыныш ретінде, өте шұғыл қысым градиенті және күшті желдер көз қабырғасына байланысты айқын болып табылады. Көздің диаметрі шамамен 5-тен басталып 60-тан астам шақырым шамасында өзгеріп отырады. Көптеген құйындарда көз жер беткейіне жақын жерде кішірек болып, жоғары қарай көтерілгенде кеңейеді.

11.1-мәліметтер жинағы

Бұрыштық сәттің сақталуы



◀ **11(A)-сурет. Бұрыштық сәттің сақталуы.** Мәнерлеп сырғанаушының қолы ұзартылған кезде, ол баяу айналады. Ал қолы тартылған кезде, ол әлдеқайда жылдам айналады.

Неге дауыл айналасында соққан желдер орталығына жақын жылдамырақ және шетіне жақын баяу жылжиды? Бұл құбылысты түсіну үшін, *бұрыштық сәттің сақталу заңын* қарастырып шығу қажет. Бұл заң айналу орталығы айналасындағы (білік) нысанның жылдамдықты қалыптастыруы мен нысанның біліктен қашықтығы тұрақты екенін мәлімдейді.

Жіп ұшына жалғасқан нысан шеңбер жасап айналу деп елестетейік. Егерде жіпті ішке қарай тартсақ, нысанның айналу білігінен қашықтығы азаяды да, иірілген нысанның жылдамдығы артады. Айналмалы масса радиусының өзгерісі оның айналу жылдамдығының өзгеруімен теңестіріледі.

Бұрыштық сәттің сақталуындағы тағы бір ортақ мысал, бұл мәнерлеп сырғанаушы мұз айдынында екі қолымен сырғанауы өте ұзақ болғанда (**11(A)-сурет**).

Оның қолы біліктің айналасында (оның денесі) айналмалы траектория бойынша қозғалады. Сырғанаушы қолын ішке қарай тартқанда, ол өз қолының айналмалы траектория радиусын азайтады. Нәтижесінде, оның қолы тез қозғалып, денесінің қалған бөлігі соған бағынып, иірілу жылдамдығы артады.

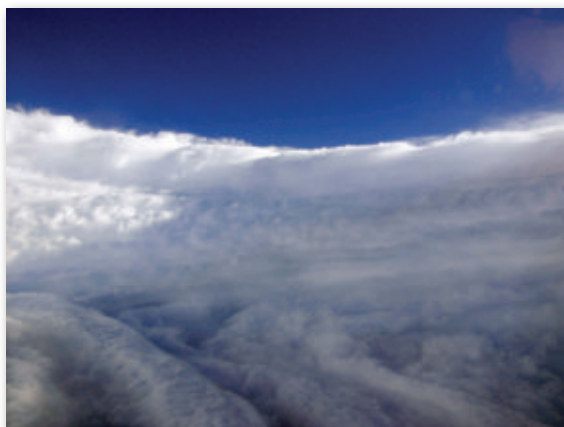
Осыған ұқсас жағдай, ауа дауыл ортасына қарай жылжыған кезде, оның қашықтығындағы және жылдамдығындағы өнім өзгеріссіз қалуы тиіс. Сондықтан, ауа сыртқы жиегінен ішке қарай жылжығанда, оның айналу жылдамдығы артуы қажет.

Бұрыштық сәттің сақталу заңын гипотетикалық құйындағы ауаның көлденең қозғалысына қолданып көрелік. Сағатына 5 шақырым жылдамдықтағы ауа дауыл орталығынан 500 шақырымнан басталады деп есептейік. Орталығынан 100 шақырым нүктесіне жеткен уақытта, ол (ешқандай үйкеліс болмаған деген үмітпен) бір сағатта 25 шақырым жылдамдыққа ие болды. Егер осы ауа бөлшегі дауыл орталығына дейін радиусы 10 шақырымға жеткенше қозғалысын жалғастыратын болса, онда ол сағатына 250 шақырым жылдамдықпен қозғалар еді. Үйкеліс сәл бұл мәнді азайтады.

Сұрақ

1. Құйын сыртындағы ауа дауыл ортасына қарай жылжығанда оның жылдамдығы арта ма, азая ма?

Дауылдың жоғарғы жанында, ол көз-қабырғасы бұлттарының жоғарғы бөлігімен қоршалған, бұлтсыз, салыстырмалы үлкен аймақты қалыптастыруы мүмкін (**11.5-сурет**).



▲ **11.5-сурет. Катрин құйыны көзінің қабырғасы.** Бұл сурет дауыл Мексика шығанағы жағалауына соққы бермес бір күн бұрын, көз үстімен ұшқан құйын аңшысы арқылы түсірілді. Дауылдың шыңынан түсірілген бұл суретте, көздің көгілдір аспаны көз қабырғасының тығыз қатпарлы-жаңбырлы бұлттарымен қоршалғанын көрсетеді.

Жер беткейінде құйын көзі оны қоршап тұрған алып бұралмалы бұлттар қабырғасында болып жатқан төтенше ауа райынан қысқа бірақ алдамшы үзіліс ұсынады. Көз ішіндегі ауа біртіндеп төмендеп, қысылу арқылы қызады да, дауылдың ең жылы бөлігіне айналады. Көптеген адамдар құйын көзі толығымен бұлтсыз көгілдір аспанмен сипатталатын аймақ деп ойлайды, бірақ бұл олай емес, себебі көздегі шөгү үдерісі бұлтсыз жағдайды қалыптастыру үшін өте сирек болады. Аспан осы аймақта әлдеқайда жарқын болып көрінгенмен, әртүрлі деңгейде шашыранды бұлттар ортақ болып табылады.

✓ 11.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Құйын дегеніміз не? Бұл дауыл түрінің басқа атаулары қандай?
- 2 Құйындар қандай ендік аймақтарында дамиды?
- 3 Құйын көзі мен көз қабырғасы арасындағы айырмашылық қандай? Бұл аймақтардағы кондиция қалай ерекшеленеді?

11.2 Құйынның түзілуі мен тарқап кетуі

Құйынның түзілуіне ықпал ететін жағдайды талқылаңыз және құйынның тарқап кетуін тудыратын факторларды атаңыз.

Құйын, бұл – су буының көп мөлшері конденсацияланған кезде бөлінетін жасырын жылумен қыздырылатын жылу қозғалтқышы. Құйынның тек бір күн ішінде өндіретін энергия көлемі шын мәнінде өте зор. Бөлінген жасырын жылу ауаны жылытып, оның жоғары қарай қалқуын қамтамасыз етеді. Нәтижесінде, жердің бетіне жақын қысымды азайту кезегінде ауаның неғұрлым жылдам келуін ынталандырады. Ауаның көп мөлшердегі жылуы, ылғалдылығы осы күштің басталуына және оны сақтап тұру үшін үздіксіз жабдықтауға қажет.

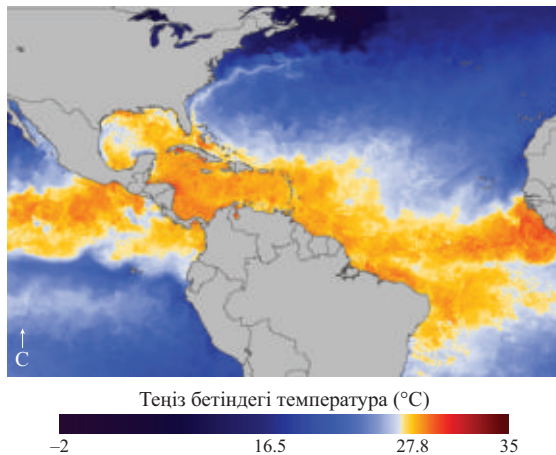
Құйынның түзілуі

11.6-суреттегі графикте көрсетілгендей, құйындар жаз соңында және ерте күзде жиі қалыптасады.



▲ **11.6-сурет. Атлантика бассейніндегі құйын мен тропикалық дауыл жиілігі.** Графикте 100 жыл аралығында күтуге болатын 1 мамыр мен 31 желтоқсан арасындағы дауылдар санын көрсетеді. Тамыздың соңы мен қазан аралығында ең белсенді болып табылады.

Осы уақыт аралығында теңіз бетінің температурасы 27°C немесе одан жоғары болып, ауаны қажетті жылу және ылғалмен қамтамасыз етуге қабілетті болады (**11.7-сурет**).



▲ **11.7-сурет. Теңіз бетіндегі температура.** Құйынның қалыптасуы үшін мұхит температурасы 27°C жоғары болуы тиіс. 2010 ж. 1 маусымында түсірілген бұл түспен кодталған спутниктік сурет дауыл маусымының басындағы теңіз бетінің температурасын көрсетеді.

Осындай мұхит суының температурасы Атлант және Тынық мұхитының оңтүстік-шығыс жағындағы салыстырмалы салқын су бетінде құйынның түзілуі өте сирек екенін түсіндіреді. Осындай себепке байланысты, бірнеше құйындар полюске бағытталған 30° ендікте түзіледі (**11.2-сурет**). Су температурасы жеткілікті жағдайда жоғары болса да, құйындар экватордың 5° аясында түзілмейді, себебі осы өңірдегі Кориолис күші қажетті айналмалы қозғалысты бастау үшін өте әлсіз.

Мұхиттың батыс бөлігіндегі көптеген тропикалық дауылдар құйын мәртебесіне жетті, бірақ олардың шығу тегі Қиыр Шығыста жатыр. Мұндай жерлердегі бұлттар мен найзағайлардың ұйымдастырылмаған массиві **тропикалық бұзылу** деп аталады, кейде әлсіз қысым градиенті дамиды және әлсіз айналады, кейде тіпті айналмайды. Көп уақыттарда конвективті белсенділіктің осы аймақтары сөніп қалады. Алайда, тропикалық бұзылу кейде қарқынды дамып, күшті циклондық айналым дамиды.

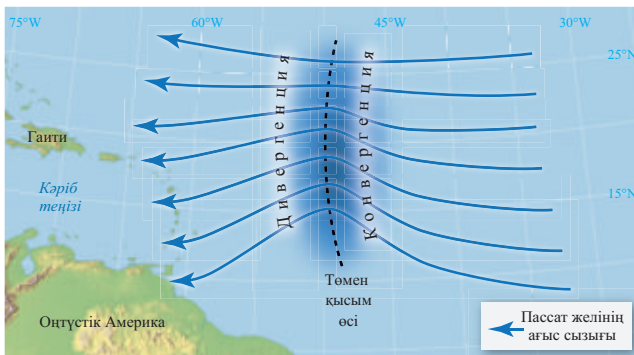
Бірнеше түрлі жағдайлар тропикалық бұзылыстарды тудыруы мүмкін. Олар кейде конвергенцияның тропикшілік аймағымен байланысты (ITCZ) қуатты конвергенция және көтерілумен бастамашылық етеді. Басқалары шұңғыма орта ендіктен тропикке енгенде түзіледі.

Шығыстық толқындар. Солтүстік Атлантиканың батыс жағына енетін және Солтүстік Америкаға қауіп төндіретін ең күшті құйындарды түзейтін тропикалық бұлинулер көбінесе **шығыстық толқындар** ретінде белгілі. Олар пассат желіндегі ірі толқын немесе шымырлаған діріл тәрізді басталады және бірте-бірте шығыстан батысқа қарай жылжуына байланысты аталған.

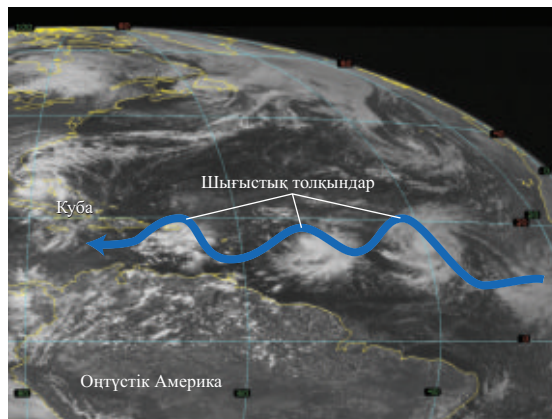
11.8-сурет шығыстық толқынды бейнелейді. Бұл қарапайым картадағы сызықтар изобара болып табылмайды. Олар **ағыс сызығы**, беттік ауа ағынын бейнелеу үшін пайдаланылған желдің бағытына параллель сызылған сызықтар болып табылады. Орта ендіктегі ауа райы талданған кезде, изобаралар әдетте ауа райы картасында сызылады. Керісінше, тропикте теңіз деңгейіндегі қысым айырмашылықтары өте аз, сондықтан изобаралар әрқашан пайдаға аспайды. Ағыс сызықтары бұл жерде пайдаға асады, себебі олар жер беткейіндегі желдердің қай жерде ауысып, айырылысып кететінін көрсетеді.

Толқын білігінің шығысындағы ағыс сызықтары полюске қарай қозғалады және беттік ағын конвергентті екенін көрсете отырып, бір-біріне жақындай түседі. 4-бөлімді еске түсірсек, конвергенция ауаның жоғары көтерілуіне себепші болады және бұлттарды түзеді. Сөйтіп, тропикалық бүлінулер толқынның шығыс жағында орналасқан. Толқын білігінен батысқа қарай, беттік ағын экваторға қарай бұрылғанда айырылысады. Демек, мұнда ашық аспан қалыпты жағдай.

Шығыстық желдер Африкада бүліну ретінде жиі пайда болады. Бұл дауылдар басым пассат желдерімен батысқа қарай басқарылатындықтан, олар суық Канар ағысымен соқтығысады (3.7-сурет). Бүліну ағыстың суық тұрақтандыру суы үстінен өткенде төзіп қалатын болса, онда ол Атлант мұхитының ортасындағы жылы су ылғалымен және ыстығымен жаңарады. Осы сәттен бастап, бүліну қарқынды және ұйымдасқан жүйеде дамиды, кейбіреуі құйын деңгейіне жетуі мүмкін.



А.



Ә.

▲ 11.8-сурет. Субтропикалық Солтүстік Атлант мұхитындағы шығыстық толқындар.

А. Ағыс сызықтары төмен деңгейлі ауа ағынын көрсетеді. Ағыс білігінен шығысқа қарай желдер полюске аздап жылжығанда бір-бірімен қосылады. Ағыс білігінен батысқа қарай, ағыс экваторға бағытталғанда бөлініп кетеді. Тропикалық бұзылулар шығыстық толқындардың бірігу ағыстарына байланысты болады. Шығыстық толқындар 2000 шақырымнан 3000 шақырымға дейін созылып жатыр және пассат желдерімен шығыстан батысқа сағатына 15 және 35 шақырым аралығындағы жылдамдықпен қозғалады. Бұндай жылдамдықпен ол **Солтүстік Атлант мұхиты арқылы өту барысында** бір апта немесе 10 күн тропикалық бұзылу үдерісімен бірге жүреді. Ә. Бұл спутниктік түсірілім Африка мен Кариб теңізінің арасындағы шығыстық толқындардың сериясы ішінде дамыған бірнеше тропикалық бұзылыстарды көрсетеді.

Тропикалық бұзылулар неге тарқап кетеді? Барлық жағдай құйынды қалыптастыра алатындай болғанымен, кейде көптеген тропикалық бүлінулер қарқынды дамуын тоқтатып қалады. Одан әрі дамуына кедергі бола алатын бір жағдай **пассат желінің инверсиясы** деп аталатын температуралық инверсия, ол субтропикалық максимум әсеріндегі аймақта болатын шөгугемен бірлесіп қалыптасады. Тропосферадағы температуралық инверсия, әдеттегідей температура төмендегенде емес, теңіз деңгейіндегі биіктік ұлғайған кезде температура жоғарылағанда орын алады.

Шөгуге инверсияны түзетіні туралы қосымша ақпаратты «Жоғарыдағы инверсия» тақырыбындағы 13-бөлімнен таба аласыздар.

Күшті инверсия ауаның көтерілу қабілетін азайтады және осылайша күшті найзағайдың дамуын тежейді. Тропикалық бүлінулерді нығайтуға қарсы жұмыс істейтін тағы бір фактор – бұл жоғарғы деңгейлі күшті желдер. Мұндай желдер бар кезде, жоғарыдағы күшті ағын бұлттардың шыңында бөлінетін жасырын жылууды сейілтпін жібереді, бұл жылу дауылдың қарқындауын жалғастыру мен дамуы үшін маңызды.

Тропикалық бүлінуден құйынға дейін даму

Барлық шарттар құйынды дамытуға ықпал еткен кезде не болады? Тропикалық бүлінулерді құрайтын найзағай кластерлерінен жасырын жылу бөлінгенде, бүлінулері бар аймақтар жылына бастайды. Нәтижесінде, әлсіз төменгі қысым және циклондық айналымның аймағын құра отырып, ауа тығыздығы азаяды және жер үсті қысымы төмендейді. Дауыл орталығында қысым құлағанда қысым градиенті қатты болады. Оған жауап ретінде, жер беткейіндегі жел жылдамдығы жоғарылап, дауылды үдете түсіретін қосымша ылғалды алып келеді. Жасырын жылууды босата отырып, су буы конденсацияланады және қызған ауа жоғары көтеріледі. Жоғары көтерілген ауаның адиабаттық салқындауы жоғарғы конденсацияны түзеп, жасырын жылууды одан бетер босата түседі, ал бұл статикалық қысымның одан әрі өсуін туғызады. Цикл одан әрі жалғасады.

Бұл уақытта даму үстіндегі тропикалық бүлінудің жоғарғы жағында қысым арта түседі. Бұл дауылдың жоғарғы жағындағы ауаның сыртқа ағуына (таралуына) себеп болады. Осы жоғарғы жақтағы сыртқы ағынсыз, төменгі деңгейдегі ішке ағылу көп ұзамай жер беткейіндегі қысымды арттырып, одан әрі дауыл дамуын кідіртеді.

Көптеген тропикалық бүлінулер жыл сайын түзіледі, бірақ 90-нан астам пайызы аса қуатты дауылдарды қалыптастыруынсыз жойылып кетеді. Еске салатын болсақ, тропикалық циклондар жел жылдамдығы сағатына 119 шақырымға жететін кезде ғана құйын деп атала алады. Халықаралық талаптарға сәйкес, тропикалық циклондарға желдің күшіне негізделі әртүрлі атаулар беріледі. Циклонның күшті желдері сағатына 63 шақырымнан аспаса, ол **тропикалық депрессия** деп аталады. Тұрақты желдер сағатына 63 және 119 шақырым аралығында болса, циклон **тропикалық дауыл** деп аталады. Осы фазаларға қатысты дауылдарға Эндрю, Катрин, Сэнди сияқты атаулар берілген. Егер тропикалық дауыл құйынға айналатын болса, онда аты солай қала береді (**11.2-мәліметтер жинағы**).

Тропикалық бүлінудің шағын бөлігі ғана тропикалық депрессияға айналатын болса, онда тропикалық депрессияның үлкен пайызы тропикалық дауылдарға айналды. Тропикалық дауылдың көп пайызы құйындарды болдыртуды күшейте түседі. Жыл сайын бүкіл әлем бойынша тропикалық дауылдар саны 80 және 100 аралығындағы дамиды. Әдетте, олардың жартысы немесе одан да көбі құйын күйіне жетеді.

Құйынның тарқап кетуі

Егер: 1) жылы, ылғалды тропикалық ауамен қамтамасыз ете алмайтын мұхит суларының үстімен жылжыса; 2) жер бетімен жылжыса; 3) кең ауқымды жоғарғы ағынның қолайсыз жеріне жетсе, онда дауыл қарқындылығы төмендейді.

Солтүстік Америкаға оңтүстік-шығыстан жақындаған көптеген құйындар жоғарғы деңгейлі науадағы басқарылатын әсер арқылы солтүстік-шығысқа бұрылған, құрлықтан алшақтау етіп (9-бөлім). Бұл бағыттағы өзгеріс дауылдарды жоғары ендік жағына тасымалдайды, бұл жерде мұхит температурасы суық және салқын, құрғақ полярлы ауа массасымен соқтығысады. Құйындар мен полярлы фронттарда суық ауа дауылға батыстан ену арқылы өзара әрекеттеседі. Нәтижесінде, жасырын жылудың бөлінуі төмендейді, жоғарғы деңгейдегі дивергенция әлсірейді, құйын өзегіндегі температура құлайды және жер үстіндегі қысым көтеріледі.

Құйын жағаға қарай жылжыған кезде, ол өзінің соққысын тез жоғалтады. Мысалы, **11.3-суретке** назар салатын болсаңыз, изобаралар 6-қыркүйек күні Фран құйыны жағаға шыққандағы қысым градиентінің, ол 5-қыркүйек күнгі мұхит үстінде тұрғандағы қысым градиентімен салыстырғанда, әлсіз екенін көрсетеді. Осы жағдайдың ең маңызды себебі, ол дауылға қайнар көз болып табылатын жылы, ылғалды ауаның шегерілуі. Су буының жабдықтау қоры болмағанда, конденсация және жасырын жылудың бөлінуі азайтылуы тиіс.

11.2-мәліметтер жинағы

Тропикалық дауылдар мен құйындардың атаулары

Тропикалық дауылдар атаулары жалпы қоғамды дауыл болжамдары, болатын жері, шамалы уақыты жайлы ескерту мен синоптиктер арасындағы қатынасты жеңілдету үшін беріледі. Тропикалық дауылдар мен құйындар бір апта немесе одан ұзағырақ бола алады және екі немесе одан көп дауылдар бір уақытта, бірдей жерде орын алуы мүмкін. Сол себепті, атаулары арқылы дауылдарды сипаттау барысында жаңылысты азайтуға болады.

Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде, тропикалық дауылдарға бейресми түрде Тынық мұхиты үстіндегі борандарға мониторинг жүргізген АҚШ әскері корпусының және Әскери-теңіз флотының метеорологтарының әйелдерінің (әйелдері немесе құрбылары) есімдері берілді. 1950 жылдан 1952 жылға дейін, Солтүстік Атлантиканың тропикалық дауылдары фонетикалық алфавит – Авеля, Бейкер, Чарли және т.б. арқылы анықталды. 1953 жылы Американдық ауа райы бюросы (қазіргі Ұлттық ауа райы қызметі) әйелдер есімдеріне ауысады.

Әйелдер есімдерін қолдану тәжірибесі 1978 жылға дейін жалғасты, одан кейін Тынық мұхитының шығысындағы тропикалық циклондар үшін ер есімдері мен әйел есімдері бірге қолданыла бастады. 1979 жылдан бастап Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым (ДМҰ) ерлер мен әйелдер есімдерін Атлантикалық құйындар үшін қолдану ұсынысын қабылдады.

ДМҰ мұхит аймақтарындағы тропикалық дауылға арналған атаулардың алты тізімін құрды. Атлант мұхиты, Мексика шығанағы және Кариб теңізіндегі тропикалық дауылдар мен құйындарға қолданылатын атаулар **11(А)-кестеде** көрсетілген. Тізім ағылшын алфавитінің ретімен құрастырылған және Q, U, X, Y, Z әріптерінен басталатын атаулар енгізілмеген, себебі бұл әріптен басталатын есімдер тапшы. Тропикалық бұзылу тропикалық дауыл күйіне жеткенде, оған тізімде қолданылмаған келесі атау беріледі.

Дауылдар саны көп болмаған жағдайда, Атлантикалық дауылдардың атаулары әр 6-жылдық цикл соңында қайтадан пайдаланылады. Бұл келесі жылы дауылдарды талқылаған кезде шатастырмаудың алдын алады. Мысалы, 2011, 2012 және 2013 жылдардағы дауыл маусымда-

рынан кейін Айрин, Сэнди және Ингрид атаулары тізімнен алынып тасталды. 2017, 2018 және 2019 жылдары Ирма, Сара және Имелда атаулары қайтадан тізімнен өз орындарын тапты.

11(А)-кесте. Атлант мұхиты, Мексика шығанағы және Кариб теңізіндегі тропикалық дауылдар мен құйындардың атауы*

2014	2015	2016	2017	2018	2019
Артур	Ана	Алекс	Арлин	Альберто	Андреа
Берт	Билл	Бонни	Брэт	Берилл	Барри
Кристоваль	Клодетт	Коллин	Синди	Крис	Шанталь
Долли	Дэнни	Даниель	Дон	Дебби	Дориан
Эдуард	Эрика	Граф	Эмили	Эрнесто	Ерин
Фея	Фред	Фиона	Франклин	Флоренция	Фернан
Гонсало	Грейс	Гастон	Герт	Гордон	Габриель
Ханна	Анри	Эрмине	Харви	Хэлен	Умберто
Исайас	Ида	Ян	Ирма	Исаак	Имельда
Жозефина	Хоакин	Юлия	Хосе	Джойс	Джерри
Кайл	Катя	Карл	Катя	Кирк	Карен
Лаура	Ларри	Лиза	Ли	Лесли	Лоренцо
Марко	Минди	Мэтью	Мария	Майкл	Мелисса
Нана	Николас	Николь	Нейт	Надин	Нестор
Омар	Одетта	Отто	Офелия	Оскар	Ольга
Полетт	Питер	Паула	Филипп	Пэтти	Пабло
Рене	Роза	Ричард	Рина	Рафаэль	Ревекка
Салли	Сэм	Шерри	Шон	Сара	Себастьян
Тедди	Тереза	Тобиас	Цедилка	Тони	Таня
Вики	Виктор	Вирджиния	Винсент	Валери	Ван
Уилфред	Ванда	Уолтер	Уитни	Уильям	Венди

* Әр жылға арналған атауларға алфавиттің бүкіл тізімі жетпейтін болса, атау жүйелік грек алфавитінің (альфа, бета, гамма және т.б.) әріптері бойынша жылжиды. Бұл мәселе 2005 жылы Вилма Құйынынан кейін болған Тропикалық Альфа Дауылы, Бета Құйыны, Гамма және Дельта Тропикалық Дауылдары, Эпсилон Құйыны және Зета Тропикалық Дауылдарының рекордты маусымына дейін туындамаған еді.

Сұрақтар

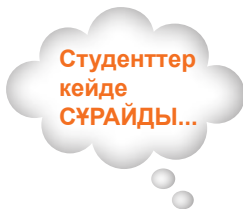
1. Неге тропикалық дауылдарға атау беріледі?
2. Дауыл атауларының тізімін құруға қандай ұйым жауапты?

Сонымен қатар, жер беткейінің кедір-бұдырлығы желдің жылдамдығын тез төмендетеді. Бұл үйкеліс желдің тікелей төменгі қысымның орталығына жылжуға себеп болады да, үлкен қысымдық айырмашылықтарды жою үшін көмек көрсетеді.

Құйын маусымы қай кезде болады?

Құйын маусымы әлемнің түрлі бөліктерінде әр уақытта болады. Құрама штаттардағы адамдарды әдетте Атлант мұхитының құйындары көп қызықтырады. Атлант мұхиты құйындарының маусымы ресми түрде маусым мен қараша айларының аралығында болады. Бұл аймақтағы 97-ден астам тропикалық белсенділік осы 6-айлық кезең аралығында жүреді.

Маусымның «жүрегі» тамыз-қазан айларында (11.6-сурет), бұл кезде 1 және 2-категориядағы құйынды күндердің 87 пайызы және 3,4,5-категориядағы құйынды күндердің 96 пайызы болады. Белсенділік шыңы қыркүйектің ерте ортасында.



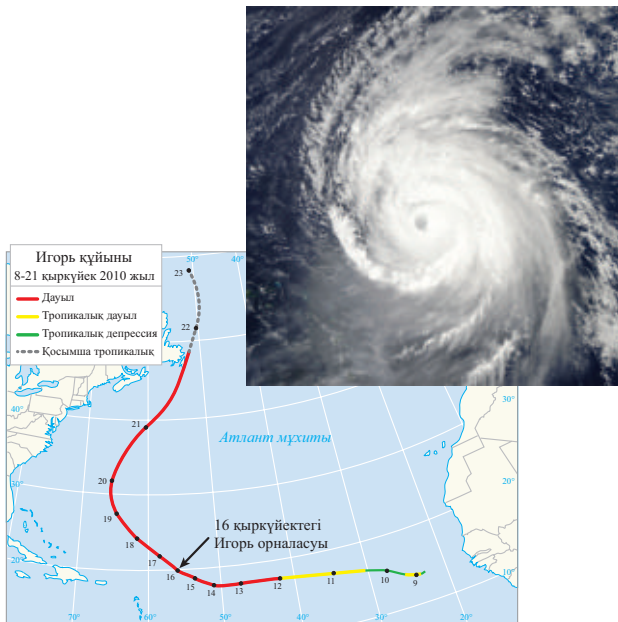
✓ 11.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Құйынның энергия көзі не болып табылады?
- 2 Атлант бассейнінде ең көп тропикалық дауылдар мен құйындар қандай айларда пайда болады? Неге?
- 3 Тропикалық бүлінуді нығайтуға кедергі болатын екі факторды атаңыз.
- 4 *Тропикалық депрессия, тропикалық дауыл және құйын* арасындағы айырмашылықты ажыратыңыз.
- 5 Неге дауыл жағаға жылжыған кезде құйынның қарқындылығы тез төмендейді?

11.3 Құйынның қирату әрекеті

Құйын қарқындылығы қалай анықталатынын түсіндіріңіз және құйынның кең таралған қирату әрекетінің үш түрін қорытындылаңыз.

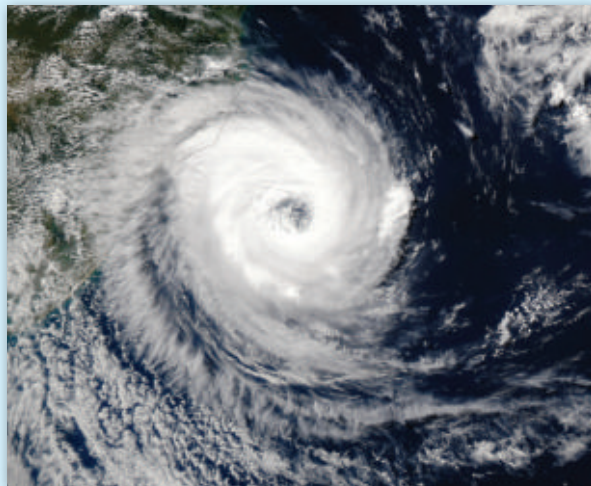
Құйындар қалыптасуы бойынша тропикалық немесе субтропикалық болса да, олардың қиратушылық әсерін пайда болған жерінен анықтауға болады. Мысалы, Игор құйыны 2010 жылдың қыркүйегінде субтропикалық Атлант мұхитында қалыптасып, оның ең үлкен әсері алыс солтүстікте, Ньюфаундлендте байқалды (**11.9-сурет**). 2012 жылы Сэнди құйыны бүкіл Шығыс жағалауға, Флорида штатынан Мэн штатына дейін әсер етті.



▲ **11.9-сурет. Игор құйыны.** Спутниктік түсірілім 2010 жылдың 16-қыркүйегінде 20° солтүстік ендік бойында болған дауылды көрсетеді. Желдің максималды жылдамдығы сағатына 213 км болды. Картада көрсетілгендей, спутниктік сурет жасалғаннан кейін көп ұзамай, дауыл солтүстікке бағыт алды. Дауыл әсері субтропиктен алысырақ орын алды, Ньюфаундлендте, бұнда негізгі залал Игор дауылының нөсерлі жауыны салдарынан су тасқыны нәтижесінде болды.

11.1-атмосфераға шолу

Бұл құйын 2004 жылы Атлант мұхитында орын алды.



Сұрақтар

1. Дауыл Солтүстік Атлантика немесе Оңтүстік Атлантикада орын алды ма? Қай суреттен анықтауға болады?
2. Дауыл наурыз немесе қыркүйек айында орын алды ма?
3. Осы аймақта құйын жиі немесе сирек болады ма? Түсіндіріңіз.

Келтірген залалы 65 млрд долларға бағаланды, АҚШ тарихында 2005 жылда болған Катрина құйынынан кейінгі шығынды көп келтірген екінші құйын. Сэнди құйын дәрежесіне ие болмаса да, кирату әрекеті Нью Джерси мен Нью-Йоркке қатты тиді. Құйынға байланысты өлім мен залалдың басым көпшілігі барынша сирек, бірақ қуатты, күшті құйындардан туындаған.

11.1-кестеде 1900 және 2013 жылдар аралығында Америка Құрама Штаттарында болған қауіпті құйындар тізімі аталған. 1900 жылы Техас штаты, Галвестонда аяқ астынан болған құйын Құрама штаттардағы қауіпті құйын болып қана қоймай, табиғи апаттың ең жойқын түрі болып қалды. Ең соңғы қауіпті және шығынға қатты ұшыратқан дауыл 2005 жылдың тамыз айында болған Катрин құйыны, ол Луизиана, Миссисипи және Алабаманың Мексика шығанағы жағалауларын талан-таражға салды. Дауыл жағалауды баспай тұрып көптеген адамның жүз шақтысы ғана қашып үлгергенімен, мыңдаған адам дауыл астында қалды. Катрина құйынының қайғы-қасірет пен адамдардың қазасымен қоса, оның туындатқан қаржылық шығындары іс жүзінде сансыз; 1992 жылы болған Эндру құйынына байланысты залал 25 млрд долларға бағаланған табиғи апат болды. Бұл көрсеткіш Катриннің экономикалық әсерімен көп есе, мысалы 100 млрд доллардан асып түсті.

Құйынның келтірілген зиян мөлшері бірнеше факторларға байланысты болғанымен, мысалы, зардап шеккен аудандағы халық тығыздығы мен саны, жағалауға жақын мұхит түбінің конфигурациясы, бірақ ең басты фактор дауыл күші болып табылады.

Саффира-Симпсон шкаласы

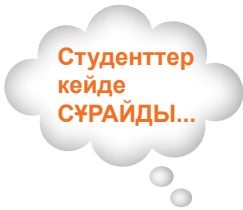
Өткен дауылдарды зерделеу негізінде, Саффира-Симпсон шкаласы дауылдардың салыстырмалы қарқындылық дәрежелерін анықтау үшін құрылды (11.2-кесте). Құйындардың күштілігі мен зиянын болжауда, әдетте осы шкала тұрғысындағы терминдер қолданылады. Тропикалық дауыл құйынға айналғанда, Ұлттық Ауа райы Қызметі оған шкала нөмірін (санатын) тағайындайды.

11.1-кесте. | 1900-2013 жж. Американдық континентке соққы берген 10 қауіпті құйындар

Дәреже	Құйын	Жыл	Санаты	Қаза болғандар саны
1.	Техас (Галвестон)	1900	4	8000*
2.	Оңтүстік-шығыс Флорида (Окичоби көлі)	1928	4	2500–3000
3.	Катрина	2005	4	1833
4.	Одри	1957	4	At least 416
5.	Флорида-Кис	1935	5	408
6.	Флорида (Майами)/ Миссисипи/Алабама/ Флорида (Пенсакола)	1926	4	372
7.	Луизиана (Гранд аралы)	1909	4	350
8.	Флорида/Оңтүстік Техас	1919	4	287
9.	Луизиана (Жаңа Орлеан)	1915	4	275
9.	Техас (Галвестон)	1915	4	275

Ақпарат көзі: Ұлттық ауа райы қызметі/Ұлттық құйын орталығы.

* Бұл сан шын мәнінде 10000-12000-нан аса жоғары болуы мүмкін.



Үлкен құйындар кішірек құйындарға қарағанда күштірек пе?

Шын мәнінде, құйынның қарқындылығы (максималды тұрақты желдермен немесе орталық қысыммен өлшенеді) пен көлемі (қатты желдер радиусымен немесе сыртқы жабық изобар радиусымен өлшенеді) арасында өте аз корреляция бар. Эндриу құйыны жақсы мысал бола алады, өте қарқынды дауыл (5-санат), сондай-ақ салыстырмалы түрде кішірек (қатты желдер көзден 150 шақырымға ғана таралады).

Тағайындалу категориясы дауылдың әрбір өрбу кезеңіндегі белгілі бір байқалған жағдайларға негізделеді және ол көлемін немесе күшін өзгертпей жағалауды басқандағы тигізетін залал мөлшерін бағалау бойынша қарастырылады. Жағдайдың өзгеруіне байланысты, дауыл категориясын қайта бағалау кезінде қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша жауапты тұлғаларды хабардар етіп отырады. Саффира-Симпсон шкаласын пайдалана отырып, құйынның әкелетін апатты әрекеттерін бақылауға және тиісті сақтық шараларын жоспарлап, жүзеге асыруға болады.

11.2-кесте. | Құйындардың Саффира-Симпсон Шкаласы*

Шкала саны (санаты)	Орталық қысым (миллибар)	Желдер (км/сағ)	Дауылдың желкөтермесі (метр)	Залалы
1.	≥980	119–153	1.2–1.5	Ең төменгі
2.	965–979	154–177	1.6–2.4	Ұстамды
3.	945–964	178–209	2.5–3.6	Кең таралған
4.	920–944	210–250	3.7–5.4	Төтенше
5.	<920	>250	>5.4	Апатты

* Саффира-Симпсон шкаласының неғұрлым толық нұсқасын F-қосымшасынан табуға болады.

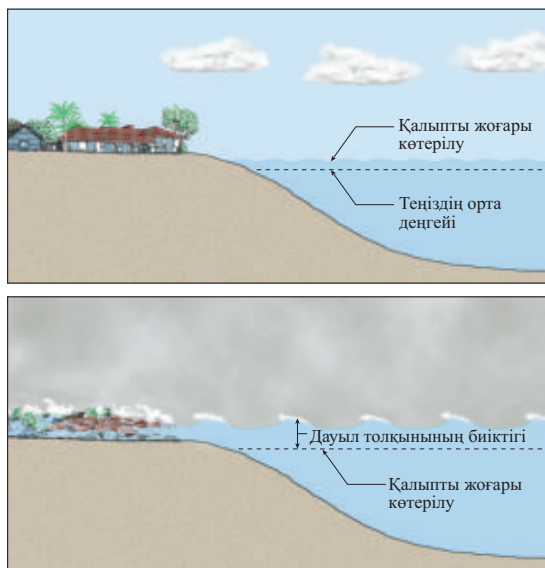
Шкала бойынша 5 рейтингі ең қатты дауылды білдіреді, ал 1 күштілігі – ең төменгі деңгейдегісі. 5-санатқа түсетін дауылдар сирек кездеседі. Осы қуаттылықтағы тек үш дауыл Құрама Штаттарға соққы берді: 1992 жылы Флоридада болған Эндрю құйыны, 1969 жылы Миссисипида болған Камилль және 1935 жылы Флорида-Киста болған Еңбек күні құйыны.

Кейде дауыл қарқындылығы «ірі дауыл» немесе «супер тайфун» деген терминдерді пайдалана отырып сипатталады. Ұлттық құйын орталығы *ірі дауыл* терминін кем дегенде сағатына 178 шақырымдағы максималды тұрақты 1 минуттық жер беткей желдерін сипаттау үшін пайдаланады, ол кем дегенде 3-санатты дауыл екенін білдіреді. Американдық Бірлескен Тайфунды Ескерту Орталығы супер тайфун Тынық мұхитының батысындағы құйындарға қолданады, ол сағатына кем дегенде 210 шақырымға жететін тұрақты желден тұрады, Саффира-Симпсон шкаласы бойынша кем дегенде 4-санатқа жатады. 2013 жылдың қараша айында Филиппинде болған Хайян супер тайфуны **11.3-мәліметтер жинағында** қарастырылған.

Құйынның келтіретін залалын үш класқа бөлуге болады: 1) дауыл толқынының лап беруі, 2) жел нұқсаны, 3) құрлықты су басу.

Дауыл толқыны

Жағалау аймағындағы ең жойқын залал әрине дауылдың лап басуы арқылы болады. Ол жағалаудағы мүліктік шығындардың үлкен үлесі үшін жауапты болып қана қоймай, сондай-ақ көптеген адамдар өліміне себепші. Дауылдың желкөтермеден туындаған толқыны, бұл ені 65-тан 80 шақырымға дейін жететін су күмбезі, ол құйын көзі лап басытын нүктеге жақын жағалауға өте шығады. Барлық толқын белсенділігі бәсеңдеген болса, дауыл толқынының биіктігі келіп құйған қалыпты судың деңгейінде болады (**11.10-сурет**). Сонымен қатар, су толқынның қатты белсенділігі дауыл толқынына баттасады.



▲ **11.10-сурет. Дауыл толқыны.** Толуы бойынша баттасып, дауыл толқыны жағалау аймағын толығымен бұзуы мүмкін. Ең нашар дауыл толқындары өте таяз және жазық континенттік қайраңында көлбеуі бар жағалау аудандарында орын алады. Мексика шығанағының жағалауы осындай орын болып табылады.

Судың мұндай желкөтерме әсеріндегі толқынның ойпат жерлерге келтірген зиянын оңай елестетуге болады (**11.11-сурет**). Ең қатты осындай толқындардың лап басуы құрлықтық қайраңы өте таяз және көлбеу болып табылатын Мексика шығанағы сияқты жерлерде болады. Сонымен қатар, айлақтар мен өзендер сияқты жергілікті ерекшеліктер толқын биіктігін екі есе ұлғайтып, су жылдамдығын арттыруға себеп болады.



▲ **11.11-сурет. Айқ құйынының салдары.** 2008 ж. қыркүйек айының дәл ортасында дауыл көзі Галвестон (Техас штаты) үстімен тікелей өтті. Жағажайға жақындаған кезде дауылдың тұрақты желдерінің жылдамдығы сағатына 165 шақырым (105 миль) болды. Кезектен тыс дауыл толқыны, суретте бейнеленгендей Кристалл Бичқа көп зиянын туғызды.

Бангладештің дельта аймақтарындағы жердің көп бөлігі теңіз деңгейінен кем дегенде 2 метр биіктікте орналасқан. 1970 жылдың 13 қарашасында осы облысты дауыл толқыны лап басты, қаза тапқандардың ресми саны 200000 құрады; бейресми бағалаулар бойынша 500000-ға жетті. Ол қазіргі заманның ең қорқынышты табиғи апаттарының бірі болды. 1991 жылдың мамырында Бангладеште тағы да осындай құйын болды. Бұл жолы 143000 адам қаза болып, жағалаудағы қалалардың талқанын шығарды. Теңіз деңгейінің көтерілуі келесі он жылдықта жалғасатын болғандықтан, ойпат жерлерде тығыз қоныстанған жағалау маңындағы аудандар тіпті бұдан да жойқын дауыл әсерлеріне тап болуы мүмкін (**11.12-сурет**). 14-бөлімде теңіз деңгейінің көтерілуі туралы қосымша талқылаулар болады.



▲ **11.12-сурет. Теңіз деңгейінің жоғарылау қаупі.** Ғаламдық жылынумен бірге теңіз деңгейі де көтерілуде.

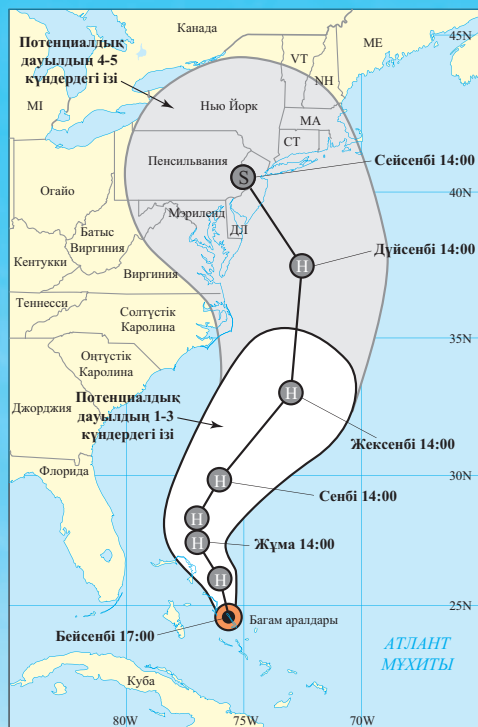
Құйынның дауылды толқындарының себептері жайлы кең таралған қате пікір, бұл дауыл орталығындағы өте төмен қысым мұхиттың көтерілуіне мүмкіндік беретін ішінара вакуум ретінде әрекет етуі деген. Алайда, бұл әсер салыстырмалы түрде шамалы ғана. Дауыл толқындарының көтерілуіне жауап беретін ең маңызды фактор, бұл қатты соққан жағалаулық желдер арқылы мұхит суының үйілуі. Біртіндеп құйын желдері суды жағаға қарай итеріп, нәтижесінде екпінді толқын белсенділігі көпіршіктенеді де теңіз деңгейі көтеріледі. Құйын Солтүстік жарты шар жағалауларына қарай бет алғанда, желдің жағаға қарай соққан жерлеріндегі дауыл толқыны көздің оң жақ бетінде әрқашан қарқынды болады.

Сонымен қатар, дауылдың осы жағында, құйынның алға қарай қозғалысы дауыл толқынына ықпал етеді. **11.13-суреттегі** құйыншыңындағы жел жылдамдығы сағатына 175 шақырым болатын және құйын жағалауға қарай сағатына 50 шақырым жылдамдықпен қозғалып келеді делік. Бұл жағдайда, дауылдың оң жағындағы желдің таза жылдамдығы сағатына 225 шақырымды құрайды. Сол жақтағы құйын желі дауыл қозғалысына қарсы соғады, бұл желдің таза жылдамдығы сағатына 125 шақырымды құрайды. Жақындай түскен дауылдың сол жағындағы жағалау бойында дауыл толқыны жағалауға құлағанда су деңгейі іс жүзінде төмендеуі мүмкін.

Сіздің болжамыңыз қандай?

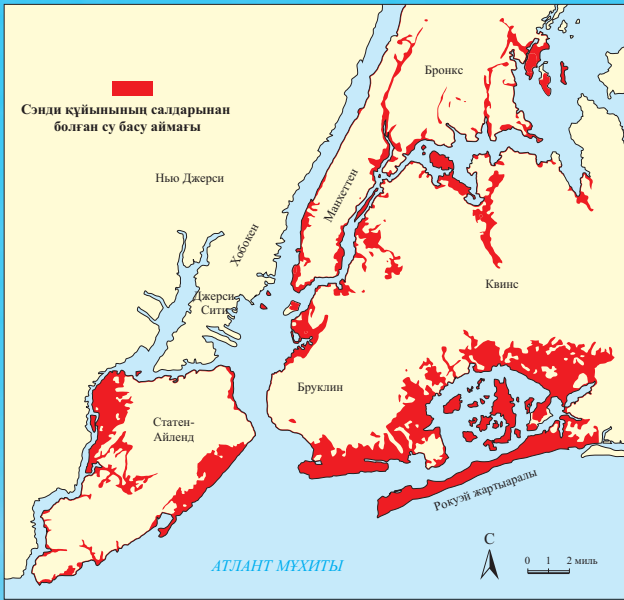
Санаттан көрі, тарихқа үңілейік

Авторы Брайан Мчолди, Майами университеті. Теңіз және атмосфералық ғылымның Розенштиль мектебі



◀ **11(Ә)-сурет. 5 P.M. EDT, 25 қазан 2012 ж. Ұлттық Құйын Орталығы шығарған тропикалық дауылдар жолының болжамы.**

4 немесе 5-санатқа сәйкес келетін құйындар салдары өте қорқынышты, яғни дауылдың желкөтерме сияқты факторлары іс-шараның бір бөлігі болғандықтан, жел жылдамдығы төмен дауылдар ауқымды залал әкелуі мүмкін. Сондықтан, дауыл жайлы ескертулерге желдің жылдамдығын болжаудан бөлек көп нәрселер кіреді. Дауыл желкөтермесі дегеніміз тропикалық циклондардың жағалаулық жел әсерімен жағалау сызығындағы су деңгейінің жылдам көтерілуі. Желкөтермені дұрыс болжау үшін бірнеше жүйелік айнымалылар, яғни құйын қарқындылығы, көлемі, жылдамдығы мен бағыты, мұхит түбінің формасы, жер бедері мен жағалау формасы ескерілуі тиіс. «Құйын кезеңі» бұл дауыл желкөтермесі мен астрономиялық кезеңнің үйлесуі, сондықтан қалыпты толысудағы дауылдың жағаға шығу мерзімдері жалпы *су басуға* әсер етеді. Құшті



▲ 11(Б)-сурет. Сэнди құйыны салдарынан Нью-Йорк қаласының су басқан аудандары. Қосымша ақпарат алу үшін интерактивті картаны тексеріңіз.

американдық тарихтағы ең қымбат табиғи апаттардың бірі болған. Сэнди құйыны 2012 жылдың 22 қазанында Кариб теңізінің орталығында қалыптасты, одан кейін солтүстікке көшіп, 25 қазанда Куба шығысының ең ұшында қысқа уақыт аралығында 3-санатқа күшейді. Кейін желдер әлсіз бола бастады, бірақ 26-29 қазан аралығында Құрама Штаттардың шығыс жағалауында дауыл мөлшері 1-санатқа дейін ұлғайып, 29 қазанда тұрақты желдердің максимум жылдамдығы сағатына 130 км (сағатына 80 миль) болды. Сэнди құйыны құрлыққа шығып, көп мөлшердегі суды халық көп қоныстанған қалалық жағалауға қарай жылжитқан кезде, бұл желдер дауыл орталығының солтүстік-шығысына қарай шамамен 800 шақырымға таралды.

11(Б)-сурет су басудың деңгейін бейнелеп, мұндай ауқымдағы дауыл үшін міндетті эвакуациялық аймақ шеңберінен шыққанын көрсетеді.

Сэнди құйынының ірі көлемі, сондай-ақ дауылдың күшті желдері жоғарылаған және төмендеген су деңгейімен 12-сағаттық цикл арқылы жағалауды соққанын білдіреді. Айдың толуы да бұл кеште дауылдың осы бөлігіндегі көптеген жағалаулық аймақтарда судың толысуы әдеттегіден жоғары болатынын білдіреді. Дауылдың нәтижесінде судың толысуы Нью-Йорктің астаналық ауданында тіркелінген ең жоғарғысы болды.

Сұрақтар

1. Осы тарауда дауыл мен құйындар туралы білгендеріңіздің негізінде, қатты желдерді құрлықтың қай жерінде күтуге болар еді? Қай жерде ірі дауыл желкөтермесін күтуге болады және неге?
2. Ол қатты желдер емес, ең алдымен толқын желкөтермесі болып, Сэнди құрлыққа шыққан беттен өте жойқын болды. Сэнди дауылының әсіресе Нью-Йорк қалалық аймағында жойқын болуына әсер еткен факторларды атаңыз.

дауылдарда үлкенірек дауыл желкөтермесін және әлсіз дауылдар кіші дауыл желкөтермесін құрайды деп айту өрескел немқұрайлылық болып табылады.

Шешімді Ұлттық дауылы орталығы шығарған кезде, дауыл Багам аралдары үстінде орташа, 2-санаттағы құйын болды, бірақ болжам бойынша құйын солтүстікке қарай біраз әлсірейді және ақыр соңында АҚШ-тың солтүстік батысына қарай бұрылатыны жайлы болжам жасалды.

11(Ә)-сурет нақты дауылдың «белгісіз конусымен» бес күндік болжам жолдарын көрсетеді.

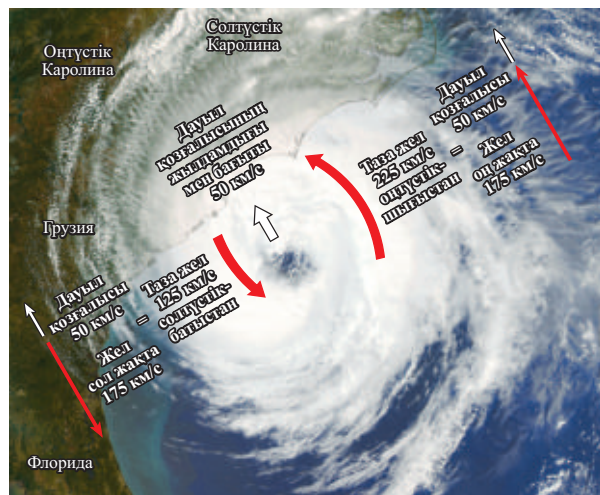
Сэнди Құйыны, 2005 жылы болған Катрина дауылынан кейін көп өлім алып келген,

Жел нұқсаны

Желдің келтіретін нұқсаны – құйынның зияндары класындағы ең айқыны. Мандайша жазу белгілері, шатыр материалдары, сондай-ақ сыртта қалдырылған шағын элементтер, құйынның қатты желдерінің салдарынан қоқыстардың ұшуы өте қауіпті. Кейбір құрылыстар үшін, желдің қатты соғу күші оны толығымен құртып жіберуге жеткілікті болып табылады. F-қосымшасындағы дауылдың 3,4 және 5-категориясын оқыңыз. Әсіресе мобильді үйлер осал болады. Биік ғимараттар да, сондай-ақ дауылдың күшті желінен зардап шегеді. Жоғарғы қабаттар ең осалы, өйткені жел жылдамдығы әдетте биіктік бойынша артады.

Соңғы зерттеулер бойынша адамдар 10-қабаттан төмен қабаттарда қалулары қажет, бірақ су тасқынының қаупі төнгенде жоғарғы қабаттарда қалулары тиіс деп болжайды. Құрылыс нормалары және талаптары жақсы сақталған аймақтарда, жел нұқсаны әдетте дауыл толқындарының залалдары сияқты апатты емес.

Алайда, құйынның күшті желдері дауыл толқындарына қарағанда, әлдеқайда көп аумақтарға әсер етеді және үлкен экономикалық шығынға алып келуі мүмкін. Мысалы, 1992 жылы оңтүстік Флорида және Луизианаға 25 млрд доллардан астам шығын келтірген Эндрю құйыны осындай қатты желдермен байланысты болды. Құйын торнадоға айналуы мүмкін, ал торнадо дауылдың деструктивті күшіне ықпал етеді. Зерттеулер бойынша, құрлықтық құйындардың жартысынан астамы аз дегенде бір торнадоны қалыптастырады. 2004 жылы тропикалық дауыл мен құйындарға байланысты болған торнадолар саны кезектен тыс болды. Бонни тропикалық дауылы мен бес құрлықтық дауылдар-Чарли, Фрэнсис, Гастон, Иван, және Жанна – оңтүстік-шығыс және орталық Атланттық штаттарға әсер еткен 300-ге жуық торналарды қалыптастырды (**11.3-кесте**).



▲ **11.13-сурет. Құйынның жақындауы.** Жағалауға қарай жылжып келе жатқан Солтүстік жарты шардың құйынына байланысты жел. Бұл гипотетикалық дауыл, шыңындағы жел жылдамдығы сағатына 175 шақырым, жағалауға қарай жалпы сағатына 50 шақырыммен қозғалып келеді. Жылжыған дауылдың оң жағында, сағатына 175 шақырым жылдамдықтағы желдер дауылмен бірдей бағытта қозғалып барады (сағатына 50 шақырым). Сондықтан, дауылдың оң жағындағы желдің таза жылдамдығы сағатына 225 шақырым болып табылады. Сол жағында, құйынның желдері дауыл қозғалысының бағытына қарама-қарсы соғып, жағалаудан тыс етіп сағатына таза 125 шақырым жылдамдықпен соғады. Дауыл жел көтермесі қатты болатын жағалау бөлігі, бұл жылжып келе жатқан құйынның жағалаудың оң жағын соққан жері.

Ең көп торнадоларды қалыптастырған Фрэнсис құйыны болды. 2004 жылы торнадоларды қалыптастыратын көптеген құйындар байқалып, алдыңғы жылды 300-ге асып осы жылды рекордты етті.

Қатты жауындар және құрлықтағы су тасқыны

Көптеген құйындармен бірге жүретін қатты жауындар үшінші маңызды қауіпті, яғни су тасқынын болдыртады. 2004 жылғы құйын маусымы өте жойқын болып, 3000-нан астам адам қаза болды. Тропикалық «Жанна» дауылымен байланысты қатты жауын салдарынан, кенеттен болған су тасқыны мен сел нәтижесінде көптеген қаза Гаитиде болды.

11.3-кесте. | 2004 ж. Құрама штаттардағы құйындар мен тропикалық дауылдар салдарындағы торнадолар саны.

Бонни тропикалық дауылы	30
Чарли құйыны	25
Фрэнсис құйыны	117
Гастон құйыны	1
Иван құйыны	104
Жанна құйыны	16

Агнес құйыны (1972) тіпті қарапайым дауылдар жойқын нәтижелерді болдыртуы мүмкін екенін көрсетеді. Ол Саффира-Симпсон шкаласы бойынша 1-санаттағы ғана дауыл болғанымен, 2 млрд доллар шығынды, 122 өмірді алып кеткен XX ғасырдағы ең қымбатқа түскен дауыл болды. Ең қатты нұқсан келтірген солтүстік-шығыс Құрама Штаттардағы, әсіресе Пенсильваниядағы су тасқыны болды. 24 сағат ішінде Харрисбургке 32 сантиметрге жетті, Скулкиллдің батысында сол уақыт аралығында 48 сантиметрден астам болып өлшенді. Аньес жаңбыры басқа жерлерде мұндай жойқын бола қойған жоқ. Пенсильванияға жетпес бұрын, дауыл Грузияда да су тасқынын болдыртты, бірақ бұл фермерлер үшін қолайлы болды, себебі құрғақ жағдай орын алған еді. Факт бойынша, дақылды аймақтардағы жаңбырмен келтірілген нұқсан су тасқынымен туындаған залалдан асып түсті.

Тағы бір мысал ретінде Камил құйынын айтуға болады (1969). Бұл дауыл өзінің айрықша дауыл толқынымен және жағалаулы аудандарды құлдырату әрекетімен танымал, Камил құйынының құрлыққа шыққанынан кейін 2 күн өткен соң Вирджиниядағы Blue Ridge тауларында осы дауылға байланысты ең көп өлім саны болды. Көптеген аудандарда жаңбыр мөлшері 25 сантиметрден астам болды және қатты су тасқыны 150-ден астам адам өмірін алды.

Жағалаулы аймақтарға көптеген зиян мен залалды дауыл толқынының лап басуы, күшті желдер және нөсерлі жаңбыр әкелуі мүмкін. Адамдардың қаза болуы көбінесе дауыл толқындарының жағалауды бірнеше кварталға дейін басуымен байланысты болады. Желдің келтірген нұқсаны дауыл толқынының басуымен салыстырғанда апатты болмауына қарамастан, ол ауқымды аймақтарға әсерін тигізеді. Құрылыс нормалары және талаптары сақталмаған аймақтарда экономикалық шығындар әсіресе ауыр болуы мүмкін. Құйын жағалаудан құрлыққа қарай жылжу барысында бәсеңдей түседі, сол себепті желдің ең апатты залалы жағалаудан 200 шақырым шеңберінде жүреді. Жағалаудан алыстап, бәсеңдеген дауыл ауқымды су тасқынын тудыра алады. Кейде құрлық ішіндегі су тасқынымен болған шығын дауыл толқынының қиратушылық әрекетінен асып түседі.

✓ 11.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Саффира-Симпсон шкаласының тағайындалу мақсаты қандай?
- 2 Құйынның кең таралған қирату әрекетінің үш түріне не жатады? Өрқайсысына қысқаша мысал келтіріңіз.

11.4 Құйынның қарқындылығын бағалау

Құйынның қарқындылығын айқындайтын екі әдісті салыстырыңыз және дауыл қарқындылығы келесі онжылдықта өзгеру мүмкіндігін түсіндіріңіз.

Құйынның Саффира-Симпсон шкаласы қарапайым құрал ретінде көрінеді. Алайда, жер беткейіндегі дауыл қарқындылығын дұрыс бейнелеу үшін нақты бақылауларды алу қиын болып табылады. Көз қабырғасын жер беткейінен тікелей бақылау өте сирек жағдай болғандықтан, құйын қарқындылығын бағалау қиынға соғады. Осыған орай, дауылдың ең қарқынды бөлігіндегі жел бағалануы тиіс. Жер беткейіндегі қарқындылықты бағалаудың жақсы тәсілдерінің бірі, ол жел жылдамдығын анықтаудағы ұшақтық барлау арқылы өлшеу. Басқа дәлдігі аздау әдістер спутник бортындағы құралдар арқылы алынған деректерді пайдалана отырып жасалады.

Ұшақтан тасталынатын зонд

Жер беткейіндегі желге қарағанда жоғары биіктіктегі жел күштірек. Осыған орай, жоғары биіктікте анықталған желдің мәнін жер беткейінде күтілетін жел мәнімен түзету, жоғары биіктікте алған өлшем нәтижелерін *азайтудан* тұрады. Дегенмен, 1990 жылдың соңына дейін тиісті түзету коэффициентін анықтау мәселелі болды, себебі жоғарғы деңгей мен жер үсті желінің арасындағы кең қабылданған қарым-қатынасты орнату үшін қабырға көзін жер беткейінен бақылау тым шектеулі болды. 1990 жылдың басында, жалпы пайдаланылатын төмендету коэффициенттері 75-ден 80 пайызға дейін ауытқыды (жер бетіндегі жел жылдамдығы 3000 метр биіктіктегі жылдамдықтың 75 және 80 пайызы арасында болжанып болды). Кейбір ғалымдар мен инженерлер жер үстіндегі жел жылдамдығы жоғарғы деңгейлі желден тіпті 65 пайызға төмен деп есептеді. 1997 жылдан бастап *ұшақтан тасталынатын желдік зонд орналасқан жерді анықтаудың Ғаламдық Жүйесі* деп аталатын жаңа құрал қолданысқа енді. Қысқаша атауы тастанды зонд деп аталады. Ұшақтан босатылған бұл құрал пакеті кішігірім парашют арқылы жайлап төмен түседі (11.14-сурет).

Ол төмен түсу кезінде үздіксіз түрде температура, ылғалдылық, атмосфералық қысым, жел жылдамдығы және желдің бағыты жайлы деректерді жіберіп отырады. Бұл технологияның дамуы дауылдың ең күшті желдерін жоғарғы биіктік деңгейінен жердің беткейіне дейін дәл өлшеу мүмкіндігін береді.

Бірнеше жыл бойы, жүздеген тастанды зонд құйын барысында жіберілді. Осы сынақтардан жинақталған деректер, қабырға көзіндегі жер беткейі желінің жылдамдығы жоғары деңгейлі желдің 75-80 пайызы емес, шамалы 90 пайызын құрағанын көрсетті. Осы жаңа түсінік негізінде Ұлттық Құйын Орталығы қазір 90 пайыздық көрсеткішті

пайдаланады. Бұл тарихи жазбада кейбір дауылдардағы жел жылдамдығы төмендетіліп алынды дегенді білдіреді. Мысалы, 1992 жылғы Эндрю құйынындағы жер үсті желдерінің жылдамдығы сағатына 233 шақырым болуы тиіс деп бағаланды. Бұл барлау ұшағы арықылы 3000 метр биіктікте өлшенген жылдамдықтың 75-80 пайызы. Ұлттық Құйын Орталығының ғалымдары 90 пайыздық мәнін пайдаланып отырып, дауылды қайта бағалаған кезде, жер үстіндегі тұрақты желдердің жылдамдығы сағатына 266 шақырым болды деген қорытындыға келді, 1992 жылғы есептеуге қарағанда, сағатына 33 шақырымға жылдамырақ. Демек, 2002 жылдың тамызында Эндрю құйынының қарқындылығы ресми түрде 4-санаттан 5-санатқа өзгертілді. Бұл жаңарту бойынша Эндрю құйыны Құрама Штаттарға соққы болған 5 дауылдың үшінші категориясына жатады.



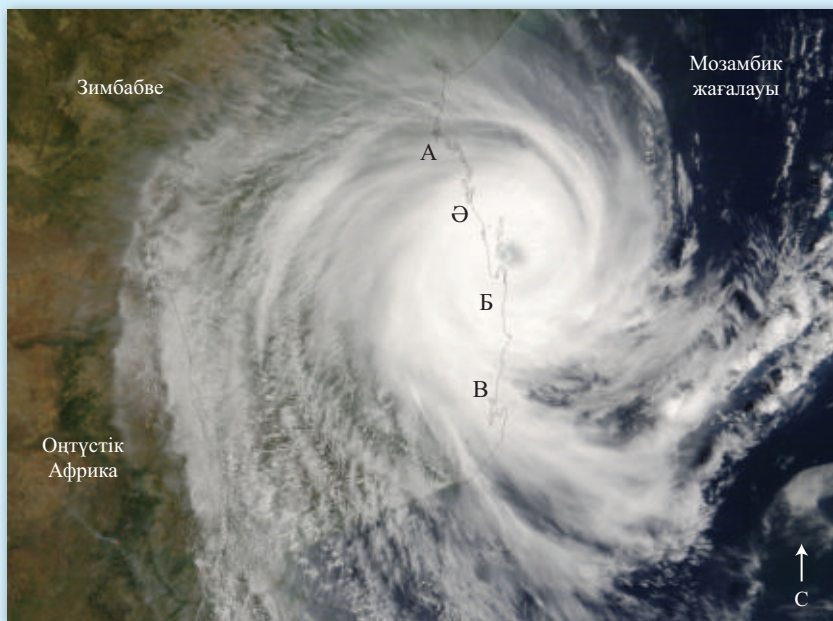
▲ **11.14-сурет. Тастанды зонд.** Тасталынатын желдік зондтың орналасқан жерді анықтаудағы Ғаламдық Жүйесін (GPS) жиі түрде тастанды зонд деп атайды. Бұл цилиндрлік құрал пакетінің диаметрі шамамен 7 сантиметр, ұзындығы 40 сантиметр және салмағы 0,4 килограмм шамасында. Ұшақтан босатылған бұл құрал пакеті кішігірім парашют арқылы жайлап төмен түседі де әр жарты секунд сайын температура өлшемдерін, ылғалдылық, атмосфералық қысым, жел жылдамдығы және желдің бағыты жайлы деректерді жібереді.

Спутниктік деректерді пайдалану

Соңғы жылдары құйын қарқындылығының мониторингін жүргізу үшін, спутниктік алынған деректерді пайдалана отырып екі әдіс дамытылды. Бірінші технология – дауылдың жел жылдамдығын бағалау үшін спутник бортында құралдарды пайдалану. Екінші тәсіл, жақындап келе жатқан құйын қабырғасы көзіндегі ыстық мұнаралар деп аталатын төтенше бұлттардың даму аймақтарын анықтау үшін спутниктерді пайдалану.

11.2-атмосфераға шолу

Бұл спутниктік сурет 2007 жылдың 22 ақпанда Фавио Тропикалық циклонының Мозамбик (Африка) жағалауын бойлай жағаға шыққанын бейнелейді. Бұл қуатты дауыл шығыстан батысқа қарай жылжып барады. Циклонның бір бөлігінде құрлыққа шығуына себеп болған, сағатына 203 шақырым жылдамдықтағы желдер болды.



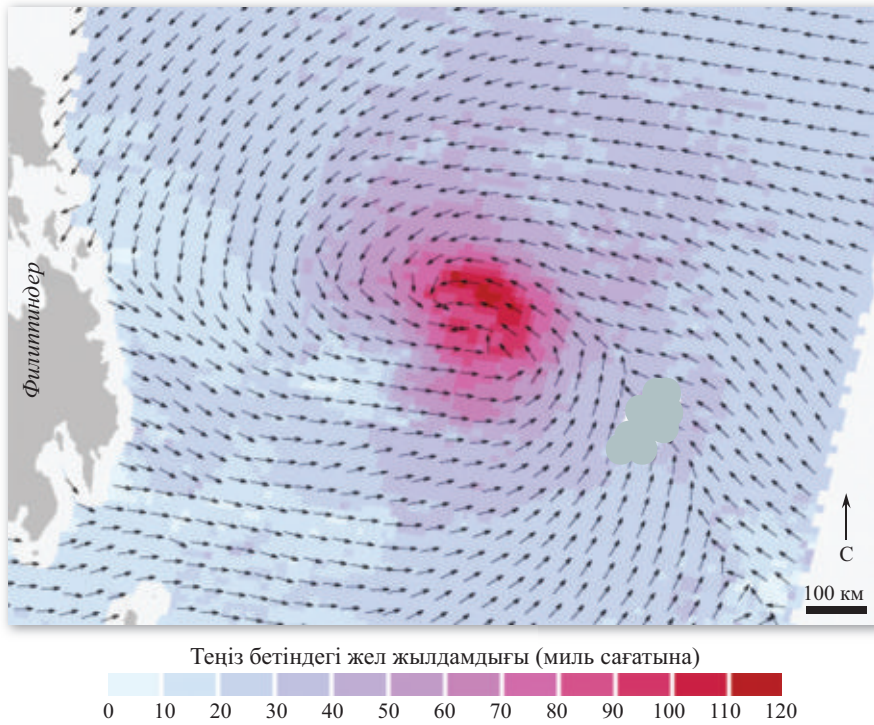
Сұрақтар

1. Дауыл көзін және көз қабырғасын анықтаңыз.
2. Жел жылдамдығын негізге ала отырып, Саффира-Симпсон шкаласын пайдаланып дауылды санатқа бөліңіз.
3. Әріптермен белгіленген қай аймақтарда ең қатты дауыл желкөтермесі болады? Түсіндіріңіз.

Желді бағалау. Скаттерометр деп аталатын құрал, дауыл желдерінің күшін өлшеуге мүмкіндік беретін радардың бір түрі болып табылады. **11.15-суретте** көрсетілген бейне *Oceansat-2* спутнигінің деректері негізінде жасалды.

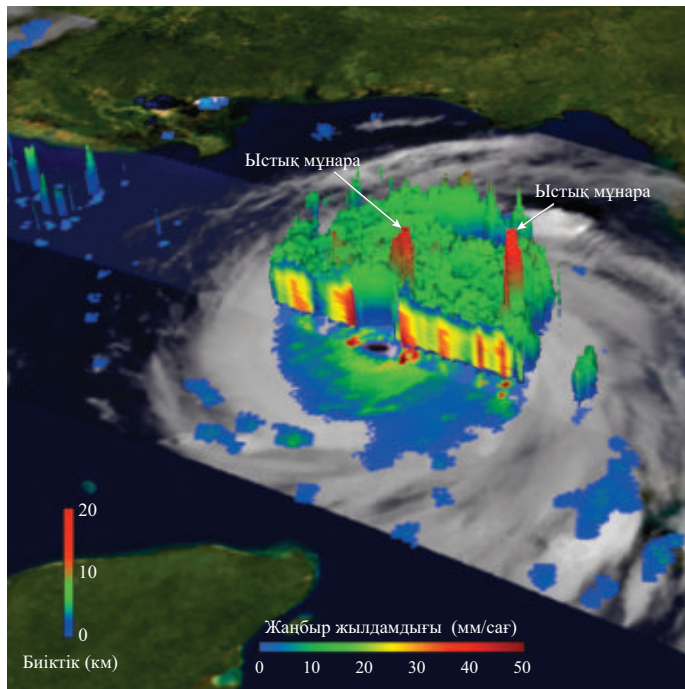
Ғалымдар өлшеу алынған уақытта Супер Хайян Тайфунының жел жылдамдығы сағатына 206 шақырымға жеткенін анықтау үшін эксперименттік техниканы қолданды. Дегенмен, максималды жел жылдамдығы бұдан қатты болған, себебі деректерді алу техникасы 570 шаршы шақырымнан астам аянда қолданылды, бұл ақ дауыл желдерінің абсолютті максимумынан төменгі мән береді. Ғалымдар деректер алынған уақытта желдің максималды жылдамдығы 20 пайызға жоғары болады деп бағалады, сағатына шамамен 240 шақырым. Скаттерометрдің 25-50 шақырымға ұйғарынды ауытқулары бар, сол себепті дауыл желінің максималды жылдамдығын анықтай алмайды. Скаттерометр желді тікелей анықтамайды; керісінше, олар біркелкі емес мұхит беткейіндегі жел қағидаты бойынша

жұмыс істейді. Құрал мұхит бетіндегі радиацияның қалай сейілетіндегі айырмашылықты анықтайды. Содан кейін кешенді модель осы тегіссіз беткейдегі мөлшерге жауапты болатын желдің жылдамдығын анықтау үшін пайдаланылады.



▲ **11.15-сурет. Хайян желдерінің өлшемі.** Oceansat-2 спутнигінің бортындағы *скаттерометр* 2013 ж. 7-қарашада болған Супер Хайян Тайфунының желін өлшеу үшін қолданылған. Нұсқағыштар желдің бағытын көрсетіп, түстер жел жылдамдығын білдіреді және қою түспен күшті желдер көрсетілген.

Жауын-шашын мөлшерінің мониторингі және бұлт биіктігі. 11.16-сурет спутниктің бірегей перспективасын ұсынады. Дауылдың түрлі бөліктерінде жауын-шашынның үлгісін көру синоптиктер үшін өте пайдалы болып табылады, себебі ол дауыл күштілігін анықтауға көмектеседі. Ғалымдар 3 сағат ішінде *тропикалық жауын-шашын өлшемдерінің миссиясы (ТЖӨМ)* бортындағы жауын-шашын радары (ЖР) арқылы алынған мәліметтерді өңдеп, 3-D бейнелеудің жолын ойлап тапты. Спутник әлемнің кез келген жерінде осы тропикалық циклон үстімен өткен сайын, ЖР құралы дауылдың 3-D түсірілімін жасау үшін мәліметтер жіберіп отырады. Бұл бейнелер дауылдың түрлі бөліктерінде, қабырға көзі мен сыртқы жауын жолақтарын салыстырғанда, жаңбырдың қалай қатты жауатыны туралы ақпаратты қамтамасыз етеді. Олар сондай-ақ бұлт биіктігіне 3-D қарауға мүмкіндік береді. Осы технологияны пайдаланып, НАСА ғалымдары ыстық мұнаралар деп аталатын будақ-жаңбырлы бұлттар массивін анықтады, кейде 12 шақырым биіктіктен жоғары жерде, құйын қарқындай түскеннен 6 сағат бұрын қабырға көзі маңында дамиды. Бұл жағдай 11.16-суретте көрсетілген Катрин құйынында болған. 2004 жылдың ақпанында Ғаламдық жауын-шашын Миссиясы (ҒЖМ) *ТЖӨМ* қолданысындағы құралдардың неғұрлым жетілдірілген нұсқаларымен іске қосылды.



▲ **11.16-сурет. Ыстық мұнаралар.** Бұл Тропикалық Жауын-шашынды Өлшеу Миссиясының (ТЖӨМ) Катрин құйынын спутниктен түсірген суреті 2005 жылдың 28 тамызында жасалды. Дауылдың ішкі бөлігін қима арқылы қарағанда, бір жағында бұлттардың биіктігін бейнелесе, басқа жағында жауын-шашынның мөлшерін көрсетеді. Екі ыстық мұнара (қызыл түспен) көрінеді: біреусі жаңбыр жолағының сыртында, екіншісі көз қабырғасында. Көз қабырғасындағы мұнара мұхит бетінен 16 шақырымға жоғары көтерілген және қарқынды жауын-шашын аударымен байланысты. Дауыл өзегі жанындағы биік мұнара жиі түрде дауылдың қарқындай түсуін көрсетеді. Осы сурет жасалғаннан көп ұзамай, Катрин 3-санаттан 4-санатқа өсті.

✓ 11.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Дауылдың жер беткейіндегі қарқындылығы неге қиын бағаланады?
- 2 Құйын қарқындылығын бағалаудың үш жолын атаңыз және қысқаша сипаттама беріңіз.

11.5 Құйынды анықтау, қадағалау және мониторинг

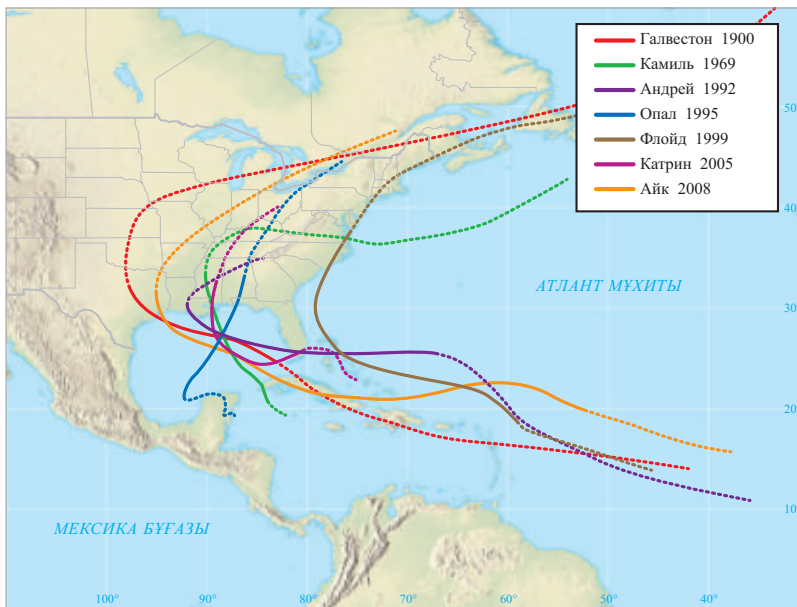
Құйындарды қадағалау және болжамдарды әзірлеу үшін пайдаланылатын деректерді ұсынатын төрт құралды атаңыз. Құйынды бақылаудың және құйынды ескертудің қарама-қарсылығы.

11.17-суретте Атлант құйынына іліккен елеулі ізді жол көрінеді. Бұл ізді жолдар нені анықтайды? Дауылдарды тропосфера тереңіндегі бүкіл қоршаған ортадағы ағынның басшылығы ретінде қарастыруға болады. Құйынның қозғалысын ағын толқынындағы жапырақтық қозғалысымен салыстыруға болады, құйын үшін ағынның шекара жиынтығы

жоқ дегенді қоспағанда. Экваторға қарай шамамен 25° солтүстік ендік аймағында тропикалық дауылдар мен құйындар әдетте, аздап полюске бағытталған компонентімен, батысқа қарай жылжиды. Бұның себебі жартылай тұрақты жоғарғы қысым торымен байланысты (*Бермуд, Азора жоғарғы қысым аймағы*), олар дауылдың полюске бағытталған жерінде орналасқан (7.10В-сурет). Бұл жоғарғы қысым орталығының экваторлық жағында дауылдарды батысқа бағыттайтын шығыс желдері басым. Егер бұл жоғарғы қысым орталығы Атлант мұхитының батыс жағында әлсіз болса, дауыл жиі түрде солтүстікке қарай бұрылады. Бермуд жоғарғы қысым аймағының полюске бағытталған жағында батыс желдері басым, дауылды шығысқа қарай қайтарып жібереді. Көбінесе бұл дауылдар мұхитқа қарай кері бағытталғанда қисық бола ма немесе жағаға қарай тіке болып жалғастырады ма, оны анықтау қиын.

Құйыннан бірнеше жүз шақырым ғана қашықтықта орналасқан аймақта – тек бір күндік жер қашықтығындағы аймақта – ашық аспан мен іс жүзінде ешқандай жел болмауы мүмкін. Мұндай жағдай дауылдар туралы ескерту айтуға қиындық қалыптастырады. АҚШ тарихындағы ең қасіретті табиғи апат деп 1990 ж. 8 қыркүйек күні Техас штаты, Галвестондағы кенеттен болған құйын салдарын айтуға болады. Өте күшті және күтпеген жерден болған дауыл салдарынан қалада 6000 адам, басқа өңірлерде аз дегенде 2000 адам қаза болды.

Құрама Штаттардағы алдын ала ескерту жүйесі дауылдан туындаған өлім санын айтарлықтай азайтты. Алайда, мүліктік залалдар шамадан тыс өсті. Бұл халық санының жылдам өсуімен және жағалау маңы аймақтарының дамуымен байланысты болды. Жағалау сызығы 80 шақырым шеңберінде 100 млн. жақын адам өмір сүреді, осылайша дауылдың жағажайды басуына байланысты әлеуетті жойылуға ұшырайды.



▲ 11.17-сурет. Дауыл іздері. Бұл карта кейбір есте қалған құйындардың түрлі іздерін немесе жолдарын көрсетеді. Өрбір сызықтың айқын көрсетілген бөлігі дауылдың қай кезде құйын деңгейіне жеткенін көрсетеді. Көптеген маңызды дауылдардың тарихын зерделеу үшін мына қызықты интерактивті сайтқа кіріп көруіңізге болады: www.csc.noaa.gov/hurricanes/.

Спутниктің рөлі

Қазіргі таңда әртүрлі құралдар дауылдарды анықтау және қадағалау үшін пайдаланылатын деректерді қамтамасыз етеді. Олар қамтамасыз ететін ақпараттар болжамдарды дамытуға және уақыттарын анықтап, ескерту жасау үшін пайдаланылады. Тропикалық циклондарды қадағалауға пайдаланылатын құралдардың ең үлкен бір маңызды жетістігі болып, метеорологиялық спутниктердің дамуы болды.

Құйындар қалыптасатын тропикалық және субтропикалық аймақтар орасан үлкен ашық мұхит аудандарынан тұрады, сол себепті ол жерде дәстүрлі байқаулар жүргізу өте шектеулі жағдайда. Қазір осы ұлан-ғайыр өңірлерден метеорологиялық деректер қажеттілігін спутниктер орындауда. Дауыл циклондық ағын ретінде және спиральді бұлттардың жолақтары дами бастаған сәттен, спутниктер арқылы дауылды анықтап, бақылауға болады.

Ауа райы спутниктерінің пайда болуы негізінде тропикалық дауылдарды анықтау мәселесі шешілді және мониторинг айтарлықтай жақсарды. Бұл алдыңғы тарауда айтылған болатын. Алайда, спутниктер қашықтан сенсорлы болғандықтан жел жылдамдығын бағалауда сағатына бірнеше шақырымға және дауыл бағдарын бағалауда біраз қате болуы мүмкін. Спутниктер әлі де құрылымдық сипаттамаларды нақты әрі дәл анықтай алмайды. Бақылау жүйелерінің үйлесімі нақты болжамдар мен ескертулер жасау үшін қажетті деректерді қамтамасыз ету үшін қажет.

Авиациялық барлау

Авиациялық барлау құйындар туралы ақпаратты қамтамасыз ететін екінші маңызды дерек көзі болып табылады. Құйынға қарай алғашқы эксперименттік ұшулар 1940 жылы жасалған және содан бері қолданыстағы ұшақтар мен құралдар өте күрделене түсті. Дауыл ауқым шеңберінде болған кезде, арнайы құралдары бар ұшу аппараттары қауіпті дауылға тікелей ұшып, оның дәл жағдайы мен ағымдағы дамуының жай-күйі туралы мәліметтерді бағалай алады. Дауыл болып жатқан жердегі әуе кемесінен тікелей деректерді жіберуге болады, көптеген дерек көздерден алынған мәліметтер жиыстырылып, талданады.

Барлау ұшақтары көмегімен өлшемдер жасау шектеулі, себебі құйын салыстырмалы түрде жағалауға жақындамағанша олардың қабылдануы мүмкін емес. Сонымен қатар, өлшемдер үздіксіз немесе дауыл барысында алынбайды. Ұшақ құйынның шағын бөлшектерінің «сурет» үлгісін қамтамасыз етеді. Дегенмен, жиналған деректер дауылдың ағымдағы сипаттамаларын талдауға, болашақ мінез-құлқын болжау үшін өте маңызды. Құйындарды болжау және ескерту бағдарламаларына елеулі үлес қосқан, осы дауыл құрылымы мен сипаттамаларын жақсы түсіну болды. Спутниктердің қашықтықтан зондтауы жақсартылғанымен, барлаушы ұшақтардың ықтимал қауіпті тропикалық дауылдарды болжаудағы дәлдігін осы деңгейде ұстап тұруы жақын болашақта қажет болады.

Барлау әуе кемесінің жаңа формасы даму сатысында тұр және жабдықталмаған ұшу аппараттарын пайдалануда. *Hurricane and Severe Storm Sentinel (HS3)* атты 5-жылдық бағдарлама 2012 жылы НАСА-мен басталған. Бұл зерттеу бағдарламасы Атлантика бассейніндегі құйын қарқындылығы өзгерістерімен байланысты үдерістерді тереңірек түсіну үшін арналған.

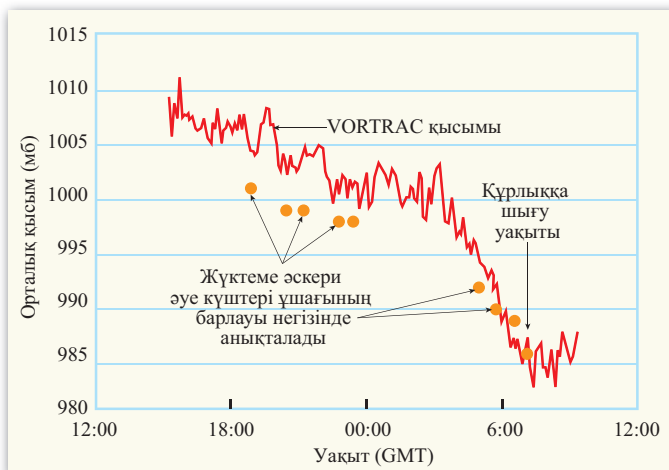
Радар және Бұйс мәліметтері

Радар – құйындарды бақылау және зерттеудегі үшінші негізгі құрал болып табылады. Дауыл жағалауы жақын кезде, ол жер үсті Доплер метеорадиолокаторымен бақыланады (10-бөлімде толығырақ талқыланады). Доплер радары құйындағы жел өрістері, жауын-шашын

қарқындылығы және дауыл қозғалысы туралы егжей-тегжейлі ақпаратты қамтамасыз етеді. Соның нәтижесінде, жергілікті Ұлттық ауа райы қызметінің бөлімдері су тасқыны, торнадо және қатты желдер жайлы қысқа мерзімді ескертулер бере алады. Алынған радиолокациялық деректермен күрделі математикалық есептеулер жүргізіліп, жауын-шашын мөлшерін бағалау үшін синоптиктерді маңызды ақпараттармен қамтамасыз етеді. Радардың кемшіліктерінің бірі, ол жағалаудан шамамен 320 шақырымға алыс (қашықтықты көрмейді және құйын уақыты мен ескертуді диапазонға кірмес бұрын жасалуы керек).

Құйынды қадағалаудың VORTRAC-A жаңа техникасы. Тез күшейген дауылдар кенеттен жағалауларға төнуі мүмкін. 2007 жылы Умберто құйыны кенеттен 19 сағат ішінде тропикалық бұзылудан құйынға айналып Техас Штатындағы Порт-Артурға соққы берді. 2004 жылы дауылдың құрлыққа жету барысындағы 6 сағат ішінде Чарли құйынының желдері сағатына жылдамдығын 175 шақырымнан 230 шақырымға арттырып, Флориданың оңтүстік-батыс жағалауы төтенше жағдайға тап болды.

VORTRAC (*Vortex Objective Radar Tracking and Circulation* – қатты желдің циркуляциясы және қадағалаудың объективті радары) 2007 жылы сынақтан сәтті өтті және 2008 жылы қолданысқа енді. Ол қысқа мерзімді дауылдар жайлы ескертулерді жақсартуға арналған. VORTRAC дамымас бұрын, дауыл қарқындылығын бақылаудың жалғыз жолы дауыл ішіне тастанды зондарды жіберу үшін ұшақтарды пайдалану болды. Бұл тек әр сағат немесе екі сағат сайын жүргізіліп отыра алады, дегенмен барометрлік қысымның кенеттен құлауы және жел жылдамдығының артуымен уақтылы анықтау қиындау болуы мүмкін.



▲ **11.18-сурет. VORTRAC.** Бұл график Умберто құйыны бойынша VORTRAC жүйесінің тест нәтижелерін көрсетеді, бұл құйын 2007 жылы 13-қыркүйекте Техаса/Луизиана жағалауына жақындаған сайын күшейе түскен. VORTRAC бағалаулары құйын жағалауға шықпас бұрын барлау ұшақтарының өлшеміндегі Умбертоның нақты орталық қысымымен толық келіседі. Сондай-ақ, VORTRAC дауылдың жылдам күшейе түсуін тіркеп, ешқандай әуе ұшақтарының мәліметтері қолжетімсіз болғанда, ол 4 сағаттық аралық соңында қысымның тез құлап бастағанын көрсетті.

VORTRAC Мексика шығанағы мен Атлант мұхитының Техастан Мэнге дейінгі жағалау сызығының бойындағы Доплер радары желісінің бір бөлігін пайдаланады. Әрбір блок

желдердің бағытын анықтай алады, бірақ VORTRAC пайда болғанға дейін, бірде-бір радар дауылдың айналмалы желдерін және орталық қысымдарын бағалай алмады. Техника Атлант құйындарының құрылымы мәлім жалғыз радардан алынған мәліметтерді жиыстыратын математикалық формулаларды қолданады. VORTRAC құйын күштілігінің көрсеткіші болып табылатын, құйын көзіндегі Барометрлік қысымды шығарып береді (**11.18-сурет**).

Әрбір радар 190 шақырым қашықтықта жүзеге асатын жағдайды анықтауға пайдалана алады және VORTRAC-ты пайдаланып синоптиктер әрбір 6 минут сайын дауыл жайлы ақпаратты жаңартып отырады.

Буйс мәліметтері. Буйс мәліметтері құйындарды зерттеудегі төртінші құрал болып табылады. Бұл қашықтағы, қалқымалы құрал пакеттері барлық Құрама Штаттарының Мексика шығанағы мен Атлант жағалауы бойымен белгіленген орындарда орналасқан. 11.3-суреттегі ауа райы карталарына назар салсаңыз, деректі буйлерді бірнеше теңіз стансаларынан көре аласыз. 1970 жылдардың басынан осы тәсілмен алынған деректер күнделікті ауа райын талдаудың сенімді құралына және күнделікті бөлігіне айналды, сондай-ақ дауыл туралы ескерту жүйесінің маңызды элементі болды. Буйлер мұхит үстіндегі жағдайды үздіксіз тікелей өлшеудің жалғыз құралы.

Құйындар уақыты және ескертулер

Күрделі компьютерлік модельдермен бірлесу арқылы бақылау құралдарынан алынған мәліметтерді пайдаланып, метеорологтар құйындардың қозғалысы мен қарқындылығын болжауға әрекет жасауда. Оның мақсаты дәл уақыты мен ескертулерді жасау.

Құйын болатын болжамды жері ол *мүмкін* деген жағалау аймағындағы дауыл шарттары көрсетілген хабарландыру болып табылады. Құйын болатын болжамды жер тропикалық дауылдың күшті желі басталғанға дейін алдын ала 48 сағат бұрын беріледі. **Дауыл ескертулері** 36 сағат бұрын беріледі және дауыл шарттары көрсетілген жағалау аудандары шегінде *күтілетінін* ескертеді.

Қауіпті жоғары су деңгейі немесе жоғары су деңгейі мен үлкен толқындар тіркесімі жалғасқанда, тіпті желдер дауыл күшінен кем болғанда дауылдың ескертулері өз күшінде қалуы мүмкін.

Құйынның болатын болжамды жері және ескерту жайлы шешім үдерісінде екі фактор ерекше маңызды болып табылады. Біріншіден, адамдардың өмірін, мүлікті сақтап қалу үшін уақыттың жеткілікті болуы. Екіншіден, синоптиктер тыс ескертулер санын минималды етуге тырысулары керек. Бұл, алайда қиын міндет болуы мүмкін. Ескерту жасау жайлы шешім қабылдау, бір жағынан халықты қорғау қажеттілігі және басқа да мәселелер бойынша тыс ескертулер дәрежесін барынша азайту ниеті арасындағы нәзік балансты қарастырады.

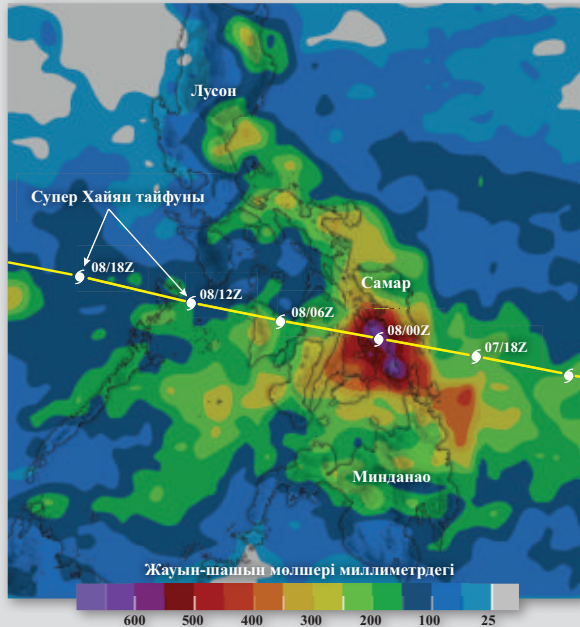
11.1-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Хайян супер тайфуны

Бөлімнің басындағы суретте Супер Хайян тайфуны 2013 жылдың 8-қарашасында Филиппиниының орталық бөлігінен өткені бейнеленген. Дауыл соққы бермес бұрын, Гавайядағы Біріккен тайфун ескерту орталығы (БТЕО) жел жылдамдығын сағатына 315 шақырым болуы тиіс деп бағалап, Саффира-Симпсон шкаласы бойынша 5-санаттағы дауылға жатқызылды (**11(B)-сурет**).



▲ 11(В)-сурет. Хайян жолы. Картада осы өте күшті дауылдың жолы көрсетілген. Сандар Саффира-Симпсон шкаласы бойынша дауыл қарқындылығын көрсетеді. Орталық Филиппинге жасаған соққысынан кейін, Хайян Вьетнам жағалауына қайтадан шықты.



▲ 11(Г)-сурет. Су тасқынын болдыртатын жауындар. Бұл карта 2013 жылдың қараша айында тропикалық Отыз дауылы және Супер Хайян Тайфунымен жалғасқан тропикалық бұзылудан туындаған 10 күндік уақыттағы жауын-шашынның миллиметрмен көрсетілген қорытындыларын көрсетеді. Мәліметтер *Тропикалық жауын-шашынды өлшеу миссиясы спутнигінен* алынған. Бұл таулы өлкеде қауіпті су тасқыны мен сел кеңінен орын алды.

БТЕО Құрама Штаттардың Әскери теңіз флоты мен Әуе күштерінің Тынық мұхиты мен Үнді мұхитындағы дауылдарды бақылайтын мақсатты тобы болып табылады.

Егер оның есептеулері дәл болса, Хайян жағалауға шыққан ең күшті дауыл болып тіркелінеді. Біз Хайянның желдік күшіне сенімді бола аламыз ба? Ғалымдар сенімді бола алмайды, себебі тікелей жел жылдамдығының өлшемдері аз болды. Бағалау спутник арқылы қашықтан жиналған деректер негізінде жүргізілді. Жел жылдамдығын анықтаудағы спутниктік деректерді пайдалану туралы қосымша ақпарат алу үшін 11.4-тарауды қараңыз.

Хайянның тұрақты желдері сағатына 315 шақырым деп бағаланғанда, желдің екпіні сағатына 370 шақырымға (жетуі мүмкін. Осы жылдамдықпен қозғалатын миллиардтаған жауын тамшылары мен қалқыған қоқыстарды елестетіп көріңізші!

Хайян ең жойқын Филиппиндік тайфун болды. Ресми қаза тапқандар саны 6300-ге жетті, бірақ мыңдаған табылмаған адамдарды қосқанда бұл көрсеткіш әлдеқайда жоғары болды. Сонымен қатар, 2 миллион адам үй-жайсыз қалып, тағы миллионы қоныс аударды. Жолдар үйінділермен бұғатталып немесе толығымен қирағандықтан, миллиондаған мұқтаж адамдарға гуманитарлық көмек көрсету өте қиын болды.

Желдер өте экстремалды болғанымен, адамдардың өмірі мен мүлкіне аса қауіп төндірген Хайян дауылының толқыны болды. Таклобана қаласы ең қатты соққы алып, бағалау бойынша су қабырғасының биіктігі 7,5 метр болды. Қаланың көп бөлігі теңіз деңгейінен 5 метр биіктікте орналасқандықтан, нәтижесі апатты болды.

Қаһарлы желмен қоса қуатты дауыл толқыны нәтижесінде, Хайян құйыны орталық Филиппинде мол жаңбыр жаудырды. Аймақ арқылы тропикалық дауыл мен тропикалық бұзылу өтіп, бірнеше күннен кейін Супер Тайфун соққы берді. 10 күн ішінде болған үш оқиға салдарынан кейін жауын-шашын мөлшері көптеген жерлерде 50 сантиметрден асып, кей жерлерде 68 сантиметрден асты (**11(Г)-сурет**).

Сұрақтар

1. Неліктен Хайян желдерінің күштілігі туралы кейбір белгісіздіктер бар?
2. Супер Хайян нәтижесінде Филиппинде құйынның қандай қиратушылық түрлері болды?

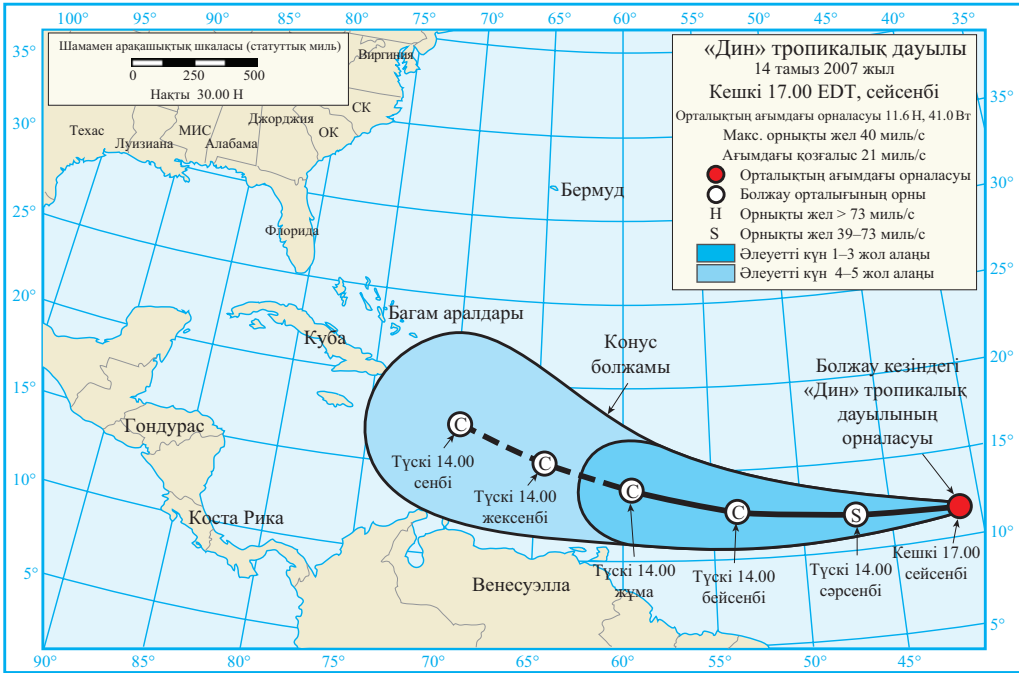
Құйын болжамы

Құйын болжамдары кез келген ескерту бағдарламасының негізгі бөлігі болып табылады. Бірнеше аспектілері осындай болжамның бөлігі болуы мүмкін. Біз әрине дауыл қайдан басқарылатынын білгіміз келеді. Дауыл жайлы алдын ала айтуға мүмкіндіктік беретін жолды болжамды бақылау деп атайды. Әрине, қарқындылық (желдің күштілігі), ықтимал жауын-шашын мөлшері және дауыл толқынының ықтимал өлшемін алдын ала білуге қызығушылық болады.

Болжамды бақылау. Дауылдың болатын жері туралы белгісіз болған жағдайда, оның басқа сипаттамалары жайлы нақты болжамдардың маңыздылығы төмендейді, сол себепті болжам ізі ең негізгі ақпарат көзі болып табылады.

Нақты болжамды бақылаулар өте маңызды болып табылады, себебі ол дер кезінде эвакуациялау жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік береді. Қуанышқа орай, болжамды бақылаулар тұрақты жетілу үстінде. 2001-2005 жылдар аралығындағы болжамдар қателері 1990 жылмен салыстырғанда шамамен екі есе аз болды.

2004 және 2005 жылдардағы өте белсенді Атлант дауылдарының мезгілінде, 12-72 сағаттық болжамды бақылаулар дәлдігі рекордтық деңгейге жақын болды. Осыған орай, Ұлттық құйын орталығы шығарған ресми болжамды бақылаулардың мерзімі 3 күннен 5 күнге дейін ұзартылды (**11.19-сурет**). Бүгінгі 5 күндік болжамды бақылаулар 15 жыл бұрынғы 3 күндік болжамдардан нақтырақ болып табылады. Мұндай ілгерілеу компьютерлік модельдер мен спутниктік деректер санының күрт артуына байланысты болып табылады.



▲ **11.19-сурет. Тропикалық Дина дауылының 5 күндік болжамды жолы 2007 ж. 14 тамыз күні сағат кешкі 17.00-де жарияланды.** Құйын жолының болжамын Ұлттық құйын орталығы жариялағанда, оны *болжам конусы* деп атайды. Конус дауыл орталығының ықтимал жолын көрсетіп, болжамдық жол бойындағы шеңберлер топтамсын қамти отырып қалыптасады (12 сағат, 24 сағат, 36 сағат және т.с.). Әр шеңбердің мөлшері уақыт өткен сайын үлкейе береді. 2003-2007 жылдардағы статистикаға негізделе, Атлант мұхитындағы тропикалық циклондардың барлық жолдары толығымен конус шегінде уақыттың шамамен 60-70 пайызы қалды деп күтілуде.

Болжамдық дәлдіктің жақсаруына қарамастан, кенеттен болатын дауылдар жайлы жағалау маңындағы үлкен аудандарға ескерту жасау үшін болжамдардың қажеттілігі өте жоғары. 2004 және 2005 жылдары Құрама Штаттардың дауыл жайлы ескертуді қажет ететін жағалау сызығының ұзындығы орта есеппен 510 шақырым болды. Бұл алдыңғы он жылдыктан айтарлықтай жақсарғанын білдіреді, орта есеппен 730 шақырым болған. Дегенмен, ескертілген аудандардың шамамен тек төрттен бір бөлігі дауылды жағдайды бастан кешіреді.

Болжамның басқа сипаттамалары. Болжамды бақылаулар жақсарғанмен, дауыл қарқындылығы (желдің жылдамдығы) болжамдарының қателері 30 жылда айтарлықтай

өзгерген жоқ. Құйын кезіндегі жауын-шашын мөлшерін анықтау да тұрақсыз болып қала бермек. Алайда, дауылдың болжамды бақылаулары мен жер үсті желінің құрылымына қатысты жақсы ақпарат белгілі болып, жағалау және теңіз (су асты) топография туралы сенімді деректер қолжетімді болған кезде, төніп келе жатқан дауыл жайлы дәл болжам жасауға болады.

✓ 11.5 Бақылау сұрақтары

- 1 АҚШ тарихында ең ірі табиғи апат қандай болды?
- 2 Осындай оқиғаның тағы да Құрама Штаттарда орын алуы неге екіталай?
- 3 Құйындарды қадағалау және болжамдарды әзірлеу үшін пайдаланылатын деректерді қамтамасыз ететін төрт құралды атаңыз.
- 4 Құйынның болатын жерін анықтау және құйын жайлы ескерту арасындағы айырмашылықты анықтаңыз.
- 5 Болжамды бақылау деген не? Неге мұндай болжамдар маңызды болып табылды?

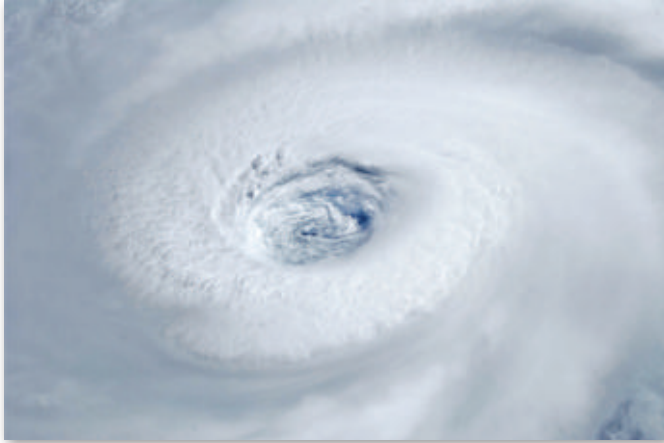
11 Құйындар тұжырымына шолу

11.1 Құйын профилі ► Құйынды анықтаңыз және оның негізгі құрылымы мен сипаттамаларын айқындаңыз.

Түйінді сөздер: құйын, тұрақты желдер, көз қабырғасы, жаңбыр жолағы, көз

- Құйындар тропикалық немесе субтропикалық мұхит үстінде қалыптасатын төменгі қысымның қарқынды орталығы болып табылады, қарқынды конвективті (найзағайлы) белсенділігімен және күшті циклондық айналымымен сипатталады. Тұрақты желдер жылдамдығы сағатына 119 шақырымға теңесуі немесе одан артық болуы тиіс.
- Құйындардың көбісі, сирек кездері Атлант мұхитының оңтүстігін және Тынық мұхитының шығысын қоспағанда, барлық тропикалық мұхит үстіндегі 5° және 30° ендік аралығында қалыптасады. Құйындардың ең көп болатын жері Солтүстік Тынық мұхитының батысы, жылына орта есеппен 20 рет. Тынық мұхитының солтүстік-батысында құйындарды *тайфун* деп атаса, Тынық мұхитының оңтүстік-батысында және Үнді мұхитында *циклондар* деп атайды.
- Жер үстіндегі жылы, ылғалды ауаның ішкі ағыны дауыл өзегіне жақындағанда, ол жоғары қарай бұратыла көтеріліп, будақ бұлттар мұнараларын құрайды. Дауылдың орталығын қоршаған қарқынды конвективті белсенділіктің бұл бәліш тәрізді формадағы қабырғалары көз қабырғасы деп аталады.
- Дауылдың дәл ортасында құйын көзі орналасқан. Бұл жауынның тоқтайтын және желдің басылатын аймағы болып табылады.

Сұрақ. Бұл сурет Халықаралық Ғарыш Стансасында түсірілген, 2010 жылдың қыркүйек айында болған Игорь құйынының ішкі бөлігін көрсетеді. Көзді және көз қабырғасын анықтаңыз. Осы аймақтардың қайсысында жел күштірек болып келеді? Осы аймақтардың қайсысында жаңбыр қарқындылығы күштірек болып келеді?



11.2 Құйынның түзілуі мен тарқап кетуі ► Құйынның түзілуіне ықпал ететін жағдайды талқылаңыз және құйынның тарқап кетуін тудыратын факторларды атаңыз.

Түйінді сөздер: тропикалық бұзылу, шығыстық толқындар, ағыс сызығы, пассат желінің инверсиясы, тропикалық депрессия, тропикалық дауыл

- Құйын, бұл су буының көп мөлшері конденсацияланған кезде бөлінетін жасырын жылумен қыздырылатын жылу қозғалтқышы болып табылады. Құйындар жаздың соңында және ерте күзде жиі қалыптасады. Осы уақыт аралығында теңіз бетінің температурасы 27°C немесе одан жоғары болып, ауаны қажетті жылу және ылғалмен қамтамасыз етуге қабілетті болады.
- Мұхиттың батыс бөлігіндегі көптеген тропикалық дауылдар құйын мәртебесіне жетті, бірақ олардың шығу тегі Қиыр Шығыста жатыр. Мұндай жерлердегі бұлттар мен найзағайлардың ұйымдастырылмаған массиві тропикалық бұзылу деп аталады, кейде әлсіз қысым градиенті дамиды және әлсіз айналады, кейде тіпті айналмайды. Солтүстік Атлантиканың батыс жағына енетін және Солтүстік Америкаға қауіп төндіретін ең күшті құйындарды түзейтін тропикалық бүлінулер көбінесе шығыстық толқындар ретінде белгілі пассат желіндегі ірі толқын немесе шымырлаған діріл тәрізді басталады, олар бірте-бірте шығыстан батысқа қарай жылжуына байланысты аталған.
- Көптеген тропикалық бүлінулер жыл сайын түзіледі, бірақ 90-нан астам пайызы аса қуатты дауылдарды туындатпай-ақ жойылып кетеді. Тропикалық циклондар жел жылдамдығы сағатына 119 шақырымға жететін кезде ғана құйын деп атала алады. Циклонның күшті желдері сағатына 63 шақырымнан аспаса, ол *тропикалық депрессия* деп аталады. Тұрақты желдер сағатына 63 және 119 шақырым аралығында болса, циклон *тропикалық дауыл* деп аталады.

- Дауыл қарқындылығы төмендейді, егер: 1) жылы, ылғалды тропикалық ауамен қамтамасыз ете алмайды мұхит суларының үстімен жылжыса; 2) жер бетімен жылжыса; 3) кең ауқымды жоғарғы ағынның қолайсыз жеріне жетсе.

Сұрақ. Бұл график дауылдардың мамыр айынан желтоқсан айына дейін Атлант мұхитының бассейнінде таралуын көрсетеді. Дауылдың пайда болуы жаз айының басында неге бәсең?



11.3 Құйынның қирату әрекеті ► Құйын қарқындылығы қалай анықталатынын түсіндіріңіз және құйынның кең таралған қирату әрекетінің үш түрін қорытындылаңыз.

Түйінді сөздер: Саффира-Симпсон шкаласы, дауыл толқыны

- Құйынның келтірілген зиян мөлшері бірнеше факторларға байланысты болғанымен, мысалы, зардап шеккен аудандағы халық тығыздығы мен саны, жағалауға жақын мұхит түбінің конфигурациясы, бірақ ең басты фактор дауыл күші болып табылады.
- Саффира-Симпсон шкаласы дауылдардың салыстырмалы қарқындылық дәрежелерін анықтау үшін құрылды. Шкала бойынша 5 рейтингі ең қатты дауылды білдіреді, ал 1 күштілігі ең минималдысы болып табылады.
- Жағалау аймағындағы ең жойқын залал әрине дауылдың лап басуы арқылы болады. Ол жағалаудағы мүліктік шығындардың үлкен үлесін әкеледі әрі көптеген адамдар өліміне себепші болады. Дауылдың жел көтермеден туындаған толқыны, бұл ені 65-тан 80 шақырымға дейін жететін су күмбезі, ол құйын көзі лап басатын нүктеге жақын жағалауға өте шығады. Барлық толқын белсенділігі бәсеңдеген болса, дауыл толқынының биіктігі келіп құйған қалыпты судың деңгейінде болады.
- Желдің келтіретін нұқсаны құйынның зияндары классындағы ең айқыны болып табылады. Құйын торнадоға айналуы мүмкін, ал торнадо дауылдың деструктивті күшіне ықпал етеді.

- Көптеген құйындармен бірге жүретін қатты жауындар үшінші маңызды қауіпті, яғни су тасқынын болдыртады. Ұзақ дауылымен байланысты қатты жауын салдарынан су тасқыны болады.

Сұрақ. Солтүстік жарты шарда дамыған құйындардың қай бөлігінде қатты желдер мен биік дауыл толқындарын байқауға болады – оң жағында ма немесе сол жағында ма? Түсіндіріңіз.

11.4 Құйынның қарқындылығын бағалау ► Құйынның қарқындылығын айқындайтын екі әдісті салыстырыңыз және дауыл қарқындылығы келесі онжылдықта өзгеру мүмкіндігін түсіндіріңіз.

Түйінді сөздер: тастанды зонд, скаттерометр, ыстық мұнаралар

- Көзқабырғасын жер беткейінен тікелей бақылау өте сирек жағдай болғандықтан, құйын қарқындылығын бағалау қиынға соғады;
- Ұшақтан босатылған тастанды зонд пакеті кішігірім парашют арқылы жайлап төмен түседі. Ол төмен түсу кезінде үздіксіз түрде температура, ылғалдылық, атмосфералық қысым, жел жылдамдығы және желдің бағыты жайлы деректерді жібереді. Бұл технологияның дамуы дауылдың ең күшті желдерін дәл өлшеу мүмкіндігін ұсынды, жоғарғы биіктік деңгейінен жердің беткейіне дейін;
- Скаттерометр деп аталатын құрал, дауыл желдерінің күшін өлшеуге мүмкіндік беретін радардың бір түрі болып табылады. Скаттерометр желді тікелей анықтамайды; керісінше, олар біркелкі емес мұхит беткейіндегі жел қағидаты бойынша жұмыс істейді. Құрал мұхит бетіндегі радиацияның қалай сейілетіндегі айырмашылықты анықтайды. Содан кейін кешенді модел осы тегіссіз беткейдегі мөлшерге жауапты болатын желдің жылдамдығын анықтау үшін пайдаланылады;
- *Тропикалық жауын-шашын өлшемдерінің миссиясы (ТЖӨМ)* бортындағы жауын-шашын радары (ЖР) арқылы алынған мәліметтерді өндеп, 3-D бейнелеудің жолы ойлап табылды. Осы технологияны пайдаланып, НАСА ғалымдары ыстық мұнаралар деп аталатын будақ-жаңбырлы бұлттар массивін анықтады. Мұндай мұнара жиі түрде дауыл күшейіп келе жатқаны жайлы белгі береді.

11.5 Құйынды анықтау, қадағалау және мониторинг ► Құйындарды қадағалау және болжамдарды өзірлеу үшін пайдаланылатын деректерді ұсынатын төрт құралды атаңыз. Құйынды бақылаудың және құйынды ескертудің қарама-қарсылығы.

Түйінді сөздер: құйын болатын болжамды жерін көру, дауыл ескертулері, болжамды бақылау

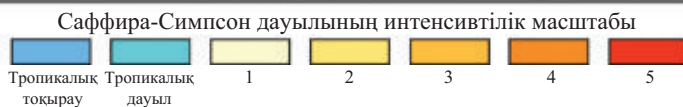
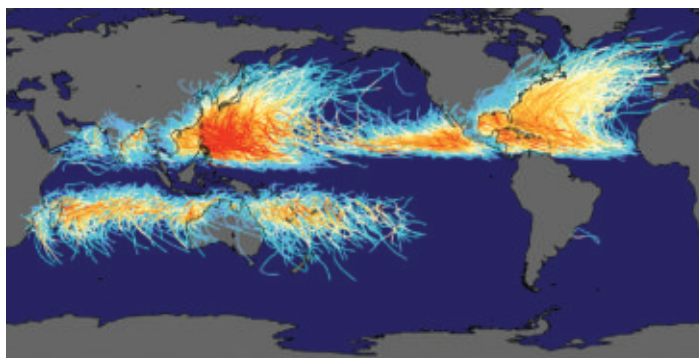
- Экваторға қарай шамамен 25° солтүстік ендік аймағында тропикалық дауылдар мен құйындар әдетте батысқа қарай жылжиды, аздап полюске бағытталған компонентімен. Бұның себебі жартылай тұрақты жоғарғы қысым торымен байланысты (*Бермуд, Азора жоғарғы қысым аймағы*), олар дауылдың полюске бағытталған жерінде орналасқан.

Құрама Штаттардағы алдын ала ескерту жүйесі дауылдан туындаған өлім санын айтарлықтай азайтты.

- Құйындар қалыптасатын тропикалық және субтропикалық аймақтар орасан үлкен ашық мұхит аудандарынан тұрады, сол себепті ол жерде дәстүрлі байқаулар жүргізу өте шектеулі жағдайда. Қазір осы ұлан-ғайыр өңірлерден метеорологиялық деректер қажеттілігін спутниктер орындауда. Құйындарды бақылау және зерттеудегі тағы да басқа негізгі құралдарға авиациялық барлау, радар, қалқымалы құрал пакеттері ретіндегі деректер буйлері жатады.
- Құйын болатын болжамды жері ол мүмкін деген жағалау аймағындағы дауыл шарттары көрсетілген хабарландыру болып табылады. Құйын болатын болжамды жер тропикалық дауылдың күшті желі басталғанға дейін алдын ала 48 сағат бұрын беріледі. Дауыл ескертулері 36 сағат бұрын беріледі және дауыл шарттары көрсетілген жағалау аудандары шегінде күтілетінін ескертеді.
- Дауыл жайлы алдын ала айтуға мүмкіндіктік беретін жолды болжамды бақылау деп атайды. Нақты болжамды бақылаулар өте маңызды болып табылады, себебі ол уақытылы эвакуациялау жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік береді. Болжамдық дәлдіктің жақсаруына қарамастан, кенеттен болатын дауылдар жайлы жағалау маңындағы үлкен аудандарға ескерту жасауды жетілдіре түсу қажет.

Ой жүгірту

1. Әлемнің кейбір бөліктеріндегі адамдар не себепті құйын маусымының келуін асыға күтеді?
2. Құйындар кейде «жылу қозғалтқыштар» деп аталады. Осы жоғарғы қуатты қозғалтқыштар үшін энергияны қамтамасыз ететін «отын» дегеніміз не?
3. Ілеспе әлем картасында тропикалық циклондардың 150 жылдық ізі мен қарқындылығы көрсетілген. Ол Ұлттық құйын орталығы мен Тайфун жайлы ескерту орталығының дауыл жайлы ақпараттары негізінде жасалған.



- а. 4 және 5-санаттағы дауылдар көп байқалған қандай аудан?
 - ә. Неге құйындар тропиктің дәл ортасында қалыптаспайды?
 - б. Оңтүстік Атлант мұхиты мен Оңтүстік Тынық мұхитының шығыс аймағында дауылдардың жоқтығын түсіндіріңіз.
4. 11.4(В)-суреттегі кестеге назар салыңыз. Қысым доғасының иілуі құламалы болғанда жел жылдамдығы неге қатты болатынын түсіндіріңіз.
 5. Құйындарды бақылау мен болжам құралдарының жетілуіне қарамастан, құйын салдарынан адамдардың қаза болуы ықтималды артып келеді. Осы айқын қайшылықтар себебін түсіндіріңіз.
 6. 2019 ж. қыркүйек айының соңында болған Умберто Құйыны 5-санаттағы дауыл болып, ілеспе картада көрсетілген жол бойынша өтті делік. Келесі сұрақтарға жауап беріңіз.

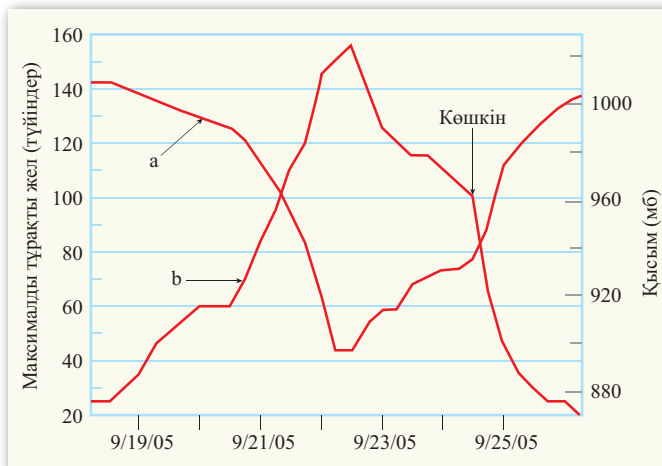


- а. Умберто құйын болу үшін қандай даму кезеңдерінен өткенін атаңыз. Қай кезде ол құйын атауын алды?
 - ә. Хьюстон қаласы Умберто құйынының қатты желдері мен үлкен дауыл толқындарының лап басуына тап болады ма? Жауабыңызды түсіндіріңіз.
 - б. Бұл дауыл Даллас-Форт-Уэрт аймағына жақындайтын болса, адам өмірі мен мүлкі үшін ең үлкен қатері қандай?
7. 4-санаттағы күшті дауыл салдарынан болған қирау нәтижелерін бейнелейтін ілеспе фотосуреттерді қарастырып шығыңыз. Залалдың үш негізгі түрінің қайсысы осы әрекет үшін жауапты? Сіздің шешіміңіз қандай?
 8. Теледидар метеорологы жақындап келе жатқан дауыл қарқындылығы туралы көрермендерді хабарлай алады. Алайда, метеоролог *ол орын алғаннан кейін ғана* торнадо қарқындылығын хабарлай алады. Неге бұл солай?

Мәселелер

1-5 сұрақтарға жауап беру үшін, 11.3-суретте көрсетілген Фран құйынының ауа райы картасын қолданыңыз.

1. 2 күннің қайсысында Фран желінің жылдамдығы жоғары болды? Бұны қалай анықтадыңыз?
2. а. Осы картада көрсетілгендей дауыл ошағы 24-сағат ішінде қаншалықты алысқа орнын жылжытты?
ә. 24-сағат ішінде дауыл қандай жылдамдықпен (сағ/миль) қозғалды?
3. 9.21-суретте орта ендікті циклон көрсетілген, шамамен шығыстан батысқа дейінгі диаметрі 1200 миль (1008-мб изобар төмен қысымның сыртқы шекарасы анықтау үшін қолданылады). 5-қыркүйекте болған Фран құйынының (солтүстік-оңтүстік) диаметрін өлшеңіз. Дауылдың сыртқы жиегін анықтау үшін 1008-мб изобарды пайдаланыңыз. Бұл көрсеткіш орта ендік циклонмен салыстырғанда қандай?
4. 5-қыркүйекте болған Фран құйынының қысым градиентін анықтаңыз. Дауыл орталығы Чарльстонда 1008-мб изобардан бастап өлшеңіз. Жауабыңызда 100 милядағы миллибар өлшемін пайдаланыңыз.
5. 9.21-суреттегі ауа райы картасында жақсы дамыған орта ендікті циклон көрсетілген. Вайомингтың батысындағы 1008-мб изобардан бастап төменгі қысым орталығына дейінгі қысым градиентін есептеңіз. Дауыл орталығында қысым 986 мб, ал алшақтық 625 миля дерлік. Жауабыңызда 100 милядағы миллибар өлшемін пайдаланыңыз. Бұл жауабыңызды 4-мәселеге берген жауабыңызбен қалай салыстыруға болады?
6. 2005 ж. қыркүйек айының соңында болған Рита Құйыны Мексика шығанағында болған Катрина құйынынан кейінгі ең қатты дауыл болды. Қосымша графикта 18-қыркүйекте Доминикана Республикасында атаусыз тропикалық бұзылыс ретінде басталуынан 26 қыркүйекте Иллинойс штатында аяқталған дауыл кезіндегі ауа қысымы мен жел жылдамдығының өзгеруі көрсетілген. Сұрақтарға жауап беру үшін графикті пайдаланыңыз.



- а. Қандай сызық ауаның қысымын және қайсысы желдің жылдамдығын білдіреді? Сіз бұны қалай анықтадыңыз?
- ә. Тораптарда дауылдың максималды жылдамдығы қандай болды? Осы жауапты 1.85-ке көбейту арқылы сағ/км-ға айналдырыңыз.

- б. Рита Құйыны кезінде ең төменгі қысым қандай болды?
- в. Аталған желдің жылдамдығында, Саффира-Симпсона шкаласы бойынша ең жоғарғы санаты қандай болды? Қай күні осы деңгейге жетті?
- г. Көшкін қай кезде болды, Рита Құйынының санаты қандай болды?

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODe, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

12

Ауа райын талдау
және болжау





Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз қабілетті келесі сұрақтарға жауап беруге қабілетті болуыңыз керек:

- 12.1** Ауа райы болжамын жасау үшін қажетті негізгі қадамдарды атау және сипаттау.
- 12.2** Ауа райы туралы мәліметтерді жинауға арналған түрлі құрылғыларды сипаттау.
- 12.3** Биіктіктегі ауа ағынының әрбір көрсеткіші жер бетіндегі ауа райы туралы қандай ақпарат беретінін анықтау.
- 12.4** Ауа райын болжаудың сандық әдісінің негізгі мәнін түсіндіру.
- 12.5** Ауа райын болжаудың әртүрлі дәстүрлі әдістерін тізбектеп, айырмашылықтарын жазу.
- 12.6** Метеорологиялық спутниктерден алынатын инфрақызыл сурет пен көрінетін суреттің артықшылықтары мен кемшіліктерін талқылау.
- 12.7** Сапалық және сандық болжамды салыстыру және қарама-қарсы қою. Ауа райы болжамы мен 30 және 90-күндік болжамды ажырату.
- 12.8** Ауа райын интерактивті өңдеудің кеңейтілген жүйесін (AWIPS) сипаттап, оның Жергілікті ауа райын болжау метеостансаларына қалай көмектесетінін түсіндір.
- 12.9** Ауа райын болжау дәлдігінің пайыздық көрсеткіші болжамның сәттілігінің жақсы өлшемі болмайтынын түсіндіру.

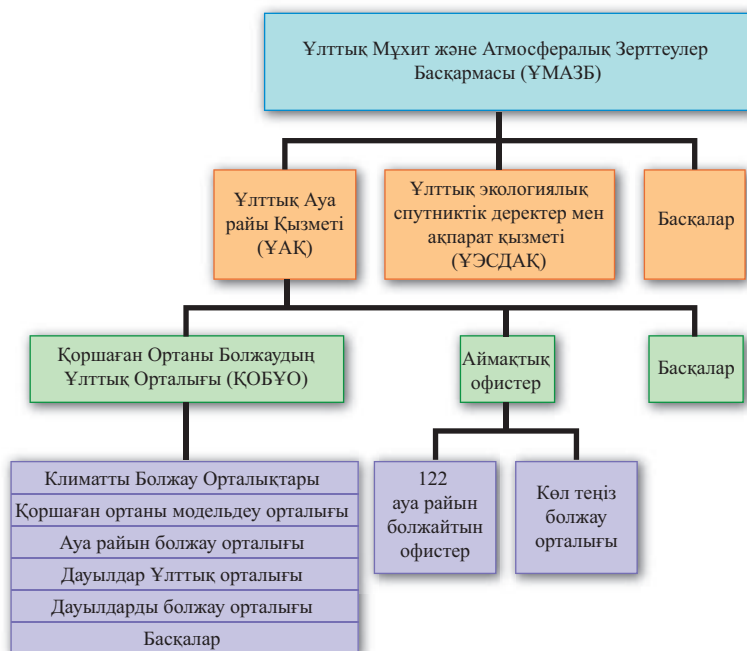
Адамдар үнемі нақты, дәл ауа райы болжамын күтеді. Сенімді ауа райын болжау НАСА үшін жер серіктерін ұшыруға ыңғайлы жағдайдың болуын бағалау мен қарапайым отбасылар үшін теңіз жағажайында демалуды жоспарлауға дейінгі қажеттіліктерден туындайды. Өзара алшақ салалар есептелетін әуе компаниялары мен бағбандар үшін дәл және нақты ауа райының болжамы өте маңызды болып келеді. Сонымен қатар, ғимараттардың, мұнай платформаларының және өнеркәсіп нысандарының құрылысы атмосфераның найзағай, торнадо және дауыл сияқты ең экстремалды формалары туралы терең білімге негізделеді. Қазіргі күнде бізге қысқа мерзімге арналған болжамдармен ғана қанағаттанбаймыз, сонымен қатар ұзақ мерзімді тура болжамдарды күтеміз.

Коннектикут штаты, Нью-Хейвендегі қар басқан көшелер, 9 ақпан 2013 жыл.

12.1 Ауа райы бизнесі: қысқаша шолу

Ауа райы болжамын жасауда маңызды негізгі қадамдарды ата және сипатта.

Америка Құрама Штаттарындағы алғашқы ауа райын болжау бюролары Ұлы көлдер аймағында теңіз дауылдары туралы ескерту жасау үшін 1870 құрылған болатын. Бүгінгі күнде ауа райы туралы ақпаратты жинау мен таратуға *Ұлттық мұхит және атмосфералық зерттеулер басқармасының* (ҰМАЗБ) бір тармағы болып есептелетін **Ұлттық Ауа райы Қызметі** (ҰАҚ) деп аталатын АҚШ-тың үкіметтік агенттігі жауапты (**12.1-сурет**).



▲ **12.1-сурет. Ұлттық Океанология және Атмосфералық бақылау ұйымының (ҰОАБ) бөлімшесі.** Бұл диаграммада ҰОАБ ұйымы мен Ұлттық ауа райы қызмет арасындағы байланысты және ҰАҚ-тың ауа райы мәліметтерін жинақтап, өңдеп және таратуға жауапты тармақтары көрсетілген.

Бәлкім, ҰАҚ-ның ең маңызды қызметтерінің бірі – ауа райының қауіпті жағдайларын, мәселен найзағай, топан су, дауыл, торнадо, қатты аяз бен аптап ыстықты ескерту болып табылады.

Төтенше жағдайлардағы федералдық басқарма агенттігінің мәліметі бойынша, жарияланған төтенше жағдайлардың 80 пайызы ауа райымен байланысты. Сол сияқты, АҚШ Көлік Департаментінің хабарлауынша жылына орын алатын 6250-ден астам автокөлік оқиғасындағы адам өлімі сол сияқты ауа райына байланысты екен. Жер бетіндегі халық санының өсуімен, ауа райына қатысты экономикалық әсер де өсіп келеді. Соның нәтижесінде, ҰАҚ нақты және дәл ауа райы болжамын қамтамасыз ету үшін үлкен қысымға ұшырауда.

Ауа райы болжамын жасау

Ауа райы болжамы деген не? Қарапайым сөзбен айтқанда, **ауа райы болжамы** – болашақтағы бір мезеттегі ауа райының жағдайын ғылыми түрде бағалау. Болжам әдетте ауа райының ең маңызды өзгергіштері: температура, бұлттылық, ылғалдылық, жауын-шашын, жел жылдамдылығы мен бағыты арқылы анықталады. Төмендегі дәйексөзден көріп отырғанымыздай, ауа райын болжау күрделі мәселе болып табылады:

Көз алдыңызға 8000 миль ені бар, әртүрлі қасиетке ие түрлі материалдардан, газдардан тұратын (ішіндегі ең маңыздысы әртүрлі концентрацияда болатын су), 93 миллион қашықтықта орналасқан ядролық реактор арқылы қыздырылатын айналатын сферадағы жүйені елестетіңіз. Сонымен, қызықтырақ болу үшін, бұл сфера ядролық реакторды айналған кезде жылдың әр мезгілінде әртүрлі жылынатындай ерекше қалыптасқан. Кейін біреуді осы 250 миллион шаршы миль аумақты қамтыған жерден небәрі 20 миль тереңдіктегі сұйықтықты, газдардың қосындысын көріп, бүгіннен кейінгі 2 күндік сұйықтықтың жағдайы туралы болжам жасап беруді өтінеді. Синоптиктердің бетпе-бет келетін мәселесі де осында жатыр.*

Болжаудың алғашқы кезеңі ғаламдық деңгейде ауа райы туралы мәліметтерді *жинақтау* мен *өңдеудің* нақты және күрделі үдерісінен тұрады. Америка Құрама Штаттарында бұл мәселемен Мериленд, Колледж Паркте орналасқан ҰАҚ-ның бөлімшесі болып есептелетін **Қоршаған ортаны болжаудың ұлттық орталығы (ҚБҰО)** айналысады. ҚБҰО, сонымен қатар, бұл жинаған деректер арқылы болашақтағы атмосфера күйі туралы болжамдар жасауға жауапты. Канадада болса бұл тапсырмамен Канада метеорологиялық орталығы айналысады.

Миллиондаған обсерваториялық мәліметтердің бөлшектері жинақталғаннан кейін, метеорологтар мүмкіндігінше барлық қателер мен кемшіліктерді түзетіп, мәліметтерді реттейді. Бұл маңызды қадам ағымдағы атмосфералық жағдайға ең дәл баға беруге және метеорологтардың болжам жасауда қолданатын компьютерлік модельдеріне сәйкестендіру үшін мәліметтерді туралауын қамтамасыз етеді. Бұлар синоптиктер бірден түсінетіндей ауа райы карталарында және жоғары деңгейлі диаграммаларда бір мезетте көрсетіледі. Метеорологтар ауа райы картасын әзірлеген кезде олар оны талдап, мынадай сұрақтарға жауап іздейді: «Негізгі ауа райы жүйесі қайда орналасқан және ол қалай өзгеруде?». Болжаудың бұл кезеңі *ауа райын талдау* деп аталады.

Келесі кезеңде ҚБҰО өзінің түрлі бөлімшелері арқылы *болжам жасау* немесе *жоруга* кіріседі. Заманауи ауа райын болжау атмосфераның құбылуын сипаттайтын негізгі математикалық есептеулерді шешуге қабілетті бағдарламалары бар супер компьютерлерді қажет етеді. Қолда бар ауа райы мәліметтерін пайдалана отырып, осы компьютерлер болжанатын мерзім соңында, мәселен келесі 12 сағат ішіндегі атмосфералық жағдайды болжап бере алады. Тәжірибелі мамандар компьютер берген болжамдарды нақтылай түсу үшін дәстүрлі әдістер арқылы тексереді (ол туралы толықтай осы Бөлімде кейін тоқталамыз). ҚБҰО-ның болжам жасау үдерісінің бір бөлігіне беткейлік ауа райы карталарын жасау, биіктіктегі талдау жұмыстары мен ұлттық және халықаралық деңгейдегі алуан түрлі болжау өнімдерін дайындау да кіреді. Бұл материалдар арнайы жабдықталған коммуникациялық жүйе арқылы 122 деген жергілікті Ауа райын Болжау Кеңселеріне жөнелтіледі, онда мәліметтер жергілікті және аймақтық болжауларды жасауға қолданылады.

Ауа райы бизнесіндегі ең соңғы кезең сан алуан болжамдарды тарату болып табылады. Әрбір ауа райын болжау кеңселері жергілікті және аймақтық ауа райы болжамын, авиациялық болжам және өздеріне қарасты аудандағы ауа райы және су басу қауіптерін

хабарлап отырады. Сонымен қатар, ҚБҰО шығарған барлық зерттеу мәліметтері мен өнімдері (карталар, диаграммалар мен болжамдар) қарапайым халыққа, қоғамдық қауіпсіздікке жауапты үкіметтік агенттіктер мен жеке меншік ауа райын болжайтын The Weather Channel (Зе Уэзэ Чанел), AccuWeather (АккуУэзэ) және Weather Underground (Уэзэ Андэграунд) сияқты компанияларға ғаламтор арқылы қолжетімді.

Компьютерлік графикалармен берілген жоғары визуалды болжамдарға деген сұраныс дербес компьютерлер мен смартфондардың қолданысқа енуімен пропорционалды түрде өсіп отырды. Жергілікті жаңалықтарда беретін ауа райы болжамының анимациялары көбінесе жеке сектормен жасалаған. Жеке секторлар сонымен қатар арнайы бір аудиторияға арналған ауа райы болжамын жасау үшін болжау өнімдерін бейімдеуден өткізеді. Мысалы, фермерлік бірлестіктерде, ауа райы болжамына аяздар туралы ескертпелерді қамтуы мүмкін, ал Колорадо штаты, Денвердегі тау шаңғы курортында қардың жағдайы беріледі.

Қоғамға қатысты ауа райы туралы ақпаратты таратудағы жеке сектордың рөлі ерекше болғанына қарамастан, қауіпті және өмірге қатер төндіретін ауа райы жағдайларында халыққа ескертуші болып АҚШ-тың *ресми* дауысы ретінде ҰАҚ есептеледі. Осы орайда ҰАҚ басқаратын екі негізгі метеорологиялық орталығы маңызды қызмет атқарады. Оклахома штатындағы Норманда орналасқан Дауылды ескерту орталығы (SPC) найзағай, торнадо мен қалың қар сияқты қатал ауа райы жағдайларына сақтық жасаса (10-бөлімді қараңыз). Ал Флорида штаты, Майамиде орналасқан Ұлттық дауыл орталығы (ННС) болса, Атлантика, Кариб алабы, Мексика шығанағы мен Тынық мұхитының шығыс жағалауындағы дауыл сағаттары мен ескертулерін жасайды (11-бөлімді қараңыз).

Ауа райын болжауда кімнің кім екенін білу

Американың Метеорологиялық Қоғамы **метеорологтарға** арнайы орта білімі бар, әдетте колледж не университеттің бакалавр немесе одан жоғары дәрежесіне ие, атмосфералық феномендерді түсіндіру, зерттеу, бақылау және болжау үшін ғылыми принциптерді қолданатын адам деп анықтама береді. *Атмосфераны зерттеуші ғалым* немесе *метеоролог* деген кең терминмен берілетін ұғым болса, Жер беті атмосферасының кейбір тұстарын зерттейтін адамды білдіреді. Метеорологтар түрлі қызметтерді атқарады, соның ішінде ауа райын болжау, атмосфераны зерттеу, білім беру, трансляциялау және жеке сектор компаниялары арқылы ауа райына қатысты арнайы өнімдерді клиенттерге ұсыну сияқты міндеттері бар.

Метеорологтардың ең басты міндеті әрқашанда ауа райын болжау болып табылады. Ауа райын болжайтындар төменде келтірілген түрлі ұйымдарға жұмыс істейді:

- ҰАҚ, АҚШ-тағы ең негізгі метеорологтардың жұмыс орны
- Авиациялық индустрия, олар метеорологтарды ауа райы жағдайы туралы ұшқыштарға ақпарат беру, мәселен, әуелеу, ұшу мен қону кезіндегі болуы мүмкін турбуленттік туралы ақпаратты беру үшін жалдайды
- Әскери күштер, әсіресе Әуе және Теңіз күштері әлемнің әр тарапында әскери ұшуды ұйымдастыру кезінде ауа райы болжамын жасату үшін алады
- Аэронавтика және ғарыш кеңістігін зерттеу жөніндегі ұлттық басқарма (НАСА), метеорологтарды жер серіктерін ұшыруға қолайлы ауа райын бақылау үшін жұмысқа алады
- Ауа райы болжамдарын түрлі мақсатта қолданатын, метеорологтарды ең көп жалдайтын, тез қарқынмен дамып келе жатқан жеке меншік компаниялар.

Ауа райын болжауда қызмет ететін метеорологтардың міндеттері мен жауапкершіліктері осы бөлімнің негізгі тақырыбы болып табылады.

Бүгінгі күнде телевизиялық стансалар 2000 астам метеорологтарды жұмыспен қамтып отыр – олардың ішінде болжамдар дайындалатын жерде істейтін сахнаның артындағылар мен ауа райы болжамына қатысты ақпаратты көреремендерге жеткізетін жүргізушілер де бар. *Хабар таратушы метеорологтарды* басқалардан ерекшелейтіні – күрделі метеорологиялық құбылыстарды қарапайым халыққа оңай түсінетіндей етіп жеткізе алу қабілетінде жатыр. Өзінің метеорологтары жоқ телевизия мен радио компаниялар әдетте жеке компаниялардан дайын ауа райы болжамдарын сатып алады. Метеорологиялық білімі жоқ адамдар да жиі ауа райын болжаушы ретінде көпшілікке осы болжамдарды тарата береді.

Колорадо штаты, Боулдерде орналасқан Атмосфералық зерттеулердің ұлттық орталығы зерттеумен айналысатын метеорологтарды жұмыспен қамтиды. Метеорологиядан ғылыми дәрежелері бар университеттер мен колледждердің оқытушылары өздерінің оқытушылық міндеттерімен қоса, үкімет немесе қорлардың гранттарымен қаржыландырылатын атмосфералық зерттеулермен де айналысады. Қазіргі күнде 100-ден астам АҚШ және Канада университеттері мен колледждерінде метеорологтар мен атмосфераны зерттеуші ғалымдар жұмыс жасайды.

Атмосфераны зерттеуші климатологтар деп аталатын ғалымдар болса, белгілі бір уақыт аралығындағы ауа райының орташа жағдайын зерттейді. Климатологтар өз жұмысын әдетте метеоролог ретінде бастайды, алайда олар сонымен қатар физика, океанология, мұзтану немесе физикалық география деген сияқты жаратылыстану пәндерін оқыта алады. Олар жергілікті, аймақтық немесе ғаламдық табиғат климатын зерттейді және келесі бөлімдерде талқыланатын климаттың өзгеруіне әсер ететін табиғаттың және адамдардың іс-әрекетінің әсерін анықтайды.

✓ 12.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Шамамен алғанда, жарияланған төтенше жағдайлардың неше пайызы ауа райына қатысты?
- 2 Дауылды ескерту орталығының (SPC) атқаратын рөлі қандай?
- 3 Ауа райын болжауды қамтамасыз ететін негізгі қадамдарды тізбектеп бер.
- 4 Ауа райы болжамын дайындайтын метеорологтар мен ауа райы болжамын тарататын метеорологтың айырмашылығы неде?

12.2 Ауа райы туралы мәліметтерді жинақтау

Ауа райы туралы мәліметтерді жинақтайтын әртүрлі құрылғыларды сипатта.

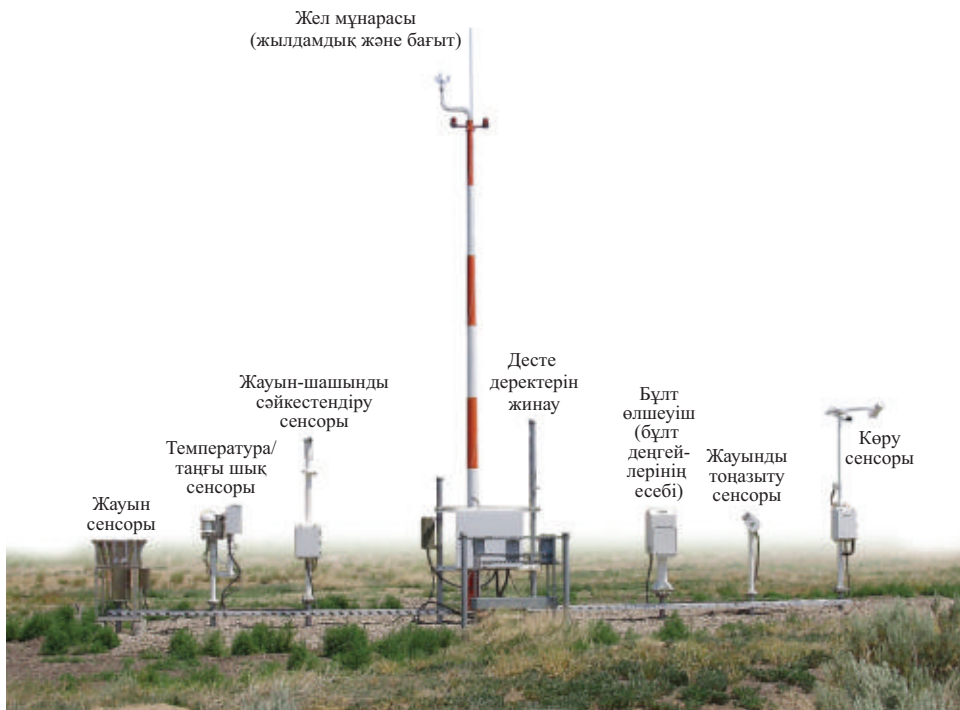
Ауа райын болжамас бұрын, метеорологтар атмосфераның ағымдағы жағдайы туралы нақты хабардар болуы тиіс. Бұған бақылаудан алынған миллиардтаған мәліметтердің бөлшектерін жинақтау, құрастыру және трансляциялау кіреді. Атмосфера өте құбылмалы болғандықтан бұл тапсырмалар тез орындалуды талап етеді.

Ауа райы стансаларының ауқымды жүйесі қысқа мерзімді болжамдарды жасайтын мәліметтерді жинауға арналған. Ғаламдық деңгейде, АҚШ-тың **Әлемдік метеорология ұйымы**, ауа райы мәліметтерін өзара халықаралық алмасуына жауапты. Бұл міндет бойынша 185 қатысушы елден және әлемнің 6 аймағынан алынған мәліметтер тез арада жинақталып, стандартқа сәйкестендіріліп, қатысушы елдерге жіберіледі.

Жердегі бақылау

Ғалам бойынша жерде 11000, теңіздерде 4000 кеме үстіндегі және су бетіндегі 1200 мәлімет жинайтын бұйлар **эмбебап координацияланған уақыт (UTC)** бойынша күніне төрт рет: 00:00, 06:00, 12:00, және 18:00-де атмосфераның жағдайын береді, ол уақыт басқаша Гринвич уақыты (GMT) деп аталады және Орталық стандартты уақыттан (CST) 6 сағатқа алда жүреді. Жинақталған мәліметтер дүние жүзіне ауа райы ақпараттарын таратуға арналған коммуникациялық жүйелер арқылы жіберіледі.

Америкада 122 Ауа райын болжау кеңселері жергілікті ауа райы туралы мәліметтерді жинап, орталық мәліметтер базасына жіберуге жауапты. Ауа райы туралы мәліметтерді жинауда адамдармен қатар ҰАҚ-де 900-ден астам **Беткейлік бақылаудың автоматтандырылған жүйелері (ASOS)** жұмыс жасайды. Бұл заманауи автоматтандырылған жүйелер температура, шық нүктесі, жел жылдамдығы мен бағыты, көруге мүмкіншілікті және бұлттылықты бақылап, сонымен қатар жауын-шашынның мөлшерін де анықтап, есептеп бере алады (**12.2-сурет**).



▲ **12.2-сурет. Беткейлі бақылаудың автоматтандырылған жүйесі.** Автоматтандырылған беткейлік бақылау жүйесі аспандағы бұлт жамылғысын анықтайтын бірнеше құралдармен жабдықталған, ол температураны, шық нүктесін, желдің жылдамдығы мен бағытын сондай-ақ жауын не қар сияқты нақты ауа райын анықтайды.

Сонымен қатар, Федералдық авиация басқармасы (FAA) ҰАҚ-мен бірлесе отырып, көптеген аэропорттарда орналасқан көптеген автоматтандырылған бақылау стансаларында қызмет етеді. Автоматика қолғабыс етеді, тіпті кей жағдайда адамдардың орнын алмастырады, себебі ол алыс қашықтықтағы ақпаратты ұсына алады. Алайда, кейбір зерттеулерге қарағанда, ауа райының бұлттылық пен аспан жағдайы сияқты элементтерін адам бақылаушылар дәлірек анықтайтыны анықталды.

Биіктіктен бақылау

Ауа райы жүйесі үш өлшемді болғандықтан, аэрологиялық бақылаулар сенімді ауа райы болжамын жасауда маңызды болып табылады. Радиозондтар – температура, ылғалдылық пен қысымды өлшеуге арналған сенсорлары бар резина шарлар көтеретін жеңіл салмақты аспаптардың орамы. Бұл мәліметтер оны ұшырған жергілікті бақылау стансасына радио арқылы жіберіледі, әдетте ол ауа райын болжау кеңсесі болады. Дүние жүзінде шамамен 1300 радиозонд (1.16-суретті қараңыз) күніне екі рет ұшырылады, олар аспанда әмбебап координацияланған уақыт (UTC) бойынша 00:00 және 12:00 болады. Аспанда бақылайтын стансалардың басым бөлігі Солтүстік Жартышарда орналасқан және онда ҰАҚ-ның 92 стансасы жұмыс жасайды. Теңіздегі қайықтар да радиозондтарды жібереді, сонымен қатар кейбір ұшақтар да жерге сол сияқты аспаптарды тастайды.

Радиозонд мәліметтерін **атмосфераның дыбыс шығаруы** немесе жай ғана **дыбыстау** деп атайды. Жинақталған ақпаратты метеорологтар «*Қиғаш Т-Диаграммалар*» деп аталатын арнайы термодинамикалық диаграммаларда көрсетеді, ол туралы бөлімнің келесі тақырыптарында толығырақ айтамыз.

Радиозондтар жоғары деңгейлі диаграммаларды жасаудағы негізгі көзі болып табылады. Сонымен қатар, радарлар арқылы бақыланатын **радиожелдік** зондтар да атмосфераның бірнеше қабатындағы желдің жылдамдығы мен бағыты туралы ақпарат беріп отырады.

Радиозондтың ұшуы 90 минутқа дейін жалғасады және сол аралықта ол 35 шақырым биіктікке дейін жете алады. Биіктеген сайын атмосфералық қысымның өсуіне байланысты шардың көлемі екі көлік тұратын гараждың көлеміне дейін созылып, ақырында жарылады. Артынша кішкентай парашют ашылып, аспаптар жиынтығы байыппен Жерге қарай түседі. Егер сіз радиозонд тауып алсаңыз, ондағы жазылған нұсқаулықты орындаңыз, себебі ол аспаптарды қайтадан қолдануға болады.

3000-нан астам ұшақ атмосфераның температурасы мен ауа ағыны сияқты жағдайларын ұшып бара жатып хабарлайды. Сонымен қоса, мәліметтерді жинақтауда көзге көрінетін және инфрақызыл бейнелеумен жабдықталған жасанды жер серіктері баға жетпес маңызға ие. Дыбыстық құрылғылармен жабдықталған жер серіктері болса, бұлты жоқ аудандарда температура мен ылғалдылықтың тік қимасын береді және бұлттар мен су буының көшуін бақылай алады.

Кейбір техникалық жетістіктер біздің аспанда бақылау жүргізу мүмкіндігімізді арттырды. **Жел профайлерлері** деп аталатын арнайы радарлар бірлігі Жер бетінен 10 шақырым биіктіктегі жел жылдамдығы мен бағытын өлшей алады. Бұл өлшемдер арасы 12 сағаттық шар баллондармен салыстырғанда, әр 6 минут сайын алынады.

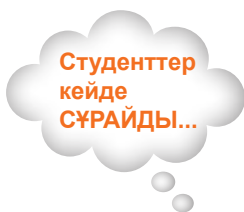
Ауа райы радарлары да қатал климат жағдайында қысқа мерзімді болжамдарды жасауда маңызды құрал болып табылады. **Доплерлік радарлар**, өзінің жел мен жауын-шашын мөлшерін өлшей алу қасиеті үшін жергілікті ауа райы болжамдарын жасауда қолданылады. Доплерлік радар дауылдағы жауын-шашын құрылымын «көріп», жылжуын бақылай

алатындықтан, найзағайдың дамуын есепке алуға мүмкіндік туғызады. (Доплерлік радиолокация құрылымы туралы талқылау үшін 10-тарауды қараңыз).

Ауа райы мәліметтерін жинақтаудағы жетістіктерге қарамастан әлі де екі мәселе бар. Біріншіден, бақылаулар құрылғының және/немесе трансляциялаудың ақаулануынан қате шығады. Екіншіден, ауа райын болжау желісі дүние жүзі бойынша үздіксіз беріліп тұрмайды, бұл әсіресе мұхиттар мен алшақ орналасқан аймақтар кіреді

✓ 12.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Әлемдік деңгейде ауа райы туралы мәліметтерді жинақтауға қандай агенттік жауапты?
- 2 Беткейлік ауа райы мәліметтерінің негізгі дереккөздерін тізбектеп беріңіз.
- 3 Жоғары деңгейдегі ауа райы диаграммаларын жасауда бастапқы дереккөз не?



Ең бірінші ауа райын болжаушы кім?

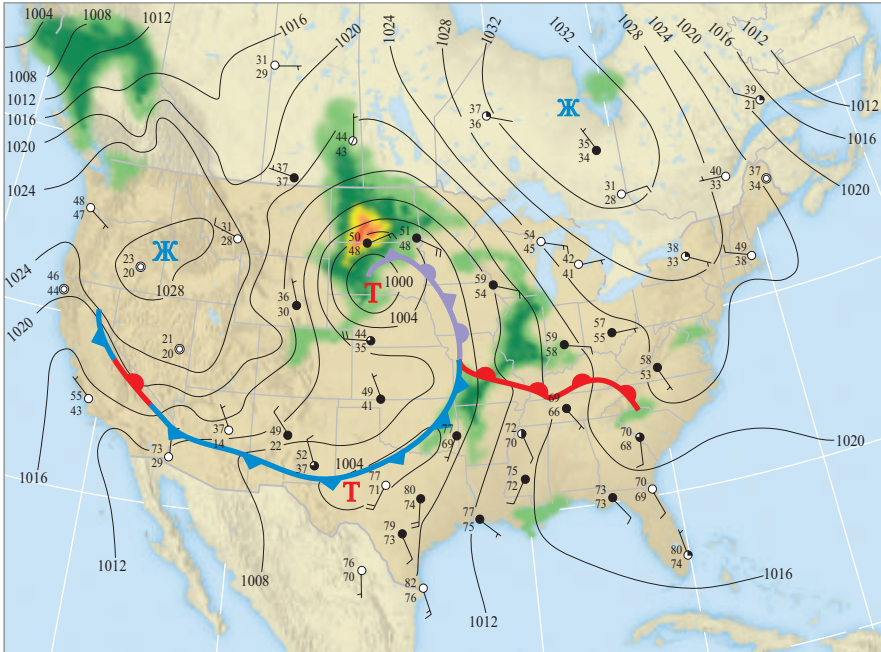
Ұзақ уақытқа ауа райын жасауды көбінесе өзінің Кедей Ричард Альманахында жазғаны үшін Бенжамин Франклинге жатқызып жатады. Алайда, бұл болжам нақты ауа райы мәліметтеріне емес фольклорға негізделген. Соған қарамастан, Франклин алғаш болып дауыл жүйелерінің қозғалысын құжаттаған. 1743 жылы Филадельфияда тұрғанында жауын Франклинге күн тұтылуын қарауға кедергі келтірген. Өзінің інісімен кейінірек хат алмасу кезінде ол күн тұтылу Бостонда көрінгенін біледі және ол жақта да қысқа мерзімді жауын болғанын біледі. Бұл бақылауды қорытындылай отырып, Франклин бұлттың шығыс жағалаумен ары қарай Бостонға да барды деп түйін жасауына негіз болады.

12.3 Ауа райы карталары: атмосфераның суреті

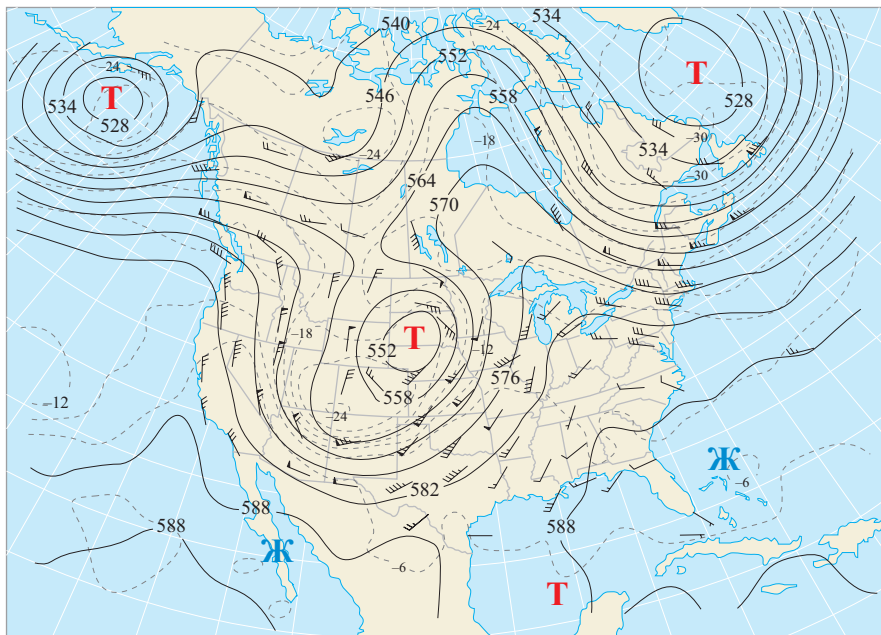
Биіктіктегі ауа ағынының белгілі бір көрсеткішінің жер бетіндегі ауа райы туралы нені көрсететінін түсіндір.

Әртүрлі ұлттық ауа райы қызметтерінің жинақтаған көптеген бақылау мәліметтері ауа райын болжауға ғана емес, сонымен қатар беткейлік ауа райы карталарын жасау үшін де қолданылады. Ауа райы жүйесі үш өлшемді болғандықтан, аэрологиялық диаграммалар да әртүрлі қысым деңгейіне байланысты салынады. Метеорологтар уақыт өткен соң да бұл құралдарды ауа райы жүйесіндегі өзгерістерді бақылау үшін қолданады.

Компьютермен синтезделген ауа райы диаграммалары дайын болған соң, синоптиктер болуы ықтимал ағымдағы ауа райының дәлме-дәл сипаттамасын (анализін) жасау үшін оларды реттейді. Бұл тапсырма – **ауа райын талдау** деп аталады, оған атмосфераның, әсіресе күнделікті ауа райы өзгеретін тропосфера қабатын жан-жақты зерттеу кіреді. Зерттелетін ауа райы элементтеріне: ауа қысымы, температура, шық нүктесі температурасы, ылғалдылық, желдің жылдамдығы мен бағыты және бұлттылық кіреді. Ауа райын талдаудың мақсатына дамып келе жатқан ауа райы жүйелерінің орналасуын анықтау, фронтальды шекараларды табу мен ауа райының төтенше жағдайларын тудыратын атмосфералық тұрақсыздықтарына баға беру кіреді.



А. Жер бетінің ауа райының картасы



Ә. 500-миллибар деңгейдегі диаграмма.

▲ 12.3-сурет. Қарапайым синоптикалық және жоғарғы қабат карталары. А. Шығыс стандарт уақыты бойынша жер бетінің таңғы 7:00 АМ ауа райының картасында жақсы дамыған орта ендікті циклон көрсетілген. Ә. 500 миллибар ауа райы картасы, ондаған метрлер биіктіктегі сол күн мен уақыт көрсетілген.

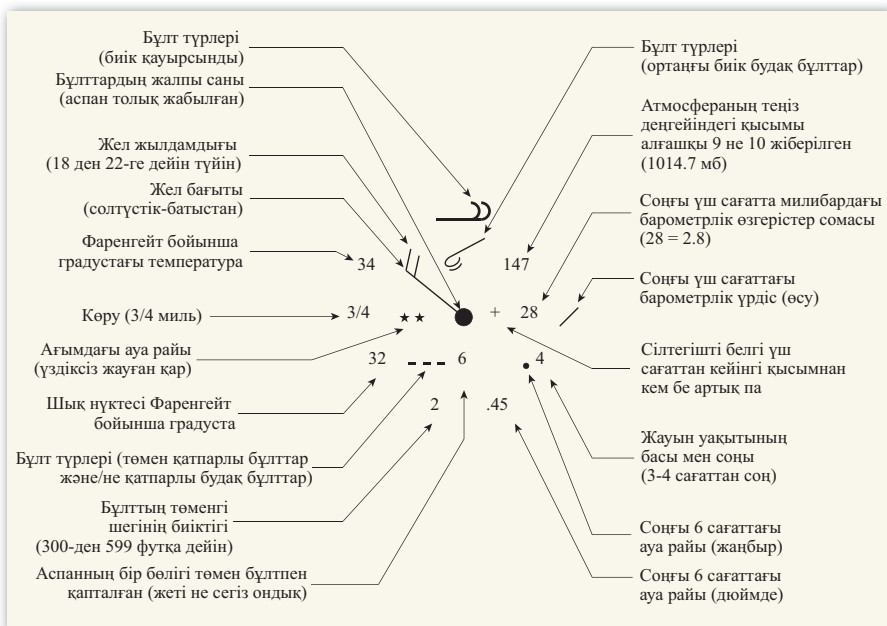
Беткейлік ауа райы карталары

Жер бетінің карталары аэрологиялық диаграммаларға қарағанда біршама артықшылықтарға ие: саны жағынан көбірек бақылау стансаларының болуы атмосфераның дәлме-дәл сипаттамасын беруді қамтамасыз етеді; жиірек алынатын және өңделетін мәліметтер карталардың көптеп жасалуына жол ашады (Аэрологиялық диаграммалар күніне екі рет қана жасалады) және олар адамдар мекен ететін Жер бетінің жағдайын көрсетеді. Бұған қоса, фронттар аэрологиялық емес, жер бетінің карталарында салынады. Естеріңізге сала кетейік, жауын-шашынның мөлшері әдетте фронттармен байланысты, сол себепті фронттардың орналасуын, жылдамдығы мен бағытын білу синоптиктерге үлкен көмегін тигізеді.

Жер бетінің әдеттегі карталары **синоптикалық ауа райы карталары** деп аталады (*synoptic* – «бір уақытқа сәйкес» дегенді білдіреді), себебі ол берілген уақыттағы ауа райының қысқаша сипаттамасын береді. Мына диаграммалар символикалық түрде атмосфераның жағдайын көрсетеді (12.3-сурет).

Осылайша, үйренген көзге, ауа райы картасы атмосфераның температурасы, ылғалдылығы, теңіз деңгейіндегі қысымы мен желдері кескінделген сурет сияқты көрінеді. Жер бетінің карталары сонымен қатар **беттің қазіргі анализі** (немесе *беттік талдау диаграммалары*) деп аталады, себебі олар әдетте сағат сайын берілетін фронттардың орналасуы мен қысым жүйелері енген ауа райының ағымдағы жағдайының кешенді көрінісін қамтамасыз етеді.

Күн сайын ҰАҚ мен оның ауа райын болжау орталықтары атмосфераның бірнеше қабатын қамтыған 200-ден астам синоптикалық карталар мен жоғары деңгей диаграммаларын шығарады. Бұрында бұл шаршататын жұмысты адамдар істеп келді, бірақ қазіргі күнде мәліметтерді жүйелі түрде талдап, құрастырып береді.

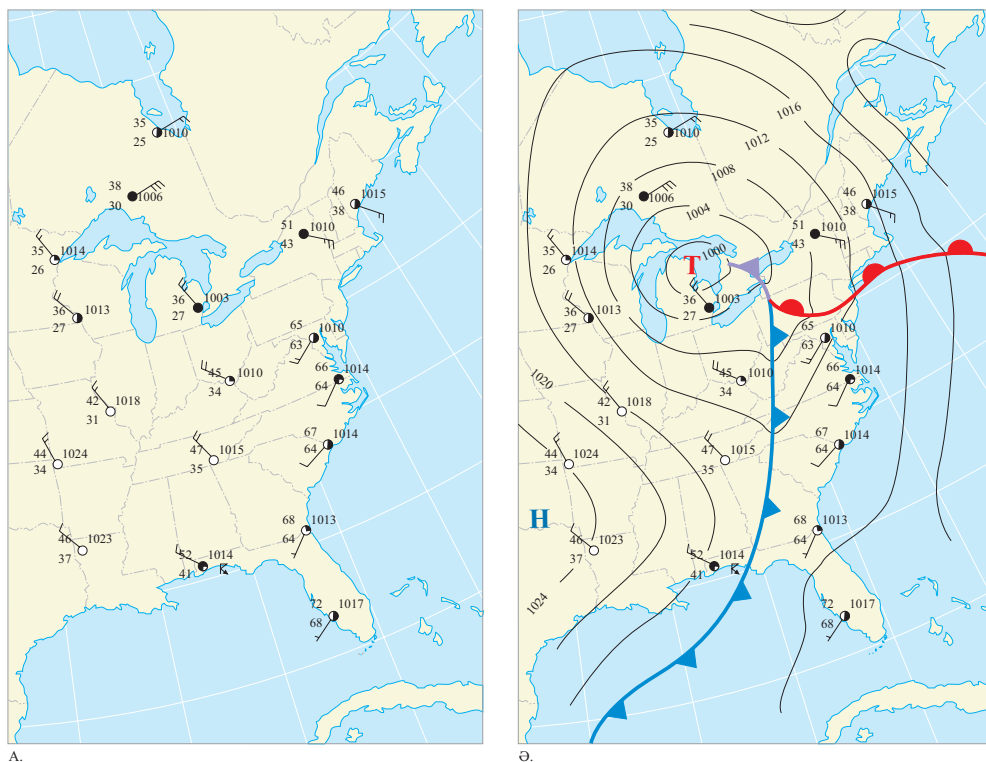


▲ 12.4-сурет. Әдетте белгіленетін мәліметтер көрсетілген қарапайым станция моделі.

Ауа райының синоптикалық картасын жасау. Беткейлік ауа райы карталарын құрастыру таңдамалы бақылау стансаларынан жинақталған мәліметтерді картаға түсіруден басталады. Халықаралық келісімге сай, мәліметтер **12.4-суретте** көрсетілгендей стансалық модельдерді қолданып түсіріледі. Мәліметтерге әдетте температура, шық нүктесі, ауа қысымы мен тенденциясы, желдің жылдамдығы мен бағыты және бұлттылық (салмағы, типі және мөлшері) және ағымдағы мен бұрынғы ауа райы кіреді.

Бұл мәліметтерді картаға түсіргенде бірізділікпен оқу үшін символдары мен сандары стансалық символдар сияқты бірдей салынады. Жел бағытының көрсеткіші бұл ережеден тыс, себебі ол ауа ағынымен байланысты анықталады. Мысалы, 12.4-суретте температура станациялық модельдің жоғарғы оң жағында салынған және ол тұрақты түрде сол жерде орналасады. Ауа райының стансалық моделі мен оның мағынасын ашу туралы толығырақ А-қосымшасынан таба аласыз.

Мәліметтер картаға түсірілген соң, ауа райы картасына изобарлар мен фронттар қосылады (**12.5-сурет**). Изобарлар әдетте беткейлік карталарда 4 миллибар интервалмен (1004, 1008, 1012, т.с.с.) салынады.



▲ **12.5-сурет. Қарапайым ауа райы диаграммасы.** А. Температура, шық нүктесі, жел бағыты, жел жылдамдығы, аспан жамылғысы және барометрлік қысым белгіленген станциялар. Ә. Изобаралар мен фронтал шегі көрсетілген дәл сол диаграмма.

Изобарлардың орналасуы қолда бар қысым көрсеткіштеріне негізделе отырып, барынша дәлдікпен анықталады. Көңіл аударыңыз, **12.5(Ә)-суретте** 1012-миллибар изобарлар 1010 мен 1014 миллибарды беретін стансаларға жарты жолда ортасында орналасқан.

Аналитиктердің изобарларға қатысты бақылауда кеткен қателіктер мен кемшіліктерді жалпы сипаттамаға сай болуы үшін туралауы өте жиі орын алатын жағдай. Қысымға қатысты орын алатын жергілікті жағдайларға байланысты ауытқушылықтар карталарда белгіленетін үлкен циркуляцияға аса үлкен өзгеріс әкелмейді. Изобарлар салынған соң жоғары және төменгі қысым орталықтары белгіленеді.

Ауа райы карталарында фронттарды белгілеу. Фронттар – қарама-қайшы ауа массаларының арасын бөліп тұратын шекаралар, олар әдетте ауа райы карталарында күрт өзгертін жағдайы бар зоналар арқылы белгіленеді. Біраз элементтер фронттың бойында өзгертіндіктен, фронттың орналасуын дәл анықтау үшін барлығы қарастырылады.

Беткейлік диаграммаларда фронттарды оңай табуға төмендегі өзгерістер септігін тигізеді:

- Қысқа арақашықтықтағы айқын температуралық контрасттың көрінуі
- Қысқа арақашықтықта желдің тіпті 90° дейін ауытқуы (сағат тілімен)
- Шық нүктесі температурасын талдау арқылы анықталатын ылғалдылықтың ауытқуы
- Бұлттар мен жауын-шашын мөлшері фронттың орналасуы туралы шешім қабылдауға септігін тигізеді

12.5(Ә)-суретті қарасаңыз, айтылғандардың барлығы фронтальды аймақта оңай табылады. Алайда біздің үлгі картамыздағы сияқты фронттардың барлығы оңай анықтала салмайды. Кейбір жағдайларда, фронттың қарама-қарсы жақтарында орналасқан беттік контрастілер анық болмайды. Осындай жағдайда ағыны күрделі емес биіктіктегі диаграммалар фронттарды анықтауда маңызды құралға айналады.

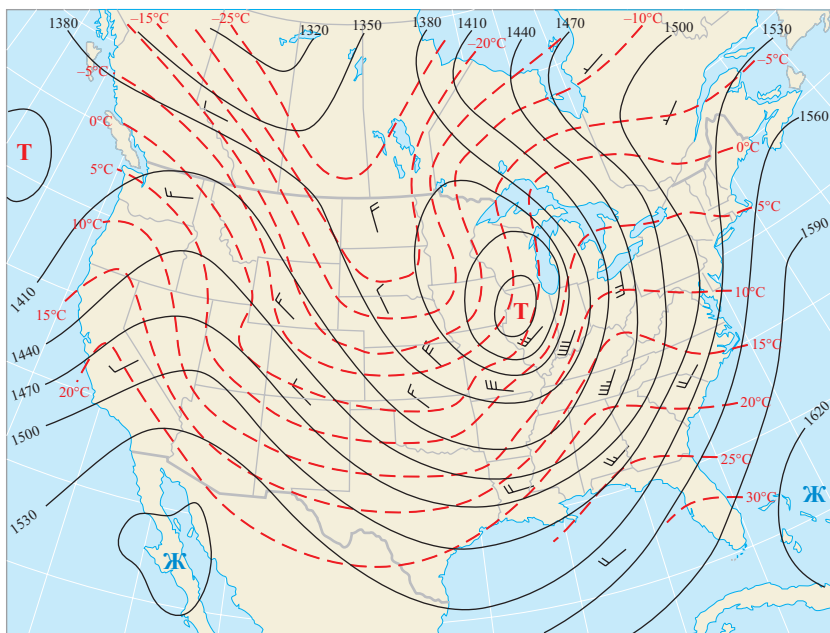
Ауа райының аэрологиялық диаграммалары

9-тарауда жер бетіндегі циклондық ауытқулар мен батысқа қарай толқындап соғатын желдер ағымы арасындағы тығыз байланыс көрсетілген еді. Бұл байланыстың маңыздылығы ауа райын болжауға келгенде асырып айтылған жоқ. Ортаендік циклондардың қалыптасуы мен жылжуын, найзағайлардың дамуын түсіну үшін метеорологтар жер бетінде және биіктікте не болып жатқанын білуі тиіс.

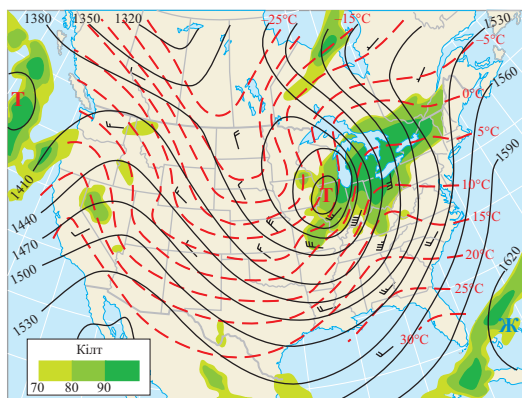
Аэрологиялық диаграммалар күніне екі рет – UTC бойынша сағат 00:00 және 12:00-де жасалады. Бұл диаграммалар биіктік контурлары (метрмен немесе оншақты метрмен алғанда,) 850, 700, 500, 300, және 200 миллибар (мбар) деңгейлерінде, яғни беткейлік карталарда қолданылатын изобарлармен бірдей салынады. Беткейлік карталар сияқты аэрологиялық диаграммалар да әдетте *талдау диаграммалары* немесе *аэрологиялық анализдер* деп аталады, себебі олар биіктіктегі ауа райын ұсынады.

Аэрологиялық диаграммаларда үзік сызықпен белгіленетін *изотермалар* (бірдей температура сызықтары) болады, кейбіреулері ылғалдылықты, бірі желдің жылдамдығы мен бағытын көрсетеді.

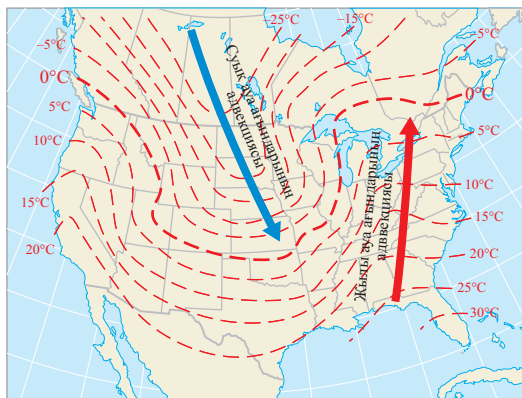
850-Миллибар диаграммалар. 12.6(А)-сурет 850 миллибарлық картаны бейнелейді, онда 30 метр интервал арасында қою қара сызықтармен белгіленген биіктік контурлары мен Цельсий арқылы берілген қызыл сызықты изотермалар көрсетілген. Жел туралы мәліметтер қара жебелер арқылы белгіленеді. Егер орташа ылғалдылық енгізілген болса, 70 пайыздан асатын ылғалдылық көрсеткіші **12.6(Ә)-сурет** көрсетілгендей жасыл түспен белгіленеді.



А. 850 мб биіктік контурлары мен °С арқылы бейнеленген изотермалар көрсетілген карта



Ә. 850 мб кезіндегі ауаның салыстырмалы ылғалдығы



Б. 850 мб деңгейдегі изотермалар

▲ **12.6-сурет. Қарапайым 850 мбар картасы.** А. Тұтас сызықтар арасы 30 метр болатын биіктік контурлары және пунктирлі градус Цельсиямен өлшенген изобаралар. Ә. Ылғалдылық 70 пайыздан жоғары болатын аймақтар жасыл түспен белгіленген. Б. Жылы және салқын ауа адвекциясы бар аймақтар түсті бағдарлармен көрсетілген.

850-мбар карта теңіз деңгейінен 1500 метр биіктіктегі атмосфераны көрсетеді. Теңіз деңгейіне жақын аймақтарда 850-мбардың биіктігі планетарлық шекаралық қабатқа жақын орналасады, ол қабатта үйкеліс пен турбуленттік жиі кездеседі. Осы шекаралық қабатта, тәуліктік температура ауытқулары Жер бетінің жылынуы мен салқындауына тәуелді болады. Мысалы, Колорадо Штатының Денвер сияқты аймақтарында 850 миллибарлық деңгей төселме беткейлік жағдайларды білдіреді және 850 миллибарлық диаграммалар беткейлік карталар сияқты (орнына) жүреді.

Синоптиктер әдетте 850 миллибарлық карталарды *суық және жылы ауа ағындарының адвекциясын* анықтау үшін қолданады.

Суық ауа адвекциясы желдер изотермалар арқылы, суық аймақтан жылы аймаққа горизонтальды өтуін пайда болады.

12.6(Б)-сурет 12.6(А)-суреттің қарапайым түрі, суық ауа ағынының Канададан солтүстікке қарай Ұлы жазықтарға жылжып бара жатқанын көрсетеді. Сіз ойлағандай, суық ауа адвекциясы суық температураларға себеп болады.

Төмен деңгейлердегі суық ауа адвекция әдетте биіктіктегі ауаның түсуіне әкеледі де, ол атмосфералық тұрақтылықты тудырады. Естеріңізге сала кетейік, ауаның түсуінен болған тұрақтылық суық фронт өтуден кейін күтілетін ашық аспанмен байланыстырылады.

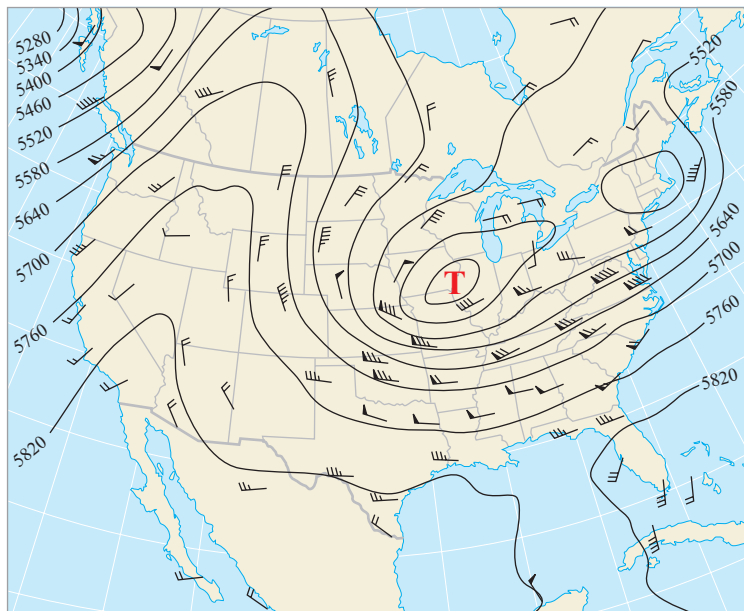
Сонымен қатар, 12.6(Б)-суреттен байқап отырғаныңыздай, жылы ауа Мексика Шығанағынан солтүстік-шығысқа қарай бағытталған. Бұл дегеніміз, Құрама Штаттардың шығыс жағалауында келесі күні немесе одан кейін жылитын температура байқалатын болады дегенді білдіреді. Бұған қоса, салқындау аймақтарға жылжыған жылы ауамен тропосфераның төменгі қабатындағы жиі кездесетін көтерілу байланыстырылады, себебі жылы ауа өзі орнын басатын суық ауаға қарағанда тығыздығы аздау (көбірек көлем алады) келеді және биіктіктегі ауаны жоғары көтереді. Егер 12.6(Ә)-суретте көрсетілгендей жылы ауа аймағында ылғалдылық салыстырмалы түрде жоғары болса, ауаның көтерілуі бұлттарды және жауын-шашынды тудыруы мүмкін.

850-мбар деңгейдегі температура өзге де пайдалы ақпаратты береді. Мысалы қыста, синоптиктер жанбыр аймақтары мен қар және көктайғақ арасындағы шекараны белгілеу үшін 0°C изотерманы қолданады. Кейіннен, 850-мллибардағы ауа жер бетінде орын алатын температура өзгерісіне ұшырамағандықтан, бұл карталар күнделікті жер бетінің температурасын бағалауға мүмкіндік береді. Жазда жер бетіндегі температура 850-мбар деңгейдегі температурадан әдетте 15°C жылырақ. Қыста, жер бетіндегі максималды температура 850-мбар деңгейдегі температурадан 9°C жылырақ, ал көктем мен күзде бұл айырмашылық шамамен 12°C құрайды.

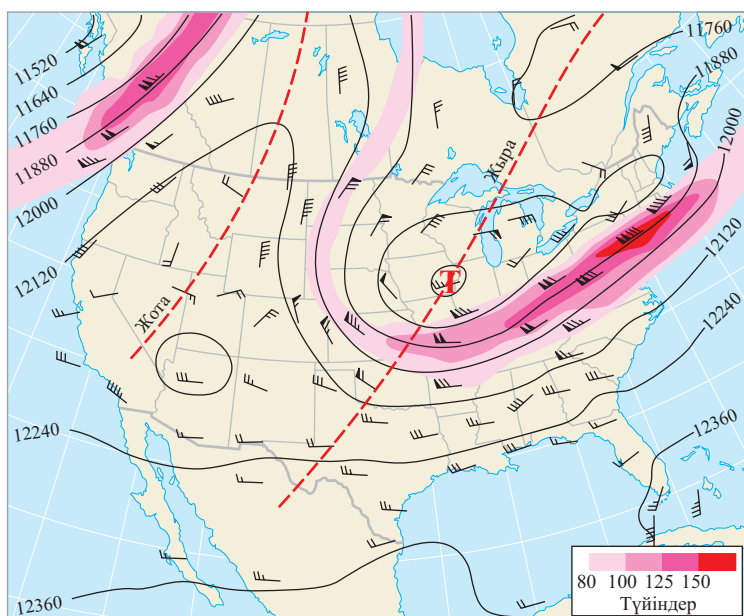
700-Миллибар диаграммалар. 700-мбар, яғни теңіз деңгейінен 3 шақырым деңгейде орын алатын ағындар жаздың ыстық айларында орын алуы мүмкін найзағайлы ауа массаларын басқаратын механизм іспетті. Сондықтан, бұл деңгейдегі желдер сол дауылдардың алдын ала болжау үшін қолданылады. Осы карталардың бекіткен бір ережесі бойынша 700-мбар деңгейде температура 14°C не одан жоғары болса, найзағайлар дами алмайды. 700-мбар қабаты жердің жылы да ылғалды ауасының жоғары көтерілуіне, сол арқылы тез көбейетін найзағай бұлттарын тудыруына кедергі келтіретін қақпақ сияқты әрекет етеді. Биіктегі жылы жағдай күшті жоғары қысым орталығымен байланысты болатын сығылудан туындайды.

500-Миллибар диаграммалар. 500-мбар деңгейі шамамен теңіз деңгейінен 5000 метр жерде, яғни Жердің жарты атмосферасы осы биіктіктің үстінде және жартысы астында болады. Осы биіктіктегі ауа температурасы шамамен -20°C (-4°F). Байқасаңыз, **12.7(А)-суретте** көрсетілген мысалда Құрама Штаттардың шығысын үлкен жырлар алып жатыр, ал батыста жоталар көп.

Жырларда орта-тропосфералық деңгейлерде дауылдың болуын анықтайды, ал жоталар керісінше ашық, құрғақ ауа райымен сипатталады. Ауа райын болжауда жырлардың магнитаудасының өсуі дауылдың күшейетініне нұсқайды.



А.



Ә.

▲ **12.7-сурет. Жоғарғы қабат диаграммасында 500 және 200 мбар салыстыру.** Бұл диаграммалар осы күн мен уақытқа арналған жоғарғы қабаттың әртүрлі биіктігіндегі ағын көрінісін бейнелеуде. **А.** 500 мбар картада орталық және шығыс Солтүстік Америкада төмен қысымды жақсы дамыған астау пайда болғанын және жоғары қысым батыс жағалауда орналасқанына назар аударыңдар. Биіктік контурлары 60 метр интервалмен белгіленген. **Ә.** Бұл 200 мбар диаграммасы ағынның (қызылт) және үзінді ағынды (ашық қызыл). Биіктік контуры 120 метр интервалмен белгіленген.

Синоптиктер 500-мбар диаграммаларды жер бетіндегі циклондық дауылдарды бағалау құралы ретінде пайдаланады. Ауа райын жасайтын бұл маңызды өндірушілер 500-мбар деңгейде ауа ағынымен бірге саяхаттап жүреді, бірақ олардың жылдамдығы жел жылдамдығының жартысының төрттен біріне тең болады. Кейде биіктіктегі жыралар (**12.7(А)-суретте** көрсетілгендей тұйықталған контур ретінде берілген) жоталардың ішінде пайда болады. Бұл жыралар сағат тіліне қарсы айналумен байланысты және көп жауын-шашын мөлшері бар жерде орын алатын тік жоғары көтерілуімен байланысты.

300 және 200 миллибар диаграммалар. Екі ең жиі жасалатын аэрологиялық карталардың 200 мбар мен 300 мбар диаграммалар тропосфераның жоғарғы қабатын көрсетеді. Бұл биіктікте *реактивті ағынның* егжей-тегжейі нақты байқалады. Естеріңізге сала кетейік, 7-тарауда атап өткендей, реактивті ағын дегеніміз орта ендіктерде Жерді айнала қозғалатын жоғары жылдамдықты ауа ағыны. Реактивті ағын қыста төменірек, ал жазда биіктеу болғандықтан, қыста және ерте көктемде реактивті ағынды анықтау үшін 300 мбар карталар, ал 200 мбар карталар жылы кездерде пайдалы болады. Осы биіктікте, шамамен 12000 метр температура -55°C аязға жете алады.

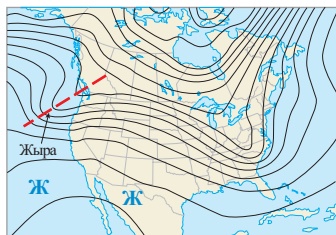
200 және 300 мбар карталар синоптиктер үшін өзге де бірнеше себепке байланысты өте пайдалы. Бұл карталарда биіктіктегі ауа ағынын көрсететін, бірдей жылдамдықты желдердің сызығын көрсететін **изотахалар** салынады. Жел жылдамдығы өте жоғары, әдетте сағатына 100 миль болатын аймақтарда, **12.7(Ә)-суретте** көрсетілгендей боялып тұрады. Осындай жоғары жылдамдықты жел мен реактивті ағынымен кездескен сегментін **реактивті жолақтар** деп атайды. Реактивті жолақтарға енген ауаның ағынының жылдамдығы артып, халықаралық шосседе қозғалысқа қосылған автокөлік сияқты сол бағытпен жылжиды. Екінші жағынан алғанда, реактивті жолақтан шығып кеткен ауаның жылдамдығы төмендейді.

Керісінше, реактивті жолақтан шығып кеткен ауаның жылдамдығы азаяды. Бұл жылдамдау және баяулау аймақтарында иілмелі ағынмен бірігіп, кей жерлерде ауаның кезігуіне (конвергенция), кей жерлерде таралуына (дивергенция) себеп болады. Биіктіктегі дивергенция ауаның көтерілуіне әкеледі, ол өз кезегінде жердегі конвергенция мен циклонның дамуына себепкер болады (9.15-суретті қараңыз). Керісінше, биіктіктегі конвергенция жер бетіндегі циклондарды әлсіретіп, олардың жоғалуына әкеледі.

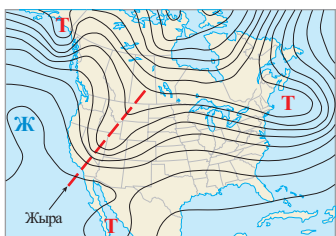
Реактивті жолақтарды аэрологиялық карталарда көрсету арқылы қатаң ауа райын болжау мүмкіндігі туады. Күшті найзағайлар реактивті жолақтардың маңайында дамиды, онда дауылдың басындағы желдер түбіне жақын жердегі желдердің жылдамдығына қарағанда екі-үш есе тез болады. Бұл жағдай, найзағай тік жоғары өскен сайын жоғары шығатын ауаны төмен түсетін ауадан ажырататындай етіп бұрады (10.7-суретті қараңыз). Бұл, жоғары көтерілген найзағай ошақтары төмен түсетін ауа арқылы жойылмайды және дауылдың интенсивтілігі арта түседі деген сөз.

Биіктіктердегі ағын мен Жер бетінің ауа райы арасындағы байланыс

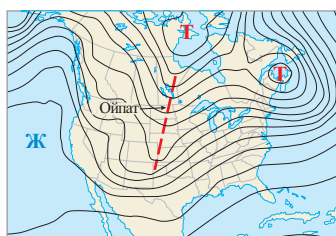
Осыған дейін біз аэрологиялық карталарды жасаудың қысқа мерзімді ауа райы жағдайларын, мысалы биіктіктегі желдердің жылжып, найзағайдың пайда болуына әсер ететіні сияқты жағдайды болжауға қандай пайда беретінін қарастырдық. Ендігі кезекте біз батыс желдерінің толқындарының ұзақ мерзімді өзгерістерін талдау арқылы оның ауа райын болжауға қалай әсер ететінін анықтаймыз.



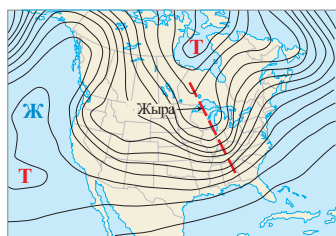
А. 500 мб карта, 1 ақпан 2003 жыл.



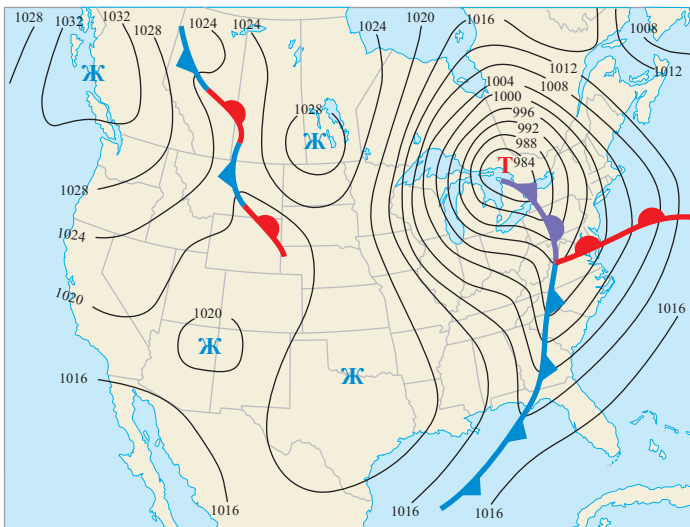
Ә. 500 мб карта, 2 ақпан 2003 жыл.



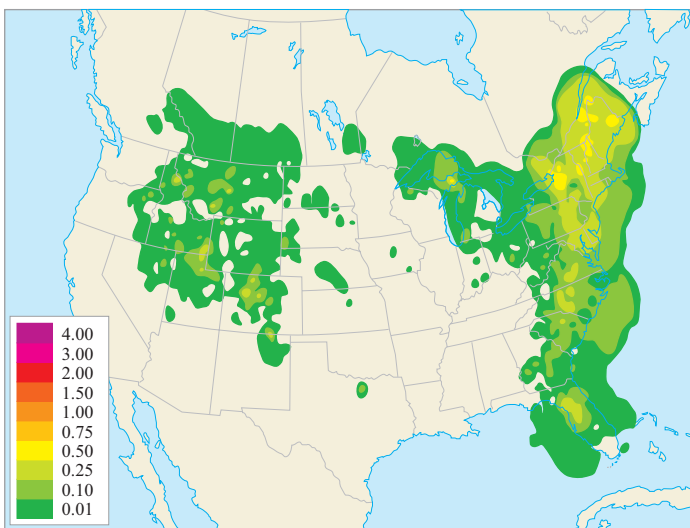
Б. 500 мб карта, 3 ақпан 2003 жыл.



В. 500 мб карта, 4 ақпан 2003 жыл.



Г. Беткі қабат картасы, 4 ақпан 2003 жыл.



Д. Жауын-шашын таңғы сағат 7, 4 ақпан және таңғы сағат 7, 5 ақпан аралығында.

▲ 12.8-сурет. Жоғарғы қабат пен жер беті ауа райының арасындағы байланыс. А–В.

Жоғарғы қабат ағынының жылжып және соңғы 4 күн аралығында 2003 жылдың 1 ақпаны мен 4 ақпаны арасында күшеюі. Г. Бұл беткі қабат картасында осы апта ішінде ертеректе ақпанның 4 күні пайда болған және жылжып келе жатқан циклондық дауылдың ағынмен қосылғаны белгіленген. Д. Жауын-шашын картасы ақпанның 4 күнгі сағат таңғы 7 А.М. мен ақпанның 5 күнгі таңғы 7 А.М. арасындағы дюймен көрсетілген мөлшерін бейнелеуде.

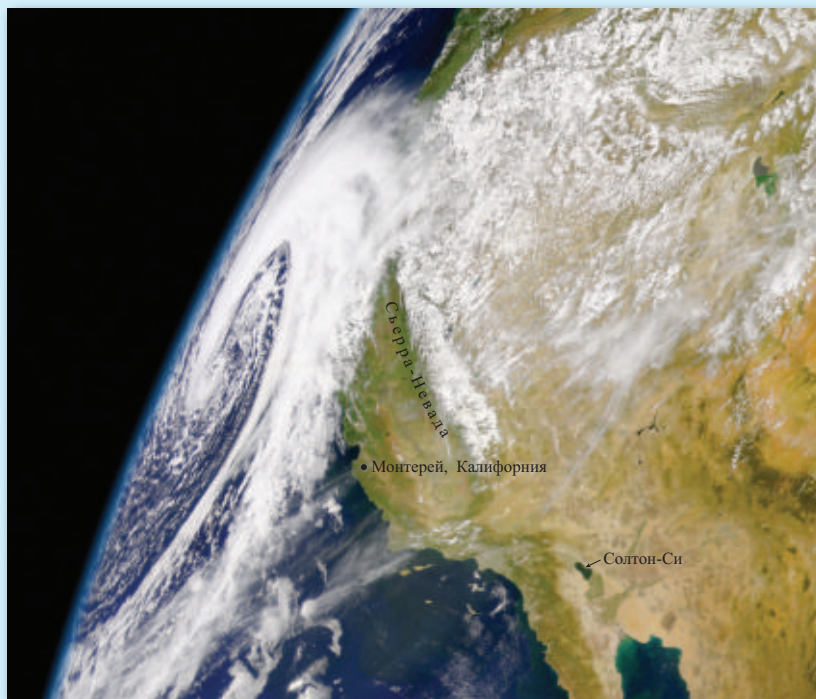
Кейде батыс желдерінің ағыны тік сызықтың бойымен батыстан шығысқа қарай бағытталады, оны **белдеулік** деп атайды. Осы белдеуліктің ішіне енген дауылдар әсіресе қыс мезгілінде үлкен жылдамдықпен елдерді кесіп өтеді. Бұл жағдай тез өзгертін ауа райына алып келеді, ол кезде аздап жауын-шашын түседі де артынша қысқа мерзімге күн ашылады.

Алайда, биіктіктегі ағынның ішінде ұзын толқынды жыралар мен жоталардан тұратын, құрамына солтүстік-оңтүстік ағынның үлкен бөлігін қамтыған, синоптиктер **меридиандық** деп атайтын жағдай жиірек кездеседі. Әдетте бұл ауа ағыны батыстан шығысқа қарай баяу жылжып отырады, бірақ кейде тоқтап, кері бағытта қозғалыс жасауы да мүмкін. Бұл толқын тәріздес сурет шығысқа баяу жылжитындықтан, циклондық дауылдар да сол ағынға еніп, бүкіл елдің аймағына тарайды.

12.8-сурет АҚШ-тың Тынық мұхиты жағалауында 2003 жылдың 1 ақпанында шоғырланған бар жырасын көрсе болады. Келесі 4 күн ішінде барлық жыра шығыстағы Охио Алқабына жылжыған сайын күшейіп отырды. Бұл өзгерістер ақпанның 4-і күні 1-күніне қарағанда бар жырасының айналасында тығыздау орналасқан изогипсалармен берілген. Бұл аэрологиялық картадағы бар жырасына енген **12.8(Е)-суретте** берілген беткейлік картада үлкен дауылға айналған циклондық жүйе болатын.

12.1-атмосфераға шолу

Бұл қысқы уақытта жасалған жер серік суретінде үтір тәріздес Тынық мұхитынан Калифорнияға қарай беттеген бұлттарды көрсетуде.



Сұрақтар

1. Суретте көрсетілген үтір тәріздес бұлттар нәтижесінде түзілетін дауылды қалай атайды?
2. Бұл жүйе жанынан өткен Монтерей, Калифорнияда қандай ауа райы болғанын сипаттап бер.
3. Неге Сьерра Невада ақ болып көрінуде?

Ақпанның 5-і күні бұл толқыныстар АҚШ-тың шығыс бөлігінде айтарлықтай жауын-шашынның түсуіне себеп болды. (Ескере кететін нәрсе, осындай ауа райына тән болатындай жердегі төмен қысым орталығы, 500-мбар жырадан шығысқа қарай орналасқан).

Негізінен алғанда, биіктіктегі меридиандық желдер төтенше ауа райы жағдайларын тудыруы мүмкін. Қысты күні, үлкен бар жыралары қалың қарды жаудырса, жазда бұл күшті найзағайлар мен торнадо қаупін тудырады. Керісінше, үлкен амплитудалы төмен қысым орталықтары жазда рекордты аптапты, ал қыста жайлы ауа райын тудырады.

Кейде бұл «Түйінделген» бейнелер бір аймақтың үстінде тұрып қалады, сол кезде ауа райы қатты өзгермей, кейде тіпті апталап тұрып қалады. Осы баяу қозғалатын бар жырасы тұрып қалған аймақтарда және одан шығысқа қарай орналасқан жерлерде жауын-шашынды, дауылды ауа райы орын алады, ал төмен қысым орталықтарынан (бар жоталары) шығысқа орналасқан аймақтарда құрғақ, әдеттен тыс ерекше жылы ауа райын бастан кешеді.

7-тарауда айтылғандай, реактивті ағындар (жылдам жел) қыста және ерте көктемде ең күшті болады, өйткені ол кезде тропиктегі жылу мен полярлық суықтың арасындағы айырмашылық өте үлкен болады. Жаздың күндері температура градиенті азаяды, батыс желдері әлсірейді. Реактивті ағынның да жыл мезгіліне қарай өзгеріп отырады, қыста ол экваторға қарай жылжиды. Сол себепті оңтүстік штаттарда қыс пен көктем айларында қатал ауа райын бастан кешіреді. (Дауылдар мерзімін есепке алмағанда). Жазда реактивті ағын полюске қарай ығысады, солтүстік аймақтар мен Канадада күшті дауылдар мен торнадолар саны өседі. Осы солтүстік циклондар қозғалысы жылы мезгілде Тынық мұхитының дауылдарын Аляскаға апарды, ал Тынық мұхитының оңтүстігіндегі жағалауларда ұзақ мерзімді құрғақ жазды алып келеді.

✓ 12.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Синоптиктер 850-мбар карталардан жинай алатын екі ақпарат көзі қандай?
- 2 Қыс мезгілінде, реактивті ағын сен орналасқан жерден оңтүстікке қарай болса, сол жердегі ауа температурасы әдеттегіден жылырақ па әлде салқындау бола ма?
- 3 Реактивті ағын деген не?
- 4 Қыста полярлық реактивті ағынды бақылау үшін қай аэрологиялық диаграмма ең ыңғайлы?
- 5 Белдеулік және меридиандық ауа ағындарының арасындағы айырмашылықты түсіндір.

12.4 Ауа райын заманауи болжау

Сандық болжаудың негіздерін түсіндір.

1950 жылдардың соңына дейін барлық ауа райы карталары қолмен салынды және ауа райын болжауда ең негізгі құрал болып есептелді. Синоптиктер ең соңғы ауа райы диаграммаларында берілген модельдерден ауа райының болашақтағы жағдайын экстраполяциялау үшін түрлі техникаларды қолданды. Бірінші әдіс бойынша, ағымдағы өзара ұқсас, бұрында нық орныққан модельдерді бірге жинақтастыру болды. Бұл салыстырудан синоптиктер келе жатқан сағатта не күндерде ағымдағы жүйе қалай өзгертетінін болжап отырды.

Кейіннен, компьютерлер мәліметтерді жинап, беткейлік және аэрологиялық карталарды жасады. Технологияның дамуымен ауа райын болжаудың қолмен жасалатын түрі ығыстырылды. Компьютерлер ауа райы болжамының дәлдігі мен егжей-тегжейін өсірді және пайдалы нұсқаулықтар беретін мерзімді ұзартты.

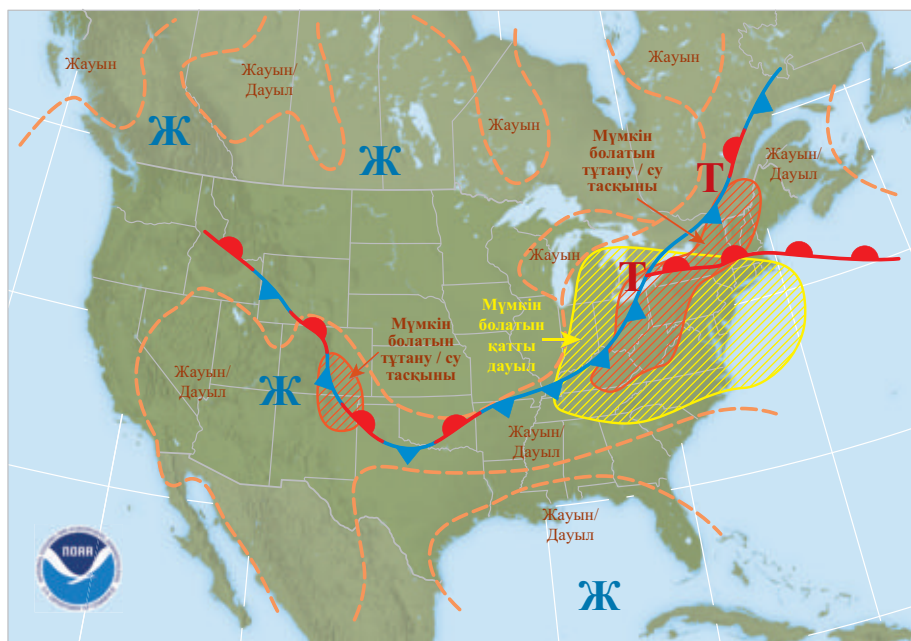
Ауа райын сандық болжау

Ауа райын сандық болжау – атмосферадағы процестерді көрсету үшін математикалық модельдерді қолданатын болжаудың жаңа техникасы. (*Сандық* деген сөзді қолдану біраз жаңылыстырады, себебі ауа райын болжаудың барлық түрлері сандық деректерге сүйенеді, сондықтан бұл категорияға кіріп кетеді). Ауа райын болжаудың сандық түрі атмосфералық газдардың іс-әрекеті қалыптасқан физикалық принциптер мен заңдылықтарға (мысалы, *идеал газ заңы* немесе *термодинамика заңдылықтары*) сай реттеледі және математикалық теңдеулер ретінде беріледі деген фактіге сүйенеді. Бұл теңдеулерді шешу арқылы атмосфераның болашақтағы сипаттамасы (болжамы) орнығады, оны дәл сол уақыттағы жағдайдан алады және температура, ылғалдылық, бұлт қабаты және жел деген терминдермен береді. Бұл әдістер Марстың болашақта орналасатын жерін болжауда Ньютонның қозғалыс Заңын қолданып және планетаның қазіргі кезде орналасқан жерін білу арқылы компьютерді қолданумен тең.

ҰАҚ бірнеше сандық моделдерді пайдаланады, солардың ішінде ғаламдық болжау жүйесі (GFS) де бар. ҒБЖ өнімдері ғаламторда тегін қолжетімді болғандықтан, жеке меншік ауа райын болжау қызметтері оны кеңінен қолданады. Таулар сияқты жергілікті жердің топографиялық ерекшелігін ескеретін ҰАҚ-ның аймақтың моделі Солтүстік Америкалық мезомасштабты модель деп аталады (NAM). Өзге де бірқатар ұйымдар ғаламдық және аймақтық болжау моделдерін қолданады, онда Канадалық метеорологиялық орталық (СМС), Европалық орта-қашықтықты болжау орталығы (ECMWF), Ұлыбританияның метеорологиялық офисы (UKMET) және АҚШ әскери күштері де бар. Бұл ауа райын болжау өнімдерінің басым бөлігі ғаламторда қолжетімді, тек UKMET өнімдері белгілі бір бағамен жеке болжау қызметтеріне сатылады. Сонымен қатар, Жапония, Аустралия, Оңтүстік Корея, Қытай мен Ресей және басқа да елдерде ауа райын болжаудың өз модельдерін жасайтын ұлттық орталдықтары бар. Басқа мемлекеттердің қалғаны жоғарыда аталған орталықтардың өнімдерін пайдалана отырып, өз елдеріне аймақтық және жергілікті болжам жасайды.

Ауа райын сандық болжау кезінде әбден жетілдірілген математикалық модельдер қолданылады, ол «шынайы» атмосфераның іс-әрекетін имитациялауға тырысады. Барлық сандық модельдер негізінде бірдей теңдеулерді пайдаланады, алайда олар теңдеулер мен параметрлерді әртүрлі әдіспен қолданады. Мәселен, барлық модельдер арнайы бір аймақты қамтиды. «Ғаламдық» деп аталатын модельдер әдетте бір жартышарды қамтиды, ал «аймақтық» модельдер Солтүстік Америка немесе Европа сияқты нақты жерді ғана қамтиды. Әр модель белгілі бір қашықтықпен бөлінген, *координат нүктелері* деп аталатын көптеген нүктелері бар үш өлшемді торлардан тұрады. Жоғары айыру қабілеті бар модельдерде координат нүктелері 5 шақырымнан аз қашықтықта орналасады, ал төмен айыру қабілеті бар модельдерде олардың арасындағы қашықтық 300 шақырым алшақта болады. Қамтыған аймағына немесе айыру моделіне қарамастан, барлық сандық ауа райын болжау модельдері өте күрделі және айтарлықтай компьютерлік ресурстардың жұмысын қажет етеді.

Сандық болжаудың кезеңдері. Сандық болжау ағымдағы ауа райы өлшемдерін (температура, жел жылдамдығы, ылғалдылық және қысым), болжау моделіндегі әрбір координат нүктесіне тіркеуден басталады. Бұл өлшемдер жиынтығы ауа райын болжауды бастаудың алдында атмосфераның жағдайын көрсетеді. Кейіннен, компьютерлік модельдеу атмосфераның 50-деңгейіне дейінгі теңдеуді шешеді, бұл үдеріс *компьютердің өңдеуі* деп аталады. Миллиардтаған есептеулерден соң, осы анықталған негізгі ауа райы элементтері ең қысқа уақытта (5-10 минут ішінде) қалай өзгередінің болжамы жасалады. Жаңа өлшемдер есептелген соң, бұл процес қайтадан басталады де келесі 5-10 минуттық болжам жасайды. Бұл қадамдар болжау мерзімі аяқталғанға дейін сансыз рет жүзеге асырылады. Кейбір модельдер сағат сайын болжам береді (12 сағат та болуы мүмкін), кейбіреуі 6 сағат сайын 2 не одан көп күнге дейін болжам жасайды. Ең қарапайым деген модельдің өзі сансыз есептеулер жасауды қажет етеді, бұл жағдай суперкомпьютерлер шықпай тұрып мүмкін емес болып есептелетін еді.



▲ **12.9-сурет. 2014 жылдың 27 шілдесі, жексенбіге арналған ауа райы болжамы.** Бұл ауа райының жалпылама болжамы NCEP-тің Ауа райын болжау Орталығымен дайындалып, таратылған болатын. Оған жоғары және төмен қысым аймағы, мүмкін болатын жауын-шашын мен қатал ауа райы жағдайларының фронталь типтері мен орны белгіленген.

Бір рет жасалған соң, статистикалық әдістерді қолдана отырып, алдыңғы болжамдардың дәлдігін салыстырмалы түрде тексереді. Бұл амал «**Статистиканы шығару моделі**» (MOS, «мосс» деп айтылады) деп аталады. Ол модельдің тұрақты түрде шығаратын қателерін жөндейді. Мысалы, кейбір болжау модельдері тым көп жауын-шашын мөлшерін, тым күшті желдерді не тым жоғары не тым төмен температураны болжайды. MOS сонымен қатар болжау модельдеріне енгізілмеген жергілікті ерекшеліктерді де есепке алады.

MOS жасаған болжам өнімдері температуралық минимум мен максимумды, жауын-шашын болуы мен мөлшерін, найзағайлардың өзгеруін, бұлттылықты, беткейлік желдер

мен жылдамдықтары мен бағытын қамтиды. MOS болжамдары базалық жолақ салып береді, ал ҰАҚ мен жеке меншік секторлардағы синоптиктер оны ары қарай дамытуға тырысады.

MOS-тың жоғары дәрежеде тазартылған болжамдары дайын болғанда, синоптиктер болжанған кезең ішінде орын алған нақты ауа райы жағдайларына қаншалықты сәйкес келетінін анықтайды. Бұл маңызды *постпроцестік фаза* сандық модельдерді тұрақты түрде реттеуге және олардың болжам мүмкіндігін арттыру үшін қажет.

Өртүрлі математикалық модельдерді пайдалану арқылы ҰАҚ түрлі ауа райын болжау диаграммаларын шығарады. Машина арқылы жасалған бұл карталар болашақтағы атмосфераның жағдайын біршама уақытқа болжағандықтан, олар **прогностикалық карталар** немесе қысқаша **прогс** деп аталады. Кейбір болжау диаграммалары **12.9-суретте** берілгендей, фронттар, жоғары не төмен қысым жүйелерін, күтілетін ауа райы жағдайын көрсете алады. Басқалары тек максималды температура сияқты (қараңыз 12.19-сурет) жеке элементтерді береді, тағы біреулері түрлі деңгейдегі ауа ағынын көрсетеді. Бұл болжам өнімдері маңызды болғанымен, аймақтық не жергілікті болжамдар жасаудың тек жеке қадамдары болып есептеледі.

Неліктен сандық болжам мінсіз емес? Сандық модельдердің күрделілігіне қарамастан, көбісі болжамда қателіктер жібереді. Олардың дәлдігіне әсер ететін факторларға атмосферадағы орын алған физикалық жағдайларды қате беру, бастапқы бақылауларда жиі кездесетін қателіктер (немесе әрекетсіздік) пен моделдердің торнадо сияқты кішкентай элементтерді бейнелей алмауы жатады.

ҰАҚ-нде қажетті есептеуіш машиналардың жетіспеушілігі де себеп ретінде айтылады. Синоптиктер кейде ғаламдық деңгейді қамтитын ажыратымдылығы төмен болжамдар мен кішкентай аймақты қамтыған ажыратымдылығы жоғары болжамдардың арасынан таңдауына тура келеді. Басқаша айтқанда, ажыратымдылығы жоғары болжам жасайтын модельдер, егер компьютерлері ұзақ уақыт есептейтін, ескірген болжамдар жасайтын болса, онда төмен бағаланады.

Модельдер сенімді физикалық заңдылықтарға негізделіп жасалып, атмосфераның негізгі сипаттамаларын қамтығанымен, олар өте қиын жүйенің егжей-тегжейін жеңілдету үшін жасалған. Болжанатын аймақтың топографиясы қазіргі сандық модельдерде толық көрсетілмеген өзгерістер тудыратын фактор болып табылады. Нәтижесінде, адамдар өз тәжірибесі мен метеорологиялық біліміне сүйеніп, модельдердің белгілі кемшіліктеріне өзгерістер енгізе отырып, ауа райын болжаудың соңғы қадамдарын толықтырады.

Болжау ансамблі мен белгісіздік

Ауа райын болжаудағы ең маңызды мәселе – атмосфераның ретсіз өзгеруі болып табылады. Нақтыласақ, екі өте ұқсас ауа райы жағдайы уақыт өте екі түрлі жағдайға айналып кете алады. Бірі күшейіп, тұрақсыздық тудырса, екіншісі кеуіп, шашырап кетеді. Осы жағдайды көрсету үшін, Массачусетс технология институтындағы Эдвард Лоуренз *көбелек әсері* деген терминді қолданды. Лоуренз Амазониядағы тропикалық орманындағы көбелекті сипаттады, ол өз қанаттарымен қағып, жеңіл бризді тудырады, ол бриз уақыт пен кеңістікте күшейе түсуі мүмкін. Екі апта өткен соң бұл жеңіл бриз Канзасқа төнген торнадоға айналады. Лоуренз осындай адам сенгісіз мысал арқылы атмосфераның

жағдайына кез келген мардымсыз өзгерістің өзі ықпал етіп, қай жерде болсын алынатын ауа райы суретіне әсер етуі мүмкін дегенді көрсеткісі келді.

Атмосфераның осындай құбылмалы әрекетімен жұмыс жасау үшін синоптиктер **ансамбльдік болжау** деген техниканы қолданады. Қысқаша, бұл әдісте бірдей компьютерлік модельдердің бірнешеуі жасалып, бастапқы жағдайларды өзгерте отырып, бақылау құрылғыларында кететін жаңылыстарды ескеріліп, болжамдар жасалады. Негізінен, ансамбльдік болжауда метеорологиялық өлшемдерде кеткен қателіктер мен кемшіліктер болжамның дәлдігіне қаншалықты әсер ететінін бағалау болып табылады.

Ансамбльдік болжаудың ең басты нәтижесі болжамның *күмәнділігі* туралы беретін ақпараты болып табылады. Мәселен, ең нақты ауа райы мәліметтерін қамтыған прогностикалық диаграмма АҚШ-тың оңтүстік-шығыс жағалауында 24 сағат ішінде орын алатын жауын-шашынды болжай алады. Метеоролог, алғашқы жағдайларға біршама өзгерістер енгізіп, бұл есептеулерді бірнеше рет жасай алады. Егер сол осы болжамдардың басым бөлігі Оңтүстік-шығыста жауын-шашынды көрсетсе, метеоролог оған жоғары сенімді деген белгі қояды. Екінші жағынан, егер ансамбльдік әдіспен берілген прогностика бір бірінен айтарлықтай айырмашылыққа ие болса, болжам онша сенімді емес болып есептеледі.

Қорыта келсек, ауа райын сандық болжау – атмосфералық газдардың әрекеті математикалық теңдеулер арқылы көрсетілетін физикалық заңдар мен принциптер арқылы басқарылады дегенге сүйенеді. Бастапқы атмосфералық жағдайлар туралы мәліметтерді пайдалана отырып, метеорологтар атмосфераның болашақтағы күйін болжау бұл теңдеулерді шешеді. Бұл өте күрделі үдеріс, себебі Жердің атмосфералық жүйесі тым күрделі, динамикалық жүйе, оны нақтылау үшін математикалық модельдер керек. Сонымен қатар, теңдіктерге тән қасиет бойынша, мәліметтердегі кішкентай ауытқулардың өзі нәтижелердегі үлкен айырмашылыққа әкелуі мүмкін. Дегенмен, бұл модельдер жоғары жылдамдықты компьютерлер шықпай тұрып жасалған болжамдардан әлдеқайда жақсырақ болып келеді.

✓ 12.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Сандық ауа райы болжамын қысқаша сипаттап бер.
- 2 Прогностикалық диаграммалар дегеніміз не?
- 3 Компьютер арқылы жасалған сандық модельдер нені болжайды?
- 4 Дәстүрлі сандық есептеуге ансамбльдік болжам қандай қосымша ақпарат береді?

12.5 Болжаудың басқа әдістері

Ауа райын болжаудың түрлі дәстүрлі әдістерін тізбектеп, айырмашылықтарын атаңыз.

Қазіргі заманғы ауа райын болжаудың негізі болып машиналар жасаған диаграммалар есептелсе де, метеорологтар өзге де әдістерді қолданады. Уақыт сынынан өткен бұл әдістерге тұрақты болжау, климатологиялық болжау, аналогия әдісі мен тенденциялы болжау жатады.

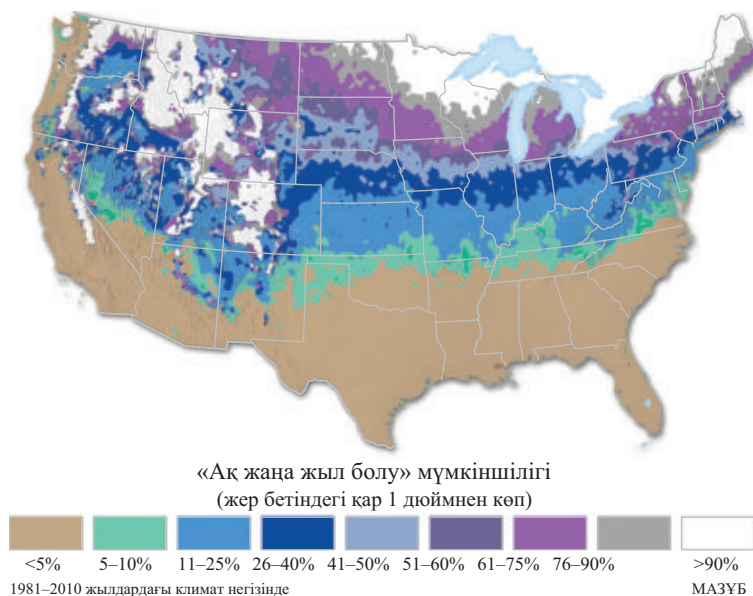
Тұрақты болжау

Болжаулардың ішіндегі ең оңай болжау **тұрақты болжау** деп аталады, ол ауа райының бірнеше сағат немесе күн бойы өзгермей тұруына негізделеді. Егер бір аймақта жаңбыр жауса, ол жауын бірнеше сағатқа созылады деп болжауға болады. Тұрақты болжау ауа райы жағдайларының болуы мүмкін интенсивтіліктің өзгерістерін, дауылдардың пайда болуы мен жоғалуын болжай алмайды. Шектелгендік пен ауа райының тез өзгеретіні себепті тұрақты болжаудың нақтылығы 6-12 сағат, кейде бір тәулікпен ғана шектеледі.

Климатологиялық болжау

Климатологиялық болжау бірнеше жылдар бойы жиналған климатологиялық мәліметтердің орташа статистикалық есебін шығару арқылы анықталатын тағы бір қарапайым әдіс. Мысалы, Аризонадағы Юмада күндізгі уақыттарының 90 пайызында күн шуақты болады, сондықтан күн шуақты екенін болжаған синоптиктер қай уақытта болмасын 90 пайыз дұрыс болжайды. Сол сияқты Орегон штатындағы Портлендте желтоқсан айында бұлтты аспанды болжаса, онда 90 пайызға дәл түседі.

Климатологиялық мәліметтердің тағы бір қызықты жерде пайдалануы – «ақ Рождествоны», яғни Рождество кезінде дюймге жететін не одан көп қардың жауатынын болжау болып саналады. **12.10-сурет** көрсетілгендей, солтүстік Миннесота, Висконсин, Мичиган, Нью Инглэндте және шығыстың таулы аудандарында 90 пайызға дейін «Ақ Рождествоның» болатын мүмкіндігі бар. Алайда, оңтүстік Флоридада демалыс кезінде қардың түсу мүмкіндігі өте аз.



▲ **12.10-сурет.** «Ақ жаңа жыл болу» мүмкіншілігі көрсетілген. Бұл мүмкіншілік өлшемі Жаңа жылда жерге кем дегенде 1 дюйм қар түседі деп пайызбен белгіленген.

Климатологиялық болжамдар ауылшаруашылық шешімдерді қабылдауда пайдалы болады. Мысалы, Небраска штатының Сэнд Хилз деген атпен белгілі солтүстік-орталық бөлігі құрғақ келеді, жерді орталықтан суару тәсілі арқылы онда жүгері өсіру мүмкін болды. Алай-

да фермерлер алдында жүгерінің қай гибридин отырғызамыз деген сұрақ тұрды. Солтүстік-шығыс Небраска жылы болғандықтан жоғары өнімді жүгеріні таңдау жақсы шешім болып көрінді, алайда Сэнд Хилзте жергілікті климатологиялық картаға қарағанда температура суықтау екен, сол үшін сәуірдің соңында отырғызылған жүгері кеш қыркүйекке дейін пісіп үлгермейді, сондықтан олардың күзде үсіп кету мүмкіндігі 50 пайыз болды. Фермерлер осы маңызды климатологиялық мәліметтерді пайдаланып, Сэнд Хилзке жарайтын қысқа мерзімде пісетін жүгері гибридинің түрін дұрыс таңдауына ықпал етті.

Аналогия әдісі

Ауа райын болжаудың біршама күрделі әдісі **аналогия әдісі** болып табылады, ол ауа райы бірдей жолмен өзін қайталап тұрады дегенге негізделеді. Сондықтан, синоптиктер бұрыннан орныққан бұрынғы ауа райы көріністеріне ұқсас қазіргі ауа райын табуға тырысады. Осындай салыстыру арқылы синоптиктер ағымдағы ауа райының қалай дамидыны болжай алады. Аналогия әдісі заманауи компьютерлік модельдеу пайда болмай тұрып *көріністерді оқыған*, компьютерлер жасаған қысқа мерзімді болжамдарды жақсартуда пайдаланатын маңызды құрал болып табылады.

Тенденциялық болжау

Тенденциялық болжау әдісі фронттар, бұлттылық, жауын-шашын аймақтары сияқты ауа райының ерекшеліктерінің жылдамдығы мен бағытын анықтауды қолданады. Бұл ақпараттарды пайдалану арқылы синоптиктер осы ауа райы феноменінің болашақтағы қалпын экстраполяциялауға тырысады. Мысалы, егер найзағай жолағы солтүстік-шығысқа қарай сағатына 35 миль жылдамдықпен жылжып отырса, онда синоптиктер ол дауыл солтүстік-шығыста 70 миль қашықтықта орналасқан аймаққа 2 сағат ішінде келіп жететінін тенденциялық түрде болжай алады.

Ауа райының жағдайлары жылдамдығы мен күші жағынан үнемі өзгеріп тұратындықтан, бағытын өзгертетіндіктен тенденциялық болжау әдісі бірнеше сағаттық болжам жасауда ең тиімді болып есептеледі. Бұл болжау қысқа мерзімде орын алатын қатал ауа райы жағдайларын, мәселен, бұршақты дауыл, торнадо, төменге бағытталған желдер сияқты тез арада нақты бір аймақ үшін берілетін болжамдарда жақсы қолданылады.

Тенденциялы болжамның ең қысқа мерзімге (әдетте 6 сағат) арналған түрі **ноукастинг** деп аталады, ол орныққан ауа райы жағдайларына арналады. Ноукастинг ауа райы радары мен геостационарлық серіктерге тәуелді, олар төтенше жағдайларды тудыратын нөсер жауындар мен бұлттарды анықтаудың маңызды құралы болып табылады. Бірнеше көздерден келетін мәліметтерді интеграциялай алатын интерактивті компьютерлерді қолданудағы мақсат торнадо, бұршақ, биік желдер сияқты төтенше ауа райы жағдайларын жариялау болып табылады.

✓ 12.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Тұрақты болжау қолданылатын жағдайда, бүгін қар жауып тұрса, ертең қандай ауа райы болатынын болжауға болады?
- 2 Ауа райын болжауда қолданылатын аналогия әдісінің негіздерін сипатта.
- 3 Ауа райы радарлары мен жерсеріктерге негізделіп, қысқа мерзімді болжау техникасы қандай терминмен аталады? Ауа райының қай феномені осы техниканы қолданып болжанады?
- 4 Бірнеше жылдар бойы жинақталған ауа райы статистикасына негізделіп болжам жасайтын техника қалай аталады?

12.6 Метеорологиялық серіктер: ауа райын болжауда қолданылатын әдістер

Метеорологиялық серіктер тарапынан туындайтын инфрақызыл және көзге көрінетін бейнелердің артықшылықтары мен кемшіліктерін талқылаңыз.

Метеорологияның ғарышқа алғашқы қадамы 1960 жылы бірінші метеорологиялық серік – *ТИРОС 1* ұшырылған кезде жасалды. *ТИРОС 1* осы сериядағы басқа да метеорологиялық серіктер тәрізді Жерді шамамен солтүстіктен оңтүстікке қарай айналатындай етіп полярлық орбитада орналастырылды (**12.11(A)-сурет**).



А. Полярлы-орбиталық жер серігі



Ә. Геоостационарлық жер серігі

▲ **12.11-сурет. Ауа райы жер серігі.** А. Поляр-орбиталық жер серік Жер бетінен 850 шақырымда биіктікте ұшады, оның шеңбері Солтүстік және Оңтүстік полюспен өтеді. Ә. Геоостационарлық жер серік батыстан шығысқа қарай экватор бойымен жылжиды, Жер бетінен 35 000 шақырымда орналасқан. Оның жылдамдығы жердің айналу жылдамдығына тең болған соң олар жер бетіне қатысты бір орында тұрады.

Полярлы-орбиталық қоршаған ортаны бақылауға арналған оперативті серіктер (ПҚОС) орбитамен күніне 14 рет Жер бедерінен шамамен 850 шақырым жоғары айналып жүретін төмен ұшатын серіктер болып табылады. Жердің айналуы осы серіктерді батыс бағытта шашамен 15° -қа ауытқытып, әр орбитада әртүрлі көріністі тіркеп отырады. ПҚОС жүйесінің артықшылығы күллі планета бейнесін күніне екі рет тіркеп отыруы және бірнеше сағатта ауқымды аймақты қамтуы болып табылады. Сонымен қатар, олардың салыстырмалы түрде төменгі биіктікте орналасуынан, ПҚОС құралдары арқылы алынған суреттер жоғары анықтылыққа ие.

ПҚОС құралдары ауа райын талдау мен болжау, климатты зерттеу, ғаламдық теңіз беткейі температурасы өлшемдері, бұлтсыз аймақтардағы температураны және ылғалдылықты, бұлтты атмосфералық зондпен тексеру және жауын-шашынды бақылау тәрізді дерекқорды қамтиды. ПҚОС құралдары арқылы жинақталған дерекқор айтарлықтай сенімді қысқа және ортаңғы ауқымдағы ауа райын болжау жұмыстарын жүргізуге көмектесу үшін тікелей сандық болжам моделіне ассимиляциялана алады. ҰАҚ ЕуроОдақ консорциумымен бірлесе қызмет етуде, осылайша, кем дегенде екі полярлы-орбиталық серіктер үздіксіз жұмыс істеуде – бірі – ПҚОС сериясына жататын серік, екіншісі – MetOp сериялы Еуропалық серік.

Метеорологиялық серіктер тобына жататындардың тағы бір түрі – **Геостационарлық Қоршаған ортаны бақылауға арналған Оперативті Серіктер (ГҚОС)**. Ол алғаш рет орбитаға экватордан жоғары 1966 жылы жіберілді (**12.11(Ә)-сурет**). Атауы айтып тұрғандай, ГҚОС құралдары Жерден жоғары нүктеде жылжымайтын қалыпта тұрады, себебі, олардың орын ауыстыру жылдамдығы Жердің айналып өту жылдамдығынан қалыспай бірдей келеді. Берілген орында орнығып қалу үшін, дегенмен де, бұл серіктер полярлы-орбиталық серіктерге қарағанда Жер бедерінен біршама алыс қашықтықтағы (шамамен 35000 шақырым) орбитаны айналып өтуі қажет. Мұндай жоғарғы биіктіктерде ГҚОС суреттері ПҚОС құралдары жасаған бейнелермен салыстырғанда азырақ жан-жақты қамтылған болып шығады.



▲ **12.12-сурет. Ауа райы жер серіктері дауыл жүйелерін бақылауда құнсыз құрал болып келеді.** Бұл ортаендікті циклонның нақты түсті суреті 2011 жылдың 11 маусымында MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) деп аталатын құралмен жасалған.

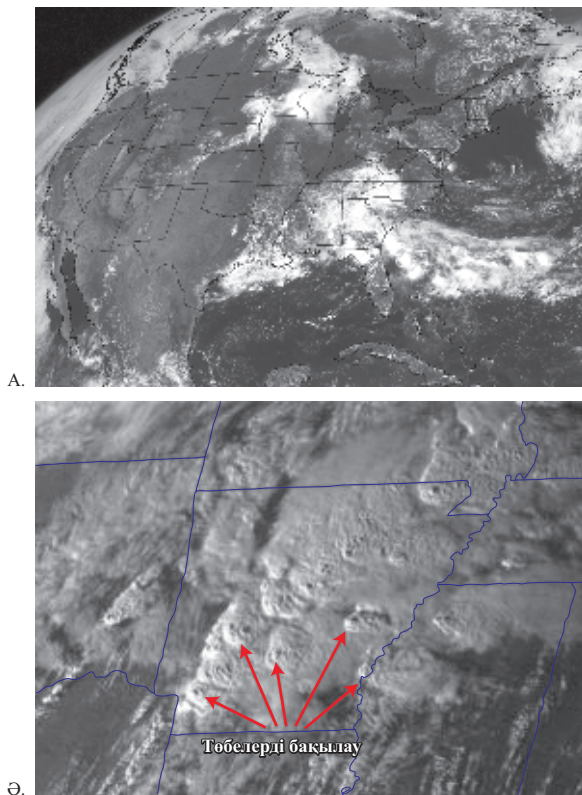
ГҚОС сериялы келесі буын – ГҚОС-Р (GOES-R) 2016 жылы ұшырылады деп күтілуде. Ағымдағы сериялар тәрізді, бұл да екі-серікті жүйе болып табылады. Серіктер 75° және 137° географиялық бойлықтарында орналастырылады. Бұл Солтүстік Америка аймағының басым бөлігін және оны қоршап жатқан су қоймаларын кеңінен қамтуды қамтамасыз етеді.

Басқа мемлекеттер, соның ішінде, Еуропа мемлекеттерінің консорциумы, Үндістан, Қытай, Жапония және Ресей геостационарлы серіктерін ұшырды. Жалпы алғанда, бұл серіктер метеорологтарға **12.12-суретте** көрсетілген бірқалыпты ендік циклондар тәрізді ауқымды метеожүйе қозғалысын бақылап отыруға мүмкіндік береді.

Ауа райындағы мұндай өзгерістерді метеолокатор немесе полярлы-орбиталық серіктер лайықты түрде анықтай алмайды. Геостационарлы серіктер иірім бұлт шоғырларын Жердің шалғай жатқан аймақтарына көшіп жүрсе де оңай бақылауда ұстай алады және де олар тропикалық дауыл мен құйындардың пайда болуы мен қозғалысын назарда ұстап, бақылап отыруда маңызды рөл атқарады.

Серіктер арқылы алынған бейнелердің түрлері

Ең соңғы заманауи метеорологиялық серіктер Солтүстік Америка мен оған іргелес жатқан теңіз аймағына арналған көзге көрінетін, инфрақызыл және су буы бейнелерін қамтамасыз етеді. Бұл бейнелер жиі ауа райы арнасында (The Weather Channel) көрсетіледі.



▲ **12.13-сурет. Көрінетін жарықтың суреті.** А. Көрінетін жарық суреті 2011 жыл 15 маусымда түскі уақытта GOES-пен алынған. Бұл суретте Жер бетінің әртүрлі беткі қабатынан шағылысқан күн сәулесі ақ қара сурет түрінде бейнеленген. Ә. Жақындатылған сурет Айова штатының үстінде тұрған кумулус бұлттарын және оның төбесін көрсетуде.

Көзге көрінетін оптикалық бейнелер. ГҚОС Жерден түскен күн сәулесін анықтап, *көзге көрінетін оптикалық бейнелер* (көзге көрінетін бейнелер деп те аталады) тудыратын құралдармен жабдықталған. Мұндай бейнелердің бірі **12.13-суретте** көрсетілген.

Көзге көрінетін бейнелер бұлттардың ең жоғарғы шекарасы мен басқа да бедерлерден түскен жарық қарқындылығын тіркеп отыратындықтан, бұл бейнелер сурет түрінде бейнеленген.

Жердің ақ-қара суреттеріне ұқсайды. Ашық ақ түсті аймақтар көбіне сәулені қатты шағылдыратын бұлтты немесе қарлы, мұзды аймақтар болып табылады.

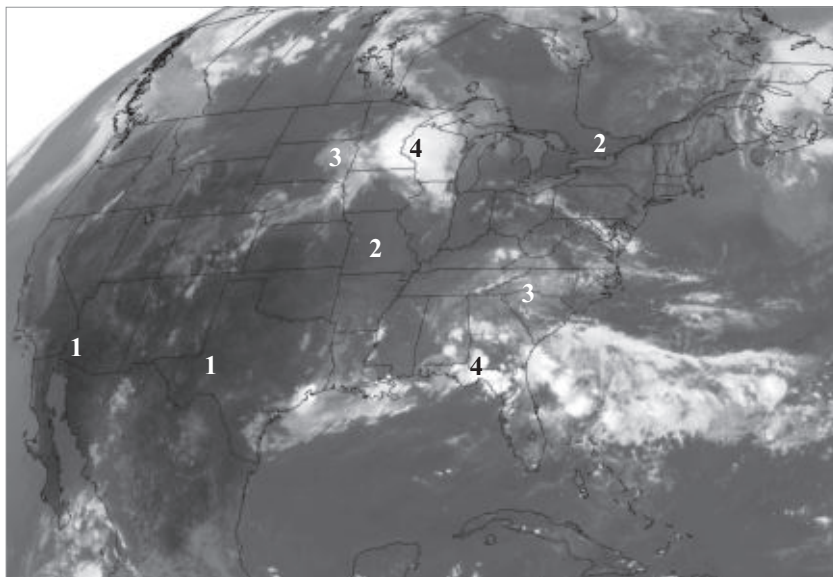
Құрлық беткейі қара сұр болып көрінеді, себебі, олар сәулені бұлттарға қарағанда аз шағылдырады. Сол сияқты теңіздер де өте аз мөлшерде сәулені шағылдырып, қара түске жақын болып көрінеді.

Көзге көрінетін бейнелер бұлт пішіндерін, олардың құрылымы мен тығыздығын анықтауда пайдалы. Жалпы алғанда, бұлт тығыз болған сайын, оның альбедро көрсеткіші де соншалықты жоғары, әрі бейнеде айқынырақ болып көрінеді. Ұшпа-жаңбырлы бұлттар кедір-бұдырлы пішінді келеді, ал қатпарлы бұлттар болса, үздіксіз тегіз қабат тәрізді пішінді құрайды. **12.13(Ә)-сурет** көзге көрінетін оптикалық бейне көрсетілген. Мұнда температура өзгерістерінен өтіп, тропосферадан жоғары жатқан, шыңдарына көз жетпейтін мұнара тәріздес ұшпа-жаңбырлы бұлттар бейнеленген.

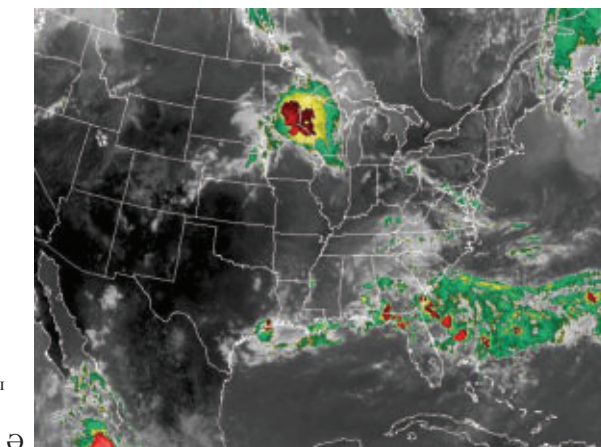
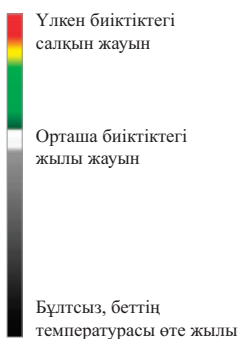
Инфрақызыл бейнелер. *Инфрақызыл бейнелердің* көзге көрінетін бейнелерден айырмашылығы – нысандардан таралған сәулеленуден (шағылысудан емес) алынуында және көзге көрінетін бейнелермен салыстырғанда, қай бұлттардың жауын-шашын және/немесе дауылды жағдай тудыратынын анықтауда өте пайдалы келеді. Инфрақызыл бейнелер жер бедері тәрізді жылы нысандарды қара түсте, ал бұлттардың жоғарғы шекарасы тәрізді суық нысандарды ақ түсте көрсетіп отыруға бағдарламалап қойған компьютерлер арқылы шығарылады. Бұлттардың жоғарғы шекарасы бұлттардың төменгі шекарасына қарағанда суығырақ болғандықтан, әдетте қатты жауын-шашын тудыратын мұнара тәріздес ұшпа-жаңбырлы бұлттар өте айқын көрсетіліп, ал орташа деңгейлі бұлттар ашық сұр түсті келеді. Инфрақызыл бейнелерде күмәнді саналатын ұшпа бұлттар, қатпарлы бұлттар және тұман салыстырмалы түрде жылы саналып, қара сұр түсте көрсетіледі немесе мүлдем Жер бедерінде көрінбеу қалуы мүмкін. Бірдей аймаққа қатысты берілген көзге көрінетін бейне көрсетілген **12.13(А)-сурет** пен инфрақызыл бейне берілген **12.14(А)-суретті** салыстырыңыз.

Екі бейне де 2011 жылы Миннесота мен Висконсин штаттарының кейбір жерлерінде және де оңтүстік-шығыс аймақтарда найзағай тудырған жаздың қатты ыстығы кезінде алынған. Көріп отырғаныңыздай, Оңтүстік Дакотаның шығысында орын алған бұлттар көзге көрінетін бейнелерде ақ түсті, ал инфрақызыл бейнелерде сұр түсті етіп көрсетілген. 2000-6000 метрде орналасқан орташа бұлттар бұл аймақтарды қаптап тұр. Керісінше, шығыс Миннесота мен батыс Висконсин аймақтарындағы бұлттар көзге көрінетін және инфрақызыл бейнелерде ашық айқындалып тұр. Бұл аймақтың мұнара тәріздес ұшпа-жаңбырлы бұлттары бар және аймақта қатты жауын-шашынға себеп болған ішкі массалық найзағайды бастан кешірді. АҚШ-тың оңтүстік-шығысындағы жекелеген дауыл аймақтары **12.14(А)-суреттегі** инфрақызыл бейнеде оңай көзге түседі.

Метеорологтарға инфрақызыл бейнелерді түсінуге көмектесу үшін кейде жалған бояу тәсілі қолданылады. Әдетте, қатты жауын-шашын түсетін аймақтарға тән бұлттардың ең суық, демек, ең жоғары шекарасы қанық түстермен берілген. **12.14(Ә)-суреттегі** Миннесота-Висконсин шекарасынан кейінгі алқызыл аймақтарға назар салыңыз. Бұл **12.14(А)-суреттегі** инфрақызыл бейнеде көрсетілген ашық ақ түсті аймақтың өзі болып табылады.



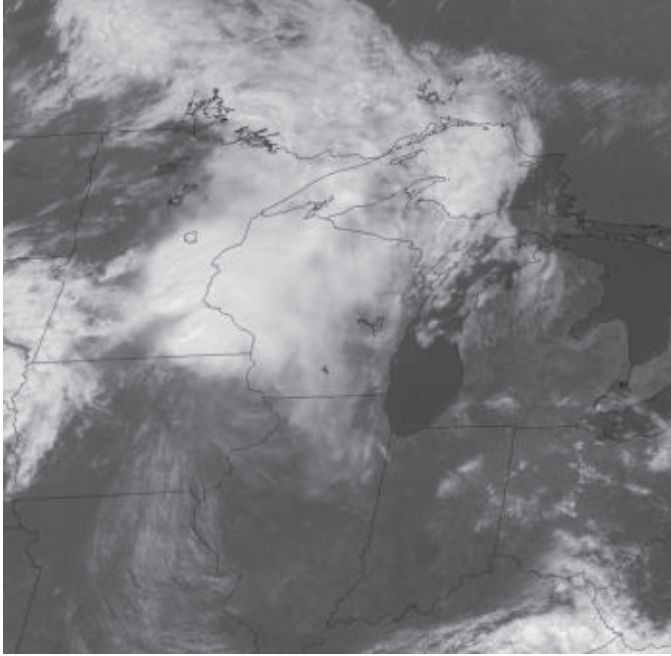
А.



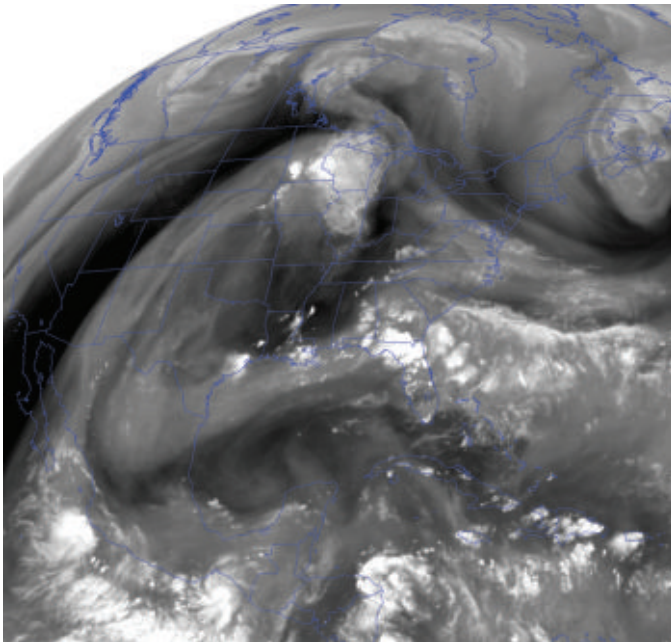
Ә.

▲ **12.14-сурет. Жер серіктің инфра қызыл суреті.** А. 2011 жыл 15 шілдесінде GOES жасаған инфрақызыл сурет. 1 мен 4 сандары аймақтарды белгілеуде (1) бұлтсыз; (2) төмен орналасқан төбесі 2000 метрде болатын бұлттар (кумуляс); (3) 2000 және 6000 метр арасында орналасқан жабын; (4) инфра қызыл сенсор көмегімен анықталған биіктегі, салқын жауын мен найзағай бұлттары. Ә. Бөлік сияқты түсі белсенді инфра қызыл сурет. А. Күңгірт қызыл түс қаз бауыр бұлттарының көтерілгендігін көрсетеді.

Көзге көрінетін бейнелеуді инфрақызыл бейнелеумен салыстыру. Инфра-қызыл бейнелеудің басты артықшылығы – оның күні-түні аспанға таратылған энергияны анықтау қабілетінің болуы. Нәтижесінде, дауылды жауын-шашын қозғалысы 24 сағат бойы бақылауда болады. Көзге көрінетін бейнелер шағылысатын күн сәулесіне мұқтаж болғандықтан, түнде олар қолжетімсіз. Алайда, көзге көрінетін бейнелердің артықшылығы – олардың мүмкін болған кішкене өзгерістерді анықтап көрсететін жоғары анықтылыққа ие болуы. **12.15(А)-сурет** 12.14-суреттегі көзге көрінетін бейненің үлкейтілген түрі болып табылады.



▲ **12.15(А)-сурет. 2011 жыл 15 шілдесінде GOES жасаған жақындатылған сурет.** Бұл көріп тұрған суретте Висконсин ортасы 12.18 және 12.19-суреттердегі сияқты бір уақыт пен күн түсірілген. Бұл сурет жасалған кезде Минесота мен Висконсин штаттарының шекарасында ақ бұлттар себебінен жауын жауып тұрған.



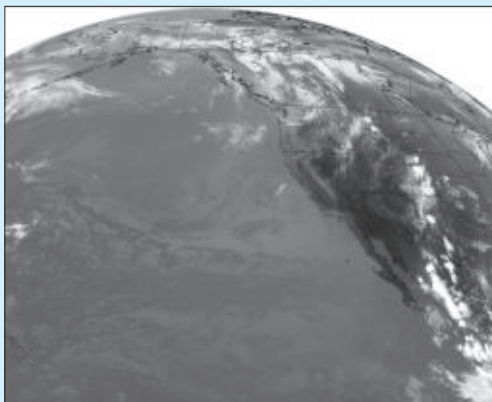
▲ **12.15(Ә)-сурет. 2011 жылдың 15 маусымында жасалған судың булану суреті.** Ақ түс ашық болған сайын атмосферада су буының мөлшері көп деген сөз. Қара аймақтар құрғақ.

Шығыс Миссури мен Айова аймағындағы ашық күнгі ұшпа бұлттарға және Миннесотаның оңтүстік-шығысындағы артып келе жатқан ұшпа-жаңбырлы бұлттардың кедір-бұдырлы шекараларына назар аударыңыз. Көзге көрінетін бейнелер бұлт пішіндерін және орташа ендік циклондар мен құйындар тәрізді дауыл жүйелерін көрсетуде теңдесі жоқ.

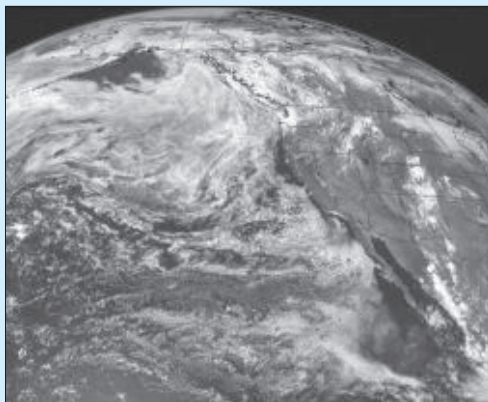
Су буы бейнелері. *Су буы бейнелері* Жермен танысудың басқа бір жолын қамтамасыз етеді. Жерден таралған толқын ұзындығы 6.7 мкм болатын сәуленің басым бөлігі су буымен шығарылады. Серіктер осы тар аймақтағы сәуле таратуды анықтайтын арнайы детекторлармен жабдықталған, олар, негізінен, атмосферадағы су буының шоғырлануын көрсетеді. **12.15(Ә)-суретте** ашық ақ түсті аймақтар жоғарғы су буы шоғырланған аудандарды айқындайды, ал қара түсті аймақтар құрғақтау ауаны көрсетеді. Фронттардың басым көпшілігі әртүрлі ылғалды жағдайларға ие ауа массалары арасында пайда болатындықтан, су буы бейнелері алдыңғы шекараларды анықтауда құнды тәсіл болып табылады.

12.2-атмосфераға шолу

Бұл жер серіктің Солтүстік Американың шығыс жағалауының суреті 2001 жылдың 14 шілдеде жасалған. Біреуі инфрақызыл, ал екіншісі көрінетін жарық ұзындығындағы сурет.



А.



Ә.

Сұрақтар

1. Қай суретте (А не Ә) бұлтты жауын бар және оны анықтау жеңіл?
2. Қайсы сурет инфрақызыл сәулемен жасалған? Қалай түсіндіресің?
3. Ұлы жазықтықтың батысында қандай типті бұлттар кездеседі (Шатқалды таулардан шығысқа қарай ғана)?
4. Тынық мұхитының шығыс бөлігіндегі бұлттар негізінде қандай болып табылады, жоғары биіктік немесе ортадан төмен қарай таралған ба?

Серіктер арқылы жасалатын өзге де өлшемдер

Инновациялық жетістіктер метеорологиялық серіктерді ғарыштан Жерді көздеген жоғарғы технологиялық телекамералардан көбірек жасап шығарды. Кейбір серіктер әртүрлі биіктіктерде температура мен ылғалдылықты өлшеу үшін арнайы жасалған құрылғылармен жабдықталған. Бұл дерекқор басқа да әдіс-тәсілдермен жинақталған

атмосфераның жоғарғы қабатының өлшемдеріне құнды қосымша болып табылады. Басқа серіктер біздерге Жер бедеріндегі және одан жоғары жатқан аймақтың жауын-шашын қарқындылығы мен мөлшерін өлшеуге және мардымсыз қарапайым құралдары ғана бар (тіпті ешқандай өлшеу құралдары да жоқ) аудандардағы желді бақылауға мүмкіндік береді. *тропикалық жауын-шашынды өлшейтін серік (TRMM; 1.1-мәліметтер жинағын қараңыз)* пен жуырда ұшырылған *Бүкіләлемдік жауын-шашынды өлшеу серігінен* алынған бейнелерде серіктер арқылы жасалынған жауын-шашын өлшемдері көрсетілген.

✓ 12.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Серіктер жауын-шашынға әкелетін бұлттарды анықтауға қалай көмектеседі?
- 2 Геоостационарлы серіктердің полярлы-орбиталық серіктерден қандай артықшылығы бар? Бір ғана артықшылықты атаңыз.
- 3 Инфрақызыл бейнелердің көзге көрінетін бейнелерден қандай артықшылығы бар? Бір ғана артықшылықты атаңыз.

12.7 Ауа райы болжамының түрлері

Ауа райы болжамының сапалық және сандық түрлерін салыстырыңыз. 30 және 90 күндік ауа райы болжамын бір-бірінен ажыратыңыз

Көптеген апаттардың ауа райына қатысы бар болғандықтан, ауа райы болжамын жасауды немесе жақындап келе жатқан қауіпті ауа райы жағдайы туралы алдын ала ескертуді синоптиктің ең маңызды кәсіби үлесі ретінде атауға болатын шығар. Мәселен, синоптиктер құйын (торнадо) орын алған кезде, оның ары қарай дамуына ғана емес, сонымен қатар, оның көлемі мен басып өтетін аймағына, қарқындылығына да назар аударады. Құйынның жүріп өтетін жолын болжау үшін оны тудыратын найзағайдың ерекшеліктерін, сонымен бірге, басым желдің табиғатын да ескеру қажет.

Сапалық болжамдардың сандық болжамдардан айырмашылығы

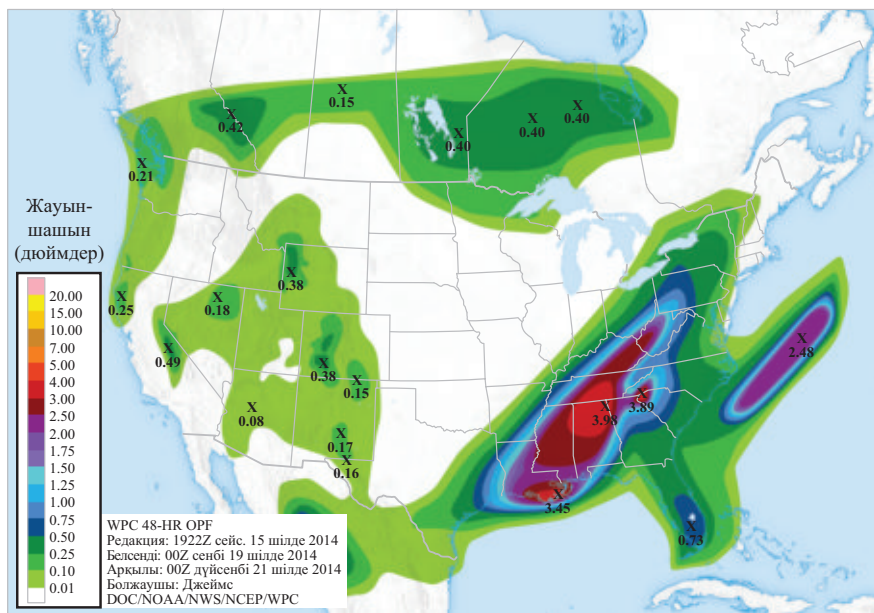
Болжамдардың көпшілігі екі түрде келеді: сапалық немесе сандық.

Сапалық болжам ауа райының бақылауға алынатын, бірақ оңайлықпен өлшенбейтін немесе саналмайтын қырын сипаттайды. Мұндай болжамдардың мысалы мынандай: «таңертең жартылай бұлтты, кейін аспан біртіндеп ашылады»; «күндіз ұйытқымалы жел болады деп күтілуде» және «күн батқан соң жекелеген аймақтарда найзағай соғуы мүмкін». Алайда, сапалық болжамдар оңайлықпен анықталмайды және қоғам үшін ақпарат жағынан өте бай келеді.

Сандық болжам, керісінше, өлшеуге мүмкін болған метеорологиялық дереккорлармен тығыз байланысты. Мысал ретінде, максимум және минимум температуралар берілген ауа райы болжамын айтуға болады. Нақты уақыт аралығында белгілі бір аймақтағы жауын-шашын мөлшерінің көрсетілуі сандық болжамның тағы бір мысалына саяды.

12.16-суретте белгіленген мерзім аралығында аймақта түседі деп күтіліп отырған жауын-шашын мөлшері (дюйммен) берілген **сандық жауын-шашын болжамы (СЖБ)** көрсетілген. Қысқа аралықтарда жауын-шашын айтарлықтай өзгере алатындықтан, әсіресе

найзағай кезінде, бұл болжамдар берілген аймақ үшін орташа көрсеткіштер болып табылады. 12.17-суретте берілген картада X әрпімен жауын-шашын ең көп мөлшерде түседі деп күтілген аймақтары бар 48 сағаттық мерзімге арналған болжам бейнеленген. ҰАҚ тарапынан берілетін көпшілік болжамдар тәрізді, жауын-шашын болжамдарын ғаламтор желісінен қажетті болған ауа райы болжамын іздеу арқылы оңайлықпен табуға болады.



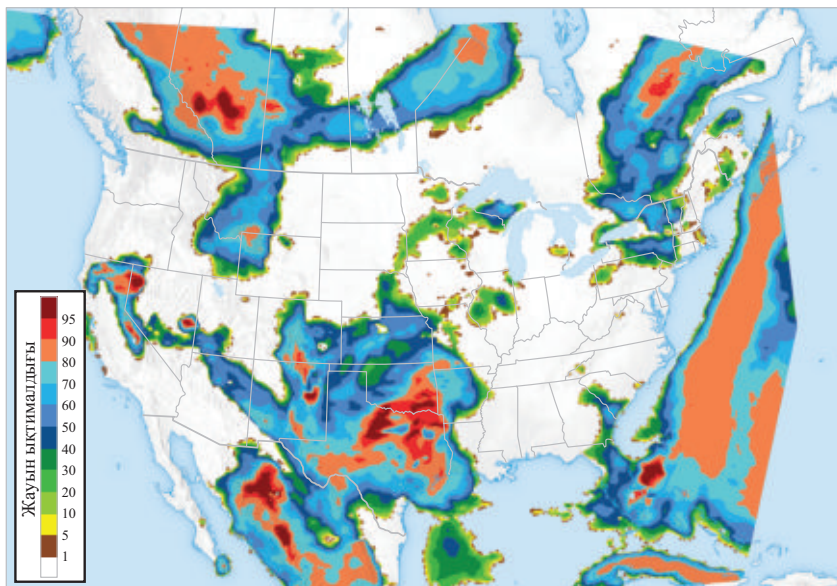
▲ 12.16-сурет. Жауын-шашынның сандық болжамы (QPF). Бұл QPF 48 сағат ішінде мүмкін болатын жауын-шашын мөлшер көрсеткен. Жауын-шашын мөлшері қысқа ара қашықтыққа арналған, әсіресе найзағай уақытында, сондықтан бұл болжамдар орташа мәнде келтірілген. Жауын көп жауатын (дюйммен) аймақтар X-пен белгіленген.

Пайыздық ықтималдылық ретінде берілетін ҰАҚ тарапынан ұсынылатын жалғыз болжам – жауын-шашындар болып табылады. Мұндай болжамдар

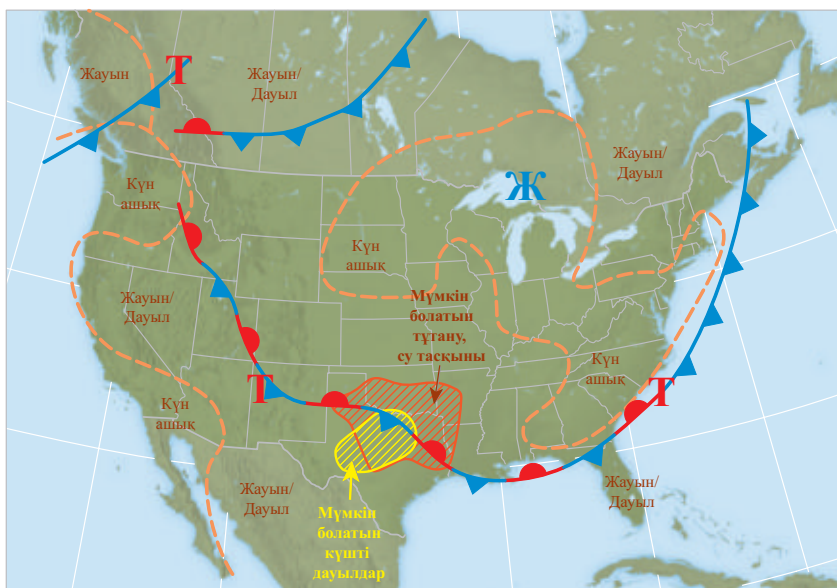
Жауын-шашын ықтималдылығы (ЖШЫ) деп аталып, келесі формада беріледі: «жаңбыр жауу ықтималдылығы 40 пайыз» немесе «. . . найзағай соғу ықтималдылығы 40 пайыз». 40 пайыз нені білдіреді? Уақыттың 40 пайызы жаңбырлы болады деген сөз бе, әлде, болжам жасалып отырған аймақтың 40 пайыздан аса бөлігіне жаңбыр жауады дегені ме? Екеуі де емес. ЖШЫ кез келген нақты аймақта болжам жасалып отырған төңірек шеңберінде жауын-шашын түсу ықтималдылығын сипаттайды. ЖШЫ былайша анықталады: $ЖШЫ = (C \times A) \times 100$ пайыз, бұл жердегі C болжам жасалып отырған төңіректің *бір жерінде* жауын-шашын түсуіне қатысты *сенімділікті* көрсетсе, ал A болса, жауын-шашын түскен жағдайда, өлшенетін жауын-шашын түсетін *аймақтың пайызы* болып табылады.

Мысалы, егер синоптик болжам жасалып отырған төңіректе жауын-шашын ықтималдылығы 50 пайыз екендігіне және жаңбыр жауған жағдайда, төңіректің 80 пайызынан астам бөлігіне өлшенетін жауын-шашын түсетініне сенімділік танытса, ЖШЫ (жаңбырдың өзгерісі) 40 пайызды құрайды ($ЖШЫ = (.5 \times .8) \times 100$ пайыз = 40 пайыз). ҰАҚ бұл көрсеткішті болжам жасалып отырған төңіректің кез келген жеріне түсетін

жауын-шашынға қатысты 40 пайыз ықтималдылық деп түсіндіреді. «Жаңбырға қатысты 40 пайыз ықтималдылықты» түсіндірудің тағы жолы – «орташа алғанда, аймақтың барлық жерлерінде болжам жасалып отырған мерзім (әдетте 12 сағат) аралығында, жаңбырдың жауу ықтималдылығы 40 пайыз».



А.



Ә.

▲ **12.17-сурет.** А. Келесі 6 сағатта солтүстік-шығыс Техас аймағында орын алатын жауын-шашынның үлкен ықтималдылығына назар аударыңыз. Аймақты Ә суреттегі аймақтың сол мерзімімен салыстырыңыз. Ә. Метеорологиялық картада тұтануды ескерту аймағы жауын-шашын картасындағы жоғары ықтималдылықты жауын-шашынға сәйкес келеді.

12.17(А)-суретте көрсетілгендей, ҰАҚ жауын-шашын болжамы ықтималдылығының 6 және 24 сағаттық мерзімге арналған құрлықтық АҚШ пен оны жағалай орналасқан аймақтарға қатысты тағы бір түрін береді. Техастың солтүстік-шығысы мен оған іргелес жатқан штаттарына келесі 6 сағат ішінде жауын-шашын түсу ықтималдылығы жоғары екендігіне назар салыңыз. Бұл аймақты **12.17(Ә)-суретіндегі** синоптикалық картада сол күні су тасқыны қаупі жарияланған ауданмен салыстырыңыз. Су тасқыны қаупі жарияланған аудан картада жауын-шашын түсу бойынша жоғары ықтималдылықты көрсетіп отырған аймаққа сәйкес келеді.

Қысқа және орташа аралыққа арналған болжамдар

Синоптиктердің қандай құралдарды қолданатындығы көбіне күтіліп отырған болжамның ауқымына немесе болжамның қанша уақыт аралығына арналғандығына байланысты келеді. ҰАҚ уақытқа негізделген ауа райы болжамын былайша анықтайды: 48 сағатқа дейін (2 күн) жалғасқан қысқа аралыққа арналған болжамдар; шамамен 3-тен 7 күнге дейінгі мерзімді қамтитын орташа аралыққа арналған болжамдар; 7 күннен шектеусіз мерзімге созылған ұзақ аралыққа арналған болжамдар.

Алдын айтып кеткендей, наукастинг – шамамен 6 сағатқа берілетін ең қысқа аралыққа арналған болжам болып табылады. Болжамның бұл түріне сандық болжау тәсілдері арқылы алдын ала болжауға келмейтін торнадо, найзағай мен күшті ауа ағыны араласқан ауа райы құбылыстарын болжау жатады. Аталған қысқа аралыққа арналған болжамдарды жасау үшін метеорологтар жер беткейіндегі ауа райы жағдайына, метеолокатор мен серіктерден алынған бейнелерге сүйенеді.

Осы шақтан 2 күнге дейін жалғасатын қысқа аралыққа арналған болжамдар сандық болжау амал-тәсілдеріне негізделген. Бұдан алдын біз синоптиктердің әдетте өз білімдерін қалай қолданатынын және сандық болжамдарды жетілдіру жолында әртүрлі тәжірибелер өткізіп жүргендігін айтқан болатынбыз. Олар, сонымен бірге, болжам жасалатын аймақтың орташа климаттық жағдайларын, болуы мүмкін микроклиматтары мен жергілікті географиялық өзгерістерін ескеруі тиіс. Мәселен, жартасты тау етегінде орналасқан Денвер осы таудың дәл ортасындағы Аспенге қарағанда, екеуі де болжам жасалатын бір ауданда орналасқандығына қарамастан, ауа райы жағынан мүлдем өзгеше келеді.

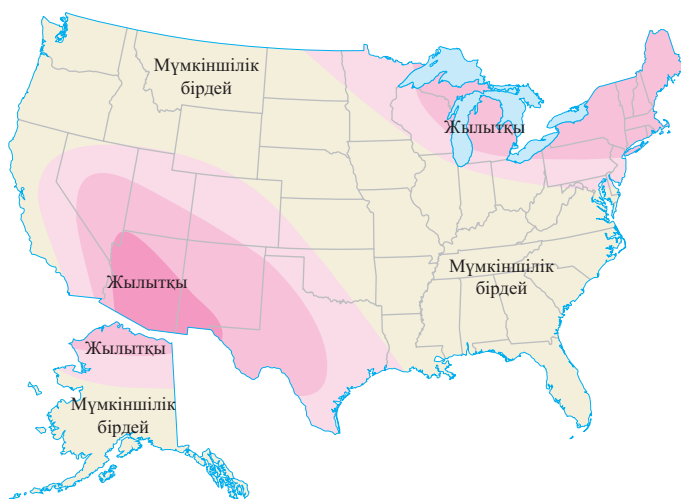
Сандық модельдер орташа аралыққа (3-тен 7 күнге дейін) арналған болжамдар жа-сауда құнды екендігін дәлелдеді. Өзіңізге белгілі болғандай, бұл болжамдар қысқа аралыққа арналған болжамдар тәрізді сенімді бола алмайды, бірақ олардың айтарлықтай жетілдірілгені соншалық, ҰАҚ алдағы уақытта орташа аралыққа арналған болжамдарды 10 күнге дейін созуды қарастыруды.

Ұзақ аралыққа арналған болжамдар

2 аптаға дейін ұзақ аралыққа арналған болжамдар ҰАҚ қарасты **Климатты болжау орталығы (КБО)** тарапынан беріледі. Бұл болжамдар сандық және статистикалық болжамдардың қосындысына сүйенеді. КБО, сонымен бірге, 30 және 90 күндік шамамен алынған болжамдар деп аталынатын температура мен жауын-шашынға арналған айлық және маусымдық (3 ай) метеорологиялық карта жасауға жауапты. Бұлар әдеттегі ауа райы болжамы қатарына жатпайды; керісінше, олар елдің белгілі бір ауданында қалыпты мөлшерден құрғағырақ немесе ылғалдырақ, салқынырақ немесе жылылырақ болып-болмайтыны туралы мәлімет ұсынады.

13 серия, 90 күндік болжамдар арасына 1 ай салып беріледі. Серия алдағы 3 ай – мәселен, қыркүйек, қазан және қараша айларына арналған болжамдардан басталады. Енді,

бұдан бөлек бір ай кейін басталатын мерзімге арналған (қазан, қараша және желтоқсан) 90 күндік болжам жасалады. **12.18-суретте** 2011 жылы қыркүйек, қазан және қараша айларындағы температура мен жауын-шашын өзгерістеріне жасалған 90 күндік болжам көрсетілген. Осы мерзімге арналған температура болжамы АҚШ-тың оңтүстік-батыс, солтүстік-орталық және солтүстік-шығыс аймақтарының көп бөлігі әдеттен тыс жылырақ болатынын жорамалдайды (**12.18(A)-сурет**). Елдің басқа бөлігі «бірдей көрсеткіштер» аймағы ретінде белгіленіп, қандай да бір климаттық өзгерістер қалыпты мөлшерден жоғары не төмен болмайтындығын көрсетеді. **12.18(Ә)-суретте** көрсетілген жауын-шашын болжамы Канзас, Небраска және Оңтүстік Дакота аймақтарының көп бөлігінде қалыпты мөлшерден ығалдырақ, ал Оңтүстік-батыс Техастан оңтүстік-шығыс Аризонаға қарай құрғағырақ болатындығын береді.



A.



Ә.

▲ **12.18-сурет. Кеңейтілген ауа райы болжам картасы (90 күн алға).** Бұл картада температура (A) және жауын жауу мөлшері (Ә) 2011 жылдың қыркүйек, қазан, қарашасы бейнеленген. «Тепе тең мүмкіндік» климаттық дабыл қалыпты жағдайдан төмен не жоғары болатынын көрсетеді.

Осы үлгідегі айлық және маусымдық болжамдар әртүрлі өлшемдерді қолдану арқылы жасалады. Метеорологтар әр ауданның климатологиясын, яғни, 30 жылдық температура мен жауын-шашынның орташа өзгерісін ескереді. Қысты күні басып қалатын қар мен мұз және үздіксіз жаз мезгіліндегі жердің құрғақ не ылғал болуы да есепке алынады. Синоптиктер ағымдағы температура мен жауын-шашын жүйесін де назарда ұстайды. Мәселен, 2011 жылы бойы және оның алдыңғы жылдары, АҚШ-тың оңтүстік-батыс бөлігі қалыпты мөлшерден төмен жауын-шашынды бастан кешірді. Климатологиялық дерекқорға негізінде, осы жағдайларды тудырып отырған ауа райы факторлары кенеттен өзгергенге қарағанда біртіндеп қалыпты мөлшер көрсеткішіне қарай ығысып отыруға бейім келеді. Осылайша, синоптиктер бұл қалыпты мөлшерден төмен көрсеткіштің 2012 жылдың алғашқы айларында да сақталатынына болжам жасады.

Соңғы уақытта, Тынық мұхитының экваторлық бөлігіндегі теңіз беткейі температура-сы әлемнің әртүрлі аймақтарындағы температура мен жауын-шашынды болжауда, әсіресе, қыс мезгілінде құнды саналады.

Жетілдірілген маусымдық болжамдарға қарамастан, ұзақ аралыққа арналған болжамдардың дәлдігі қуандыра қоймайды. Алайда, қыстың және жаздың соңына қарай айтарлықтай дәлдікке қол жеткізуге болады. Ал ауа райы қатты құбыла бастайтын «өтпелі айларға» арналған болжамдардың дәлдігі өте аз келеді.

Бақылау және ескерту

ҰАҚ болуы мүмкін қауіпті ауарайы құбылысы жөнінде халықты хабардар ету мақсатында *бақылаулар* мен *ескертулер* жариялайды. **Бақылау** дегеніміз қауіпті ауа райы құбылысының орын алуына қолайлы келетін жағдайлар және тұрғындардың одан хабардар болып, әрекет етуге дайын болуы керек. Ал, **ескерту** – қауіпті ауа райы құбылысының дамып, белгілі бір аймақта болып жатқандығын немесе оған қарай қозғалып келе жатқандығын білдіреді. Қатты найзағай, торнадо және су тасқыны тәрізді өте тез қозғалатын құбылыстардың әрекет ету уақыты өте қысқа келеді, сондықтан, дереу баспана табу ұсынылады. Құйынды жел туралы ескерту де халықты қауіпсіз аймаққа эвакуациялау немесе көшіру дегенді білдіреді.

Оклахома штаты, Нормандағы **дауылды болжау орталығы (ДБО)** найзағай, торнадо, бұршақ және өрт тәрізді қатал ауа райы құбылыстарын болжауда басты жауапкершілікті өзіне алады. Мүмкін болған жағдайда, қатал ауа райы құбылысы болуы мүмкін аймақтарға «болжамдар» жорамалданған күннен бір күн алдын беріледі. Кейін ДБО қатал ауа райы құбылысының дамуын бақылайтын метеолокатормен жабдықталған жергілікті ҰАҚ-ң бөлімшелерімен бірлесе жұмыс істейді. Ескерту жарияламас бұрын, ҰАҚ қатал ауа райы құбылысының шын мәнісінде орын алуына қатысты салыстырмалы түрде сенімді болуды қалайды. Бұған көмектесу үшін, SKYWARN деп аталатын еріктілер бағдарламасы 1970 жылдары жасалды. Мыңдаған еріктілер аймақта болып жатқан жағдай жөнінде ақпаратпен қамтамасыз ететін және қатал ауа райы құбылысының қозғалысын жеткізіп отыратын бақылаушылар ретінде еңбек етеді. Осындай мәліметтердің бірі түскен кезде, ҰАҚ ауа райы туралы радио арқылы ескерту жариялайды және қауіпті аймақтағы халықтың аمانдығына жауапты мемлекеттік өкілетті органдармен, сондай-ақ, жеке-меншік секторлармен байланысады.

Атлантика, Кариб аралы мен шығыс Тынық мұхиты аймақтарындағы тропикалық дауылдарды байқау мен бақылауда ұстау – Флорида штаты Маямидегі **үлттық құйын орталығының (ҰҚО)** міндеті. Теңіз шығанағы мен атлантикалық жағалау бойындағы

халық санының өсуі және де кейбір аймақтарды 24 сағат бойы эвакуация жөнінде ескерту жасап отыру ҰҚО-на маңызды мәселе болып табылады. Сонымен бірге, материкке жетуі қиындатылған жағалық аймақта немесе тосқауыл аралда орналасқан адамдарды көшіру үшін қосымша уақыт қажет.

✓ 12.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Сандық болжам сапалық болжамнан қалай ерекшеленеді?
- 2 Ауа райы құбылысын бақылау мен ескерту арасындағы айырмашылықты түсіндіріңіз.
- 3 Торнадо мен құйын туралы ескертудің бір-бірінен айырмашылығын сипаттаңыз.
- 4 Ұзақ аралыққа арналған (айлық) синоптикалық картада қандай екі элемент болжанады?

12.8 Ауа райын болжаушының рөлі

Ауа райын интерактивті өңдеудің кеңейтілген жүйесін (AWIPS) сипаттау мен жергілікті ауа райын болжаушы кеңселерге қалай көмек беретінін түсіндіру.

Өте жылдам жұмыс жасайтын компьютерлердің жаңа моделдерінің жыл сайын пайда болатынына және жетілгендігінің барлығына қарамастан, белгілі аймаққа қатысты сандық ақпараттар жақын және болашақтағы ауа райы жайлы тек жартылай ғана мәлімдеме береді. Метеоролог маман өзінің білімі мен тәжірибесіне сүйене отырып қысқа мерзімді ауа райын болжауда маңызды рөл атқарады.

Болжау құралдары

Жергілікті ауа райын бақылау мен оның салдарынан халықты алдын ала ескертіп, қорғау – Ұлттық ауа райы қызметі мен оның көптеген филиалдарының жұмысы. ҰАҚ бұл бөлімнің басында айтылған синоптикалық мәліметтерді жер серіктің және көптеген сандық есептеуіштерден алынған ақпараттарды өңдеу арқылы алады.

Жергілікті ауа райын болжау қызметінің ауа райын болжаушылары сандық ақпараттарды модификациялап, жергілікті жағдайға бейімдеп өңдеу арқылы ауа райы болжамын жасайды. Болжаушы климаттық аймаққа тән кіші аймақты жергілікті микроклиматты ескеруі керек. Бұл жағдай Калифорния, Напа алқабында байқалады: шарап шығарушы аймақ, бұл жазықтықтың оңтүстік бөлігі Сан Пабло шығанағының салқын суымен шайылып жатқандықтан салқын; Напа алқабының оңтүстік беткейі солтүстік беткейімен салыстырғанда күн көбірек түсетіндіктен жылырақ; бұл жүйе тривиалды болып көрінгенімен, жүзім өсіруде маңызды рөл атқарады.

Болжаудың алдында әртүрлі дерек көздерінен алынған сандық мәлімет жатады, қысқа мерзімді нақты ауа райын болжау үшін әрбірін қай жерде қалайша қолдану керектігін айқын түсініп болжам жасау керек. Мысалы, ауа райын болжаушы олардың аумағында төменгі температура сәйкестігін немесе нақты жағдайдан төмендігін көреді. Сондықтан ауа райын болжаушы бірінші модель анықтаған төменгі температура 45°F және екінші модель көрсеткен ең минимал температура 47°F болса, ауа райының көрсеткіші ретінде

47°F сенімді көрсете алады. Басқа жағдайда, моделдердің көрсеткіштері арасында айырмашылық болмағанда болжаушы көрсеткіштерді ортақтандырып көрсете алады.

Ауа райын интерактивті өңдеудің кеңейтілген жүйесі (AWIPS) деп үлкен көлемді ауа райы мәселелерін шешуге арналған жергілікті болжау кеңселерінде орналасқан компьютерлік жүйені атайды. AWIPS ақпаратты өңдеу, көрсету мен барлық бақылау көздерінен (радарлар, жер серіктің ақпараты) алынған ақпараттарды бір жерге жинақтап береді. AWIPS жұмыс үстелі үш графикалық монитордан және мәтіндік файлдармен жұмыс істеуге арналған бір не бірнеше дербес компьютерлерден құралған. Дербес компьютер ғаламтор мен поштаға қолжетімділік үшін, текстік файлдарды қарау мен өзге ауа райын болжаушылармен байланысу үшін қажет. AWIPS-тің үш монитору бір ЭВМ-ге қосылып шақты ауа райының әртүрлі ақпаратын көрсететін жұмыс үстеліне бөліне алады. Ауа райын болжаушылар бұл жүйені келесі ақпараттарды талдау мен өңдеуге қолданады:

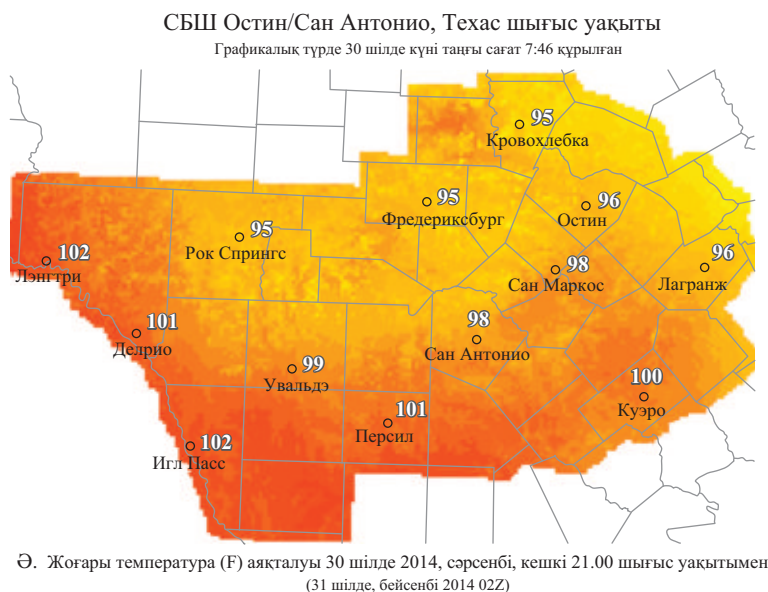
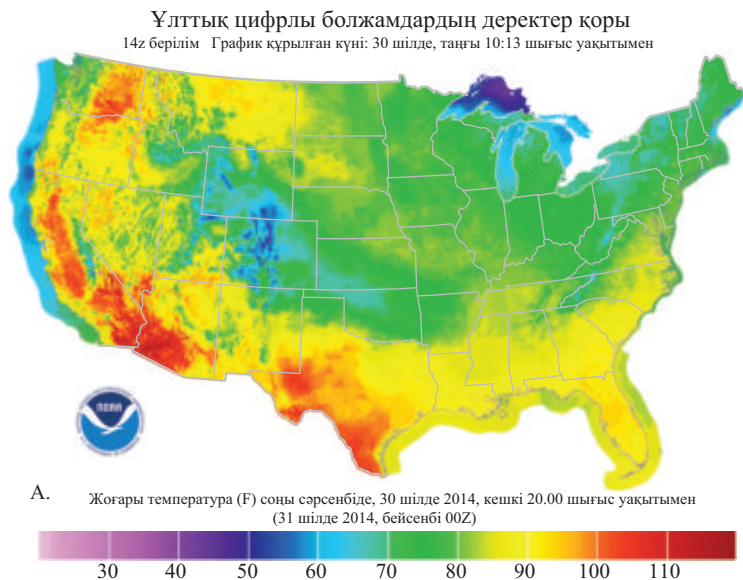
- Ауа райын сандық болжау
- Доплер радарының (WSR-88D) көрсеткіштері, оған қоса қос поляризациялық радар GOES ақпараттары
- Жер бетінің автоматтандырылған ақпарат жинақтаушы жүйесінен алынған ақпарат (ASOS)
- Орталық дауылдар орталығы мен дауылды ескерту орталықтарының ауа райы ақпараты
- Жақын аймақта орналасқан жоғарыдағы радиозондтардың ақпараты
- Жер беті мен жоғарғы қабат ауа райы карталарынан алынатын ақпараттар.

Жергілікті ауа райын болжау қызметтерінде бірнеше AWIPS жүйесі орнатылған. AWIPS II жаңа жүйесі қазіргі кезде ауа райын болжаушыларға ауа райын болжауда кеңейтілген мүмкіндіктер беруде.

AWIPS қолдану кезінде ауа райын болжаушы сандық және өзге де болжау ақпараттарын импорттау үшін Интерактивті дайындаушы жүйе (IFPS) және Ауа райын графикалық өңдеуші (GFE) бағдарламаларын қолданады. Кейін IFPS/GFE құралдарын қолдану арқылы ауа райын болжаушы әрбір жағдайға тиісті ережелерге байланысты ауа райы болжамын басқарады. Ауа райын қалыптастыруда көптеген жағдайлар әсер етеді, ең жоғарғы және ең төменгі температура, ылғалдылық мөлшері, бұлт жамылғысы, желдің жылдамдығы мен бағыты.

Ауа райын болжаушы модификацияларының дұрыстығына көз жеткізгенде компьютер IFPS/GFE құралдарын қолдана отырып, ауа райының болжамын жасап береді. Аталған текстік ауа райы жайлы ақпарат ғаламторға тарайды. Құрама Штаттарға арналған ауа райының графикалық кескіні аймақтық және жергілікті ақпараты онлайн режимде “NWS (Ұлттық ауа райы қызметі) графикалық ауа райы болжамында” қолжетімді. **12.19-суретте** 2014 жылдың 30 шілдесіндегі қарапайым ауа райы, жалпы Құрама Штаттарда және Техастың Аустин/Сан Антонио аймағында мүмкін болатын ең жоғарғы температура көрсетіліп тұр.

Бұл сурет автоматты түрде мәтінге көшіріліп сайттарда жарияланады және компьютермен жасалған дауыс радиодан ауа райы болжамын айтады. Бұл үдерістің тиімділігі – ауа райы болжамы жасалған уақыттан бастап немесе қауіптілікті ескерту арасындағы уақыт азаяды. AWIPS бұл үдерісті басқарады.



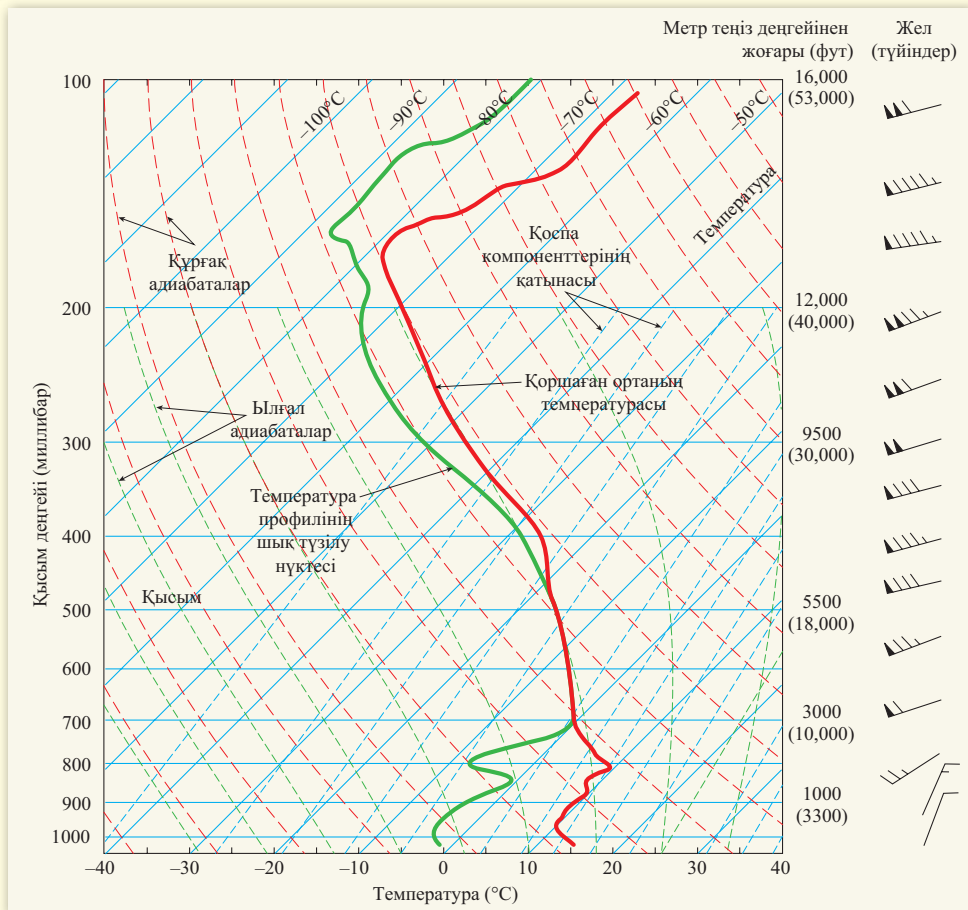
▲ 12.19-сурет. Күннің максимал температурасын болжау сызбасы. А. Құрама Штаттардың континентальдық 2014 жылдың 31 шілдесіне арналған ауа райы болжамы Ә. Дәл сол күнге арналған Техастың Аустин/Сан Антониосының күнінің максимал температурасы.

Атмосфераның потенциал тұрақсыздығын бағалау. Жоғарыда аталған ауа райын бақылаудың ақпараттарын, ауа райын болжаушы радиозондтар арқылы жиналған жоғарғы қабат ақпараттарын (зондтау) диаграммаға нүкте түрінде белгілейді. Бұл бағана, **термодинамикалық диаграмма** деп аталады, уақыт пен аймаққа байланысты температураның вертикаль көрсеткіштерін және атмосфераның шық түзілу нүктесі туралы ақпаратты көрсетеді. Ең жиі қолданылатын термодинамикалық диаграмма **Т-қисығы/**

Log P диаграммасы, немесе қарапайым **T-қисығы 12.1-мәліметтер жинағында** көрсетілген. Әдетте T-қисығы диаграммасы түсініксіз болып көрінгенмен және қолдану үшін тәжірибені қажет ететіндігімен ауа райының жиі өзгерісі мен атмосфералық тұрақсыздықты сипаттауда өте ыңғайлы болып келеді.

12.1-мәліметтер жинағы

Термодинамикалық диаграмма



▲ **12(A)-сурет. Термодинамикалық диаграмма.** Ауа райын болжаушылар жоғарғы бөліктегі радиозондтар көмегімен жинақталған ауа қозғалысы мәліметтерін T-қисығы/P немесе жай ғана T-қисығы деп аталатын термодинамикалық диаграммаға бейнелейді. Уақыт пен мекен бөлігіне арналған ауаның вертикаль профилі мен шық түзілу нүктесін көрсетеді.

Термодинамикалық диаграмма радиозонд көмегімен жинақталған жоғарғы қабат ауасының жағдайы мәліметтерін ауа райы болжаушылары белгілеп және талдау жасауға арналған. Уақыт пен мекеннің бөлігіне арналған ауаның вертикаль профилі мен шық түзілу нүктесін көрсетеді. **12(A)-суретте** көрсетілген термодинамикалық диаграмма ҰАҚ (NWS) қолданатынға ұқсайды, T-қисығы/P диаграммасы немесе жай ғана T-қисығы деп аталады. 12(A)-суретіндегі T-қисығы

түзілу температурасы (жасыл сызық) Т-қисығы диаграммасында көрсетілген. Бұл суретте жер бетінен 100 мбар деңгейіне дейін көрсетілген. Шық түзілу температурасы мен температура сызықтары бір-бірімен бөлінбей тұрып 700 мбар мен 500 мбар-дан жоғарырақ арада жанасады. Ауа температурасы мен шық түзілу температурасы бірдей болғанда ауа конденсацияланып, бұлттар түзілетінін естеріңе сала кетейік. Бұл радиозонд суреті Ошкош үстінде 700 мбар мен 440 мбар деңгейінде бұлттар бар екенін көрсетуде.

Әдетте Т-қисығы күрделі болып көрінгенмен және оларды қолдану үшін тәжірибе қажет ететіндігіне қарамастан, ол күрделі ауа райы құбылыстары мен қалың жауын бұлттары немесе ауа райының өзгерісіне әкеліп соғатын атмосфералық құбылыстарды болжауға ыңғайлы. *Терең* деген термин Жер бетіне жақын басталып тропосфераның үстіне дейін баратын конвекцияны (негізінен, жоғары бағытталғанын сипаттайды, бірақ төмен бағытталғаны да маңызды компонент) анықтайды.

12(Ә)-суретте Т-қисығында гипотетикалық шық нүктесі мен температураның радиозондтауы белгіленген. Бұл мәліметтерді пайдалана отырып *көтеріліп* жатқан ауа бөлігінің қоршаған атмосфераның температурасынан жылырақ екенін анықтап атмосфераның тұрақтылығын (не тұрақсыздығын) бақылаймыз. Біздің болжауымыз бойынша Жер бетіне жақын орналасқан ауа бөлігі 30°C және ол жылы не салқын ауа фронты әсерінен жоғары көтерілді. Күлгін сызық көтерілген ауа бөлігінің температурасын белгілейді, жер бетінен басталады және пунктирлі қызыл сызыққа параллель жүреді. Бұл екі линия құрғақ адиабатамен салқындатылып отырған соң параллель болып келеді.

800 мбар деңгейден төмен биіктікте күлгін сызық бұл түзілетін конденсация линиясын қиып өтеді, ол диаграммада LCL деп белгіленген. LCL-ден жоғары күлгін сызық пунктирлі жасыл сызықпен параллель жатады (қаныққан ауаның ылғал адиабатасының төменгі шегі). 650 мбар деңгейде күлгін сызық радиозондталған температура қисығын (қызыл сызық) қиып өтеді. Осылайша 650 мбар деңгейден жоғары ауа бөлігі айналадағы (қоршаған орта) ауа температурасынан жылырақ (тығыздығы аз) болып өзінің қалқымалығы есебінен көтеріледі. Бұл деңгей *еркін конвекция деңгейі* (LFC) деп аталады. Тұрақсыздық пен еркін конвекция аймағы көтеріліп келе жатқан ауа температурасының 200 мбар деңгейдегі радиозондталған температураны (қызыл сызық) кесіп өткенге дейін жалғасады. Бұл биіктікте көтерілген ауа бөлігі температурасы айналасындағы ауа температурасымен теңеседі де, өзінің қалқымалығын жоғалтады. Бұл деңгей *теңесу деңгейі* (*eCұрақ, uilibrium level -EL*) деп аталады да, теориялық тұрғыда найзағай деңгейі болып есептеледі. Соған қарамастан, терең конвекция бұлттардың төбесінің теңесу деңгейінен асқандарының қайта құрылуына алып келеді.

12(Ә)-суреттен қорытынды жасай отырып, біз радиозондтау терең конвекция потенциалын көрсетеді деп айтамыз. Егер потенциалды түрде тұрақсыз ауа таудан өткенде не фронтальды шекарамен өткенде көтерілуге мәжбүр болса, онда қатты күн күркіреуін туғызады. Бұл ақпарат түрі ауа райы болжаушы үшін баға жетпес мәнге ие.

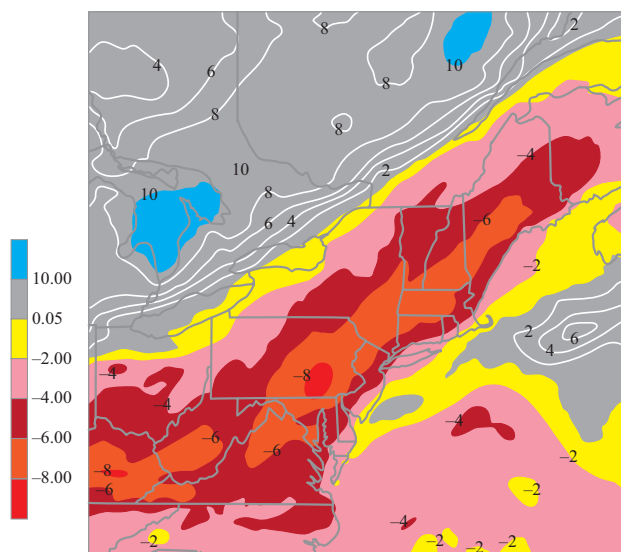
Сұрақтар

1. Ошкош, Висконсин 2012 жылдың 30 сәуіріндегі атмосфераның қандай деңгейінде (метрмен белгіленген) бұлттар пайда болған? Биіктігіне сүйене отырып бұлттардың типін ата?
2. 12(А)-суретте төменгі стратосфераны салыстырмағанда, температура биіктікке қарай төмендейді. Бұл суреттегі тропофазаны табыңдар.
3. 12(Ә)-суретінде көрсетілген еркін конвекция зонасы қаншалықты терең (метрмен)?
4. Тұрақсыздықтың қандай типі 12(Ә)-суретте көрсетілген?

Потенциал тұрақсыздықты көрсетудің екі жолы *жоғарғы индекс* пен *K-индекс* бар. Жоғарғы индекс Жер бетінен 500-миллибар деңгейіне көтерілген ауа бөлігінің гипотетикалық түзілген саны, содан кейін жоғарғы қабаттағы ауа температурасы. Жоғарғы индекстің *төменгі* көрсеткіші, нақты аймаққа *көбірек қолданылады (12.20-сурет)*. Бұл индекс ауа райының қауіпті құбылыстарын болжауда маңызды.

Алайда жоғарғы индекс пен K-индекс ұқсас болғанымен ол көбінесе найзағай мен көп мөлшердегі жауын алып келетін ауа массасын болжауда қолданылады, бірақ бұл қиын ауа райымен байланыстырылмайды.

K-индекс қоршаған ортаның жағдайы, атмосфераның төменгі бөлігіндегі ылғал мөлшері мен оның вертикаль көлемде таралуын қарастырады. K-индекс әдетте мүмкін болатын су басуды сипаттайды; жоғары көрсеткіші су басуының жоғары мүмкіндігі бар екенін көрсетеді.



▲ **12.20-сурет. Жоғарғы индексі.** Жер бетінен 500 мбар деңгейіне дейін ауа бөлігін көтеруге кететін гипотетикалық түзілген сан, содан кейін ол температураны қоршаған орта мен жоғарғы қабатты салыстырады. Жоғарғы индекстің көрсеткіші төмен болған сайын сол жердің атмосферасы тұрақсыз болады. Көрсеткіш -4 не төмен болса (қызылдың түстерімен белгіленген) күн күркіреуін тудыратын ауа тұрақсыздығын көрсетеді. Керісінше, көрсеткіш 10-нан жоғары болса (көкпен көрсетілген) өте тұрақты болады.

Ауа райын болжауда Алтын ережені қолданады

Болжаушының негізгі мақсаты – NWS сипаттауда қолданатын негіз болатын MOS ауа райын болжауды жақсарту. Естеріңе сала кетейік, MOS ауа райын болжауда сандық модель көрсеткіштеріне негіздеп ауа райы болжамын жасайтын құралдарға жатады. Ауа райының әртүрлі элементтерін болжау мақсатына жетудің бірі қарапайым эмпирикалық ережелерді қолдану болып табылады.

Температураны болжау. Ауа райы жағдайы қарапайым жоғарғы және төменгі температураны өлшеуге негізделген, олар сәйкесінше, тал түсте және таңертең ерте болады. Егер үш түрлі ауа райын болжаушы модельдер ертеңгі күнге 71°F , 72°F , және 73°F болса, онда бұл температураны 72°F деп қорықпай болжауға негіз болады. Алайда,

сандық модельдер кейбір жағдайларда температураны жеткіліксіз не асыра есептейді. Температураны болжауда қолданылатын факторлар:

- **Бұлт жамылғысының деңгейі.** Түні бойы бұлттар ұзын толқынды Жер беті радиациясын сіңіріп қайта жерге бағыттайды, сондықтан бұлтсыз кешпен салыстырғанда ертеңгі күні төменгі температура жоғарырақ болады. Күндізгі бұлттар жер бетінің қызуын азайтып, болжанғаннан төмен температура болуына әкеледі. Ашық аспан, басқа жағынан, күн радиациясының Жер бетіне жетуіне, соның салдарынан максимум температураның жоғары болуына әкеледі. Жер серіктің суреттерін бұлттардың болжалған температураға әсерін анықтауда қолдануға болады.
- **Адвекция.** Жер беті картасы желдің қайдан соғып тұрған бағытын көрсетеді (басыңқы бағыты). Басыңқы салқын, құрғақ ауа әрқашан түннің әдеттегіден салқын болуына алып келеді, өйткені салқын ауаның адвекциясы (горизонталь ағын) және ашық аспан радиациялық салқындауға алып келеді. Керісінше жылы ауа адвекциясы түнгі уақыт температурасының әдеттегіден жылы болуына алып келеді. Жоғарғы қабат адвекциясы жоғарғы бөлікте бірдей сер етеді.
- **Қар жамылғысы.** Ұзын толқынды радиацияны қардың жақсы шағылыстыратындығының нтижесінде, ол құрғақ, таза ауамен және өте салқын түнгі температурамен сипатталады.
- **Фронттардың өтуі.** Жылы не салқын ауа фронтының өтуі нақты күннің минимал және максимал температурасына өте қатты әсер етеді. Осылайша, жер беті карталарын зерттеу арқылы фронттың келуін анықтауға болады. Жылы фронт салқын күні түстен кейін келген жағдайда түннің ортасына қарай ауаның салқындауына алып келеді. Керісінше, салқын фронт азанмен келіп күннің максимал температурасына (салқын фронт өткен түннен кейін) алып келуі мүмкін.

Жауын-шашынды болжау температурамен салыстырғанда жауынды болжау қиындау болып келеді. Жауынды болжауда келесі факторларды ескеру керек:

- **Төмен PoP және CҰРАҚ PF.** Сандық болжау модельдері бұлт бар кезде де жауын болуының аз мүмкіншілігін көрсетеді. PoP (Жауын-шашын түсу мүмкіншілігі) 30 % төмен болғанда жауын жаумайды. Сәйкесінше, CҰРАҚ.PF (Жауынды сапалық болжау) төрттен бір дюймнен аз болғанда, болжанған аймақта жауын-шашын мүмкіншілігі төмен болады. Төмен PoP және CҰРАҚ.PF тұрақты көрсеткіштері жауын-шашын болмайтынын көрсетеді.
- **Жауын-шашын уақыты.** Жауын жауу уақыты үнемі салқын фронттың *өту уақытымен* байланыстырылады, ал жылы фронтқа байланысты жауын ол *өткенге дейін* болады. Ауа райы радары фронттың не найзағайлы жауынның болжамалы аймаққа қандай жылдамдықпен және қашан келетінін, жауынның басы мен аяғын болжауда маңызды. Жазғы аймақтық найзағайлы жауындар көбінесе түстен кейінгі уақытта болады, бұл кезде күннің қыздыруы ең интенсивті. Тау және теңіз желі күннің ең жылы уақытында болады, таулы және жағалау аумағында жауын-шашын уақытын азайтады.
- **Жауын-шашын мөлшері** әдетте дауыл тәріздес ақырын жылжып жатқан фронт кезінде не қозғалмайтын фронтта көп болады. Фронталды жауын мөлшері жоғары қабатты күн қыздыруы ең көп болатын түстен кейін не кешке көп болады. Температураның шық түзілу нүктесі ауаның булану мөлшерін сипаттайды, ол фронтпен жоғары көтеріліп: жоғары ылғалды ауа қалың бұлттар түзіп құйып жауатын жауындарға әкеледі.

Қосымша алтын ережені күнделікті температура өзгерісінде 3.4-бөлімде және 4.8-бөлімде тұрақтылықты түсінуде қолдану ауа райын болжауды жақсартуға болатыны көрсетілген.

✓ 12.8 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауа райын болжаушы адамның ауа райы болжамын жасаудағы рөлін сипатта.
- 2 AWIPS-ті түсіндір және қысқаша ауа райын болжаушы қызметтің ауа райы болжаушылары оны қалай қолданатынын сипаттап бер.
- 3 Қандай ауа райы құбылысы жоғарғы индекс болады және болжауда қалай қолданылады?
- 4 Көп бұл болуы минимум және максимум температураға қалай әсер ететінін сипатта.

12.9 Болжаудың нақтылығы

Ауа райын болжауда нақты болжамдардың пайызы үнемі жақсы көрсеткіш болып табылмайтынын, болжау шеберлігін түсіндіру.

Ауа райын болжаудағы *болжаушы шеберлігі* нақтылы ауа райы құбылысын болжау әдісіне өлшенеді. **Болжаушы шеберлігі** нақты болжау әдісін (немесе болжаушының) ауа райын болжауының стандартты техникасын жақсартуда, *климатология* сияқты сипатталады. Климатологияның мысалы ретінде Иллиноис штаты Пеорияда 2014 жылғы 28 маусымында температура 85°F деп осы дата мен орынға сәйкес тарихи қайталанатын жыл сайынғы орташаны алып айтса болады (*Ескерту*: Бұл жерде осы уақытта нақты температура 76°F болды). Мінсіз нәтиже ретінде климатологқа болжаушы шеберлігі көрсеткіші 1.0 деген бағаға тең болады.

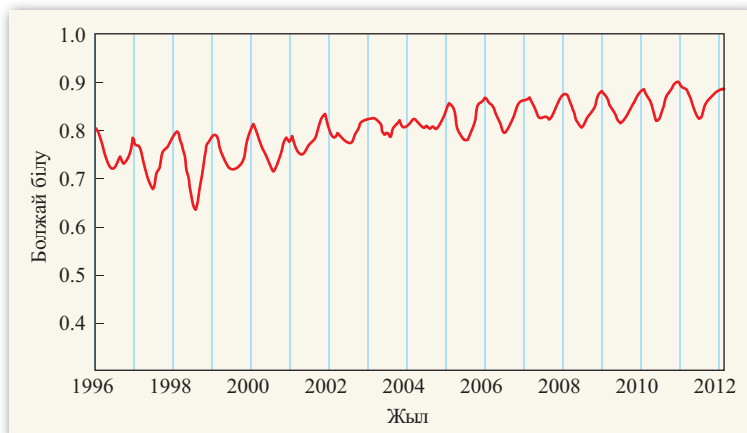
Болжаушы шеберлігін анықтаған кезде нақты табылған ауа райы пайыздары жалғыз көрсеткіш болмайды. Мысалы, Лос Анжелесте есептелінетін жауын мөлшері бір жылда орта шамамен 11 күн. Бұл дегеніміз климаттық мәліметтерге сүйене отырып Лос Анжелесте жауын болу мүмкіндігі 365 күннің 11-і немесе 3 пайызы. Осыны біле отырып, болжаушы жыл бойы 97 пайыз мүмкіншілігімен жауын болмайды деп айта алады! Бұлай болу мүмкіндігі жоғары болғанымен, бұл болжау шеберлікті көрсетпейді. Болжаушы шеберлігін анықтау әдісі үшін ол болжауды жылдық климаттық орташамен емес өзі болжам жасауы қажет. Мысалы Лос Анжелесті қолдана отырып, ол осы жылы қай күндері жауын болатынын нақты болжап айтқан жағдайда бұл оның болжаушы шеберлігін көрсетеді.

Ауа райын болжауда тек жауын-шашын мөлшерін *пайыздық мүмкіншілікпен көрсетуге болады*. Статистикалық мәліметтер нақты жағдайда қаншама жауын түсетінін көрсетеді. Алайда, жауын түсу мүмкіншілігін 80 пайыз нақтылықпен айтқанның өзінде, оның мөлшерін, қанша уақыт болатынын, қашан басталатынын айту дәлдігі, әсіресе, жазғы уақытта найзағайлы ауа массасын сандық моделдер нақты көрсете алмайтын кезде нақты айту мүмкін емес. Болжам бойынша аймақта 2 дюйм жауын түсуі керек болғанымен тек тамшылап ғана өтті, ал көрші қалада 4 дюйм жауын-шашын мөлшері болды. Керісінше, қысқы мерзімде қар жауу мүмкіншілігін болжау нақтырақ болады. Бұл қысқы қар жауу фронттарының кең аймаққа таралып, орта ендікте циклондармен бірқалыпты ақырын жылжуымен байланысты. Онымен қоса, максимал және минимал температура, желдер және қысым таралуын болжау жауын-шашын болжамымен салыстырғанда нақтырақ болады.

ҰАҚ-тың ауа райын болжамдары қаншалықты шеберлік деңгейінде? Негізінде қысқа мерзім болжамдары (0–12 сағат) сенімділік шеберлікті көрсетеді, әсіресе, найзағайлы жауын, бұршақ және қалың жауын болу сияқты қатал ауа райы өзгерістерін болжауда.

Орташа есеппен, заманауи техникаларды қолдану арқылы 5-күндік ауа райын болжау 20 жыл бұрынғы 2 күндік ауа райын болжау нақтылығы сияқты деңгейде. **12.21-суретте**

соңғы жылдары ауа ағыны мен жоғарғы қабаттағы ауа ағынын бақылау арқылы 5 күндік ауа райын болжау нақтылығы артқанын көреміз. Суретте көрсеткіш 1-ге жақын болған сайын шеберліктің жоғарылығын көрсетеді. 12.21-суретте жыл сайын болжау шеберлігінің өзгешілігін көрсетуде. Қысқы уақытта болжау нақтылығы жаздың орта айларымен салыстырғанда жоғары екенін ескертеміз.



▲ **12.21-сурет. Ауа райын болжау шеберлігін жоғарылату.** 5 күнге арналған жоғарғы қабат ауа ағынын болжау моделдері айтарлықтай жақсарды. Бұл сызбанұсқаны оқығанда 1-ге жақын көрсеткіш жоғары шеберлікті көрсетеді. Естеріңде болсын, жазғы мерзіммен салыстырғанда қысқы уақытта ауа райын болжау нақтылығы артады.

Орта шамалы болжам (3–7 күн) соңғы он жылда әлдеқайда жақсарды. 7-ші күнге қарай заманауи модельдерді қолдану арқылы күннен-күнге болжау климаттық мәліметтерге қарағанда, сәл ғана нақтырақ болады. ҰАҚ-та тек 7 күннің 5-не ауа райы болжамы жасалатын 2000 жылдарға дейін болмады.

Заманауи ауа райын болжау техникасына бірнеше факторлар әсер етеді. Ертеректе аталып кеткендей, қате мәліметтер мен жер шарының шектелген жерінде орналасқан бақылау стансалары кедергі болады. Жер беті мен судың үлкен бөлігі ғана жеткіліксіз бақыланбайды, оған қоса орта және жоғарғы тропосферадан алынатын ақпараттар да аз. Онымен қоймай, Жер бетінің ретсіз жүйесінің көптеген атмосфералық ауыспалыларды және физикалық заңдылықтарды заманауи қолданылатын сандық модельдер жеткілікті түрде өңдей алмайды.

Жалпы алғанда, қысқа және орта мерзімді орта ендіктегі циклондардың дамуы мен жылжуын болжау соңғы он жылдықта алға ұмтылды. Технологияның дамуы, компьютерлік модельдер және атмосфералық құбылыстарды жақсы түсіну жетістікке жетуге мүмкіндік берді. 7-ші күннің ауа райын нақты айту нақтылығы әлі күнге дейін төмен.

✓ 12.9 Бақылау сұрақтары

- 1 Болжау шеберлігі нені білдіреді? Дұрыс ауа райының болжам пайызы неге болжау шеберлігінің көрсеткіші болмайтынының мысалын келтір.
- 2 Ауа райының қандай элементі болу мүмкіншілігі пайызбен болжанады?
- 3 Құрама штаттарда 7 күндік нақты ауа райын болжау қателігінің заманауи 2 себебін ата.

Сіздің болжамыңыз қандай?



Қатал ауа райын болжау

Сіздің сүйікті телебағдарламаңыз ауа райының қатал құбылыстарын, дауылды найзағай немесе торнадо туралы ақпарат тарату үшін үзілген кезде бұл қайдан пайда болды деп ойлайсыз? Ұлттық ауа райы қызметінің Норман, Оклахомадағы Дауылдан Қорғау Орталығы (SPC) бүкіл Құрама Штаттары бойынша қауіпті ауа райын 8 күн алдына болжайды. SPC міндетіне найзағайлы дауыл мен торнадо келу уақытын және аталған күнге мүмкін болатын дауылды болжап айтады. SPC ауа райын болжаушылары ұзақ уақытқа ауа райын болжау үшін сандық модельдерді қолданады және жақын арада болатын ауа райына көп көңіл аударады. Шындығында, “қолмен жасалған талдау” SPC бөлімшелері үшін өте маңызды болып келеді, өйткені компьютермен синтезделген талдау нақты уақыттағы көзге көрінетін сәттерді мүлтік жіберуі мүмкін.

Дауылды бақылау мен масштаб моделі

Супер компьютерлердің дамуы әртүрлі ғылым салаларында қайта құрылымдарға әкелуде. Сіздер бұл модельдерді метеорологтар ауа райы болжамын жасауда және қатал ауа райы жағдайын моделдеуде қалай қолданады деген сұраққа жауап іздеп көрдіңіздер ме?

SPC ауа райы болжаушыларының инновациялық моделі ретінде дауыл масштабын модельдеу болып табылады, бөлек аймақтар бойынша найзағайлы жауын болуын модельдеу үшін жиіше «торларды» қолданатын (кіші аймақ жағдайларын талдау) сандық болжау типі, және де олар континенталды масштабтағы дауылдарды моделдеу үшін қолданылады. Алайда, дауылдың масштабы модельдері болатын уақыты мен орнын анықтамағанымен, олар осы күнге арналған дауыл типін (мысалға, көп клеткалы кластер, супер ұяшықтар, шквалды) анықтауда өте қолданбалы болып келеді. Дауыл типін анықтау одан туындайтын салдарының алдын алу үшін өте маңызды. Мысалы, айналмалы супер ұяшықтар көбінесе торнадо мен бұршақ жаууына алып келеді, ал шквалды дауыл қатты желдердің болуына себепші. Бұрын болжаушылар үлкен масштабты дауыл типімен салыстыра отырып мүмкін болатын дауылдың типін анықтап айтулары керек еді. Бұл өте қиынға соғады, өйткені бірдей сияқты жағдайлар әртүрлі дауылдарды туғызады. Қазіргі күні дауылдың масштабты моделдері синоптиктерге нақтырақ ақпарат бере алады, дауыл масштабы ансамблі – бір уақытта басталған бірнеше дауылдың масштабы модельдері – ауа райын болжаудың нақты емес мәліметтерін береді.

Ауа райы болжамын жасау

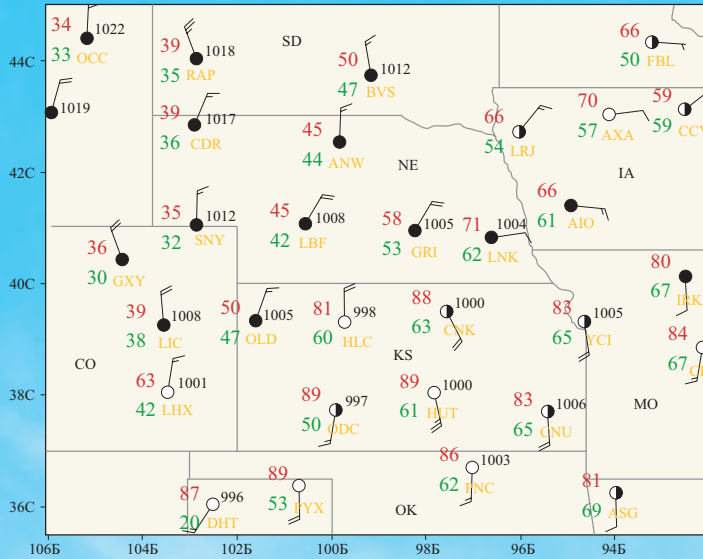
2014 жылдың 11 мамырындағы бақылаулар мен ауа райын болжау моделі қатал ауа райы жағдайларын туғызатын құрамдас бөліктер Ұлы жазық үстінен жүріп бара жатты және фронталь шегі бойынша дауыл туғызуы керек еді.

Енді өздеріңді SPC ауа райы болжаушысы ретінде елестетіндер.

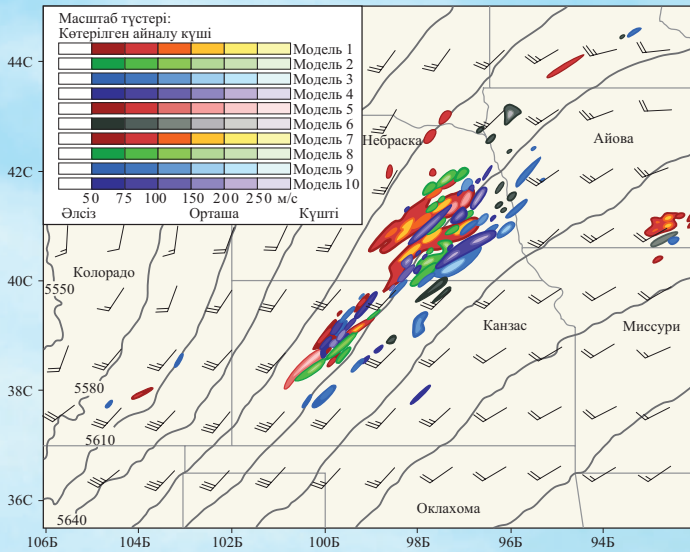
Сұрақтар

1. Сағат 2 Р.М. сәйкес келетін беттік диаграммаға сүйене отырып **(12(Б)-сурет)** фронталь шекарасын анықтаңдар. (Сілтеме: 12.7-суреттегі картада желдің қозғалысын, температураның күрт өзгеруін және шық түзілу температурасын қара).
2. Сағат түстен кейінгі 2 мен кешкі 7 арасына жасалған дауылдың масштабты моделдерінің барлығы қатты айналған супер ұяшықтар келетінін көрсетті **(12(Б)-сурет)**. Бұл ауа райын болжаудың анықталмағандығы туралы не айтады? 12(Б)-суреттің қай жерінде фронталь шекараға дауылдың айналған ұяшықтары жақын орналасқан?

3. Егер сіз SPC ауа райы болжаушысы болсаңыз және болжам нақты болса, ауа райының қатаң қандай жағдайы күтілуде (мысалы, қатты жел, бұршақ және/немесе торнадо)?
4. Бұл күні не болғанын көру үшін осы күнге арналған SPC базасындағы видеоны қараңыз (www.spc.noaa.gov/exper/archive/events/). Сіздің күткеніңізге сәйкес келе ме?



▲ 12(Б)-сурет. 2014 жылдың 11 мамырының орта батыс бетінің сағат 14:00-дегі беткі қабат бақылауы (LST).



▲ 12(В)-сурет. 2014 жылдың 11 мамырының сағат 14:00 мен 19:00 арасына арналған дауылдың максимал айналу күші, болжам бір уақыттағы 10 масштабты дауыл модельдері басталғанын көрсетуде. Әртүрлі түстер әртүрлі модельдерді белгілейді.

12 Ауа райын талдау мен болжау тұжырымына шолу

12.1 Ауа райы бизнесі: қысқаша шолу ► Ауа райы болжамын жасауда маңызды негізгі қадамдарды ата және сипатта.

Түйінді сөздер: Ұлттық ауа райы қызметі (ҰАҚ-NWS), ауа райын болжау, Қоршаған ортаны болжаудың ұлттық орталығы (NCEP), Канада метеорологиялық орталығы, Ауа райын болжау кеңселері, метеоролог, климатолог

- АҚШ-тың мемлекеттік қызметі болып және ауа райы жағдайын жинақтап таратуға ҰАҚ (NWS) жауапты. ҰАҚ тарататын маңызды ақпарат болып қауіпті ауа райы жағдайы есептеледі.
- Ауа райы болжамын жинақтап тарату АҚШ-та үш кезеңнен тұрады. Бірінші, жаһандық бақылау мәліметтері жинақталып, талданады. Екінші, атмосфераның болашақ жағдайын – ауа райын болжауда әртүрлі техникалар қолданылады. Соңында, ауа райы болжамы көпшілікке жеке сектор арқылы таратылады.

12.2 Ауа райы туралы мәліметтерді жинақтау ► Ауа райы туралы мәліметтерді жинақтайтын әртүрлі құрылғыларды сипатта.

Түйінді сөздер: Әлемдік метеорология ұйымы (WMO), Беткейлік бақылаудың автоматтандырылған жүйелері (ASOS), радиозондтар, атмосфераның дыбысы (радиолокация), шарлы радиозонд, желдің профайлері, Доплер радары

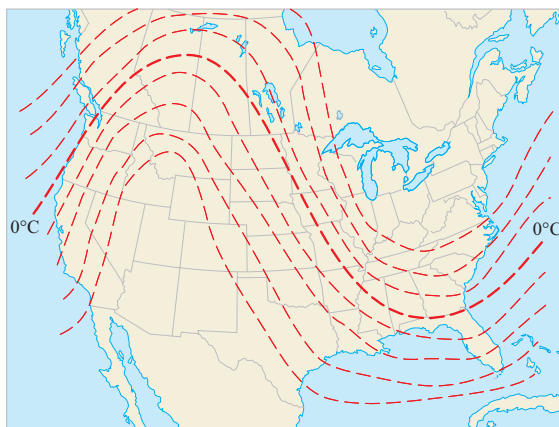
- Жаһандық деңгейде ақпаратты жинақтау, талдау мен таратуға Әлемдік метеорология ұйымы (WMO) жауапты.
- Беткейлі бақылаудың автоматтандырылған жүйесі (ASOS) бұл заманауи автоматтандырылған жүйелер температураны, шық нүктесін, жел жылдамдығы мен бағытын, көруге мүмкіншілікті және бұлттылықты бақылайды; жауын-шашынның мөлшерін де анықтап, есептеп бере алады.
- Жоғарғы қабаттағы метеорологиялық шарлар көмегімен жіберілетін радиозондтарда температураны, ылғалдылықты және қысымды өлшейтін сенсорлары бар. Жоғарғы қабат ауа райы карталарын дайындауда осы аппараттардан алынған ақпарат пакеттері қолданылады.

12.3 Ауа райы карталары: Атмосфераның суреті ► Биіктіктегі ауа ағынының белгілі бір көрсеткішінің жер бетіндегі ауа райы туралы нені көрсететінін түсіндір.

Түйінді сөздер: ауа райын талдау, синоптикалық ауа райы картасы, беттің қазіргі анализі, стансалық модель, изотаха, реактивті ағын, белдеулік, меридиандық

- Атмосфералық жағдайларды бағалау, басқаша айтқанда ауа райын талдау, миллиардтаған жинақталған мәліметтерді жинақтап, өңдеп және тарату болып келеді.

- Дәстүрлі беткейлік карта синоптикалық ауа райы картасы деп аталады, өйткені ол нақты уақытқа арналған ауа райы болжамын көрсетеді. Үйренген көзге ауа райы картасы атмосфералық жағдай туралы, нақтырақ, температура, ылғалдылық, теңіз деңгейіне қатысты қысым мен жел туралы ақпараттың суретте бейнеленген түрі болып көрінеді.
- Метеорологтар Жер беті циклондық өзгерісі мен жоғарғы қабаттағы батыс желдерінің арасындағы корреляция жайлы біледі. Жоғарғы қабаттың аэрологиялық карталары күніне екі рет тропосфераның әртүрлі қабаттарындағы жағдайларды сипаттап жасалады. Бұл карталар күннің максимал температурасын, қай жерде жауын болу мүмкіншілігін және найзағайлы жауындар ауа райының шұғыл өзгерісін туындататын аймақтарды анықтауға қолданылады.



Сұрақ. Аталған карта тек 0°C изотермамен белгіленген 850-мбар деңгейді көрсетуде. Картаға жылы және салқын ауа адвекциясын тиісті түстермен белгіле.

12.4 Ауа райын заманауи болжау ► Сандық ауа райын болжау негіздерін түсіндір.

Түйінді сөздер: сандық ауа райын болжау, Статистика шығару моделі (MOS), прогностикалық график (prog), болжау ансамблі

- Ауа райын сандық болжау заманауи ауа райын болжаудың негізі, ол атмосферадағы газдардың физикалық заңдылықтарға сүйенетіне негізделген математикалық формулаларды пайдалана отырып есептеуге бағытталған. Егер сіз бұл теңдікті шеше алсаңыз атмосфераның болашақ жағдайын, яғни ауа райын болжай аласыз.
- Статистикалық шығару моделін қолданатын (MOS) статистикалық әдіс машинамен жасалған болжамды модификациялауға және алдыңғы болжамдармен салыстырып, түзетуге арналған.
- Атмосфераның ретсіз өзгерістерін болжау кезінде азайту үшін метеорологтар ансамбльдік болжау әдісін қолданады. Бұл әдіс бақылау құралдарының бастапқы көрсеткіштерінің мүмкін болатын ауытқуларын қолдана отырып, компьютерлік есептеу жүйесін қолданады.

12.5 Болжаудың басқа әдістері ► Ауа райын болжаудың дәстүрлі әдістерінің тізімі мен айырмашылықтары.

Түйінді сөздер: тұрақты болжам, климатологиялық болжам, аналогты әдіс, тенденциялық болжау, қазіргі уақыттағы ауа райын болжау

- Сандық ауа райын болжау әдістеріне қоса тұрақты болжам, климатологиялық болжау, аналогтық болжау мен тенденциялық болжам қолданылады.
- Тенденциялық ауа райын болжау өте қысқа мерзімге (әдетте 6 сағатқа) арналған жергілікті ауа райы болжамын жасауға қолданылады. Қазіргі уақыт ауа райын болжау ауа райы радарына және геостационарлық жер серіктің ақпараттарына тәуелді, ол қауіпті жағдай туғызуы мүмкін жағдайларды анықтауда өте маңызды құрал болып табылады.

Сұрақ. Ауа райы талдауы мен болжамының арасындағы айырмашылықты түсіндір.

12.6 Метеорологиялық серіктер: болжам құралы ретінде ► Метеорологиялық жер серіктерден алынған инфрақызыл және көрінетін суреттердің артықшылықтары мен кемшіліктерін атаңдар.

Түйінді сөздер: Полярлы-орбиталды Қоршаған ортаны бақылайтын жер серік(POES), Геостационарлық қоршаған ортаны бақылайтын жер серік (GOES)

- Полярлы-орбиталық жер серік (POES) және геостационарлық жер серік (GOES) метеорологтарға жер шарының алыс нүктелерін бақылап ауа райы жүйелерінің қозғалысының аздаған өзгерістерін бақылап отыруға мүмкіншілік беретін маңызды құрал болып табылады.
- Бұл жер серіктер көрінетін, инфрақызыл және судың булану суреттерін береді, ол бұлттар түзілуі мен су буының таралуын бақылауға мүмкіншілік береді.

12.7 Ауа райын болжау типтері ► Ауа райын болжаудың сапалық және сандық түрлерін салыстырыңдар. 30 және 90 күнге арналған ауа райы болжамының айырмашылығы.

Түйінді сөздер: сапалық болжам, сандық болжам, жауын-шашынның сапалық болжамы (СҰРАҚ.PF), жауын-шашын мүмкіншілігі (PoP), климатты болжау орталықтары (CPC), сағат, ескерту, дауылды болжау орталығы (SPC), құйындардың ұлттық орталығы (NHC)

- Болжаудың сапалық түрі ауа райын сипаттайды, бірақ есептемейді, ал сандық болжау мәліметтерді есептейді, минимал және максимал температура сияқты.
- ҰАҚ (NWS) беретін жалғыз ауа райы болжамы жауын-шашын болу мүмкіншілігі пайызбен көрсетіледі.
- Ұзақ мерзімді болжамдар алдыңғы климаттық өзгерістердің мәліметтерінен алынған статистикалық орталардан алынады. Апталық, айлық және мерзімдік ауа райы болжа-

мын ҰАҚ дайындайды, бірақ олар аймақтың температура мен жауын-шашын мөлшерін ғана болжамды айтады.

- Сағат қауіпті ауа райы дамуы мүмкін жағдайларды көрсетеді. Ескерту дегеніміз қауіпті ауа райының таралғандығы не аймақ территориясына қарай жылжып келе жатқанын көрсетеді

Сұрақ. Ауа райы болжамы мен 90 күндік болжам арасындағы айырмашылықты сипатта.

12.8 Ауа райын болжаушының рөлі ► Ауа райын интерактивті өңдеудің кеңейтілген жүйесін (AWIPS) сипаттау және оның Жергілікті ауа райын болжаушы кеңселерге қалай көмек беретінін түсіндіру.

Түйінді сөздер: ауа райын интерактивті өңдеудің кеңейтілген жүйе (AWIPS), термодинамикалық диаграмма, T-қисығы/Log P диаграммасы

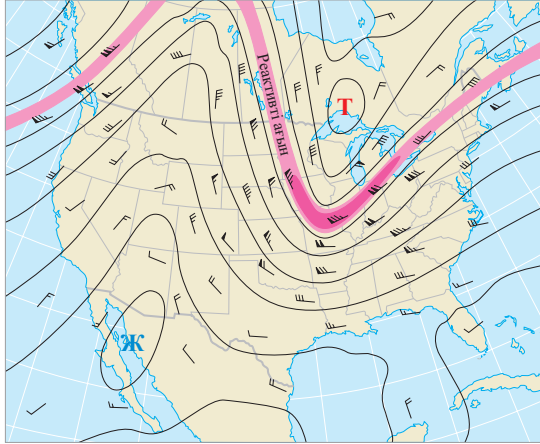
- Жергілікті ауа райын бақылау, өңдеу мен ескерту Ұлттық ауа райы қызметінде мен оның 122 жергілікті Ауа райын болжау кеңселерінің мойнында. Жергілікті кеңселер аймақтың беткі жағдайларына байланысты сандық мәліметтерді модификациялап ауа райын болжамын жасайды.
- Ауа райын интерактивті өңдеудің кеңейтілген жүйесі (AWIPS) бақылау орталықтарының, жер серіктің, радиозондтардың мәліметтерін өңдеп, көрсетіп, бір жерге жинақтауға арналған жүйе.
- ҰАҚ T-қисығы/Log P деп аталатын диаграмманы қолданады немесе жай ғана T-қисығы, ол тропосферадағы температура мен шық нүктесін белгілеуге қолданылады. Бұл диаграммалар жоғарғы индекс пен K-индекспен қоса қолданылғанда атмосфераның потенциал тұрақсыздықтарын болжауда ыңғайлы.
- Болжаушының негізгі мақсаты – NWS қолданатын негізгі MOS болжамын жақсарту. Бұл мақсатқа жетудің негізгі жолы эмпирикалық ережелерді қолдану болып табылады.

Сұрақ. Бұлттылықтың түнгі температураға қалай әсер ететінін өз сөзіңмен түсіндір.

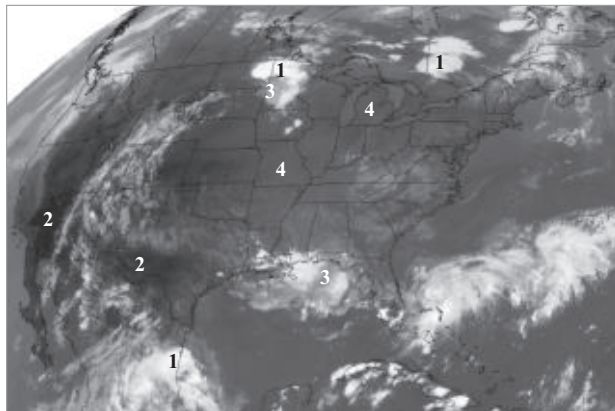
12.9 Болжаудың нақтылығы ► Ауа райын болжауда нақты болжамдардың пайызы үнемі жақсы көрсеткіш болып табылмайтынын және болжау шеберлігін түсіндіру.

Түйінді сөздер: болжау шеберлігі

- Соңғы он жылдықта бақылау орталықтарының жүйелерінің дамуы, физикалық құбылыстардың компьютерлік модельдері және сандық ауа райын болжауды түсіну үлкен көлемді ауа райы жүйелерін және күннен-күнге арналған температура өзгерісі, жауын-шашынды және бұлт жамылғысын болжауды жақсартуда.



3. Ауа райын болжауда сандық әдіс пен аналогтық әдістің арасындағы айырмашылықты түсіндір.
4. Келесі эскизде гипотетикалық полярлық – орбита мен геостационарлық жер серік орбиталары бірге келтірілген (Жерді айналған екі орбита). Суретте Жердің бетінен салыстырмалы биіктік дұрыс көрсетілгеніне көз жеткізіңіз.
 - а. Бір басымдылық поляр-орбиталық жер серігінде.
 - ә. Бір басымдылық геостационарлық жер серігінде.
 - б. Неліктен геостационарлық жер серігінің орбитасы Жер бетінен 36 000 шақырым (22000 миль) арақашықтықта орналасқанын түсіндір.
5. Жер серіктің инфрақызыл суретінде түскі уақыттағы Солтүстік Американың бір бөлігін көрсетілген. Суреттегі сандарды а–д арасында сәйкестендір.



- а. Бұл аймақ бұлттан бос және инфрақызыл сенсор жылы температуралы жер беті аймағын көрсетуде.
- ә. Бұл аймақта бұл төменгі қабат бұлттары бар (кумуляс), бұлттың төбесінен 2000 метр төмен.
- б. Бұл аймақ орта биіктікті 2000 және 6000 метр бұлттармен жабылған.
- в. Бұл аймақтарда инфрақызыл сенсор жауын-шашын мен күн күркіреуімен байланысты жоғарыдағы, салқын бұлттарды өлшейді.

6. Келтірілген картада қыстың ортасындағы екі күннің ауа ағыны көрсетілген. Осы күндердің қайсысында АҚШ-тың оңтүстік шығысында жылырақ болады? Таңдауыңды түсіндір.



1 күн



2 күн

Мәселелер

1. Төменде келтірілген ақпаратты және формуланы қолданып жауын-шашын мүмкіншілігін анықта (PoP):

$$\text{PoP} = (C \times A) \times 100 \text{ пайыз}$$

Бұл жерде болжанатын кез келген аймақта жауын болуы сенімділігі және мүмкін болатын жауынның қамтитын аймақ ауданының пайызы A -ға тең.

- Болжаушы осы аймақта мүмкіншілігі 80 пайыз жауын-шашын болады және ол аумақтың 90 пайызын қамтиды деп сенімді.
 - Болжаушы аймақтың ауа райы болжамында мүмкіншілігі 20 пайыз жауын-шашын болады және ол аймақтың 10 пайызын басады деп сенімді.
2. Көптеген ауа райы есептері 7 күндік болжамдарды қамтиды. Осындай есепті тексеріп соңғы (жетінші) күннің ауа райын жазып алыңдар. Содан кейін әр күннің ауа райын бақылап сұрақ түрінде жазыңдар. Соңында, аталған күні қандай ауа райы болғанын жаз. Керісінше жеті күн бұрын жасалған ауа райымен нақты болған ауа райын салыстырыңдар. Сіздер таңдаған күнге ауа райы қаншалықты сәйкес (қате) екенін сипаттап беріңдер. Осы күнге арналған 5 күндік ауа райы қаншалықты нақты болды? Ал 2 күндік болжам ше?

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

13

Ауаның ластануы





Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз келесі сұрақтарға жауап беруге қабілетті болуыңыз керек:

- 13.1** Ауаның табиғи ластануының бірнеше көздерін атаңыз және қайсысында адам әрекеті ескерілгенін анықтаңыз.
- 13.2** Бастапқы және екінші қайтараластаушы заттарды ажыратыңыз. Әрқайсысына мысал келтіріп, олардың адамдар мен қоршаған ортаға әсерін талқылаңыз.
- 13.3** 1980 жылдан бергі ауаның сапасы облысындағы трендтерді қорытындылаңыз.
- 13.4** Ауаның сапасына желдің әсерін сипаттаңыз. Температура инверсиясын көрсететін график немесе диаграмма сызып және оны аралас тереңдікке байланыстырыңыз.
- 13.5** Қышқыл жауын-шашынның түзілуі жайлы талқылаңыз және оның қоршаған ортаға салдарын атаңыз.

Ауаның ластануы мен метеорология бір-бірімен екі жол арқылы байланысады. Біріншісі әсер етуіне қатысты, ауа райы шарттарында шоғырлану, сұйылу және ауа ластануының ыдырауы бар. Екінші байланыс, бұл керісінше ауа ластануының ауа райына немесе климатқа әсері. Осы байланыстың біріншісі осы бөлімде қарастырылады. Екіншісі және маңызды қарым-қатынастар 14-тарауда талқыланып, бірнеше секцияларға және арнайы мәліметтер кестелеріне баса назар аударылады.

Қытайда ауа сапасының мәселесі ушыға түсуде. Мәселенің негізгі көзі көмір жағу электр стансалары болып табылады.

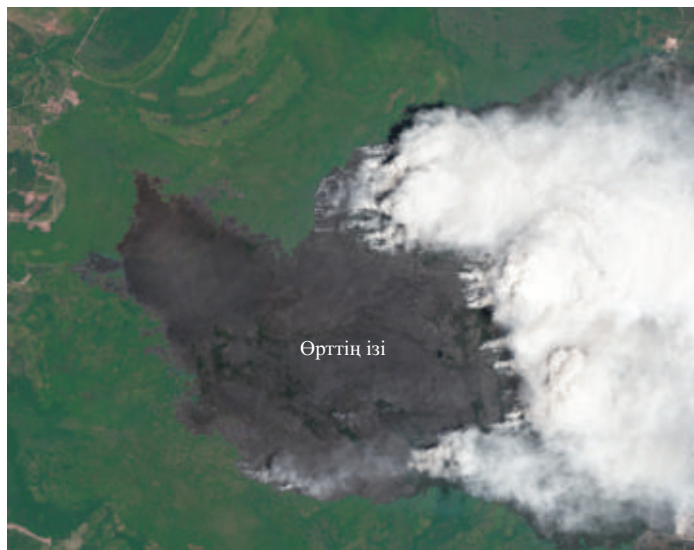
13.1 Ауаның ластану қауіптері

Ауаның табиғи ластануының бірнеше көздерін атаңыз және қайсысында адам әрекеті ескерілгенін анықтаңыз.

Ауаның ластануы біздің денсаулығымызды сақтауға және әл-ауқатты арттыруға әрқашан қатер туғызады. Ұлттық ғылыми кеңестің есебіне сәйкес, Америка Құрама Штаттардың ең лас қалаларында өмір сүретін адамдар қатты бөлшектердің әсерінен өмірлерінің шамамен 1,8-3,1 жылдарын жоғалтады. Сонымен қатар, 4000-нан астам мерзімінен бұрын қаза болғандар әдетте жоғары беттік озон концентрациясы әсерінен Құрама Штаттарда жыл сайын орын алады. Ауаның ластануы, сондай-ақ өсімдік шаруашылығына кері әсерін тигізеді, Құрама Штаттарда бұл шаруашылықтың құны жыл сайын 1 миллиард долларға бағаланады. Әлемнің басқа да бөліктерінде, әсіресе дамушы елдерде, ауаның ластануы адам өмірі мен ауыл шаруашылыққа кері әсері одан да ауыр болып табылады.

Орташа есеппен ересек адамның күн сайын ауаға қажеттілігі шамамен 13,5 килограмм, азық-түліктің 1,2 килограммын және судың 2 килограммын талап етеді. Сондықтан, ауаның тазалығы біздің қолданатын азық-түлік және су тазалығы сияқты маңызды болуы тиіс.

Ауа ешқашан мінсіз таза болмайды. Ауаны ластанушы көптеген табиғи көздер әрқашан болған (13.1-сурет).



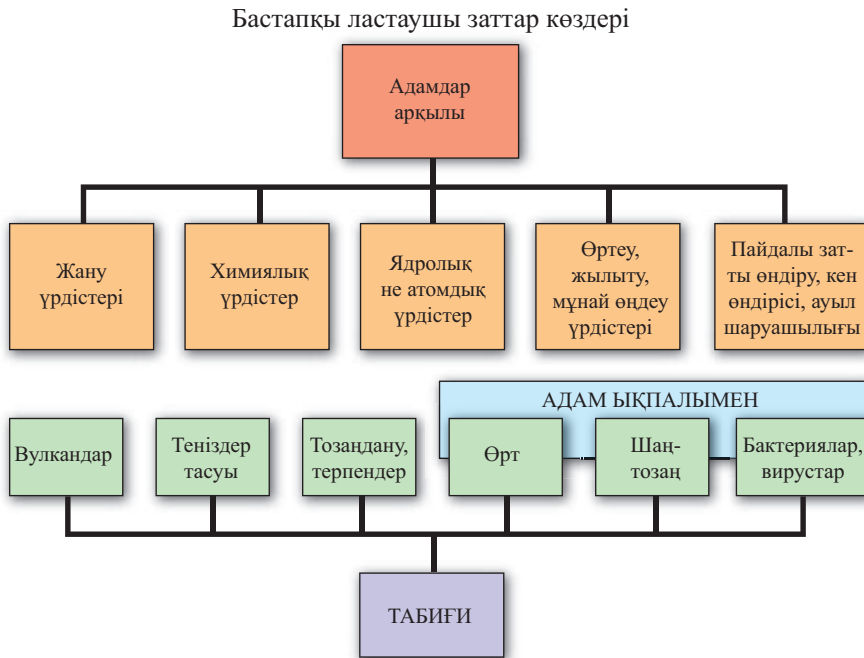
▲ **13.1-сурет. Ауаны ластанушы табиғи көздер.** Оңтүстік Грузиядағы орман өртінен аспанға көтерілген түтін шиыршығы ауаның табиғи ластануының мысалы болып табылады. Бұл аяқасты өрті 2011 жылдың 28-сәуірі мен 8-мамырында болып, спутниктік сурет алынған кезде 62 000 акр жер өртеніп кеткен болатын.

Жанартау атқылауынан шыққан күл мен газ, толқын соққыларынан пайда болған тұз бөлшектер, өсімдіктердің тозаңы мен споралар, орман өрттерінің түтіні және желмен тасымалданатын шаң сияқты осы барлық мысалдар «ауаның табиғи ластануына» жатады (13.2-сурет). Жер бетінде адамдар пайда болғалы, олар осы табиғи ластанудың кейбір

түрлерін қарқындата және жиілендіре түсті, әсіресе соңғы екеуі. Мысалы, **13.3-суреттегі** шаңды дауыл күшті жел жыртылған егістік алқабындағы құрғақ топырақты көтерген кезде орын алды.

От пайда болғалы кездейсоқ, сондай-ақ қасақана өрт саны арта түсті. Тіпті бүгінгі күні әлемнің көптеген бөліктерінде өртті ауыл шаруашылық мақсаттарында жер тазалау үшін қолданады (егіншіліктің бұл *жүйесі* «*кесу-өртеу*» деп аталады). Адамдар жерді кез келген мақсатта өзінің табиғи өсімдік жамылғысынан тазартқан кезде, топырақ беті жалаңаштанады да ауаға ұшады. Дегенмен, біз қазіргі өнеркәсіптік қаладағы ластануды қарастыратын болсақ, бұл ластану түрі салыстырмалы түрде шамалы болып көрінуі мүмкін.

Ауаны ластаушылардың кейбір түрлері салыстырмалы түрде жақында пайда болғанмен, басқалары ғасырлар бойы жалғасып келеді. 1661 жылы Джон Эвелин өзінің *The Inconvenience of Aer and Smoak of London Dissipated, Together with Some Remedies Humbly Proposed* атты кітабында Лондондықтар түтінмен ластану мен лас ауадан зардап шегуде деп айтылған. Сондай-ақ Эвелин кітабында саяхаттаушылар Лондоннан біраз қашықтықта болып, оны көзбен көруден бұрын оның иісін сезеді дейді. Шын мәнінде, Лондондағы ауаның ластану мәселесі XX ғасырдан бері жалғасып келеді. 1952 жылы жойқын түтін апатынан кейін, ауаны тазалаудағы шешуші әрекет қабылданды.



▲ 13.2-сурет. Бастапқы ластаушы заттар көздері.

Лондон, алайда ауаны ластаушы монополия болған жоқ; көптеген қалалар индустриялық революцияның келуімен лас ауамен зардап шегуде. Табиғи көздердің жеделдеуімен қатар, адамдар ауаны ластайтын көптеген жаңа жолдарды (13.2-сурет) және ластайтын жаңа заттарды тапты. XIX ғасырдың ортасына таман көптеген Американдық және Еуропалық

қалалардың тұрғындар саны артып, соған орай олар көптеп салына бастаған құю зауыттары мен темір зауыттарынан жұмыс іздей бастады. Нәтижесінде, қалалық қоршаған орта өнеркәсіп түтіндерімен қарқынды ластана бастады. Чарльз Диккенс XIX ғасыр соңы қиын-қыстау кезеңдегі фабрикалық қаланы айқын сипаттайды:

Бұл биік мұржалар мен машиналар қаласы болды, олардан жыланша иірілген қара түтін шексіз биіктікке самғады. Ол қара канал немесе өзен ретінде ағып, бояудың иісі шығады.



А.

Ә.

▲ **13.3-сурет. Ауа ластануының табиғи жолы адам әрекетімен күшейе түсуде.** А. Бұл 1937 жылдың мамыр айында Канзас штаты, Элхартқа жақын жерде болған шаңды дауылдың себебі, жерді егістік мақсатында пайдалану үшін топырақта бекітілген табиғи өсімдік жамылғысы шекті ортадан жойылған болатын. Қуаңшылық жыртылған жерді қатты желдерге осал етті. Ұлы жазықтың сол бөліктерінде болған бұндай дауылдар 1930 жылдары *шаң қоймасы* деп аталды. Ә. 2013 жылдың жазында *шаң қоймасы болып өтті* – ұлы жазықтың құрғақшылықтан зардап шеккен бөлігі.



▲ **13.4-сурет. Мұржалардан шыққан түтін мен құрым.** 1940 жылдың соңында осындай Батыс Пенсильваниядағы болат комбинаттар экономикалық өркендеудің белгісі ретінде саналды

Осы орындардың қоршаған ортасын ластайтын нашар ауа сапасы ғана емес екені анық. Алайда, қалалық ауаның ластануы тез қарқындай түскенімен, ол үлкен дабыл болып табыл-

майтынын атап өткен жөн. Керісінше, мұржалардан шыққан түтін мен құрым даму мен өркендеудің нышаны болды (13.4-сурет). Әлемдегі халық санының тез өсуі мен жеделдетілген индустрияландыру басталғалы, атмосфералық ластағыш заттардың саны күрт өсті.

1970 жылдан бастап заңнамалардың қабылдануы, ережелер мен стандарттардың шығарылуы, бақылау технологиялардың дамуы Америка Құрама Штаттары мен Батыс Еуропадағы ауаның ластануындағы жиілікті және ауырлықты айтарлықтай төмендетті. Соған қарамастан, денсаулық сақтау органдары ауаның ластану деңгейі күн сайын артуымен біздің өкпемізге, басқа да ағзаларға баяу кері әсерімен алаңдауда.



Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Мұнар дегеніміз не?

Мұнар – құрғақ тұман, атмосфераның төменгі қабатындағы ауаның бұлдырланып көмескі тартуы. Атмосферадағы ұсақ қатты бөлшектердің ерекше молдығынан болады. Мұнар кезінде ауаның мөлдірлігі төмендеп, көру мүмкіндігі 1 км-ден ондаған метрге төмендейді. Әдетте, далалық және шөлдік аймақтарда байқалады. Кейде орман және шымтезек өрті кезінде, жанартау атқылағанда пайда болады. Ауаның антропогендік ластануына байланысты мұнар жиі болып тұрады.

✓ 13.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Адам денсаулығына ластанған ауаның әсерін сипаттаңыз.
- 2 Ауаның табиғи ластануының бірнеше мысалын атаңыз.

13.2 Ауаның ластану көздері мен түрлері

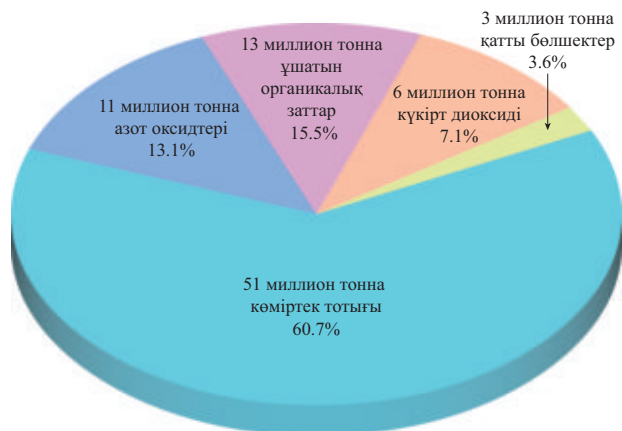
Бастапқы және екінші қайтара ластаушы заттарды ажыратыңыз. Әрқайсысына мысал келтіріп, олардың адамдар мен қоршаған ортаға әсерін талқылаңыз.

Ауаның ластануы – әртүрлі газдардың, қатты және сұйық заттардың немесе табиғи булар мен қалдықтардың ұсақ түйіршіктерінің ауаға қосылуы. Олар жер бетіндегі жан-жануарлар мен өсімдіктер дүниесіне және адамдардың өмір сүруіне зиянды ықпалын тигізеді. Ластануды екі категорияға топтастыруға болады: бастапқы және екінші қайтара. **Бастапқы ластану** тікелей анықталатын көздерден болады. Олар бірден шығарылған кезден ауаны ластайды. **Екінші қайтара ластану**, белгілі бір химиялық реакциялар бастапқы ауаны ластаушылар арасында орын алған кезде атмосфераға шығарылады. Түтін құрамындағы химиялық заттар осыған мысал бола алады. Кейбір жағдайларда, адам денсаулығы мен қоршаған ортаға бастапқы ластаушы заттардың әсерінен екінші қайтара ластаушы заттардың әсері күшті болып табылады.

Бастапқы ластаушылар

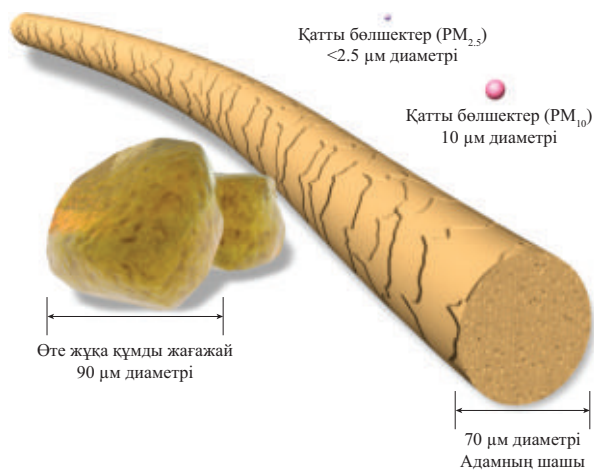
13.5-суретте негізгі бастапқы ластаушылардың пайыздық мөлшері көрсетілген (салмағы бойынша). Әр ластаушы заттардың көздері әртүрлі болады. Мысалы, электр энергиясын өндіру күкірт диоксидінің ең маңызды көзі болып табылады. Жолдағы көлік құралдары көміртек тотығы, азот тотығы, ұшпалы органикалық қосылыстардың көзі болып табылады. Басқа көздермен салыстырғанда, көшелер мен магистральдардағы

миллиондаған жүк және жеңіл автокөліктер ең үлкен үлесін қосуда. Төменде негізгі бастапқы ластаушы заттарға қысқаша шолу жасалып, сипаттама беріледі.



▲ 13.5-сурет. 2012 жылдағы Америка Құрама Штаттардағы бастапқы ластаушы заттардың шығарылуын бағалау. Пайыздық мөлшері салмағы негізінде есептелінді. 2012 жылы жалпы салмағы 84 млн тоннаны құрады.

Қатты бөлшектер. *Қатты бөлшектер (ҚБ)* ауада кездесетін қатты бөлшектер мен сұйық тамшылар қоспасы үшін пайдаланылатын жалпы термин. Кейбір бөлшектер күйе немесе түтін ретінде көруге болатындай жеткілікті мөлшерде ірілеу немесе түсі қара болып келеді; басқаларын электронды микроскоп арқылы ғана анықтауға болады. Бұл бөлшектердің өлшемдері кең ауқымды болып келеді: ұсақ бөлшектер диаметрі кем дегенде 2,5 мкм болса, ірі өлшемді бөлшектер диаметрі 2,5 мкм-дан үлкен болады (13.6-сурет).



▲ 13.6-сурет. Қатты бөлшектер. Бұл категория өте кішкентай бөлшектер мен сұйық тамшылардың күрделі қоспасы болып табылады. Бөлшектердің мөлшері денсаулық мәселерін тудыру әлеуетіне тікелей байланысты. Диаметрі 10 микрометр немесе одан кіші бөлшектер тамақ және мұрын арқылы өкпеге барады. Адам тыныс алғанда осы бөлшектер денсаулыққа елеулі әсерін тудыруы мүмкін. ҚБ₁₀ диаметрі 2.5 микрометрден үлкен және 10 микрометрден кіші бөлшектер «тыныс алынатын қатты бөлшектер» деп аталады. ҚБ_{2.5} диаметрі 2.5 микрометр немесе одан кіші болса «ұсақ бөлшектер» деп аталады.

Бұл бөлшектер көптеген стационарлы және жылжымалы көздерден, сондай-ақ табиғи көздерден пайда болады. Ұсақ бөлшектер (ҚБ_{2,5}) *механикалық автокөлік құралдарының моторлары жанармайды жағуы, электр энергиясын өндіру, өнеркәсіп нысандарының отынды жағуы, сондай-ақ жылу энергетикасы, тұрғын үйлерді жылыту жүйелері нәтижесінде пайда болады. Ірі бөлшектер (ҚБ₁₀) әдетте, тасты жолдардан қозғалған көлік құралдары, өңдеу материалдарын тиеу мен қайта түсіру, сондай-ақ ұнтақтау және тегістеу сияқты операциялар, сондай-ақ шанды дауылдардың тұруы сияқты көздерден шығады. Кейбір бөлшектер түтін құбырлары мен автомобильдер сияқты көздерден тікелей шығады. Басқа жағдайларда, күкірт диоксиді сияқты газдар ауадағы басқа қосылыстармен өзара әрекетке түсіп, ұсақ бөлшектер қалыптастырады.*

Қатты бөлшектер жиі түрде ауаны ластайтын ең айқын нысан болып табылады, себебі олар көру мүмкіндігін азайтып, байланысқа түсетін заттардың беткі қабатында шаң болып шөгеді. Сонымен қатар, қатты бөлшектер беткі қабатта еріген немесе абсорбацияланған кез келгеннемесе барлық басқа да ластаушы заттарды тасымалдай алады (**13.1-мәліметтер жинағы**).

13.1-мәліметтер жинағы

Ауаның ластану әсерінен қала климатының өзгеруі

3.3-мәліметтер жинағында оқығандарыңыздай, қаладағы ауаның ластануы түнгі уақытта босатылатын ұзын толқынды радиацияны тежеу салдарынан ыстық аралдардың қалыптасуына алып келеді. Сондай-ақ қалалық климаттың зерттелуі, ластаушы заттар «бұлттардың шоғырлануына» (5-бөлімді қараңыз) ықпал етіп, қаланың ықтасын жерінде жауын-шашынның мөлшерін ұлғайтуға әсерін көрсетті. Алайда, бұл ластаушы заттардың қалалық климатқа жалғыз әсері ғана емес.

Көптеген қалалар үстіндегі бөлшектер жабындысы жер бетіне жететін күн радиациясының айтарлықтай мөлшерін азайтады. Кейбір қалаларда, қабылданатын күн энергиясының жалпы қысқаруы 15 пайыз немесе одан да көп болса, онда қысқа толқынды ультракүлгін жарығы 30 пайызға дейін төмендеді. Қабылданатын күн энергиясының бұл әлсіреуі өзгермелі болып келеді. Мұндай төмендеу ауа сапасы жақсы болған кезден гөрі ауаның ластану кезінде жоғары болады (**13(A)-сурет**).



▲ **13(A)-сурет. Қытай, Шанхайдағы ауаның ластану көрінісі.** Жер бетіне жететін күн радиациясының мөлшері неге қалаларда айтарлықтай азаюын түсіну қиын емес.

Сонымен қатар, күннің түсу бұрышы төмен болғанда жер бетіне жақын бөлшектер күн радиациясын қатты азайтады. Осылайша, бөлшектердің осындай мөлшерінде, жер бетіне жететін күн энергиясының пайызы жоғары ендікте орналасқан қалаларда және қыста ең аз болып табылады.

Ауылдық аймақтармен салыстырғанда, әдетте қалаларда салыстырмалы ылғалдылық 2-ден 8 пайызға дейін төмен болады. Оның бір себебі, қалалар әрдайым ыстық болып табылады.

4-тараудан еске түсіретін болсақ, ауа температурасы артқан кезде қуаттылық жоғарылап, салыстырмалы ылғалдылық төмендейді. Екінші себеп, қалалық ауа су буымен аз қамтылады. Қалаларда буланудың төмендеу себебі, бұл жауын суының жер бетіне сіңбей, лезде жауын канализациялары арқылы ағып кетуі.

Қалаларда салыстырмалы ылғалдылық төмен болуына қарамастан, бұлттар және тұманның қалыптасуы жиі болып келеді. Осы айқын оғаштықтың себебі неде? Ең алдымен ықпал ететін фактор, қалалық аймақтардағы адамдардың әрекетінен пайда болған конденсация ядроларының көп саны болып табылады. Гигроскопиялық (су іздеуші) ядролар көп кезде су буы оларда оңай конденсацияланады, ауа өте қанық болмаса да.

Сұрақтар

1. Ауаның ластануы кезінде жер бетіне жететін күн энергиясының мөлшері жоғары ендікте орналасқан қалаларда жаз мезгілінде емес қыста ең аз болып табылады? Не себепті?
2. Ауылдық аймақтармен салыстырғанда қалаларда салыстырмалы ылғалдылық жоғары бола ма, әлде төмен бола ма? Түсіндіріңіз.

13.1-атмосфераға шолу



Бұл НАСА-ның *Landsat 8* спутнигінен алынған сурет Аляскадағы Анкориджаның оңтүстігіндегі Кенай түбегінің бір бөлігін көрсетеді, 2014 жылдың 20 мамыры. Бірнеше ірі орман өртінің күнгірттенген сұр түтіні ауаны ластауда. Сондай-ақ, орман өрті салдарынан будак жаңбырлы бұлттар түзілген.

Сұрақтар

1. **13.2-суретке** сәйкес, орман өрттері бастапқы ластаушы заттардың табиғи көзі болып табылады. Бұл факт, осы суреттегі түтін «табиғи ластаушы заттар» болжайды. Алайда, бұл өрт адам әрекетінен болды. Бұл ауаның ластануы «табиғи» болып табыла ма? Қандай термин немесе фраза осы жағдайда орынды болар еді?
2. Орман өрттері будак жаңбырлы бұлттардың дамуына қалай ықпал етті?



Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

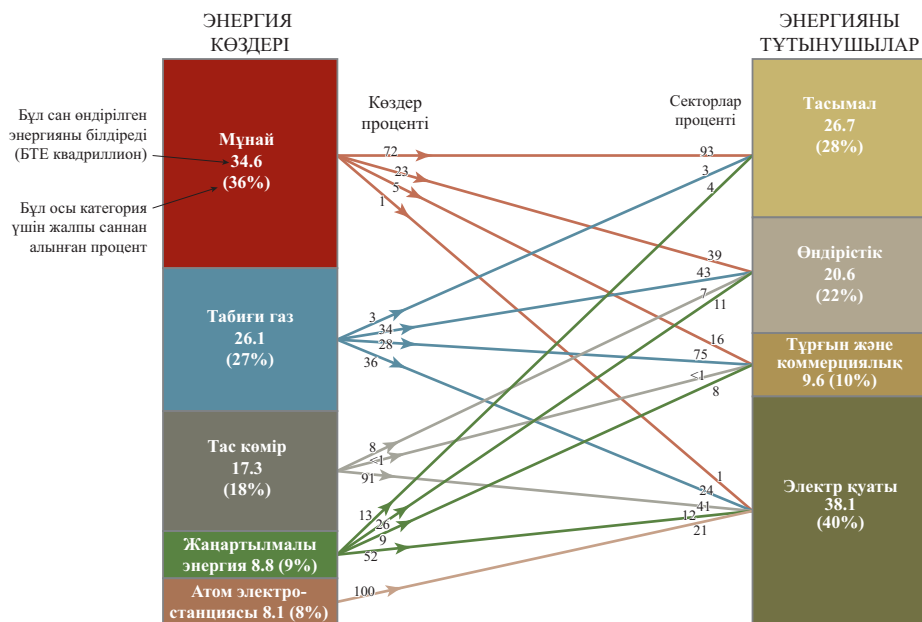
Көмірді жағу SO_2 -ның айтарлықтай көзі болып саналады, бірақ біз енді көмірді көп мөлшерде жаға аламыз ба?

Жаға аламыз. Америка Құрама Штаттарында өндірілген электр энергиясының 41 пайызы (13.7-суретті қараңыз) көмірді жағудан алынады. Көмір сондай-ақ, болат, алюминий, бетон өндіретін көптеген қарқынды жылу процестерінде қолданылады. АҚШ-қа қарағанда басқа көптеген елдер энергетикалық қажеттіліктері үшін көмірге көп сенім артады.

Алғашында, жалпы өлшенген бөлшектер (ЖӨБ) осы санатқа жататынын білдіру үшін пайдаланылатын көрсеткіш болды. Оған диаметрі 45 мкм-ге дейін барлық бөлшектер енгізілді. 1987 жылы АҚШ Қоршаған ортаны қорғау агенттігі (EPA) тек 10 мкм-ден кіші (QB_{10} ретінде анықталған) бөлшектерге байланысты жаңа стандарттарды орнатты. Кейін, 1997 жылы қоршаған ортаны қорғау агенттігі бөлшектердің стандарттарын қайта қарастырып, олар $\text{QB}_{2.5}$ негізделген болды. Бұл өзгеріс бөлшектер жағдайының әсерін талдауға қатысты көптеп жүргізілген зерттеулерге жауап ретінде болды.

Атмосфералық ауаның әртүрлі зиянды заттармен былғануы, адамдар органының ауруына, оның ішінде тыныс мүшелерінің ауруына әкеліп соғады. түрлі түсті металлургияның кәсіпорындарының ауаға жіберетін зиянды заттары жүрек – тамыр ауруларының өсуіне, жүйкенің бұзылуына, қатерлі ісік ауруларының пайда болуына әкеледі. Қара металл мен электр қуаты кәсіпорындарының ауаға шығаратын заттары өкпе ауруларына шалдықтырады. Химия өнеркәсібінің ауаға шығаратын зиянды заттары аллергияның, без және жыныс ауруларының пайда болуына әсер етеді. Қатты бөлшектердің әсері ең алдымен, демікпе сияқты тыныс алу шарттарын қиындата түседі. Денсаулық мәселелерін тудырумен қатар, қатты бөлшектер Америка Құрама Штаттарының көптеген бөліктерінде көру мүмкіншілігі нашарлауының басты себебі болып отыр. Ауадағы бөлшектер, сондай-ақ бояулар мен құрылыс материалдарына нұқсан келтіруі мүмкін.

Күкірт оксиді. *Күкірт оксиді* (SO_2) – бұл түссіз, тұншықтырғыш өткір иісті газ, құрамында күкірті бар отынды жағу барысында, бірінші орында көмір және мұнайдан алынады (13.7-сурет). Маңызды көздеріне электр стансалар, зауыттар, мұнайды өңдеу зауыттары және целлюлоза-қағаз комбинаттары жатады. SO_2 ауада пайда болғаннан бірден күкірт ангидридін айналады (SO_3), ол су буымен немесе су тамшыларымен әрекеттесіп, нәтижесінде күкіртті қышқылы H_2SO_4 түзіледі. Өте ұсақ бөлшектер, ондағы қышқыл сульфат ионы (SO_4^{2-}) атмосферада ұзақ қашықтыққа тасымалдаушы ретінде әрекет етеді. Ол ауадан «шайылып» немесе беткі қабаттарға шөккенде, күкірт қышқылы қышқыл жауын-шашын ретінде елеулі экологиялық мәселеге ықпал етеді. Бұл мәселені кейінірек қарастыратын боламыз. SO_2 -ның жоғары концентрациясы бронхиалды астмасы бар балалар мен сыртта белсенді әрекет ететін ересектердің тыныс алуын нашарлатады. SO_2 -ның жоғары деңгейінің демікпесі бар жеке тұлғаларға қысқа мерзімді әсер етуі өкпе функциясының төмендеуіне әкелуі мүмкін, тынысы тарылып немесе енгізу сияқты белгілер болады. SO_2 -ның жоғары концентрациясы кезінде ұзақ мерзімді әсер етуде адам жүрек-қан тамырларының ауруларына, тыныс алу мен жүйке жүйесінің нашарлауы сияқты ауруларға шалдығады.



Қос графигті оқи отырып келесі ақпаратты аламыз:

Сол жағы энергияның қандай көздерін пайдаланатынымызды көрсетеді. Оң жағы энергияны қандай мақсаттарда жұмсайтынымызды көрсетеді. Жолдарды жалғастыратын граф қабырғалары анағұрлым толық ақпарат береді. Мысал ретінде жоғарғы жолды алайық. Ол тасымал секторында мұнайдың 72% пайдаланатындығын көрсетеді. Ол сонымен қатар, тасымал секторында пайдаланатын энергияның 93% мұнай болып табылатынын көрсетеді.

▲ **13.7-сурет. АҚШ-тың энергетика тұтынысы, 2012.** Жалпы тұтыну 94,9 квадриллион Btu болды. Ауаны ластаушылардың негізгі көзі көмір, мұнай, табиғи газ сияқты қазбалы отынның жағылуы болып табылады.

Азот оксиді. Азот оксиді отынның жоғары температурада жануы кезінде, отындағы азот немесе ауа оттегімен әрекеттескенде түзіледі. Автокөліктер мен электр стансалар бастапқы көздері болып табылады. Сондай-ақ бұл газдар, кейбір бактериялар азот бар қосылыстармен тотығу кезінде табиғи жолмен құралады.

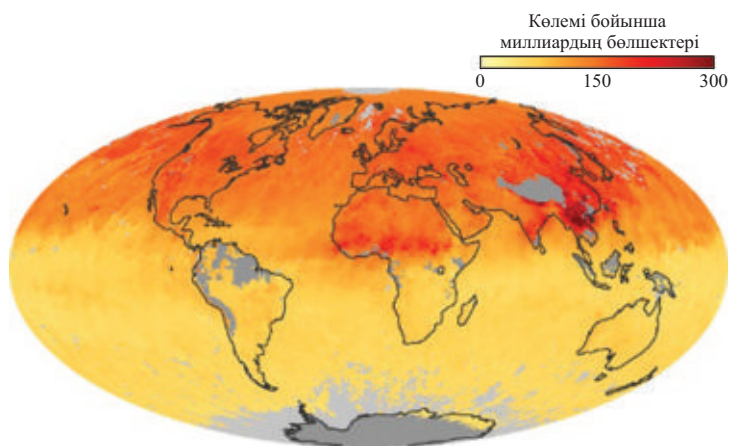
Қалыптасатын бастапқы өнім азот оксиді (NO) болып табылады. NO атмосферада одан әрі тотыққанда, азот диоксиді (NO₂) түзіледі. Әдетте, жалпы NO_x термині осы газдарды сипаттау үшін қолданылады. NO_x табиғи жолмен қалыптасатынына қарамастан, қалаларда оның концентрациясы ауылдық жерлерге қарағанда 10-нан 100 есеге дейін жоғары. Азот оксиді қызғылт-қоңыр түсті болып келеді, қала ауасын осы түсімен одан бетер ластап, көруді нашарлатады. Концентрациясы жоғары болған кезде, NO₂ өкпе және жүрек ауруларына үлес қоса алады. Ауа ылғалды болған кезде, NO₂ су буымен әрекеттеседі де, азот қышқылын (HNO₃) қалыптастырады. Күкірт қышқылы сияқты, бұл коррозиялық заттар, сондай-ақ қышқыл жаңбыр мәселесіне ықпал етеді. Оның үстіне, азот оксиді жоғары реактивті газдар болып табылғандықтан, олар тұмша қалыптастыруда маңызды рөл атқарады.

Ұшпалы органикалық қосылыстар. Ұшпалы органикалық қосылыстар (ҰОҚ), сондай-ақ көмірсутек деп аталып, сутегі және көміртегіден ғана тұратын кең ауқымдағы қатты, сұйық және газ тектес заттарды қамтиды. Табиғатта көп мөлшерде кездеседі, метанмен (CH₄) бірге кең түрде таралған. Метан, алайда, басқа заттармен

химиялық өзара әрекетке түспейді және денсаулыққа ешқандай теріс әсер жоқ. Қалаларда, автокөліктердегі жанармайдың толық жанбауы ұшпалы органикалық қосылыстардың негізгі көзі болып табылады. Дегенмен, басқа көздерден шыққан көмірсутектер қатерлі ісік тудырушылар болып табылады, қала ауасындағы басқа қоспалармен бірге жүретін ұшпалы органикалық қосылыстар маңызды экологиялық мәселе тудырады. Келесі тарауларда ұшпалы органикалық қосылыстар кейбір басқа ластаушы заттармен (әсіресе азот оксиді) әрекеттескенде, органы екінші қайтара ластаушы заттар шығаратыны жайлы талқыланатын болады.

Көміртек оксиді. *Көміртек оксиді* (CO) ауадан сәл жеңіл, түссіз улы газ, суда нашар ериді. Иіс газы деп аталады. Қалыпты жағдайда сумен әрекеттеспейді. Мұндай, көмір және ағаш сияқты әртүрлі отындардағы көміртегі толық жанбағанда түзіледі. Өнеркәсіпте (домна пештерінде) кокс жанып, көмірқышқыл газына айналады. Ал оттегі жетіспегенде көмірмен әрекеттесіп, көміртек (II) оксидін түзеді. Ол ең көп бастапқы ластау заттары болып табылады, Құрама Штаттарда ауаны ластаушылардың төрттен үшін қамтып, автокөлік құралдары мен техникалардан бөлінеді.

CO атмосферадан тез жойылып кетуіне қарамастан, қауіпті болуы мүмкін. Көміртек оксиді өкпе арқылы қанға түседі және ағза мен ағза тіндеріне оттегіні жеткізуді азайтады. CO көзге көрінбейді, иісі сезілмейді және дәмін тату мүмкін емес, сол себептен адамдарға байқаусыз әсер етеді. Оның аз мөлшері ұйқышылдықты тудырып, рефлексті баяулатады және ойлау қабілетін нашарлатады. Концентрациясы жеткілікті мөлшерде жоғары болса, CO тыныс алу мүшелеріне өте қауіпті болуы мүмкін. Көміртек оксиді нашар желдетілетін тоннельдер мен жерасты паркингі сияқты құрылыстарда концентрациясы жоғары деңгейге жетіп, адам денсаулығына елеулі қауіп төндіреді.



▲ **13.8-сурет. Көміртегі монооксиді.** Бұл карта 2010 жылдың сәуір айы кезінде биіктіктігі 3600 метр тропосферадағы көміртек монооксидінің (CO) орташа концентрациясын көрсетеді. Деректер НАСА-ның Тегга спутнигінің бортындағы датчикпен жиналды. CO концентрациясы көлеміне қатысты миллиард бөліктерінде көрсетілген. Сары түспен CO мөлшері аз немесе кездеспейтін жерлер көрсетілген. Концентрациясы бірте-бірте жоғарылайтын жерлер қызғылт сары және қызыл түспен көрсетілген. Бәлкім бұлт салдарынан сенсор деректерді жинамаған жерлер, сұр түспен көрсетілген. Спутниктік бақылау бір жерде шығарылған ластаушы заттар үлкен қашықтыққа таралып, бастапқы көзден алыс орналған жерлердегі ауаның сапасына әсер етуі мүмкін екендігін көрсетеді.

13.8-суреттегі дүниежүзілік картада әлемнің түрлі бөліктеріндегі және әр мезгіліндегі 2010 жылдың сәуір айындағы орташа СО концентрациясын көрсетеді, концентрациясы және көздері айтарлықтай өзгереді.

Мысалы, Африкада СО-ның экватордан солтүстікке және оңтүстікке жылжуындағы маусымдық өзгерістер ауыл шаруашылық қалдықтарын жағумен байланысты. Өрттер, сондай-ақ Амазонка және Оңтүстік-Шығыс Азия сияқты басқа аймақтарда СО-ның маңызды көзі болып табылады. АҚШ, Еуропа, Қытайда СО-ның ең жоғары концентрациясы механикалық көлік құралдары мен фабрикалар көп орналасқан қалалық жерлерде орын алады. Солтүстік Америка мен Ресейдің үлкен аумақтарын өртеуі бірнеше жылда басты көздеріне айналуы мүмкін.

Қорғасын. Қорғасын (Pb) қан, сүйек және жұмсақ тіндерде жиналатындықтан өте қауіпті. Ол көптеген органдарының жұмыс істеуін нашарлатады. Қорғасынның аз ғана мөлшері жас балалардың жүйке жүйелеріне зақым тигізе алады. Бұрында автомобиль көздері атмосфераға бөлінетін қорғасынның басты салымшысы болды, себебі қорғасын қозғалтқыш тарсылын болдыртпау үшін бензинға қосылатын. Қоршаған ортаны қорғау агенттігі этилденген бензинді мандатпен шегеруді ұйғару арқылы, американдық қалалар ауасында қорғасын концентрациясы күрт төмендеді (**13.1-кесте**). Ауа сапасының стандартын сақтаудағы бұзушылықтар әлі де осындай қорғасын балқыту сияқты ірі өнеркәсіптік көздерінің маңында орын алады.

13.1-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

1952 жылы болған түтін

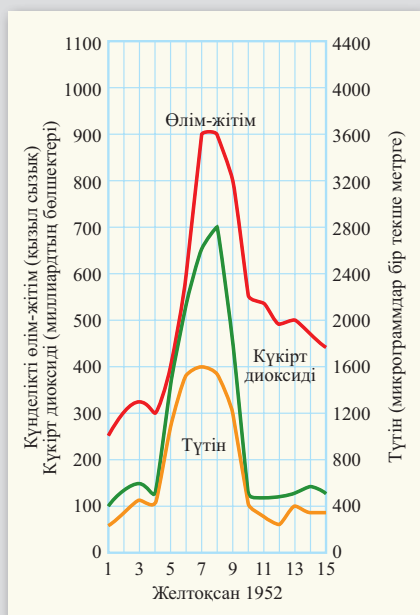
Көптеген ғасырлар бойы Британияның ірі қалаларындағы тұман-түтінмен ластанды. Әсіресе Лондон өзінің нашар ауа сапасымен әйгілі болды. 1800 жылдың басында түтінмен қаптарласқан тұман «Лондонға тән» деп танылды. 1853 жылы Чарльз Диккенс өзінің романдарында «*мұңлы үй*» деген терминді қолданып, Лондондағы лас ауаның графикалық сипаттамаларын берді.

Лондонның ең қапалы ластану оқиғасы 1952 жылдың желтоқсан айында 5 күнге созылды. Осы уақытта улы, сары түтін қаланы басып алып, мыңдаған адам қаза болып, миллиондағанына қолайсыз жағдай туғызды (**13(Ә)-сурет**). Осы іс-шараға жауапты, кезектен тыс қандай жағдай болды? Іс жүзінде барлық басқа да ауаның негізгі ластану оқиғасы ретінде, ол шығарындылар мен метеорологиялық жағдайлардың қосындысы болды.

Ауа райы ерекше суық болып, Лондондықтар үйлерін жылыту үшін көп мөлшерде көмір жақты. Осы үйлермен, сондай-ақ Лондонның көптеген фабрикалары мұржаларынан шыққан түтін жан-жаққа тарқалмай, керісінше өте тұрақты, желсіз



▲ **13(Ә)-сурет. Түсік түнек.** 1952 жылы 5 күнге созылған Лондондық «Ұлы смог» қайғылы оқиғасы мыңдаған адам өліміне жауапты болды.



▲ **13(Б)-сурет. 1952 жылдағы Ұлы смог кезіндегі ластану мен өлім-жітім.** Смог және күкірт оксидіне түрлі жерлерде мониторинг жүргізілді. Осы 10 жерлердің күнделікті орташа мөлшері мұнда көрсетілген.

5-желтоқсанның таңында, 48 сағат бойы көру мүмкіншілігі 10 метрден төмен болды.

1952 жылы болған бұл оқиға «Ұлы түтін» деп танымал. Тіпті қаладағы «бұршақ сорпасы» деп аталатын тұман өте кең тараған құбылыс болып, әдетте танымал болып табылады. Бұл құбылыс Ұлыбританияда, сондай-ақ Батыс Еуропа елдері мен Солтүстік Америка елдерінің ауаның ластануын қадағалауына алып келді.

Сарапшылар ұлы түтін кезінде 4000 адам қаза болды деген көрсеткішпен келісті (**13(Б)-сурет**). Сонымен қатар, кейбір зерттеушілер 1953 жылдың қаңтар-ақпан айлары аралығында түтіннің кідірілген әсерінен немесе ауаның ластану үдерісінің ұзаққа дейін созылуына байланысты қосымша 8000 Лондондықтар қаза болды дейді. Басқа талдау жұмыстары бұнымен келіспей, өлім саны тұмауға байланысты болды дейді. Ал басқалары көптеген өлім түтін пен тұмау арасындағы өзара нәтижесінде болуы мүмкін деп болжайды. 1952 жылы Лондондағы ауаның ластану жағдайына байланысты пікір-сайыс әйгілі болды. Сол жылдан кейін Лондонда мұндай «Ұлы Түтін» оқиғасы болған емес, бірақ лас ауа үлкен қалаларды жайлауын жалғастыруда. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының бағалауы бойынша, ауаның ластану салдарынан жыл сайын бүкіл әлемде шамамен 800 000 өлім болады екен.

Сұрақтар

1. Ұлы түтіннің ластанушы көзі не болды?
2. Ластанушы заттардың жинақталуына үлес қосқан метеорологиялық факторды сипаттаңыз.

ауаның таяз аймағында жинақталды. Оңтүстік Британ аралдарының үстінде қалыптасқан жоғары қысым орталығына байланысты, бұл тұзаққа түскен «қақпақ» елеулі температуралық инверсияны туындатты (Температуралық инверсия және ауаның ластану жағдайы арасындағы байланыс 13.4-тарауда толығырақ зерттелген).

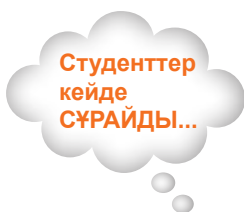
Тұман 5-желтоқсан, жұма күні түзіле бастады. Дамыған температуралық инверсия астында, өте жеңіл жел 100-200 метр қалыңдықтағы тұман қабатын қалыптастыру үшін қаныққан ауаны араластырды. Түннің басталуымен одан тығыз тұман түзілу үшін радиациялық салқындату жеткілікті мөлшерде болды. Әрине, қанық ауада да түтін көптеп жиналуын жалғастырды. Көптеген аудандарда көру мүмкіншілігі бірнеше метрге төмендеді. 6-желтоқсан, сенбі күні, әлсіз қысқы күн энергиясы тұманды «тарқатып» жібере алмады. Сол түнгі лас, сары түсті түтін қоспасы мен тұман өте қалың болып, тіпті жаяу жүргінші өзінің таныс ортасында күнделікті жүріп жүрген жолын таба алмады. Адамдар тіпті өз аяқтарын көре алмады!

9-желтоқсан, сейсенбіге дейін жел лас ауаны тарқатып жібермеді. Лондонның орталығында 114 сағат бойы көру мүмкіншілігі 500 метр болса, 48 сағат бойы 50 метрден төмен болды. Хитроу әуежайында

Екінші қайтара ластаушылар

Естеріңізге сала кететін болсақ, екінші қайтара ластаушылар заттарды ауаға тікелей бөлмейді, олар бастапқы заттардың ішінде реакциялар орын алған кезде атмосферада қалыптасады. Жоғарыда сипатталған күкірт қышқылы екінші қайтара ластаушылардың бір мысалы болып табылады. Бастапқы ластанудан кейін, күкірт оксиді атмосфераға бөлінеді де оттегімен біріккен соң күкірт ангидридіне айналады, кейін ол сумен бірігу арқылы тітіркендіргіш және коррозиялық күкірт қышқылын түзеді.

Қалалық және өнеркәсіптік аудандардағы ауаның ластануын **тұмша** деп атайды. Алғаш рет 1905 жылы доктор Генри Антуан де Воның «Тұман және түтін (Fog and Smoke)» мақаласында «Smog» деген терминді қолданды. 1905 жылы 26-шілдеде лондондық Daily Graphic газеті жаңа терминнің пайда болғандығы жайлы және келесі күні доктор Генри Антуан де Воның қоғам үшін үлкен еңбек атқарғанын жазды. Доктор Во тілге тиек еткен түтін Лондон қаласында пайда болған тұманды түтін болатын (**13.2-мәліметтер жинағы**).



Ауаны ластаушы улы заттарға не жатады?

Ауаны ластаушы улы заттарға ауадағы химиялық заттар жатады, олар жүрек-тамыр ауруларының өсуіне, жүйкенің бұзылуына, қатерлі ісік ауруларының пайда болуына әкеледі. Бұл заттар, сондай-ақ «қауіпті ластаушы заттар» және «ауаны улаушы заттар» деп аталады. АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау жөніндегі агенттігі ауаны ластаушы 188 улы заттарды қадағалайды. Мысал ретінде жанармайдан табылған бензолды, еріткіш және бояуды кетіруге пайдаланылатын метиленхлоридті айтуға болады.

Алайда, бүгінде тұмша немесе түтін жалпы ауаның ластану синонимі ретінде қолданылады және міндетті түрде түтін-тұман тіркесінің мағынасын білдірмейді. «Түтін» сөзін кейде айқын түсіну үшін, «Лондондық типтегі», «классикалық», «Лос-Анджелес типтегі» немесе «фотохимиялық» деп түсіндіріледі. Алғашқы екеуі сөздің бастапқы мағынасын білдірсе, ал соңғы екеуі екінші қайтара ластанумен болатын ауа сапасындағы мәселеге қатысты.

Фотохимиялық реакциялар. Екінші қайтара ластаушылар бөлетін көптеген реакцияларға күшті күн сәулесі ықпал етеді, сондықтан **фотохимиялық реакциялар** деп аталады. Мысал келтіретін болсақ, азот оксиді күн сәулесін сіңірген кезде күрделі реакциялар тізбегін бастамашылық етеді. Ұшпалы органикалық қосылыстар орын алу нәтижесінде өте реактивті, тітіркендіргіш және улы болып табылатын жағымсыз екінші қайтара ластаушы заттар қалыптасады. Газдар мен бөлшектердің осы зиянды қоспасы *фотохимиялық тұмша* деп аталады. Осыларды құраушылардың бірі Пероксидсетел Нитрат (PAN-peroxyacetyl nitrate), ол өсімдіктерге зақым келтіреді және көзді тітіркендіреді. Фотохимиялық тұмшаның *басты* құраушысы озон болып табылады. 1-бөлімді еске түсіретін болсақ, озон стратосферада табиғи үдерістер нәтижесінде құрылады. Алайда жер бетіне жақын түзілетін болса, озон ластаушы зат болып саналады.

Озонның түзейтін реакцияларын күшті күн сәулесі ынталандыратындықтан, осы ластанудың қалыптасуы күндізгі жарық уақытын шектейді. Белсенділіктің үдемелі кезі

ыстық, күннің қатты түсетін уақытынан кейін, түстен кейін болады. Озон деңгейі жылы жаз айларында ең жоғары болып табылады. «Озон маусымы» елдің әртүрлі бөліктерінде өзгеріп отырады. Мамыр айынан қазанға дейін тән болғанымен, Американың оңтүстік-батысы мен оңтүстігіндегі күннің қатты түсетін белдеулерінде жыл бойы ақаулар болуы мүмкін. Керісінше, солтүстік штаттарда озон маусымы қысқа, мысалы, Солтүстік Дакотада мамыр мен қыркүйек аралығында.

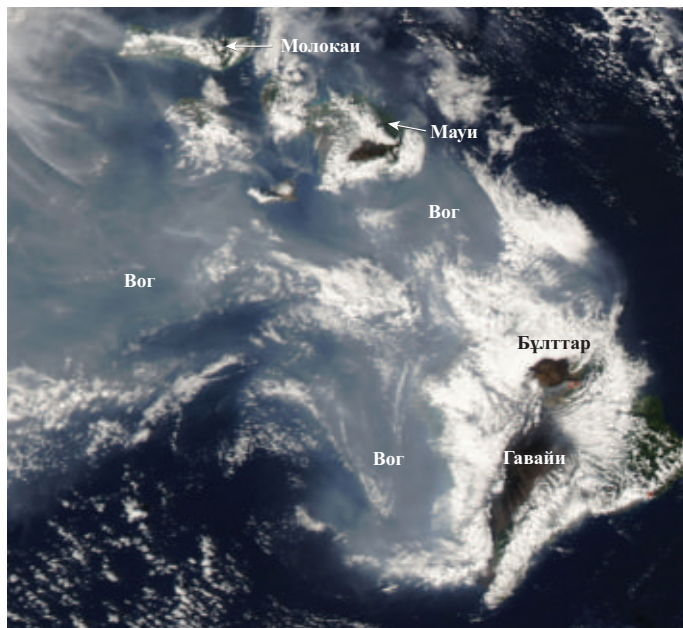
13.1-кесте. Ауа сапа және шығарындылардың тенденциялары (теріс сандар ауа сапасының жақсаруын көрсетеді)

	Концентрациясындағы пайыздық өзгерістер	
	1990–2012	2000–2012
NO ₂	-50	-38
O ₃ 8- сағаттық	-14	-9
SO ₂	-76	-65
ҚБ ₁₀ 24-сағаттық	-39	-27
ҚБ _{2,5} жылдық	—*	-33
CO	-75	-57
Pb	-87	-52
	Шығарындылардағы пайыздық өзгерістер	
	1990–2012	2000–2012
NO _x	-52	-50
VOC _s	-45	-24
SO ₂	-76	-66
ҚБ ₁₀	-35	-10
ҚБ _{2,5}	-57	-45
CO	-65	-51
Pb	-80	-50

*Дерек көзі көрсетілмеген

Озонның адам денсаулығы мен қоршаған ортаға әсері жайлы көп құжаттарда айтылған. Мысалы, Қоршаған ортаны қорғау агенттігіне сәйкес, озонның денсаулыққа кері әсері, бұл өкпе функциясының төмендеуі және кеуде қуысының шаншуы, жөтел сияқты респираторлық симптомдарды камтиды. Озон әсерінен адамдар респираторлық инфекцияларға сезімтал болып келеді, нәтижесінде өкпе қабынып және демікпе сияқты респираторлық ауруларын ұшықтырып жібереді. Жалпы әсер етуі адамдар далада белсенді жұмыс жасап, балалар сыртта ойнап жүргенде басталады. Жаз мезгілінде белсенділіктің үдемелі кезінде, далада ойнап жүретін балаларда осындай зардаптардың туындауына тәуекел ең жоғары болып келеді. Сонымен қатар, озонның ұзақ мерзім әсер етуі өкпе құрылымында қайтымсыз өзгерістер тудырып, өкпенің ерте қартаюына әкелуі мүмкін.

Озон, сондай-ақ өсімдіктер мен экожүйелерге әсер етеді, ауыл шаруашылығындағы дәнді дақылдардың өсімін және орман шарушылығын нашарлатады; өсімдіктердің әртүрлі ауруларға, зиянкестер мен қатал ауа райы шарттары сияқты экологиялық күйзелістерге сезімтал етеді. Ұзақ өмір сүретін өсімдіктер үшін бұл әсерлер бірнеше немесе ондаған жылдардан кейін тән болуы мүмкін, осылайша орман экожүйесіне ұзақ мерзімді салдарын тигізеді. Озонның ағаштар мен басқа да өсімдіктердің жапырақтарына залалы, сондай-ақ табиғи аумақтардың эстетикалық құндылығын нашарлатады.



▲ **13.9-сурет. Жанартау тұмшасы вог деп аталады.** Бұл сурет НАСА-ның Аква спутнигімен 2008 жылдың 3-желтоқсанында түсіріліп, Гавай аралдары үстіндегі вогты қалыптастырушы тығыз мұнарды көрсетеді. Гавайинің Үлкен Аралындағы Килауэа жанартауынан шыққан күкірт оксиді (SO_2) атмосферадағы оттегі және су буымен біріккен кезде тұмшаның табиғи нысаны ретіне вог түзіледі. Вог осы аймақтағы жалпы құбылыс, дегенмен вог қалыңдығы әдетте бұндай емес.

Жанартаулық түтін. Түтін адамның іс-әрекеті нәтижесіндегі атмосфералық қауіп болғанымен, табиғат та оны қалыптастыра алады. Мысал ретінде Гавайинің белсенді жанартау аудандарын айтуға болады. **13.9-суреттегі** спутниктік сурет Гавай аралдары үстінде тығыз тұман тұрғанын көрсетеді. Бұл табиғи құбылыс **вог** деген атауға ие немесе жанартаулық түтін, «вог» ағылшынның «*volcanic smog*» деген сөзінің қысқартылған түрі. Бұл аймақта вог Килауэа вулканынан шыққан күкірт оксиді күшті күн сәулесі кезінде оттегі және су буымен біріккенде қалыптасады. Вог құрамындағы ұсақ сульфат бөлшектері жарықты жақсы шағылдырады, сол себепті ғарыштан қараған кезде вогты оңай байқауға болады. Осы оқиға 2008 жылы орын алған кезде, Килауэа шыңына жақын орналасқан Гавайидің Жанартау Ұлттық Паркінде SO_2 концентрациясы тым жоғары деңгейге жетті. Вог ауаны бұлдырлатып қана қоймай, демікпе сияқты респираторлық мәселелерді ұшықтыра түседі. Вог Гавайи аралдарымен ғана шектеліп қалмайды; басқа да жанартаулық аудандарда орын алады.

✓ 13.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Бастапқы және екінші қайтара ластану арасындағы айырмашылық қандай?
- 2 Негізгі бастапқы ластаушыларды атап шығыңыз. Ең кең таралған қайсысы? Қандай екі түрі фотохимиялық тұмшамен байланыстырылады?
- 3 Фотохимиялық реакция дегеніміз не? Фотохимиялық тұмшаның негізгі компоненттерін не құрайды?
- 4 Вог дегеніміз не?

13.3 Ауа сапасына байланысты трендтер

1980 жылдан бергі ауаның сапасы облысындағы трендтерді қорытындылаңыз.

13.1-кестеде ауаның ластануын бақылауда айтарлықтай жетістікке жеткенімізді көрсеткенімен, біз тыныс алатын ауа сапасы әлі күнге дейін қоғамдағы күрделі денсаулық сақтау мәселесі болып қалуда. Экономикалық белсенділік, халық санының өсуі, метеорологиялық жағдайлар, сондай-ақ ластаушы заттар үшін нормативтік шектеулерді бақылау, осының барлығы атмосфераға бөлінетін ластаушы заттар аумағындағы трендке әсер етеді. 1950 жылға дейін атмосфераға бөлінетін зиянды заттардың ең үлкен әсері экономиканың және халықтың өсуіне байланысты болды. Экономика мен халық саны ұлғайған сайын зиянды заттар мөлшері де өсті. Қалдық заттар экономикалық құлдырау кезеңінде төмендеді. Мысалы, 1930 жылғы бөлінетін қалдық заттардың күрт төмендеуі Ұлы депрессияға байланысты болды (13.10-сурет). Қалдық заттар, сондай-ақ әртүрлі өнімдерге сұраныстың ұлғаюы нәтижесінде артты. Мысалы, екінші дүниежүзілік соғыстан кейін жанармайға сұраныстың орасан зор жоғарылауы нәтижесінде мұнайды өңдеумен байланысты қалдықты заттар мөлшері өсті.

1950 жылы Құрама Штаттар, түгін мен қатты бөлшектердің шығарылуына бағытталған ауаның ластану мәселесіне қатысты жарғыларын шығарды. Ауаның ластануын азайтуға қатысты жасалған маңызды қадам, бұл 1970 жылы федералды «таза ауа» заңының қабылдануы. Бұл заңнаманы қоршаған ортаны қорғау агенттігі шығарды және ауа сапасы мен бөлінетін зиянды заттардың стандарттарын белгілеуін тапсырды.



▲ **13.10-сурет. 1900-2012 жылдар аралығындағы ұлттық шығарындылар тенденциялары.** 1970 жылға дейінгі экономикалық белсенділік және халық санының өсуі ауаны ластаушы заттар шығарындыларына әсер еткен негізгі факторлар болды. Экономика және халық санының өсуімен қатар шығарындылар да өсті, ал экономикалық құлдырау кезінде төмендеді. Мысалы, 1930 жылдағы шығарындылардың күрт төмендеуі Ұлы Тоқырау салдарынан болды. 1970 жылдан бастап, шығарындылардың төмендеу тенденциясы «таза ауа» заңының қабылдауына байланысты болды.

Стандарттарды белгілеу

1970 жылы қабылданған «таза ауа» заңында бастапқы төрт ластаушы-бөлшектер, күкірт оксиді, көміртек оксиді, азот оксиді және сондай-ақ, екінші қайтара ластаушы зат ретінде

озонның стандарттарын белгілеу қарастырылды. Сол уақытта, осы бес ластаушы заттар ең көп тараған және жағымсыз ретінде танылды. Қазіргі таңда, қатарға қорғасын қосылып, олар ластау критерийлері ретінде белгілі және Ұлттық қоршаған ауа сапасы стандарттарында (13.2-кесте) қамтылған. 13.2-кестеде әрбір ластаушы заттардың бастапқы стандарттары көрсетілген, ол адамдардың ешқандай ауру белгілері байқалмайтын жағдайындағы ең жоғарғы деңгейіне негізделген, қауіпсіздік үшін минус 10-50 пайызы қорда.

13.2-кесте. Ұлттық қоршаған ауа сапасы стандарттары

Ластаушы заттар	Стандартты мөлшер	
Көміртегі монооксиді (CO)		
8-сағаттағы орташа мөлшері	9 ppm*	(10 мг/м ³)
1-сағаттағы орташа мөлшері	35 ppm	(40 мг/м) ^{**}
Азот оксиді (NO₂)		
Жыл сайынғы орташа арифметикалық мөлшері	0.053 ppm	(100 µg/м) ^{***}
Озон (O₃)		
1-сағаттағы орташа мөлшері	0.12 ppm	(235 µg/м)
8-сағаттағы орташа мөлшері	0.08 ppm	(157 µg/м)
Қорғасын (Pb)		
Тоқсандық орташа мөлшері		0.15 µg/м
Қатты бөлшектер < 10 микрометр (ҚБ₁₀)		
24-сағаттағы орташа мөлшері		150 µg/м ³
Қатты бөлшектер < 2.5 микрометр (ҚБ_{2.5})		
Жыл сайынғы орташа арифметикалық мөлшері		15 µg/м ³
24-сағаттағы орташа мөлшері		35 µg/м ³
Күкірт оксиді (SO₂)		
Жыл сайынғы орташа арифметикалық мөлшері	0.03 ppm	(80 µg/м ³)
24-сағаттағы орташа мөлшері	0.14 ppm	(365 µg/м ³)
1-сағаттағы орташа мөлшері	75 ppb [†]	

*ppm, parts per million – миллионға шаққандағы бөлшектер

**mg/m³, ауаның текше метріндегі миллиграмм. 1 миллиграмм – 1 граммның мыңнан бір бөлігі

***µg/m³, текше метрдегі микрограмм. 1 микрограммда 0,000001 грамм

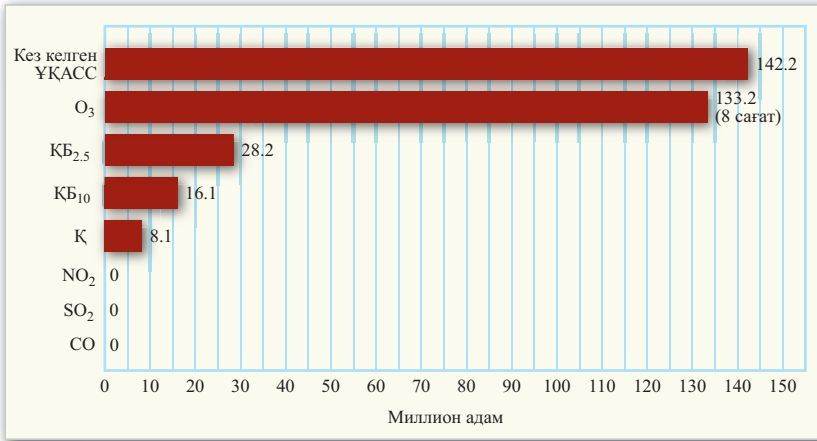
†ppb, parts per billion – миллиардқа шаққандағы бөлшектер

Дерек көзі: АҚШ Қоршаған ортаны қорғау агенттігі, Ауа сапасын жоспарлау және стандарттау басқармасы.

Кейбір ластаушы заттардың, мысалы, ұзақ мерзімді және қысқа мерзімділердің деңгейлері белгіленеді. Қысқа мерзімді деңгейлер қатты әсерден қорғау үшін жасалса, ұзақ мерзімді стандарттар созылмалы әсерден қорғау үшін бекітілген болатын. Қатты әсер бірнеше сағат немесе күн ішінде өмірге қауіпті болуы мүмкін ластаушы заттардың деңгейіне жатады. Ластанудың созылмалы деңгейі бірнеше жылдар аралығында физиологиялық функциялардың біртіндеп нашарлауын тудырады. Осы стандарттар ластаушы заттардың басқа заттарға әсері немесе атмосфералық химиялық өзгерістерге сәйкес емес, адам денсаулығына қатысты критерийлерді пайдалана отырып белгіленеді. 1970 жылдан таза ауа заңы жүзеге асырыла бастағаннан бері, көптеген өзгерістер енгізіліп, оның нормалары мен стандарттары жыл сайын қайта қаралып отырады.

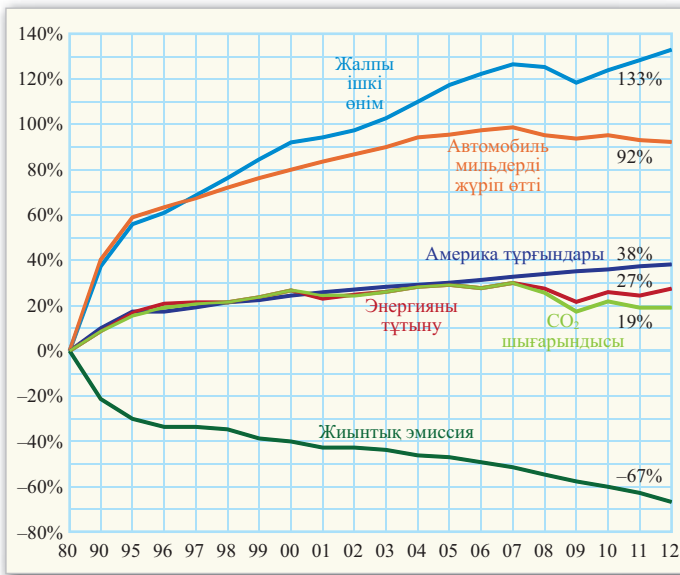
2012 жыл қарсаңында Құрама Штаттардың 142 миллионнан астам халқы тұратын аймақтардың бірде-бірі ауа сапасының стандарттарына сай келмейді (13.11-сурет).

Бұны 13.11-суретте көрсетілгендей, қоршаған ортаны қорғау агенттігінің озонды «ең көп тараған қоршаған орта ауасының ластану мәселесі» деп сипаттауынан түсінуге болады.



▲ 13.11-сурет. 2012 жылдағы Ұлттық Қоршаған Ауа Сапасы Стандарттарында (ҰҚАСС) ауа сапасы концентрациясына қойылған талаптардан асып түсетін аймақтарда тұратын адамдар саны. Мысалы, 16.1 миллион адам ҚБ₁₀ концентрациясы ұлттық стандарттан асып түсетін аймақтарда өмір сүреді. Шығарындылардың қысқаруы айтарлықтай ілгерілігіне қарамастан, ел бойынша 142 миллион халық әлі де болса ауа сапасының деңгейі Ұлттық стандарттан жоғары болып бақыланатын аймақтарда өмір сүреді.

Озонның стандарттан артық мөлшері кездесетін аймақтарда өмір сүретін адамдардың саны, басқа алты ластаушы заттардың санаттарынан зардап шеккен аймақтарда өмір сүріп жатқан адамдардың жалпы санынан артық.



▲ 13.12-сурет. Дамыған салалар мен шығарындыларын салыстыру. 1980-2012 жылдар аралығында жалпы ішкі өнім 133 пайызға артып, көлік құралымен саяхаттау 92 пайызға, энергияны тұтыну 27 пайызға, АҚШ халық саны 38 пайызға өсті. Сонымен қатар, алты негізгі ауаны ластаушы заттардың жалпы шығарындылары шамамен 67 пайызға төмендеді.

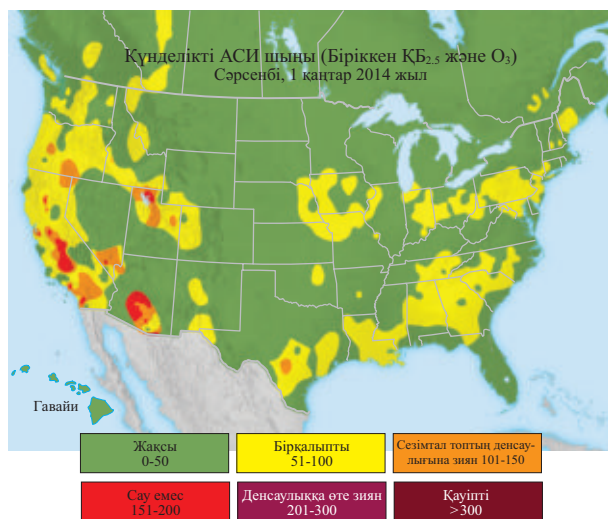
Ауа сапасының стандарттарына сай келмейтін жерлердің болғаны, прогрестің болмауы дегенді білдірмейді. Америка Құрама Штаттары ауаның ластануын азайтуда айтарлықтай жетістіктерге жетті. 2012 жылы 13.5-суретте көрсетілгендей бес ірі бастапқы ластаушы заттардың ауаға бөлінген қалдықтары шамамен 84 млн тоннаны құрады.

Ал ең алғаш «таза ауа» заңы қабылданған 1970 жылы, осы бес ластағыштар қалдығы 301 млн тоннаны құрады. 2012 жылы жалпы 1970 жылдағы деңгеймен салыстырғанда шамамен 72 пайызға төмен. 13.1-кестеде көрсетілгендей, барлық ластаушы заттар мөлшерінің төмендеуі айтарлықтай болып табылады. Бұл ауа сапасының жақсаруы дер кезінде, урбандалу деңгейі жоғары болған кезде орын алды. Алайда, қалалық ауаның сапасын жақсартудағы бақылау әдістері күтілетін нәтижедей тиімді болған жоқ.

Ауаның сапасын жақсартудағы баяу прогрестің себебі өсімге байланысты болды. Мысалы, 1980 және 2012 жылдар аралығында, *әрбір автокөлік бойынша*, бастапқы ластаушы заттардың қалдықтары күрт төмендеді. Алайда, сол уақытта Құрама Штаттар халқы 38 пайызға өсті және автокөлікпен қозғалыс саяхаты 92 пайызға жоғарылады (13.12-сурет). Басқаша айтқанда, ластануды бақылау ауаның сапасын жақсартты, бірақ бұл оң әсер көлік санының артуымен ішінара өтелді.

Ауа сапасының индексі

Ауа сапасының индексі (АСИ) жалпы күнделікті ауаның сапасын қадағалау үшін қолданылатын стандартталған индикатор болып табылады. Жалпы сұраққа жауап алу үшін де қолданылады, мысалы: қазіргі таңда ауа таза немесе ластанған бола ма? Ол ластанған ауамен тыныс алған адам денсаулығында бірнеше сағат немесе күн ішінде қандай зардаптар туындауы мүмкін екендігі туралы ақпарат береді. Қоршаған ортаны қорғау агенттігі «таза ауа» заңына сәйкес реттелінетін бес негізгі ластаушылардың АСИ-ін есептейді: жер деңгейдегі озон, қатты бөлшектер, көміртек оксиді, күкірт оксиді, азот оксиді. Жер деңгейіндегі озон және ұшпалы ауа бөлшектері Құрама Штаттарда адам денсаулығына ең үлкен қауіп төндіретін ластаушылар болып табылады.



▲ 13.13-сурет. Ауа сапасының индексі. 2014 жылдың 1 қаңтарына арналған Ұлттық Ауа Сапасы индексінің (АСИ) болжамды картасы. Нақты түстер әр ауа сапасының индексі санаттарына тағайындалады, ол адамдардың ауаның ластану деңгейіне жеткенін оңай әрі тез түсіну үшін қолданылады. Ағымдағы картаны тексеру үшін www.airnow.gov сілтемесі бойынша өтіңіз.

АСИ шкаласы 0-ден 500-ге дейін барады (**13.13-сурет**). Мәні жоғарылаған сайын, ауаның ластану деңгейі де жоғары және денсаулық сақтау мәселелері де көп. 100-ге тең ауа сапасы индексінің мәні, әдетте осы ластаушы зат үшін ұлттық ауа сапа стандартына сәйкес келеді. 100-ден төмен мән, әдетте қанағаттанарлық болып қарастырылады. Мәні 100-ден асып кетсе, ауа сапасы залалды болып есептеледі, ең алдымен сезімтал топтар үшін және мән жоғарылаған сайын басқалар үшін де. Нақты түстер әр ауа сапасының индексі санаттарына тағайындалады, ол адамдардың ауаның ластану деңгейіне жеткенін оңай әрі тез түсіну үшін қолданылады. Ағымдағы АСИ-іне көз жеткізу үшін www.airnow.gov сілтемесі бойынша өтіңіз.

✓ 13.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Қай жылы «таза ауа» заңы қабылданды? Оның ластану критерийлері қандай болды?
- 2 1970 жылы бастапқы ластаушылардың ауаға бөлген қалдықтарын 2012 жылғымен салыстырыңыз.
- 3 Ауа сапасының индексі дегеніміз не?

13.4 Ауаның ластануына әсер ететін метеорологиялық факторлар

Ауаның сапасына желдің әсерін сипаттаңыз. Температура инверсиясын көрсететін график немесе диаграмма сызып және оны аралас тереңдікке байланыстырыңыз.

Ауаның ластануына әсер ететін ең айқын фактор, бұл атмосфераға бөлінетін ластаушы заттардың мөлшері болып табылады. Дегенмен, тәжірибеде анықталғандай, ауаға бөлінген заттар салыстырмалы түрде ұзақ уақыт бойы тұрақты болып қала беретін болса, әр күні ауаның сапасы әрқелкі болып келеді. Шын мәнісінде, ауаның ластануы бөлінетін заттардың күрт өсу нәтижесінде болмайды, ол белгілі бір атмосфералық жағдайдың өзгерістерінен болады. **13.3-мәліметтер жинағында** жақсы мысалдар келтірілген.

Мүмкін сіз естіген боларсыз «Ластанудың шешімі бұл сейірту» деген тіркесті. Айтарлықтай дәрежеде, бұл рас. Ауаға бөлінген лас заттар сейілмей тұра беретін болса, ол ауа өте улы болады. Ластаушы заттардың сейілуіне әсер ететін ең маңызды атмосфералық жағдай, бұл жел күші мен ауаның тұрақтылығы болып табылады. Бұл факторлар маңызды болып табылады, себебі олар ластаушы заттар бөлінгеннен кейін айналасындағы ауамен қалай тез араласатынын анықтайды.

Жел фактор ретінде

Жел жылдамдығының ластаушы заттар концентрациясына әсер ету тәсілі **13.14-суретте** көрсетілген. Ластану лапылы мұржа құбырында әр секунд сайын болады деп есептейік. Желдің жылдамдығы секундына 10 метр болса, әр ластанған «бұлттар» арасындағы қашықтық 10 метр болар еді. Жел жылдамдығы секундына 5 метрге дейін төмендесе,

«бұлттар» арасындағы қашықтық 5 метр болады. Демек, желдің жылдамдығы тікелей әсер ететіндіктен, ластаушы заттардың концентрациясы секундына 10 метр жылдамдықтағы желге қарағанда, секундына 5 метр жылдамдықтағы желде екі есе жоғары болады. Сол үшін жел қатты болған кездері ауаның ластану мәселелері сирек кездеседі.

Екіншіден, желдің жылдамдығы ауаның сапасына әсер етеді: жел күштілігі, ауаның көп турбуленттілігі. Осылайша, күшті желдер ластанған ауаны айналадағы ауамен неғұрлым тез араластырады. Керісінше, жел әлсіз болған кезде турбуленттік аз болып, ластаушы заттардың концентрациясы жоғары болады.



▲ 13.14-сурет. Ластаушы заттарды араластыру үшін жел жылдамдығының әсері. Ластаушы заттардың концентрациясы желдің жылдамдығы азайған сайын артады.

Атмосфералық тұрақтылықтың рөлі

Желдің жылдамдығы ауаның мөлшерін реттейтін болса, атмосфералық тұрақтылық *вертикалды* қозғалыстар ластанған ауаны жоғары деңгейдегі таза ауамен араласу деңгейін анықтайды. Жердің беткі қабаты мен конвективті қозғалыс таралған биіктік арасындағы вертикалды қашықтық **араласу тереңдігі** деп аталады. Араласу тереңдігі үлкен болған сайын ауа сапасы да жақсы болады. Араласу тереңдігі бірнеше шақырым болған жағдайда, ластаушы заттар көп мөлшердегі таза ауамен араласып, тез тарқап кетеді. Араласу тереңдігі таяз болған жағдайда, ластаушы заттар ауаның әлдеқайда аз мөлшерімен шектеліп, концентрациясы зиянды деңгейге жетуі мүмкін.

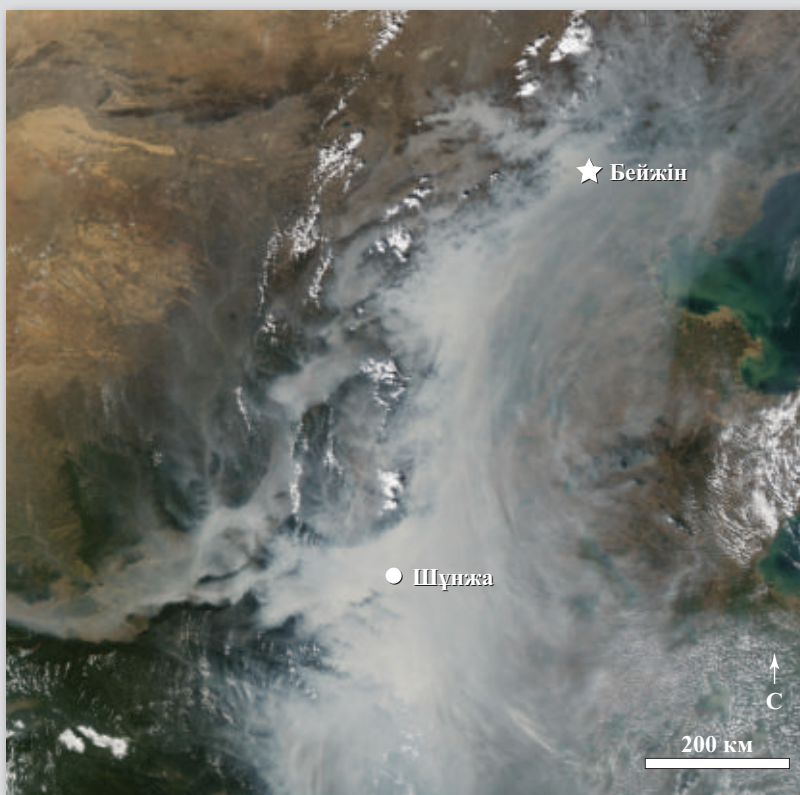
Ауа тұрақты болған кезде, конвекциялық қозғалыс төмендеп, араласу тереңдігі аз болады. Керісінше, тұрақсыз атмосфера вертикалды ауа қозғалыстары мен үлкен араласу тереңдігіне ықпал етеді. Күн жер бетінің жылу конвекциялық қозғалыстарын күшейтетіндіктен, араласу тереңдігі әдетте түстен кейінгі уақытта үлкен болып келеді. Сол себепті, жаз айларында араласу тереңдігі әдетте қыс айларына қарағанда жоғары.

13.3-мәліметтер жинағы. Катерлі және қауіпті ауа райы

Ауаның ластану жағдайының ғарыштық көрінісі

2010 жылдың қазан айының басында жоғары қысым жүйесі Шығыс Қытайда орын алып, ауаның сапасы нашарлай бастады. Қазанның 9-10 Қытайдың Ұлттық қоршаған орта мониторинг орталығы Пекиннің айналасы мен 11 шығыс провинцияларда ауа сапасы қауіпті деп жариялады. Азаматтарға өздерін қорғау шараларын қабылдау үшін кеңес берілді. Көру мүмкіншілігі кейбір аудандарда 100 метрге дейін төмендеді және жаңалықтардан жолдың нашар көріну салдарынан болған жол-көлік апатынан кем дегенде 32 адам қаза тапты деп хабарлады. Мыңдаған адам демікпе және басқа да тыныс алу қиындықтарынан жапа шекті.

НАСА-ның *Аква* және *Terra* спутниктеріндегі құралдар бұл ауаның ластану эпизодын **13(В)-суретте** көрсетілгендей табиғи түстегі көрінісін түсіріп алды.

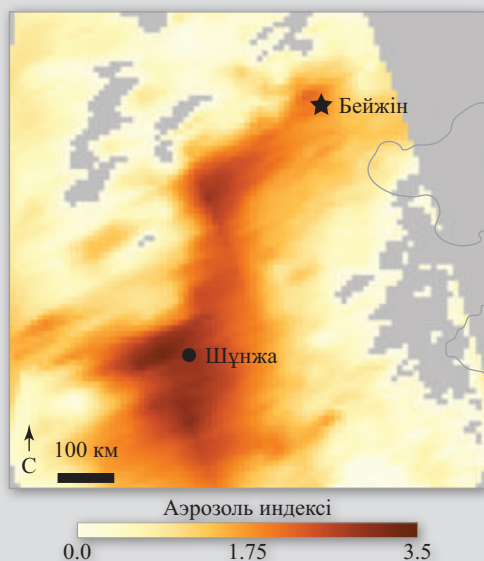


▲ **13(В)-сурет. Ауаның қатты ластануы Қытайдың бір бөлігін алаңдатуда.** 2010 жылдың 8-қазанында түсірілген бұл спутниктік сурет ластану жағдайының дәрежесін көрсетеді.

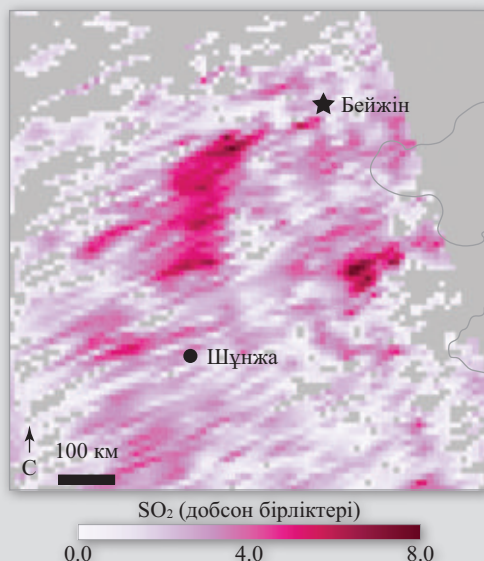
Суреттің оң бөлігін қамтитын сүтті ақ және сұр түс смог болып табылады, ал ағырақ дақтар бұлттар. НАСА-ның *Аква* спутнигінен алынған басқа екі сурет аэрозольдар (**13(Г)-сурет**) және күкірт оксиді (**13(Д)-сурет**) деңгейлерін көрсетеді. Күкірт оксидінің негізгі көзі көмір жағатын электр стансалары мен металл балқыту зауыттары болып табылады. Концентрация

шыңы Қытай үшін 6-8 есе қалыпты деңгейде болса, Америка Құрама штаттары үшін 20 есе қалыпты деңгейде болды. Аэрозоль индексі құрамындағы бөлшектерді жұтатын ультракүлгін жарықтың пайыздық мөлшерін көрсетеді – негізінен ауыл шаруашылық мақсаттағы өртеулерден кейін және техногендік үдерістерден шығатын смогты. 13(Г)-суретте көрсетілгендей кейбір аудандарда индексі 3,5 болған. Индекс мәні 4 болғанда, аэрозольдер тығыз болып, талтүстегі күнді көру қиындыққа соғады.

11-қазанда ауа райы өзгерді. Жоғары қысыммен байланысты болған тоқырау ауа аспанды тазартып шыққан салқын жаңбыр мен күшті желдермен ауысты. Әлбетте, бұл ауаның ластану жағдайы адам әрекеті нәтижесіндегі шығындылардың әсерінен де болды. Алайда, ауа сапасы өзгерісіндегі негізгі рөлді атмосфералық жағдай алады.



▲ 13(Г)-сурет. Аэрозольдер. Бұл спутниктік сурет Қытайда 2010 жылдың қазан айында ауаның ластануы жағдайы барысында, аэрозольдің өте жоғары деңгейін көрсетеді. Сұр түсті аймақтар үшін деректер жеткіліксіз.



▲ 13(Д)-сурет. Күкірт оксиді (SO_2). 2010 жылдың қазан айында Қытайда ауаның ластануы жағдайы барысында, осы бастапқы ластанушы заттың концентрациясы өте жоғары болды. Сұр түсті аймақтар үшін деректер жеткіліксіз.

Сұрақтар

1. Осы жерде сипатталған оқиғада не күкірт оксидімен ластанудың көзі болды?
2. Көптеген аэрозольдердің көзі не болды?

Температуралық инверсия кезінде атмосфера өте тұрақты және араласу тереңдігі айтарлықтай шектеулі болады. Жылы ауа салқын ауа үстінде қақпақ ретінде орнығады да жоғарыға қарай қозғалысқа кедергі келтіреді, нәтижесінде ластанушы заттар жерге жақын тар аймақта қалып қалады. Бұл әсер 13.15-суретте жақсы көрсетілген. Жоғарыда келтірілген ауаның ластану жағдайлары бірнеше сағатқа немесе күндерге созылған температуралық инверсияларға байланысты болды.

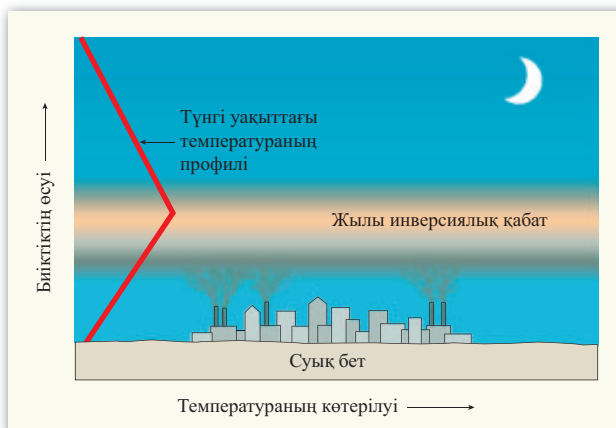


▲ 13.15-сурет. Ауаның ластануы Лос-Анджелестің іскерлік орталығында. Температуралық инверсия қақпақ ретінде орнығады да, төмендегі ластаушы заттарды қақпанға алады.

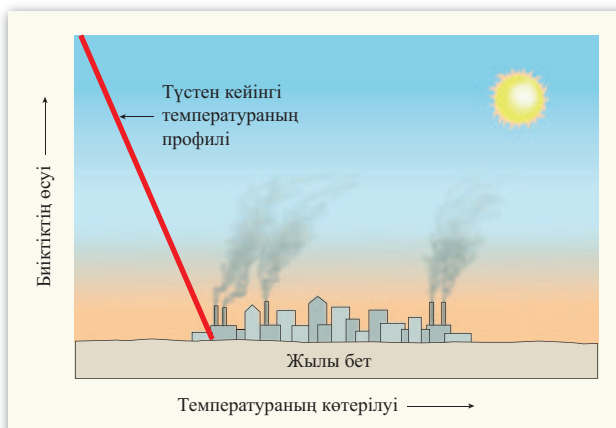
Жердің беткі қабатындағы температуралық инверсиялар. Күннің жылыту жүйесі түске таяу және түстен кейін жер беті температурасының жоғарылауына алып келу мүмкін, ал ол биіктік ұлғайған сайын ауа температурасы құлауына алып келіп, төмендегі ауа тұрақсыз болады (4-бөлімді қараңыз). Алайда, түнгі уақыт барысында керісінше жағдай орын алуы мүмкін: өте тұрақты атмосфералық жағдайға алып келетін температуралық инверсиялар жерге жақын дамуы мүмкін.

Бұл жердің беткі қабатындағы инверсия, жер беті жоғарыдағы ауаға қарағанда неғұрлым тиімді радиатор болғандықтан қалыптасады. Осылайша, ашық аспан түніндегі жердің сәулеленуі жердің атмосфераға шолуғанда тез салқындауына алып келеді. Демек, жерге жақын орналасқан ең салқын ауа температураның вертикалды профилін қалыптастырады, ол **13.16-суреттің** жоғарғы бөлігінде көрсетілген. Күн көтерілгеннен кейін, жер қызады да инверсия жоғалады.

Әдетте таяз болатын жерлерде, жердің беткі қабатындағы инверсияны жер беті тегіс емес аймақтарда терең болуы мүмкін. Суық ауа ыстық ауадан тығыз болғандықтан, жер бетіне жақын жатқан салқын ауа біртіндеп іргелес ойпаттар мен жазықтарға таулы жерлер мен баурайлардан жылжиды. Осындай ойпаттардағы инверсия күн шыққаннан кейін тез жойылып кетпейді. Осылайша, аңғарларда салыстырмалы түрде қалың инверсия болатындықтан, ол ауаның сапасына теріс әсер етеді.



А.

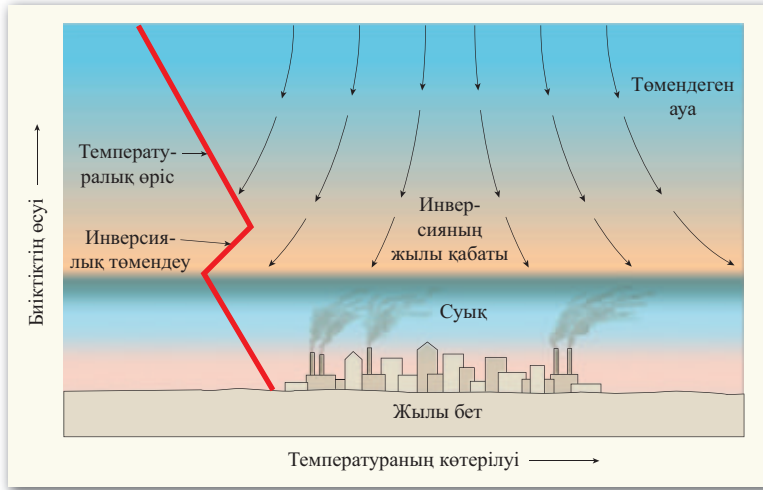


Ә.

▲ **13.16-сурет. Жердің беткі қабатындағы температуралық инверсия.** А. Жердің беткі қабатындағы инверсияның жалпыланған температуралық бейіні. Ә. Күн жердің бетін қыздырғаннан кейінгі температуралық бейінің өзгерісі..

Жоғары биіктіктегі инверсия. Көптеген ауқымды әрі ұзаққа созылатын ауаның ластану эпизодтары жоғары биіктіктегі ауаның қысым (антициклондар) орталықтарын сипаттайтын ауаның қозғалыссыз қалуына байланысты дамиды. Ауа төмен түскен сайын қысылады да, температурасы көтеріледі. Турбуленттілік әрдайым жерге жақын қабатта болғандықтан, атмосфераның осы ең төменгі бөлігі, әдетте, жалпы шөгуге кедергі жасайды. Осылайша, төменгі турбуленттік аймақ пен жоғары биіктіктегі шөгу үдерісі орын алатын жылырақ қабат арасында инверсия дамиды. Мұндай инверсияны **шөгу инверсиясы** деп атайды (**13.17-сурет**).

Лос-Анджелестегі ауаның ластану индеті Тынық мұхитының солтүстігіндегі субтропикалық максимумдағы шығыс бөлігінің шөгуіне қатысты инверсияға байланысты. Сонымен қатар, іргелес жатқан Тынық мұхитының салқын суы мен қаланы қоршаған таулар жағдайды ушықтырады. Лос-Анджелеске жел Тынық мұхитынан салқын ауаны жылжитқан кезде, жоғары қарай ығысқан жылы ауа жоғарыда инверсияны қалыптастырып, тиімді қақпақ ретінде әрекет етеді.



▲ **13.17-сурет. Шөгү инверсиясы.** Биіктіктегі инверсия жоғары қысым орталығындағы баяу қозғалысқа байланысты дамиды, ол жердегі ауа шөгіп және қысылу нәтижесінде жылынады. Турбуленттілік әрдайым жерге жақын қабатта болғандықтан, атмосфераның осы ең төменгі бөлігі, әдетте, жалпы шөгуге кедергі жасайды. Осылайша, төменгі турбуленттік аймақ пен жоғары биіктіктегі шөгү үрдісі орын алатын жылырақ қабат арасында инверсия дамиды. Қызыл сызық жоғары биіктіктегі инверсияның температуралық бейінін жалпылайды.

Қоршаған таулар түтінді ұстап тұру себебінен ауаның ластану бассейні қалыптасып, ауа райында болатын өзгерістерге дейін тұрады. Аймақтың географиялық орналасуы ауаның сапасы мәселесіне айтарлықтай өз үлесін қоса алады. Лос-Анджелес аймағы жақсы мысал болып табылады.

Қорытындылай айтқанда, жел күшті болғанда және тұрақсыз қоршаған ортаның аралық деңгейі қарқынды болған кезде, ластаушы заттардың диффузиясы жылдам болып табылады, ал жоғарыдағы ластану концентрациясы негізгі көзі болмаған жағдайда орын алмайды. Керісінше, инверсия болып және жел әлсіз болғанда, диффузия тежеледі және жоғары ластану концентрациясы көздері бар жерлерде ғана болады. Ауаның ластануы жиі және ұзақ температуралық инверсиялар болатын қалалық аймақтарда қатты болып табылады.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Мен ағашпен жағылатын алауошақтар мен пештер ауаны ластаушы көздер болуы мүмкін деп естідім. Бұл іс жүзінде рас па?

Ия. Ағаш түтіні адам әрекетінен ауаның ластану деңгейі, әсіресе температура инверсиясы болатын суық түнгі уақытта жоғары жерде жинақталуы мүмкін. Ағаш түтінінде жанармай мен газды жағатын пештердің түтініне қарағанда, қатты бөлшектердің айтарлықтай мөлшері, ауаны ластағыш қауіпті заттардың әлдеқайда жоғары деңгейі және кейбір қатерлі ісік тудыратын химиялық заттар бар. Кейбір тұрғын жерлерде Қоршаған ортаны қорғау агенттігімен сертифицикталмаған алауошақтар мен пештерді орнатуға тыйым салынған.

✓ 13.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Ауаның ластану жағдайы ластаушы заттардың күрт ұлғаюына байланысты туындады ма? Түсіндіріңіз.
- 2 Желдің ауа сапасына әсер ететін екі жолын сипаттаңыз.
- 3 Араласу тереңдігі дегеніміз не? Ол ауа сапасына қалай әсер етеді?
- 4 Жердің беткі қабатындағы температуралық инверсия мен жоғары биіктіктегі инверсияның қалыптасуындағы айырмашылықты айтыңыз.

13.5 Қышқыл жауын-шашын

Қышқыл жауын-шашынның түзілуі жайлы талқылаңыз және оның қоршаған ортаға салдарын атаңыз.

Қазба отын түрлері, ең алдымен, көмір және мұнай өнімдерін көп мөлшерде жағу салдарынан, Құрама штаттарда күкірт және азот оксидінің миллиондаған тоннасы жыл сайын атмосфераға шығарылады. 2012 жылы жалпы 17 млн тоннаны құрады. Осы бөлінетін заттардың негізгі көздері энергетикалық құрылғылар, кенді балқыту және мұнай өңдеу сияқты өнеркәсіптік үдерістер және барлық автокөлік түрлері кіреді. Бірнеше күрделі химиялық реакциялардан кейін, осы ластаушы заттардың кейбір түрлері қышқылдарға түрленіп, содан кейін жаңбыр немесе қар түрінде жер бетіне түседі. Бұл сондай-ақ *ылғалды шөгу* деп те аталады. Керісінше, ауа райы құрғақ жерлерде, қышқыл заттарды түзейтін химикаттар шаң немесе түтін нысанында *құрғақ шөгу* ретінде жерге түседі. Құрғақ түрде шөккен бөлшектер және газдар жер бетінен жауынмен шайылып, одан сайын қышқылданады. Атмосферадағы қышқылдардың жартысынан жуығы жер бетіне құрғақ түрде қайта түседі.

1852 жылы ағылшын химигі Ангус Смит өнеркәсіптік шығарындылар Ағылшын Мидлендсіне жауын-шашын түрінде жауатынына сілтеме жасау үшін *қышқылды жаңбыр* терминін енгізді. Бір жарым ғасырдан соң, бұл құбылыс көптеген экология саласының ғалымдарына арналған зерттеу тақырыбына айналды, сонымен қатар елеулі халықаралық саяси маңызы бар тақырып ретінде болды. Смит қышқыл жаңбырдың экологиялық залал тудыратынын түсіндіргенмен, қышқыл жаңбырдың ірі масштабты әсерлері жиырмасыншы ғасырдың орта бөлігіне дейін танылған жоқ. Сайып келгенде, 1970 жылдың соңында таралған қоғамдық алаңдаушылық мәселе маңызды мемлекеттік-демеушілік зерттеу қызметі ретінде қолға алынды. Мұндай ғылыми-зерттеу қызметтері, осы шешілмеген экологиялық мәселерді қарастыруын әлі жалғастыруда.

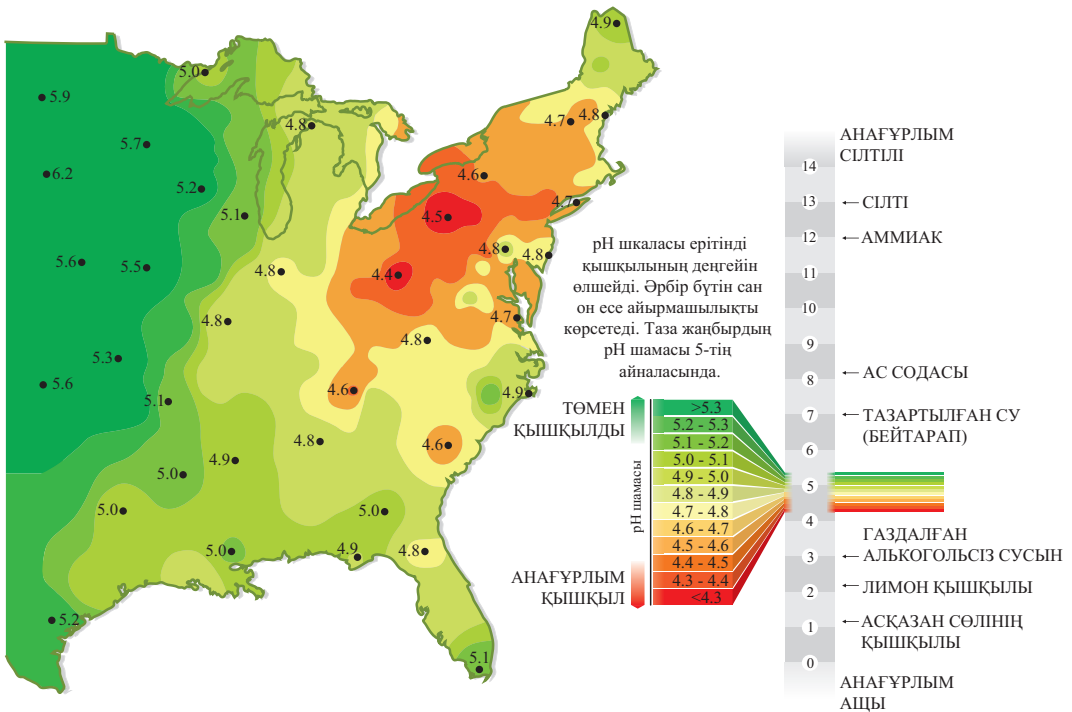
Қышқыл жауын-шашынның мөлшері мен әсері

Жаңбыр табиғи түрде сәл қышқыл болып табылады. Атмосферадағы көмірқышқыл газы суда ерігенде кезде, ол әлсіз көмір қышқылына айналады. Басқа да табиғи қышқылдардың аздаған мөлшері жауын-шашын қышқылдығына ықпал етеді. Бір кездері ластанбаған жаңбырдың рН мәні рН шкаласы бойынша шамамен 5.6 деп саналатын (13.18-сурет).

Алайда, ластанбаған шалғай аудандарда жүргізілген зерттеулер нәтижесі жауын-шашында рН әдетте 5-ке жуық болатынын көрсетті. Өкінішке орай, ірі орталықтардан бірнеше жүз шақырым радиуста орналасқан аудандарда, жауын-шашынның рН мәні әлдеқайда төмен. Бұл жаңбыр немесе қар **қышқыл жауын-шашын** деп аталады.

Кең таралған қышқыл жаңбыр біраз уақыт ішінде Солтүстік Еуропа және Солтүстік Американың шығысында белгілі болды (13.18-сурет). Зерттеулер сондай-ақ қышқыл жаңбыр басқа да көптеген өңірлерінде, оның ішінде Солтүстік Американың батысында, Жапония, Қытай, Ресей және Оңтүстік Америкада жауатынын көрсетті. Сонымен қатар, жергілікті ластану көздері, Америка Құрама Штаттарының солтүстік-шығысы мен Канаданың шығысынан жүздеген шақырым қашықтықтағы өнеркәсіптік аймақтарының оңтүстігі мен оңтүстік-батысынан бастау алады. Көптеген ластаушы заттар, желдер оларды үлкен қашықтыққа тасымалдап кетпегенше, атмосферада 5 күн бойы тұрады.

Осы барлық заттарға ықпал ететін фактор, бұл ластаушы көздерден бөлінетін заттарды азайту үшін пайдаланылатын технологиялар.

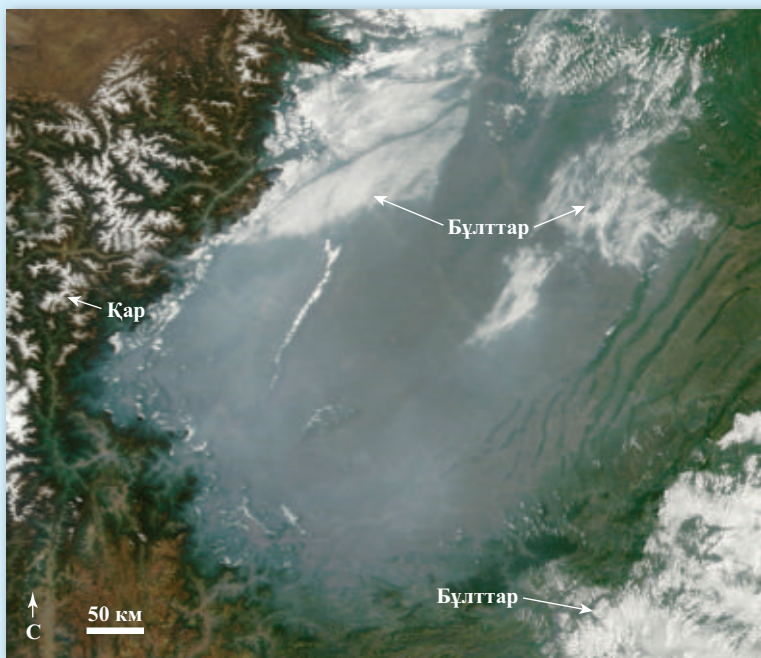


▲ 13.18-сурет. 2011 жылы Құрама Штаттардағы жауын-шашынның рН мәні. Америка Құрама Штаттарында қышқыл жауын солтүстік-шығысында ең қатерлі болып келеді.

Ұзынырақ түтін құбырлары жергілікті ауаның сапасын жақсартуға ықпал етеді, себебі ол жоғары биіктікте болатын күшті және тұрақты желдерге ластаушы заттарды бөледі. Мұндай құбырлар тез араласу мен тарқап кетуге септігін тигізіп, сондай-ақ осы жағымсыз шығарындыларды ұзақ қашықтыққа тасымалдауды ынталандырады. Осындай құбырлар орналасқан жердегі ауа концентрациясы адам денсаулығы мен қоршаған ортаға қауіпті болу үшін тым сұйық деп саналады.

13.2-атмосфераға шолу

2011 жыл, 6-мамырдағы ауаның ластануы Қытайдың Сычуань бассейні үстінде күңгірт жабын қалыптастырды. Түнерген түнек жарқын түсті бұлттар мен таулардағы қармен кереғар болды. Бұл ластану негізгі энергия көзі көмір болып табылатын қалалық және өнеркәсіптік көздерден бөлінген ластаушы заттар нәтижесінде болған. Бір апта бұрын бұл жерде көру мүмкіншілігі жақсы болған және бұл аймақта атмосфераның ластану жағдайы болған емес (НАСА).



Сұрақтар

1. Қандай екінші қайтара ластаушы заттарды 6-мамырдағы ластанған ауа құрамында болуын күтуге болады?
2. Осы өңірдегі ластаушы заттардың бөлінуі бірнеше апта бойы өзгермеді деп болжанса, онда неге бірінші аптада ауа салыстырмалы түрде таза болды да, келесі аптада ластанған болып шықты?

Тіпті шағын аймақ аумағында бірнеше көлде қышқыл жауын-шашынның әсері айтарлықтай әртүрлі болуы мүмкін. Бұл өзгешілік көл маңындағы топырақ және тау жыныстарының сипатына байланысты. Мысалы, құрамында кальций сияқты минералдары бар тау жыныстары мен топырақ қышқыл ерітіндіні бейтараптандыра алғандықтан, мұндай материалдармен қоршалған көлдердің қышқыл болуы екіталай. Керісінше, мұндай буферлік материалдар жетіспейтін көлдер қатты зардап шегуі мүмкін. Белгілі бір уақыт кезеңі ішінде, буферлік материалдар таусылайын дегенде, көлдердің рН мәні де төмендеуі мүмкін.

Сондай-ақ, көлдер енді балықтардың тіршілігін қамтамасыз ете алмай қалады, қышқыл жауын ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігін төмендетіп және ормандардың

өнімділігі де нашарлауы мүмкін екенін ғылыми-зерттеу жұмыстары көрсетті. Қышқыл жаңбыр ағаш жапырақтарына ғана емес, тамырларына да зиян келтіріп, сонымен қатар топырақтағы қоректік минералдарды шайып әкетеді (**13.19-сурет**).



▲ **13.19-сурет. Қышқыл жауын-шашыннан ормандардың зақымдалуы.** Солтүстік Каролинаның Аппалачи тауларындағы бұл ағаштарға қышқыл жауын-шашынның келтірген залалы мысал болып табылады.

Нәтижесінде, қышқыл жауын металдардың тот басуына ықпал етіп, тас құрылымдардың жойылуына септігін тигізеді (**13.20-сурет**).



▲ **13.20-сурет. Қышқыл жаңбыр химиялық эрозияны тездетеді.** Біз тау жыныстары уақыт өте келе үгіледі деп білеміз, бірақ көптеген тасты мүсіндер қышқыл жаңбыр әсерінен химиялық эрозияның тездетуіне байланысты мерзімінен бұрын бұзылуда.

Қысқаша айтқанда, қышқыл жауын атмосфера арқылы жер бетіне қышқыл заттарды жеткізеді. Бұл заттар өнімдердің жануы мен өндірістік әрекетнәтижесінде ауаға бөлінеді. Атмосферада барлық бөлінген ластаушы заттар шоғырланып, химиялық реакциялар арқылы қышқыл заттарға айналады. Қышқыл жауынның су жүйелеріне зиянды әсерінен басқа, оның басқа да зиянды әсерлері бірқатар.

Азот оксиді мен күкірт оксидінің азаюы ауа сапасының жақсаруына ықпал етіп қана қоймай, сонымен қатар көптеген аймақтарда жауатын жаңбыр қышқылдарының азаюына алып келді (**13.1-кестені** және **13.10-суретті** қараңыз).

Көлдер мен өзендердің ұзақ мерзімді мониторингі кейбір қышқылға сезімтал су көздері қалпына келе бастағанын көрсетті. Дегенмен, қол жеткізген прогреске қарамастан, қышқыл жауын-шашын күрделі және жаһандық экологиялық мәселе болып қала бермек.

13.3-атмосфераға шолу

Бұл биік түтін мұржасы Батыс Вирджинияның төбелі аңғарында орналасқан, көмір отынына негізделіп электр энергиясын өндіретін зауыттың бөлігі болып табылады. Биік мұржалар әдетте осындай электр стансалармен, сондай-ақ көптеген зауыттармен байланысты. Қалың тұман жерді жайлап алу да (сурет авторы Майкл Кольер).

Сұрақтар

1. Бұл жерде тәуліктің қай уақыты көрсетілген: таңертең бе немесе талтүс пе? Түсіндіріңіз.
2. Осы сурет түсірілген кездегі температураның вертикалды профилін көрсететін қарапайым графикті сыз.
3. Түтін мұржалары қолданылуына байланысты жергілікті ауаның сапасы жақсы болуының екі себебі қандай?



✓ 13.5 Бақылау сұрақтары

1. Қандай бастапқы ластаушы заттар қышқыл жауын-шашынның қалыптасуымен байланысты?
2. 4 pH мәніндегі зат 6 pH мәніндегі затқа қарағанда қаншалықты көп қышқыл болып табылады?
3. 13.18-суреттегі картаға негізделе отырып, Америка Құрама штаттарының қай жерінде атмосфералық жауын-шашын ең қышқылдау болып табылатынын айтыңыз?
4. Қышқыл жауын-шашынның қоршаған ортаға әсері қандай?

13 Ауаның ластануы тұжырымына шолу

13.1 Ауаның ластану қауіптері ► Ауаның табиғи ластануының бірнеше көздерін атаңыз және қайсысында адам әрекеті ескерілгенін анықтаңыз.

- Ауаның ластануы адам өмірінің қысқаруына алып келіп, ауылшаруашылыққа кері әсерін тигізеді.
- Ауа ешқашан мінсіз таза болмайды. Жанартау атқылауынан шыққан күл мен газ, толқын соққыларынан пайда болған тұз бөлшектер, өсімдіктердің тозаңы мен споралар, орман өрттерінің түтіні және желмен тасымалданатын шаң сияқты осы барлық мысалдар «ауаның табиғи ластануына» жатады.
- Ауаны ластаушылардың кейбір түрлері салыстырмалы түрде жақында пайда болғанмен, басқалары ғасырлар бойы жалғасып келеді. Мысалы, Лондондағы ауаның ластану мәселесі XX ғасырдан бері жалғасып келеді.

13.2 Ауаның ластану көздері мен түрлері ► Бастапқы және екінші қайтара ластаушы заттарды ажыратыңыз. Әрқайсысына мысал келтіріп, олардың адамдар мен қоршаған ортаға әсерін талқылаңыз.

Түйінді сөздер: ауаның ластануы, бастапқы ластану, екінші қайтара ластану, тұмша, фотохимиялық реакция, vog

- Ауаның ластануы – әртүрлі газдардың, қатты және сұйық заттардың немесе табиғи булар мен қалдықтардың ұсақ түйіршіктерінің ауаға қосылуы. Олар жер бетіндегі жан-жануарлар мен өсімдіктер дүниесіне және адамдардың өмір сүруіне зиянды ықпалын тигізеді.
- Ластануды екі категорияға топтастыруға болады: бастапқы және екінші қайтара. Бастапқы ластану тікелей анықталатын көздерден болады. Олар бірден шығарылған кезден ауаны ластайды. Екінші қайтара ластану, белгілі бір химиялық реакциялар бастапқы ауаны ластаушылар арасында орын алған кезде атмосферадағы шығарылады.
- Бастапқы ластаушы заттарға қатты бөлшектер (ҚБ), күкірт оксиді, азот оксиді, ұшпалы органикалық қосылыстар (vog), көміртек оксиді және қорғасын жатады. Атмосфералық күкірт қышқылы екінші қайтара ластаушыларға мысал болып табылады.
- Қалалық және өнеркәсіптік аудандардағы ауаның ластануын тұмша деп атайды. Екінші қайтара ластаушылар бөлетін көптеген реакцияларға күшті күн сәулесі ықпал етеді, сондықтан фотохимиялық реакциялар деп аталады. Мысал келтіретін болсақ, азот оксиді күн сәулесін сіңірген кезде күрделі реакциялар тізбегін бастамашылық етеді. Фотохимиялық тұмшаның басты құраушысы озон болып табылады.

Сұрақ. 13.7-суретке назар салыңыз. Энергияның қанша мөлшерін біз қазба отындардан аламыз (көмір, мұнай және табиғи газ)? Энергияны пайдаланушы қандай санат көмірді көп тұтынады?

13.3 Ауа сапасына байланысты трендтер ► 1980 жылдан бергі ауаның сапасы облысындағы трендтерді қорытындылаңыз.

Түйінді сөздер: Ауа сапасының индексі (АСИ)

- Ауаның ластануын бақылауда айтарлықтай жетістікке жеткенімен, біз тыныс алатын ауа сапасы әлі күнге дейін қоғамдағы күрделі денсаулық сақтау мәселесі болып қалуда.
- Экономикалық белсенділік, халық санының өсуі, метеорологиялық жағдайлар, сондай-ақ ластаушы заттар үшін нормативтік шектеулерді бақылау, осының барлығы атмосфераға бөлінетін ластаушы заттар аумағындағы трендке әсер етеді.
- 1970 жылы қабылданған «таза ауа» заңында бастапқы төрт ластаушы-бөлшектер, күкірт оксиді, көміртек оксиді, азот оксиді және сондай-ақ, екінші қайтара ластаушы зат ретінде озонның стандарттарын белгілеу қарастырылды. 2012 жылы жалпы 1970 жылдағы деңгеймен салыстырғанда ластаушы заттардың ауаға бөлінген қалдықтары шамамен 72 пайызға төмен болды.

Сұрақ. 1980 жылдан бері жан басына шаққанда (бір адамға) ластаушы заттардың ауаға бөлінген қалдықтары өсті ме немесе төмендеді ме? Жауап беру үшін 13.12-суретті пайдаланыңыз.

13.4 Ауаның ластануына әсер ететін метеорологиялық факторлар ► Ауаның сапасына желдің тигізетін әсерін сипаттаңыз. Температура инверсиясын көрсететін график немесе диаграмма сызып және оны аралас тереңдікке байланыстырыңыз.

Түйінді сөздер: араласу тереңдігі, температуралық инверсия, шөгінді инверсиясы

- Ауаның ластануына әсер ететін ең айқын фактор, бұл атмосфераға бөлінетін ластаушы заттардың мөлшері болып табылады. Дегенмен, тәжірибеде анықталғандай, ауаға бөлінген заттар салыстырмалы түрде ұзақ уақыт бойы тұрақты болып қала беретін болса, әр күні ауаның сапасы әркелкі болып келеді. Яғни, ауаның ластануы бөлінетін заттардың күрт өсу нәтижесінде болмайды, ол белгілі бір атмосфералық жағдайдың өзгерістерінен болады.
- Ластаушы заттардың сейілуіне әсер ететін ең маңызды атмосфералық жағдай, бұл жел күші (1) мен ауаның тұрақтылығы (2) болып табылады.
- Желдің жылдамдығы ауаның мөлшерін реттейтін болса, атмосфералық тұрақтылық *вертикалды* қозғалыстар ластанған ауаны жоғары деңгейдегі таза ауамен араласу деңгейін анықтайды. Жердің беткі қабаты мен конвективті қозғалыс таралған биіктік арасындағы вертикалды қашықтық араласу тереңдігі деп аталады. Араласу тереңдігі үлкен болған сайын ауа сапасы да жақсы болады.
- Температуралық инверсия кезінде атмосфера өте тұрақты және араласу тереңдігі айтарлықтай шектеулі болады. Жылы ауа салқын ауа үстінде қақпақ ретінде орнығады да жоғарыға қарай қозғалысқа кедергі келтіреді, нәтижесінде ластаушы заттар жерге жақын тар аймақта қалып қалады. Керісінше, инверсия болып және жел әлсіз болғанда, диффузия тежеледі және жоғары ластану концентрациясы көздері бар жерлерде ғана болады.



Сұрақ. Осы суреттің жоғарғы бөлігінде ауа жердің беткі қабатына жақын ауадан әлдеқайда аз ластанғаны неліктен екенін түсіндіріңіз.

13.5 Қышқыл жауын-шашын ► Қышқыл жауын-шашынның түзілуі жайлы талқылаңыз және оның қоршаған ортаға салдарын атаңыз.

Түйінді сөздер: қышқыл жауын-шашын

- Ірі орталықтардан бірнеше жүз шақырым радиуста орналасқан аудандарда, жауын-шашынның рН мәні әлдеқайда төмен.
- Қазба отын түрлері, ең алдымен, көмір және мұнай өнімдерін көп мөлшерде жағу салдарынан, Америка Құрама Штаттарында күкірт және азот оксидінің миллиондаған тоннасы жыл сайын атмосфераға шығарылады. 2012 жылы жалпы 17 млн тоннаны құрады. Осы бөлінетін заттардың негізгі көздері энергетикалық құрылғылар, кенді балқыту және мұнай өңдеу сияқты өнеркәсіптік үдерістер және барлық автокөлік түрлері кіреді. Бірнеше күрделі химиялық реакциялардан кейін, осы ластаушы заттардың кейбір түрлері қышқылдарға түрленіп, содан кейін жаңбыр немесе қар түрінде жер бетіне түседі. Бұл сондай-ақ *ылғалды шөгу* деп те аталады. Керісінше, ауа райы құрғақ жерлерде, қышқыл заттарды түзейтін химикаттар шаң немесе түтін нысанында *құрғақ шөгу* ретінде жерге түседі. Бұл жаңбыр немесе қар қышқыл жауын-шашын деп аталады.

- Қышқыл жауын атмосфера арқылы жер бетіне қышқыл заттарды жеткізеді. Бұл заттар өнімдердің жануы мен өндірістік әрекет нәтижесінде ауаға бөлінеді. Атмосферада барлық бөлінген ластаушы заттар шоғырланып, химиялық реакциялар арқылы қышқыл заттарға айналады.
- Қышқыл жауын-шашынның ең айқын әсері, бұл Скандинавия мен Солтүстік Америка шығысындағы мыңдаған көлдер және өзендердің рН мәнінің төмендеуі болып табылады. Кейбір көлдерде қышқыл жаңбыр әсерінен балықтың барлығы жойылып, тіпті күрделі экожүйеге зиянды зардабын тигізуде.

Ой жүгірту

1. 1-бөлімде біз атмосферадағы озон қабатының бұзылуы аландаушылық тудыруда деп оқып білдік. Бірақ осы бөлімде озоннан арылу жақсы болар еді деген көзқарасқа тап болдық. Осы қарама-қайшылықты қалай түсіндірер едіңіз?
2. Кесте 13.1-де ауа сапасы мен бөлінетін заттардың тенденциялары көрсетілген. Не себепті озон (O_3) кестенің «Концентрациясындағы пайыздық өзгеріс» деген бөлігінде көрсетіледі де, «Бөлініп шығарылатын заттардың пайыздық өзгерісінде» көрсетілмейді?
3. Бүгінде орташа есеппен автокөлік құралдары 30-40 жыл бұрынғы көлік құралдарына қарағанда ластаушы заттарды әлдеқайда аз шығарады. Мұндай күрт қысқарудың әсері нәліктен біз күткендей айтарлықтай жоғары болған жоқ? Өз түсіндіруіңізге осы бөлімдегі бір графикті қолданыңыз.
4. Автокөлік құралдары ауаны ластаушылардың негізгі көзі болып табылады. Осы жерде бейнеленгендей, электр машиналарын пайдалану, ластаушы көздерден бөлінетін заттарды азайтудың бір жолы болып табылады. Көлік құралдарынан шығатын ластаушы заттар аз, тіпті ауаны тікелей ластамайды деп есептесе де оны бастапқы ластағыш заттарға жатқызуға бола ма? Егер солай болса түсіндіріңіз.



5. Сіз үлкен қала аймағындағы әуежайда тұрсыз делік. Қаланың ауа сапасы нашар және мұнар ауаны бұлыңғыр етіп тұр. Ұшақ аспанға көтерілгеннен кейін, ауа кенеттен мөлдірлене түсті. Кенеттен болған өзгерістің түсіндірмесін беріңіз.
6. Қосымша фотода көрсетілгендей, ауаның ластану эпизодтары жер бетіне түсетін күн сәулесінің мөлшерін азайтуда. Төмендегі қандай жағдайда күн сәулесінің мөлшері көп қысқарады? Таңдауыңызды түсіндіріңіз.
 - а. Жаз кезіндегі жоғары ендікті қала
 - ә. Қыс кезіндегі жоғары ендікті қала
 - б. Жаз кезіндегі төменгі ендікті қала
 - в. Қыс кезіндегі төменгі ендікті қала



7. 9.2 және 9.3-суретте бейнеленген жылы немесе суық фронттың көлденең кимасы жылы ауа суық ауа үстінде тұрғанын көрсетеді; яғни, ол температуралық инверсияны көрсетеді. Температуралық инверсия фронттармен байланысты болғанымен, олар ауа сапасына аздаған жағымсыз әсерін тигізеді. Не себепті?
8. Озон кейде «жазғы ластаушы заттар» деп аталады. Сондай-ақ «Озон маусымы» неге жаз мезгілінде?
9. Биік түтін мұржаларын пайдалану жергілікті ауаның сапасын жақсартуға септігін тигізеді. Алайда, биік мұржалардан тараған заттар басқа жерде ластану мәселесін тудыруы мүмкін. Түсіндіріңіз.

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

14

Климаттың өзгерісі



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз келесі сұрақтарға жауап беруге қабілетті болуыңыз керек:

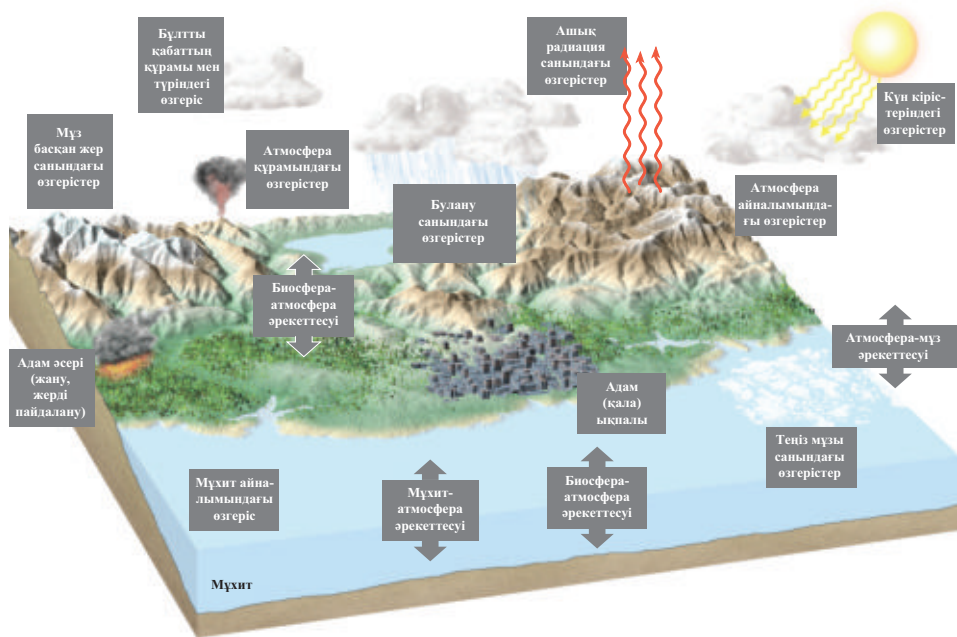
- 14.1** Климатта болған өзгеріс климат жүйесімен қалай байланысатынын түсіндіріңіз және осындай өзгерістер анықталған бірнеше жолдарды талқылаңыз.
- 14.2** Климат өзгерісінің табиғи салдарына қатысты төрт болжамды талқылаңыз.
- 14.3** Шамамен 1750 жылдан бері атмосфера құрамының өзгеру себептері мен сипатын қорытындылаңыз. Климат реакциясын сипаттаңыз.
- 14.4** Оң және теріс кері байланыс механизмінің кереғарлығы, әрқайсысына мысал келтіріңіз.
- 14.5** Жаһандық жылынудың бірнеше ықтимал салдарын талқылаңыз.

Осы және 15-бөлімде негізгі назарға *климат* алынған, ұзақ мерзімді ауа райы шарттарының жиынтығы. Климат тек орташа атмосфералық жағдайды ғана білдіріп қоймайды. Бір жердің немесе аймақтың дәл сипаттамасын беру үшін, сондай-ақ ауытқулар мен шектен тыс жағдайларды да енгізу қажет. Әлем бойынша саяхат жасауға мүмкіндігі бар кез келгенде, барлығы бірдей планетада орын алуы мүмкін екеніне сенуі қиын климаттың керемет түрлерімен таныс бола алады.

14.1 Климат жүйесі: климаттың өзгерісін анықтау жолы

Климатта болған өзгеріс климат жүйесімен қалай байланысатынын түсіндіріңіз және осындай өзгерістер анықталған бірнеше жолдарды талқылаңыз.

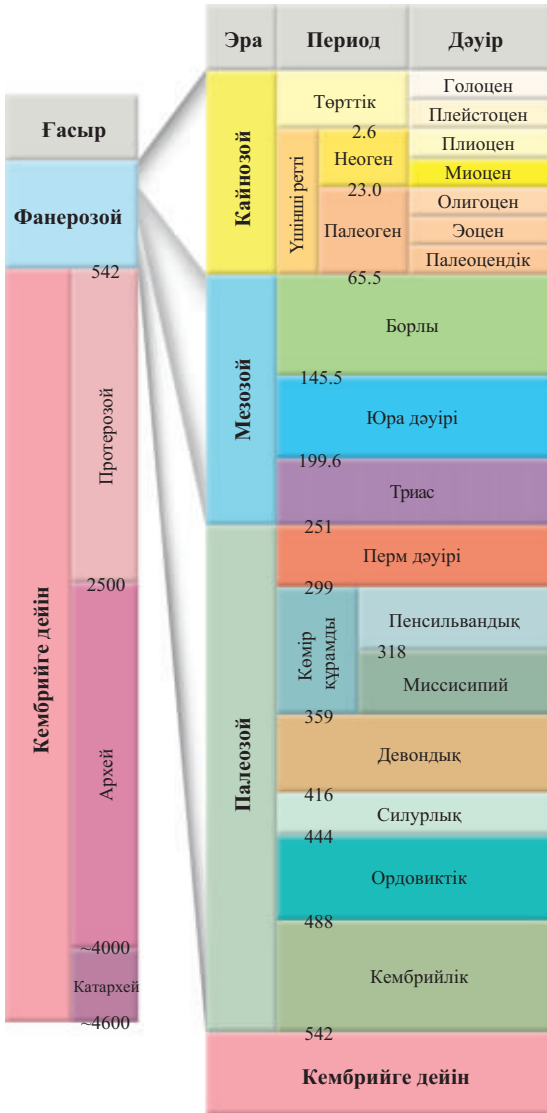
Климат адамдарға айтарлықтай әсер етеді және адамдар да климатқа күшті әсер ететінін оқып білудеміз. Қазіргі таңда адам әрекетінен туындаған жаһандық климаттың өзгеруі негізгі экологиялық мәселе болып отыр. Не себепті климаттың өзгеруі жайлы ба-сылым құралдарында жарық көруде? Себебі ғылыми-зерттеу жұмыстары адам қызметіне бағытталған және адамдың қоршаған ортаға әсері аңдаусыз болып жатқанын көрсетті. Геологиялық өзгеріс табиғи өзгеріс болатын болса, қазіргі климаттық өзгерісте адам әрекеті басым болып табылады. Сонымен қатар, бұл өзгерістер көптеген ғасырлар бойы жалғасуы мүмкін. Климатқа белгісіз осы кәсіпорындардың әсерлері адамдарға, сондай-ақ басқа да көптеген өмірлік нысандарға өте жойқын болып табылады. Осы бөлімнің соңында адамдардың жаһандық климатты өзгерту мүмкін болатын жолдары зерттеледі.



▲ **14.1-сурет. Жердің климат жүйесі.** Сызбада жердің климаттық жүйесінің бірнеше құраушылары көрсетілген. Жүйені өте күрделі ете түсіп, кеңістік пен уақыттың кең ауқымды масштабында әртүрлі құраушылар арасында көптеген әрекеттесулер орын алады.

Климат жүйесі

Бұл кітапта Жер өзара әрекетте болатын көптеген бөлімдерден тұратын күрделі жүйе екені жайлы жиі айтылған болатын. Қандай да бір бөлігіндегі өзгеріс басқа бір бөлігіндегі немесе бірден байқалмайтын жолмен барлығында өзгерістің болуына



▲ 14.2-сурет. Геологиялық уақыт шкаласы. Уақыт шкаласы жердің 4,6 миллиард жылдық тарихын эон, эра, кезең және эпохаға бөледі. Сандар қазіргі заманға дейінгі миллиондаған жылдарды білдіреді. Кембриге дейінгі уақыт геологиялық уақыттың 88 пайыздан астамын құрайды.

Климаттың өзгеруін анықтау

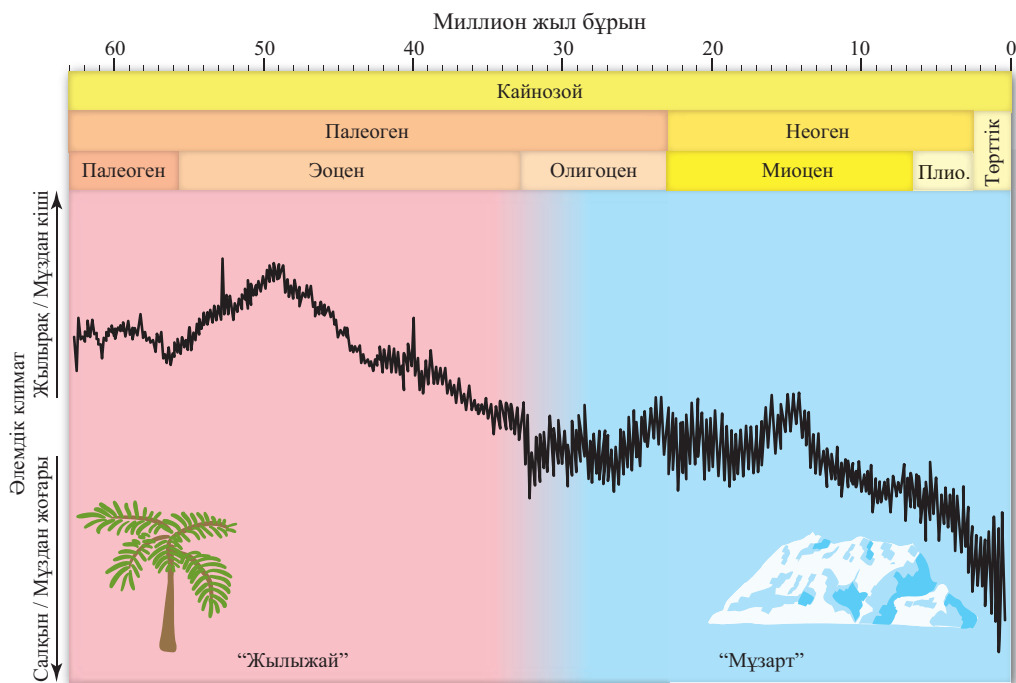
15-бөлімде қарастырылғандай, климат бір жерден екінші жерге өзгеріп қана қоймайды, ол уақыт өте келе де өзгерді. Жер тарихының ұзақ кезеңі ішінде, көптеген өзгерістер болды – жылыдан суыққа, құрғақшылықтан дымқылдыққа ауысты және керісінше. Іс жүзінде біздің планетамыздың әрбір жерінде, мұздың басуынан субтропикалық батпақты жерге немесе шөлді дундерге дейін климаттық ауытқу болды.

алып келеді. Климаттың өзгеруі және оның себептерін түсіну Түйіндіі, бұл климаттың Жер жүйесінің барлық бөліктеріне байланыстылығының фактісі болып табылады. Біз энергиясын күннен алатын және атмосфера, гидросфера, геосфера, биосфера және криосфераны қамтитын **климаттық жүйе** бар екенін мойындауымыз керек. Алғашқы төртеуі 1-бөлімде талқыланған болатын; **криосфера** (*крио* және *сфера*) – Жер шарының атмосфера, гидросфера және литосфера тоғысатын белдеміндегі мұзды қабаты. Ол өзіне қарды, мұздықтарды, теңіз мұзын, тұщы мұзды, мәңгі тонды қамтиды. Климат жүйесі *өзіне бес сфера арасында болатын энергия және ылғал алмасуды қамтиды*. Бұл алмасу атмосфераны басқа сфералармен байланыстырады, яғни осы барлық функция өте күрделі интерактивті бірлік ретінде. Климаттық жүйедегі өзгерістер оқшауланған түрде болмайды. Керісінше, климаттық жүйенің бір бөлігіндегі өзгерістер басқа компоненттердің жауап қайтаруын тудырады. Климаттық жүйенің негізгі құраушылары **14.1-суретте** көрсетілген.

Климаттық жүйе климатты зерттеудің негізі болып табылады. Климаттық жүйе бөліктерінің арасындағы өзара әрекеттесу мен алмасу, бес сфераны байланыстыратын күрделі желіні құрайды. Байқағандарыңыздай, климат жүйесі жердің барлық сферасын қамтығандықтан, барлық көздерден жиналған деректер климаттың өзгерісін зерттеу мен мәселесін шешу үшін пайдаланылады.

Климаттық өзгеріс. Қаңқаларды және басқа да көптеген геологиялық тұспалдарды пайдалану арқылы ғалымдар жүздеген миллион жыл бұрынғы жер климатын қайта жаңғыртты. Үлкен ауқымды уақыт аралығындағы (оннан жүздеген миллион жылға дейін) Жер климатын жалпы жылы «жылыжай» немесе суық «мұзды мекен» ретінде сипаттауға болады. Жылыжай дәуірі кезеңінде полюстерде тұрақты мұздықтар аз болды және салыстырмалы жылы климат жоғары ендіктерде кездесті. Мұзды дәуір кезеңінде екі полюста да мұз қалқандарына қолайлы суық климат орнады. Өткен 542 млн жыл аралығында, жер климаты осы екі категория арасында тек бірнеше рет қана ауысты, бұл аралық Фанерозойлық эра («көрінетін өмір») деп танылады (**14.2-сурет**). Фанерозойлық эрадағы тау жыныстары мен шөгінділер негізгі экологиялық және эволюциялық тенденцияларды деректейтін көп мөлшердегі қаңқаларды құрады. Ең соңғы өтпелі кезең кайнозой дәуірінде болды.

Ерте Кайнозойда динозаврлар болған Мезозой дәуіріндегідей жылыжайлық климат болды. Бірақ шамамен 34 миллион жыл бұрын, Оңтүстік полюсте тұрақты мұз қалқандары мұзды мекен жағдайын қалыптастырды (**14.3-сурет**). Сүтқоректілер популяциялары әртүрлілікке жеткен кезде, Миоцен дәуірінде климат жылына бастады (шамамен 20 млн. жыл бұрын).



▲ **14.3-сурет. Кайнозой дәуірі кезінде климаттың салыстырмалы өзгеруі.** Өткен 65 жыл ішінде жер климаты «жылыжайдан» салқын «мұздықтарға» алмасуды. Ұзақ уақыт аралығында қарастырылатын болса климат тұрақты емес. Жер жылы және суық климат аралығында бірнеше рет артқа және алға қарай алмасуларды өткерді.

Климат, содан кейін салқындады. Солтүстік Америкадағы жарқын «жылыжай» ормандары (Вайомингте пальмалар және Орегонда банан өсімдіктері болған) ашық

жайылымдарға алмастырылды. Шалғынды экожүйелер құрғақтау «мұзды мекен» климаттары үшін қолайлы болып табылады. 2 миллион жыл бұрын (төрттік дәуірдің басы) Жердің климаты екі полюстегі үлкен мұз қалқандарын қолдау үшін жеткілікті мөлшерде суық болды. Солтүстік жарты шарда мұз оңтүстікке қарай, қазіргі уақыттағы Огайо өзеніне қарай және кейіннен Гренландияға қарай шегінді (14.4-сурет).



▲ 14.4-сурет. Мұз қайда болды? Бұл карта Төрттік Дәуір кезінде Солтүстік жарты шардағы мұз жамылғысының максималды қамтылуын көрсетеді.

Соңғы 800000 жылда бұл мұздың алға және кейін шегіну циклі шамамен әрбір 100000 жылда болады. Соңғы рет ірі мұз қалқаны даму максимумына 18000 жыл бұрын жетті.

Қалай біз осы өзгерістер туралы білеміз? Оның себептері қандай? Келесі бөлімде ғалымдар Жердің климаттық тарихының қалай өзгергенін түсіндіреді. Содан кейін біз климаттың өзгеруінің кейбір маңызды табиғи себептерін қарастырып шығамыз.

Прокси деректер. Жоғары дамыған технологиялар және құралдардың өлшеу дәлдігі қазіргі атмосфераның құрамы мен динамикасын зерттеу үшін қолжетімді болады. Бірақ мұндай құралдар жақынарада ойлап табылғандықтан, олар тек қысқа уақыт аралығындағы деректермен қамтамасыз етеді. Атмосфераны толық түсініп, алдағы уақытта климаттық өзгерістерге болжам жасау үшін, біз климаттың ұзақ уақыт бойы неде, қаншалықты және қалай өзгергенін анықтауымыз қажет.

Құралды жазбалар тек өткен бір-екі ғасырға қайта орала алады, бірақ тым артқа шегінген сайын деректер сенімсіз және толық емес бола бастайды. Осы тікелей өлшеу кемшіліктерін жою үшін, ғалымдар жанама дәлелдемелерді пайдалану арқылы өткен дәуірдегі климатты анықтап, толық сипаттама берулері керек. **Прокси деректер** теңіз түбіндегі шөгінділер, мұздық қиыршық тастар, қазба тозаңдары, ағаш сақиналары, сондай-ақ тарихи құжаттар сияқты климаттың өзгермелігін тіркеп отыратын табиғи көздерден алынады (14.5-сурет).



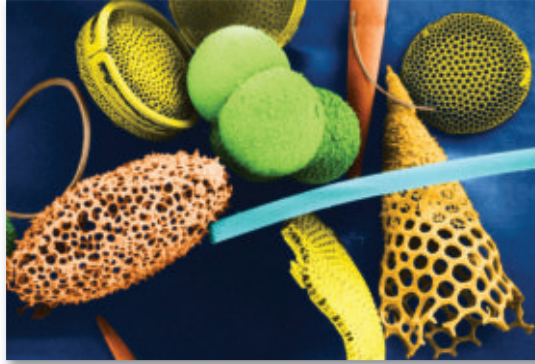
▲ **14.5-сурет. Көне қылқанды қарағай.** Калифорнияның Ақ Тауларындағы кейбір бұл ағаштарға 4000 жылдан астам. Ағаш сақиналарын зерттеу климаттың өткен жағдайын анықтаудың бір жолы.

Прокси деректерді талдайтын және өткен уақыттағы климатты анықтайтын ғалымдар **палеоклиматологияны** зерттеумен айналысады. Мұндай жұмыстың негізгі мақсаты, климаттың өзгермелілігі тұрғысында ағымдағы және болашақ климатты бағалау үшін өткен уақыттағы климатты түсіну болып табылады. Келесі талқылауларда, біз қысқаша кейбір прокси деректердің маңызды көздерін қарастырамыз.

Теңіз шөгінділері: Климаттық деректердің қоймасы. Біз жер жүйесі бір-бірімен байланысқан екенін білеміз және қандай да бір бөлігіндегі өзгеріс басқа бір бөлігіндегі немесе барлығында болатын өзгеріске алып келеді. Бұл бөлімде сіз атмосфера және мұхит температурасының өзгерістері теңіз өмірі сипатында қалай көрініс табатынын көресіз.

Кезінде теңіз бетіне жақын (мұхит-атмосфера интерфейсі) тіршілік еткен ағзалардың қалдықтары көптеген теңіз шөгінділерін құрайды. Беткі қабатқа жақын өмір сүрген ағзалар өлген кезде, олардың қабыршықтары мұхит түбіне баяу шөгеді де, сөйтіп шөгінді деректердің бір бөлігіне айналды (**14.6-сурет**).

Бұл теңіз шөгінділері бүкіл әлемдік климат өзгерістерінің пайдалы деректері болып табылады, себебі сол климаттық өзгеріске сай теңіз бетіне жақын жерде көптеген және түрлі ағзалар тіршілік еткен. Осы себептерге байланысты ғалымдар теңіз шөгінділері қамтитын деректердің үлкен қоймасына мүдделі болып отыр. Бұрғылау кемелері және басқа да ғылыми-зерттеу кемелерімен шөгінді ядролардан жиналған құнды деректер біздің өткен уақыттағы климат жайлы біліміміз бен түсінігімізді айтарлықтай кеңейтті (**14.7-сурет**).



▲ **14.6-сурет. Фораминифера.** Бұл бір жасушалы амеба типті ағза *форам* деп те аталады, ол өте көп таралған және әлемдегі барлық мұхиттардан табылды. Форам мұхит түбіндегі шөгінділерде алғашқы дәуірлерден бері болғанымен, бұл ағзалардың қалдығын Кайнозой эрасындағы климаттық өзгерістерді зерттеу үшін қолданған. Олардың қатты бөлшектерінің химиялық құрамы су температурасы мен ірі мұз қалқандарының болуына немесе болмауына байланысты. Осы себептен ғалымдар форам қабыршықтарын мұхит температурасы мен мұздық қалғандардың болуын бағалау үшін талдайды.



▲ **14.7-сурет. Теңіз түбіндегі шөгінділерді алудағы бұрғылау.** *Chikyu* (Жапон тілінде «Жер» дегенді білдіреді) заманауи ғылыми бұрғылау кемесі болып табылады. Ол 7000 метр тереңдікке, сондай-ақ теңіз түбінен төмен 2500 метр тереңдікке бұрғылай алады.

Мысал ретінде, теңіз шөгінділері климаттың өзгермелілігі Төрттік Мұздық дәуіріндегі атмосфералық ауытқулар жағдайына байланыстығы туралы түсінік беруі болып табылады. Мұхит түбіндегі шөгінді өзектерде қамтылған температуралық өзгерістер жайлы деректер біздің қазіргі Жер тарихы туралы білімге сын болды.

Оттекті-изотоптық талдау. Су молекулалары немесе теңіз организмдерінің қабыршақтарындағы оттегінің изотоптары өткен климаттық жағдайлар жайлы прокси деректердің маңызды көзі болып табылады. **Оттекті-изотоптық талдау** оттегінің екі изотоптары арасындағы қатынасы дәл өлшеуге негізделген: ең көп таралғаны ^{16}O болса, ауырлауы ^{18}O . H_2O молекуласы ^{16}O немесе ^{18}O кез келгенін түзей алады, бірақ жеңіл изотоптар ^{16}O мұхиттардан оңай буланып кетеді. Осыған байланысты жауын-шашын құрамында ^{16}O көптеп кездеседі. Мұхит суында ауыр изотоптар ^{18}O концентрациясы жоғары. Осылайша, мұздықтар ауқымды болған кезеңдерде, жеңіл ^{16}O мұзға көбірек біте қайнаскан, ал теңіз суындағы ^{18}O концентрациясы жоғарылаған. Сондықтан, жылырақ мұздықаралық жылы кезең орнап, мұздықтар күрт кішірейе бастаған кезде көптеген ^{16}O теңізге қайта оралады, мұхит суындағы ^{18}O -ның ^{16}O -ға салыстырмалы қатысты үлесі төмендейді. Енді бізде $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ қатынасындағы өзгерістер жайлы ежелгі деректер болған кезде, мұзды дәуір қай кезде орын алғанын және қай уақытта климат суық бола бастағанын біле аламыз.

Қуанышқа орай, біз осындай деректер бар. Белгілі бір микроорганизмдердің қабыршақтары кальций карбонатын (CaCO_3) бөлетін болғандықтан, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ басым қатынасы осы қатты бөлшектер құрамында көрініс табады. Бұл организмдер өлген кезде, олардың қатты бөлшектері мұхит түбіне шөгеді де, шөгінді қабаттардың бір бөлігіне айналады. Демек, мұздықтарың белсенді кезеңдері терең теңіз шөгінділерінде көмілген кейбір микроорганизмдердің қабыршақтарынан табылған оттегі-изотоптары қатынасы өзгерісі бойынша анықталуы мүмкін.

$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ қатынасы, сондай-ақ температураға байланысты өзгереді. Демек, температура жоғары болған кезде ^{18}O мұхиттардан неғұрлым көбірек буланады және температура төмен болған кезде ^{18}O аз буланады. Сондықтан, ауыр изотоптар жылы дәуірлердегі жауын-шашында көп болса, жылы кезеңдердегі жауын-шашында азырақ болады. Бұл қағидатты пайдалану арқылы, мұздықтардың және қардың қабаттарын зерттеген ғалымдар өткен уақыттағы температура өзгерістерін анықтай алды.

Мұздықтарда деректелген климаттық өзгерістер. Мұзды жабындылардың өзектері өткен уақыттағы климатты анықтаудағы таптырмас деректер көзі болып табылады (**14.8-сурет**). Гренландия және Антарктикалық мұз қалқандарының верикалды өзектері негізіндегі ғылыми-зерттеулер климат жүйесінің қалай жұмыс істегені жайлы біздің негізгі түсінігімізді өзгертті.

Ғалымдар үлгілерді бұрғылау қондырғыларынан жинайды. Бұрғы басындағы қатты білік мұзды жарып, оның өзегін алып шығады. Осылайша, ұзындығы 2000 метрден асатын өзектер, зерттеу жұмыстарын 200000 жылдан астам климат тарихы бар деректермен қамтиды (**14.9(A)-сурет**).

Мұз ауа температурасы мен түскен қар қалыңдығындағы өзгерістер жайлы толық деректермен қамтамасыз етеді. Мұздардағы ауа көпіршіктері атмосфера құрамындағы өзгерісті деректейді. Құрамындағы көмірқышқыл газы мен метан өзгерістері температуралық ауытқуға байланысты болады. Өзектер де шаң, жанартау күлі, тозаң және қазіргі замандағы ластаушы заттардың көптеген түрлерін қамтиды.

Ғалымдар өткен уақыттағы температура өзгерістерін жоғарыда сипатталып өткендей, оттекті-изотопты талдау арқылы анықтай алады. Мұндай деректердің бір бөлігі **14.9(Ә)-суретте** көрсетілген.



▲ **14.8-сурет. Мұз өзегі климат өзгерісінің тұспалдарын қамтиды.** Бұл ғалым Антарктидадағы мұз өзегін талдау үшін кесті. Ол қорғаныш киім мен масканы үлгінің ластануын азайту үшін киген. Мұз өзегінің химиялық талдауы өткен климат жағдайлары туралы маңызды деректерді қамтуы мүмкін.



А.



Ә.

▲ **14.9-сурет. Мұз өзегі: Климаттық деректердің маңызды көздері.** А. Ұлттық Мұз Өзегінің Зертханасы әлемнің түкпір-түкпіріндегі мұздықтардан алынған мұз өзегін сақтау және зерттеуге арналған физикалық зауыт болып табылады. Бұл өзектер атмосферадан шөгіп, ұзақ уақыт бойы тіркелген материалдарды ұсынады. Бұл лаборатория жаһандық климаттың өзгерісін және өткен уақыттағы қоршаған орта жағдайын зерттеу үшін ғалымдарға өзектерді зерттеуге және үлгілердің тұтастығын сақтауға мүмкіндік береді. Ә. Бұл график Гренландияның мұзды қалқандарының өзектеріндегі оттекті-изотопты талдауынан алынған соңғы 40,000 жыл ішіндегі температураның өзгерісін көрсетеді.

Ағаш сақиналары: Қоршаған орта тарихының мұрағаты. Ағашты кескен кезде сүрегінде бірнеше шеңберлердің шоғырланғанын көресіз. Бұл *ағаш сақиналарының* диаметрі ортасынан бастап ұлғая береді (**14.10(А)-сурет**). Қалыпты климаты бар аймақтарда, ағаштар жаңа қабаттарын арттырып отырады. Әрбір ағаш сақинасының мөлшері мен қалыңдығының сипаттамасы, сақина қалыптасқан жыл ішінде болған басым экологиялық жағдайды (әсіресе климат) көрсетеді. Қолайлы жағдай болса сақина қалың болып қалыптасады; қолайсыз жағдай болса сақина жіңішке болып қалыптасады. Бір аймақта, бірдей уақытта өскен ағаштардың жылдық сақиналары да бірдей болады.



А.



Ә.

▲ **14.10-сурет. Ағаш сақинасы.** А. Жыл сайын өскен ағаш, қабығының астында жаңа жасушалардың қабатын түзейді. Егер ағашты кесетін болсаңыз, сүрегінде бірнеше шеңберлердің шоғырланғанын көруге болады. Бұл сақиналар өткен уақыттағы климат жайлы ақпарат жинауға пайдалы, себебі өсу мөлшері (сақина қалыңдығы) жауын-шашын мөлшері мен температураға байланысты (Фото авторы Даниэле Таурино/Армандау уақыты). Ә. Ағаштың кесілуімен ғалымдардың жұмысы шектелмейді. Майда, бұзылмаған өзек үлгісі кесілмеген ағаштан алынуы мүмкін.

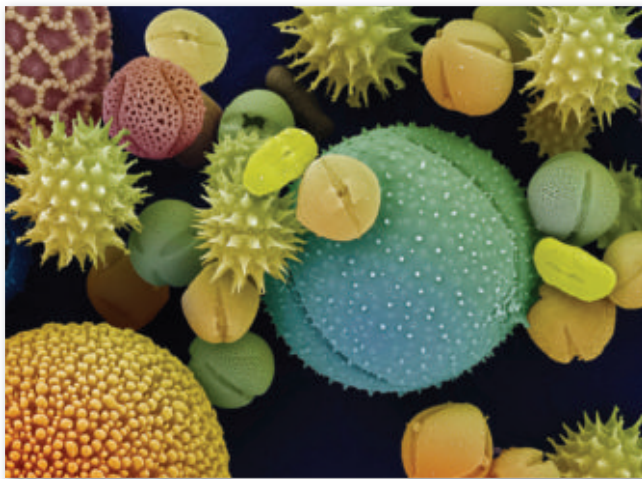
Ағаш шеңберлерінің санына қарап жасын анықтайды, себебі жыл сайын ағаш бір сақинадан қосып отырады. Ағаштардың жыл сайынғы шеңберлерін анықтау және зерттеу **дендрохронология** деп аталады. «Дендро» сөзінің өзі қазіргі уақытта бірнеше салаларға бөлінген. Мысалы: Дендрохронология – жылдық сақиналарды нөмірлеу, жасын анықтау; Дендроклиматология және дендрогидрология – климаттық, гидрологиялық жағдайларды реконструкциялау; Дендроклиматография – климат картасын жасау. Ғалымдар тек кесілген ағаштармен ғана емес, сондай-ақ кішірек, өзегіне зақым келмеген ағаштармен де жұмыс жүргізе алады (**14.10Ә-сурет**).

Ағаш сақиналарын тиімді пайдалану үшін, *сақина хронологиясы* ретінде белгілі кеңейтілген үлгілер орнатылды. Олар аймақтағы ағаштар арасындағы сақина үлгілерін салыстыру арқылы алынады. Егер бір үлгі екі түрлі ағаштан табылса, бірінші ағашқа тағайындалған мерзім екіншісіне де беріледі. Мындаған жылдар бұрынғы ағаш-сақина

хронологиясы кейбір аймақтар үшін құрылды. Бүгінгі күнде белгісіз жастағы ағаштың сақина үлгісін анықтамалық хронологиямен сәйкестендіреді.

Сақина хронологиясы қоршаған орта тарихының бірегей мұрағаттары болып табылады және климат, геология, экология, археология сияқты салаларда маңызды қолданысы бар. Мысалы, ағаш сақиналары адамның тарихи жазбаларына дейінгі мыңдаған жылдар аралығындағы аймақтағы климаттың ауытқуын анықтау үшін пайдаланылады. Осындай ұзақ мерзімді өзгерістер жайлы білім соңғы уақыттағы климаттың өзгеруіне қатысты үкімін қабылдауға зор көңіл болып отыр.

Қазба тозаңдар. Климат өсімдіктердің таралуына әсер ететін негізгі фактор болып табылады, сондықтан өсімдіктердің жайғасқан аймағының сипаты климаттың көрінісі болып келеді. Тоzaң және споралар – көптеген өсімдіктердің өмірлік циклінің бөлігі, олар көп мөлшерде тез таралатын және оңай анықталатын болғандықтан шөгінділерде жақсы сақталған өсімдіктер қалдығы болып табылады (**14.11-сурет**). Дәл даталанған шөгінділердегі тозаңдарды талдай отырып, сол аудандағы өсімдік өзгерістерінің ажыратымдылығы жоғары жазбаларды алуға болады. Өткен уақытта болған климатты осындай ақпараттар негізінде анықтауға болады.



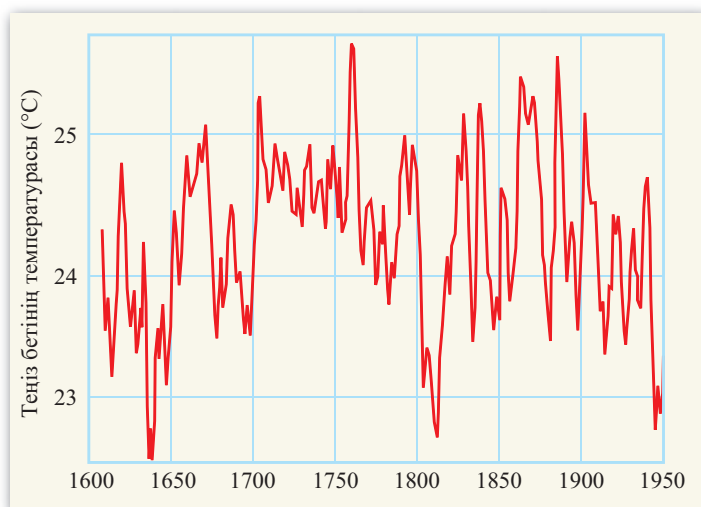
▲ **14.11-сурет. Тоzaң.** Бұл электронды микроскоптан алынған жалған-түсті суреттозаң түйіршіктерінің ассортиментін көрсетеді. Мөлшер, пішін және жер үсті сипаттамаларының біріншісі екіншісінен қалай ерекшеленетініне назар салыңыз. Көлдер мен жертезектердегі тозаңдардың түрлері мен көптігінің анализі уақыт өте келе климаттың қалай өзгергені жайлы ақпарат береді.

Маржандар. Маржан рифтері – көбіне мекенді маржандардың ізбесті қаңқа қабыршақтарынан түзілген теңіздегі құрылыстар. Маржандық құрылыстардың негізгі үш түрі болады: жағалық рифтер, тосқауыл рифтер және атолдар. Маржан рифтерінің қалыптасуына керек жағдайлар: 1) теңіз суының температурасы жоғары болуы (20°тан төмен болмауы); 2) түбі онша терең болмауы (орташа 40-50 м-ге дейін); 3) теңіз суы әдеттегідей (35%-дей) тұзды және таза болуы; 4) теңіздің түбі жартасты болуы керек. Маржандар өздерінің қатты қаңқаларын теңіз суынан алынған кальций карбонатынан (CaCO₃) түзейді.

Карбонатта маржандар өскен су температурасын анықтау үшін пайдаланылатын оттегі изотоптары бар. Қыста қалыптасқан қаңқалардың өсу қарқыны тығыздау болып, температура мен басқа да экологиялық факторларға байланысты жазда қалыптасқан қаңқалардан айырмашылығы болады. Осылайша, маржандар ағаштарда байқалатындай, маусымдық өсу жолақтарын көрсетеді.

Маржандар негізінде алынған климаттық деректердің дәлдігі мен шынайылығы сол кезеңдегі маржандардан соңғы уақыттағы құралдардан алынған деректерді салыстыру арқылы анықталды. Маржандардың өсу шеңберіндегі оттекті-изотоптық талдау, әсіресе жауын-шашынның жылдық ауытқулары едәуір орын алатын аудандардағы жауын-шашынның прокси өлшеулері ретінде қызмет ете алады.

Маржандарды дүниежүзілік мұхиттардағы климат өзгерістері туралы маңызды сұрақтарға жауап беретін *палеотермометрия* ретінде қарастырайық. **14.12-сурет** Галапагос аралдарындағы өзектің оттегі-изотоптық талдау негізінде рифтерден алынған 350-жылдық теңіз бетінің температуралық деректері болып табылады.



▲ **14.12-сурет.** Маржандар теңіз бетіндегі температураны тіркеуге алады. Маржан, коралл (грек. *korallion*) – көбіне маржан полиптері класына, жарым-жартылай гидроидтар класына жататын ішек қуысты теңіз жануарлары. Маржандардың көпшілігі пішіндері өртүрлі әктасты (кейде мүйізді) қаңқа түзеді. Маржан рифтерінің негізі мадрепоралы маржандар тоғайынан тұрады. Тереңдеген сайын маржан рифтері құрамының өзгеруін химиялық талдау өткен уақыттағы теңіз бетінің температурасы жайлы пайдалы деректерді қамтамасыз ете алады. Бұл график Галапагос аралдары маржандарының өзектеріндегі оттекті-изотопты талдау көмегімен 350 жыл тіркеуге алынған теңіз бетіндегі температураны көрсетеді.

Тарихи деректер. Тарихи құжаттар кейде пайдалы ақпаратты қамтиды. Мұндай жазбалар климатты талдау үшін оңай бейімделетін болып көрінетін шығар, бірақ бұл олай емес. Көптеген қолжазбалар климаттық сипаттамалардан басқа мақсаттар үшін жазылған. Сонымен қатар, жазушылар біршама тұрақты атмосфералық жағдай орнаған кезеңдерді қадағалаусыз, тек құрғақшылық, дауыл, боран және басқа да апатты жағдайдарды ғана атап өтеді. Дегенмен, ауыл шаруашылық дақылдарының өсу қарқындылығы, су тасқыны және халықтың көші-қоны сияқты пайдалы дәлелдер климаттың өзгеруіне байланысты болғаны айтқызыссыз (**14.13-сурет**).



▲ **14.13-сурет. Астықты жинау уақыты климаттың Түйінді ретінде.** Кейде тарихи жазбалар климаттың өткен жағдайларын талдау кезінде пайдалы бола алады. Күз мезгілінде жүзімді жинау уақыты вегетация кезеңіндегі интеграцияланған жауын-шашын мөлшерін және температураны білдіреді. Бұл даталар Еуропадағы ғасырлар бойы тіркелген және жыл сайынғы климат вариациясы жайлы пайдалы жазбаларды қамтамасыз етеді.

✓ 14.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Климат жүйесінің бес бөлігін атаңыз.
- 2 Прокси деректер деген не және климаттың өзгеруін зерттеудегі олардың қажеттілігі қандай?
- 3 Неге теңіз түбіндегі шөгінділер өткен уақыттағы климатты зерттеуде пайдалы болып табылады? Теңіз түбіндегі шөгінділерден басқа прокси климаттық деректердің төрт көздерін атаңыз.
- 4 Өткен уақыттағы температура оттектік-изотоптық талдауы арқылы қалай анықталатынын түсіндіріңіз.

14.2 Климат өзгерісінің табиғи себептері

Климат өзгерісінің табиғи салдарына қатысты төрт болжамды талқылаңыз.

Климаттың өзгеруін түсіндіру үшін болжамдардың көптеген түрлері ұсынылды. Бірнешеуі кең қолдау тауып, күшін қайта жоғалтып, біраз уақыттан кейін қайта қолдау тапты. Кейбір түсініктемелер қарама-қайшы болып келеді. Бұл күтерлік жағдай, себебі планетарлық атмосфералық үдерістер кең ауқымды және күрделі болып табылғандықтан оларды физикалық түрде зертханалық тәжірибелерден қайта өндіру мүмкін емес. Климат және оның өзгерістерін қуатты компьютерлерді пайдалана отырып, математикалық модельдеу керек (үлгі бойынша).

Бұл бөлімде біз ғылыми қоғамдастық тарапынан елеулі назар тапқан бірнеше ағымдағы болжамдарды қарастырамыз. Олар адам әрекетінің қатысы жоқ, климаттық өзгерістің «табиғи» тетіктерін сипаттайды:

- Плиталар тектоникасы (Жер құрлықтарының қайта қалыптасуы, арасындағы қашықтықтың экваторға және полюстерге қарай жақын немесе алыс болуы)
- Жанартаулық белсенділік (атмосфераның шағылдырғыштығы мен құрамының өзгеруі)
- Жер орбитасының өзгерісі (табиғи, жер орбитасының циклдік өзгерісі, жер білігінің ауытқуы мен тербелісінің жер мен күн қатынасына әсері)
- Күн энергиясының өзгеруі (күн радиациясындағы өзгеріс және күндегі дақ әсері)

Кейінгі бөлімде адам әрекеті нәтижесінде климаттың өзгеруін, әсіресе қазба отынды жағу салдарынан артқан көмірқышқыл газдың әсерін қарастырамыз.

Осы тарауды оқу барысында, сіз бірнеше гипотеза климаттағы бір өзгерісті бірдей болжай алатынын көресіз. Шын мәнінде, климатты өзгертуде бірнеше механизм бір-бірімен әрекеттесе алады. Сондай-ақ, бір гипотеза барлық уақыт масштабындағы климат өзгерісін түсіндіре алмайды. Әдетте, миллиондаған жыл ауытқуын түсіндіретін ұсыныс жүздеген жылдан астам уақыттағы ауытқуды түсіндіре алмайды. Біздің атмосфера және оның өзгерістері толық түсінікті болатын жағдайда, біз бәлкім, климаттың өзгеруі мұнда талқыланатын көптеген механизмдер және әлі ұсынылатын жаңа тетіктерден туындағанын көреміз.

Тектоникалық плиталар және климаттық өзгерістер

Соңғы бірнеше он жылдықта, геология ғылымында революциялық идея бастау алды: **плиталар тектоникасының теориясы**. Бұл теория ғылыми қоғамдастықпен мойындалды. Жердің ішкі бөлігі үлкен, қатты *плиталардан* тұрады. Жердің қатты, бірақ осал орналасқан литосфера қабығы бірнеше плитаға жіктеліп, ары-бері жылжып отырады. Тұрақты Плиталарда тектоникалық қозғалыстар баяу байқалады.

Жер қабығы литосфералық және мұхиттық Плиталар болып бөлінеді. Литосфера Плиталары құрлықпен жапсарлас құрлықтық қайраңдарды біріктіреді; екеуі бүтін Плиталар құрап, бірге жылжиды. Бір бүтін материкті алып жатқан плита қозғалатын болса, материктің де орны жылжиды. Бұл теория геологтарға құрлықтар мен мұхиттардың ерекшеліктері мен үдерістерін түсінуге және түсіндіруге мүмкіндік беріп қана қоймай, сондай-ақ климатты зерттейтін ғалымдарға кейбір түсіндірілмейтін климаттық өзгерістерге ықтимал түсіндірмесін береді.

Мысалы, қазіргі заманғы Африка, Австралия, Оңтүстік Америка және Үндістан бөліктеріндегі мұздықтар белсенділігінің дәлелі осы аймақтарда шамамен 250 миллион жыл бұрын мұз дәуірі болғанын көрсетеді. Бұл ашылыс көптеген жылдар бойы ғалымдарда түсінбеушілік тудырды. Бұл қазіргі уақытта жылы ендік климаты кезінде қалай Гренландия мен Антарктида сияқты суық болған?

Плиталар тектоникасының теориясы дамығанға дейін, ешқандай ақылға қонымды түсіндірме болған емес. Бүгінде ғалымдар осындай ежелгі мұз дәуірінің ерекшеліктерін қамтыған аудандар бір «суперконтинент» ретінде қосылып, Оңтүстік полюске қарай орналасқанын түсінді (14.14(A)-сурет). Кейінірек, бір-бірінен бөлінген плиталар ретінде, жеке құрлықтар әртүрлі плиталарда бұрынғы орындарына баяу қозғалды. Осылайша, мұздықтардың ірі фрагменттері шашыраңқы түрде кең субтропикалық жерлерде орын алды (14.14(B)-сурет).

Біз қазір өткен геологиялық кезеңде, плиталар қозғалыстары басқа да көптеген қатаң климаттық өзгерістерге себеп болғанын түсінеміз, мысалы құрлықтар бір-біріне қатысты сырғып және әртүрлі ендіктерге қозғалып кеткендері сияқты.



А. Суперконтинент Пэнгэеа палеозой эрасының соңында мұзбен бүркелген аймақты көрсетеді.



Ә. Континенттердің бүгінгі көрінісі. Ақ аймақтар кеш палеозойлық бұлттық бүркеулердің бар екендігін көрсетеді.

▲ **14.14-сурет. Мұз кезеңіндегі палеозой соңы.** Жылжымалы тектоникалық плиталар құрлықтарды жоғары ендікке қарай қозғалтып, мұз қалқандарын қалыптастыруы мүмкін.

Мұхиттық циркуляцияның өзгерістері, сондай-ақ жылу мен ылғалдың тасымалдануындағы өзгеріске және климаттық өзгеріске алып келді.

Плита қозғалысының жылдамдығы өте баяу болғандықтан, құрлықтар позициясындағы елеулі өзгерістер *үлкен* геологиялық уақыт аралығында ғана орын алады. Осылайша, плита қозғалыстарынан туындаған климаттық өзгерістер біртіндеп миллиондаған жыл шкаласы аралығында болады. Нәтижесінде плиталар тектоникасының теориясын он, жүз немесе мың жыл шамасында, қысқа уақыт масштабында орын алған климат өзгерісін түсіндіру үшін пайдалы емес. Мұндай өзгерістерді түсіндіру үшін басқажолды іздеу қажет.

Жанартау белсенділігі және климат өзгерісі

Жанартаудың атқылауы жердің климатын өзгерте алады деген пікір көп жыл бұрын айтылған. Ол әлі күнге дейін климат өзгерісіндегі кейбір аспектілерінің ықтимал түсіндірмесі ретінде қарастырылады. Жанартау атқылауынан атмосфераға газ бен ұсақ бөлшекті кокыстардың көп мөлшері шығарылады (**14.15-сурет**). Қатты атқылаулар нәтижесінде бұл бөлінген заттар стратосфераға дейін көтеріліп, бүкіл жер шарына таралады да, бірнеше ай немесе тіпті жылға дейін стратосферада қалады.

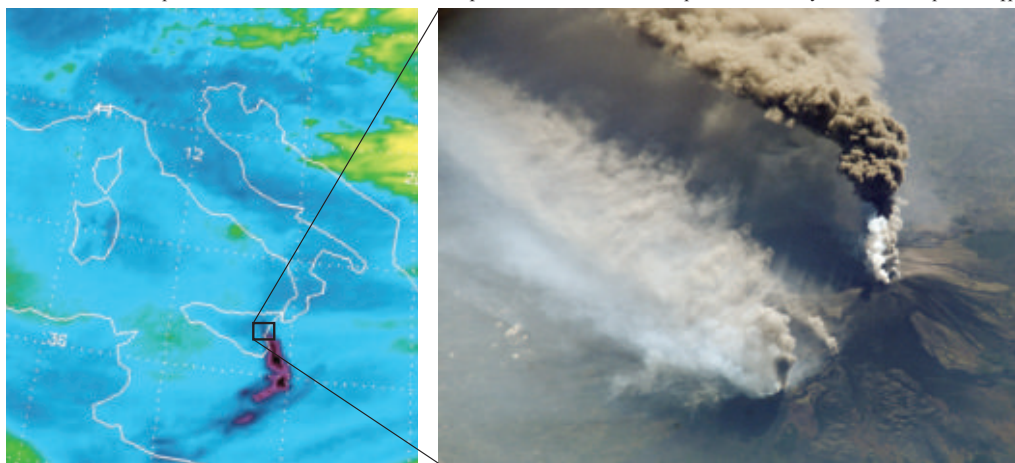
Атмосферадағы жанартау атқылауынан бөлінген заттардың негізгі алғышарты, бұл түсетін күн энергиясының бір бөлігін сүзіп қалып, трапосферадағы температураның

төмендеуіне әсер етуі. 200 жылдай бұрын Бенджамин Франклин Исландиядағы үлкен жанартаудың атқылауынан бөлінген заттар күн сәулесін кеңістікке қайтарып жібереді деген көзқарастың дұрыстығын сендіру үшін пайдаланды және 1783-1784 жылдардағы қыстың суық болуын осы себептен байланыстырды.

Жанартаумен байланысты ең елеулі салқын кезең 1815 жылы Индонезиядағы Тамбора тауының атқылауынан кейінгі «жаз мезгілі болмаған жыл» болуы мүмкін. Тамбораның атқылауы қазіргі заманның ең ірісі болып табылады. 1815 жылдың 7-12 сәуір аралығында биіктігі 4000 метрге жеткен жанартау атқылауынан 100-ден астам текше шақырымға қоқыс тасталынды.

Бұл спутниктен түсірілген сурет күлгін және кара түс реңіндегі күкірт (SO_2) қос қышқылын көрсетіп тұр. SO_2 көп шамада атмосфераға бөлінген кезде климат нашарлайды.

Сурет халықаралық космостық станциядан алынған және вулканның оңтүстік-шығыс бағытына қарай бет алған вулкан күлін көрсетіп тұр.



▲ 14.15-сурет. 2002 жылдың қазан айында Этна тауының атқылауы. Бұл Сицилия аралындағы жанартауы Еуропаның ең ірі және ең белсенді жанартау болып табылады.

Бұл ұсақ бөлшектердің әсері Солтүстік жарты шарда кеңінен таралды деп есептелінді. 1816 жылдың мамыр-қыркүйек айы аралығындағы бұрын-соңды болмаған суықтық түсуі Америка Құрама штаттарының солтүстігі мен Канаданың іргелес бөліктеріне әсер етті. Мұндай ауытқу, сондай-ақ Батыс Еуропада да болды.

Соңғы болған үш жанартаулық құбылыс айтарлықтай деректер мен жаһандық температураға әсері жайлы түсінік берді. 1980 жылы Вашингтон штатындағы Әулие Елена тауының, 1982 жылы Мексикандық Эль-Чичон және 1991 жылы Филиппиндағы Пинатубо жанартауының атқылауы ғалымдарға өткен уақытта қолжетімсіз болған күрделі технология көмегімен жанартау атқылауының атмосфераға әсерін зерттеу үшін мүмкіндіктер берді. Спутниктік суреттер мен қашықтан зондтау-аспаптары ғалымдарға осы жанартаулардан шығарылған газдар мен күлдің бұлттармен әсерін бақылауға мүмкіндік берді.

Әулие Елена тауы. Әулие Елена тауы атқылағаннан кейін, оның климатқа ықтимал әсері туралы дереу болжамдар жасалды. Мұндай атқылау біздің климатқа өзгеріс әкелуі мүмкін бе? Атқылаудан кейін шығарылған жанартау күлінің көп мөлшері қысқа мерзім ішінде жергілікті және аймақтық деңгейде әсер ететініне күмән жоқ. Дегенмен, зерттеу жұмыстары жарты шардағы ұзақ мерзімді температураның төмендеуі байқалмады деп

саналды. Салқындау өте шамалы мөлшерде, кем дегенде $0,1^{\circ}\text{C}$ болғандықтан температураны ауытқытатын басқа табиғи әсер етушілерден айыру мүмкін емес болды.

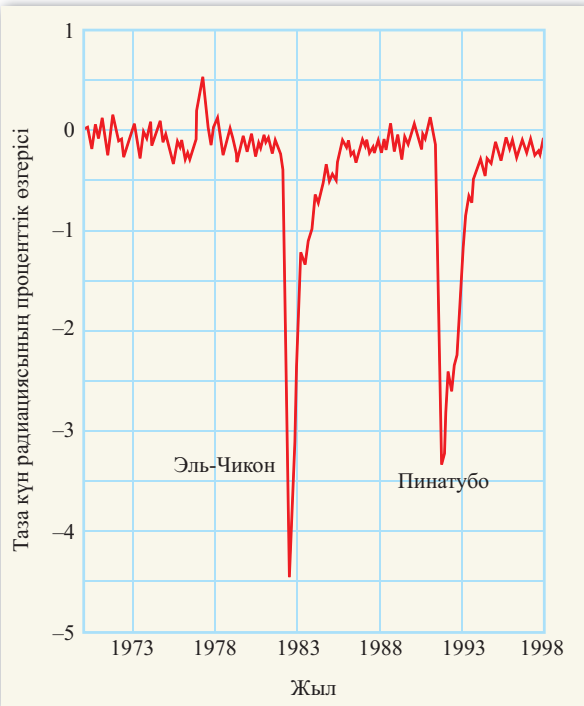
Эль-Чичон екі жылдық мониторинг пен зерттеу жұмысының нәтижесі 1982 жылы Эль-Чичон жанартауының атқылауы Әулие Елена тауына қарағанда, жаһандық орташа температураның едәуір жоғары, $0,3^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$ тәртібінде салқындағанын көрсетті. Эль-Чичон жанартауының атқылауында Әулие Елена тауының атқылауына қарағанда *жарылғыш заттар* аз болды, онда ол неге жаһандық температураға қаттырақ әсер етті? Себебі Әулие Елена тауынан бөлініп шыққан заттар негізінен салыстырмалы қысқа мерзім ішінде шөгетін майда күл еді. Екіншіден, Эль-Чичон жанартауы Әулие Елена тауына қарағанда күкірт оксидті газды (бағалау бойынша 40 есе көп) әлдеқайда көп мөлшерде шығаратын. Бұл газ стратосферадағы ұсақ күкірт қышқылы бөлшектерінен тұратын тығыз бұлтты қалыптастыру үшін су буымен бірігеді (**14.16А-сурет**). Бұл аэрозольдердің толығымен тарқап кетуі үшін бірнеше жыл қажет. Олар тропосферадағы орташа температураны төмендетеді, себебі олар күн энергиясын ғарышқа қайта шағылыстырып жібереді (**14.16(Ә)-сурет**).

2005 жылдың сәуірінде Анатахан вулканынан шыққан ақ түтін бағаны Филиппин теңізінің бір бөлігін жапты. Тұман атмосферада су мен күкірт қос тотығының араласуынан пайда болған күкірт қышқылының өте майда бөліктерінен құралды. Струя жарық және күн сәулесін космосқа кері бейнелейді.



А.

1970 (графиктегі нөл) жылдардағы Мауна-Лоа Гавайев обсерваториясындағы күннің таза шағылысуы. Эль-Чичон және Мт. Пинатибо атқылауы күннің шағылысуын уақытша бәсеңдетті.

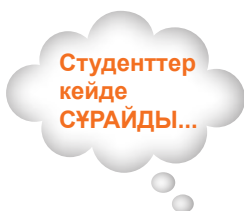


Ә.

▲ **14.16-сурет. Жанартаудың мұнарланған түтінінен жер бетіне түсетін күн радиациясы бәсеңдейді.** Жанартаудың атқылауынан шыққан түтін бұл жанартау күлі емес, күкірт қышқылының ұсақ аэрозольдері.

Енді біз бір жыл немесе одан да көп уақытта стратосферада болатын жанартау бұлттары негізінен шаңнан емес, күкірт қышқылы тамшыларынан тұратынын түсіндік. Сонымен, атқылау барысында шығарылған ұсақ қоқыс көлемі жанартау атқылауының жаһандық атмосфераға әсерін болжаудың дәл өлшемі емес.

Пинатубо жанартауы. 1991 жылы Филиппиндағы Пинатубо жанартауының атқылауы бүкіл әлемге сезілді. Ол 10 миллиард тонна магма, 25-30 миллион тонна SO_2 -ні бөліп шығарды. Нәтижесінде өте көп мөлшердегі минералдар мен металдар жер бетіне шығарылды. Пинатубо Три Кабусилан тау қыратында орналасқан. Пинатубо бұрын андезит және дацит сияқты жанартаулық тау жыныстарынан тұратын. Бұл оқиға ғалымдарға НАСА спутнигінің Жер Радиациялық Экспериментінде ірі жанартаулық атқылаудың климатқа әсерін зерттеуге мүмкіндік берді. Келесі жылы ұсақ аэрозольдер альбедоны жоғарылатып, жаһандық температураны $0,5^\circ\text{C}$ -ге төмендетті.



Метеориттің жерге соқтығысуы климатты өзгертуі мүмкін бе?

Ия, мүмкін. Шын мәнінде, шамамен 65 миллион жыл бұрын динозаврлар мен басқа да көптеген ағзалардың жойылып кету гипотезасы осындай оқиғаға байланысты дейді. Үлкен метеорит (диаметрі шамамен 10 шақырым) жерге соғылғанда, көп мөлшердегі сынықтар жоғары атмосферада жарылып кетті. Бірнеше ай бойы қоршаған шаңды бұлттар жер бетіне жететін жарық мөлшерін қатты шектеді. Фотосинтез үдерісі үшін күн сәулесі жеткіліксіз болып, сезімтал өсімдіктер жүйесі бұзылды. Күн сәулесі қайта түсе бастағанда, динозаврлар және көптеген теңіз ағзалары жойылып кетті.

Жанартау атқылауының әсері. Эль-Чичон және Пинатубо сияқты жанартаулар атқылауы жаһандық температураға әсері салыстырмалы түрде аз болғанымен, бірақ көптеген ғалымдар температураның салқындауы шектеулі мерзім ішінде атмосфералық циркуляцияны өзгертуі мүмкін екенімен келісті. Мұндай өзгерістер өз кезегінде, кейбір өңірлердің ауа райына ықпал ете алады. Болжамдар жасау немесе нақты аймақтық әсерін анықтау атмосфераны зерттеуші ғалымдар үшін елеулі қиыншылықтармен ұштасуда.

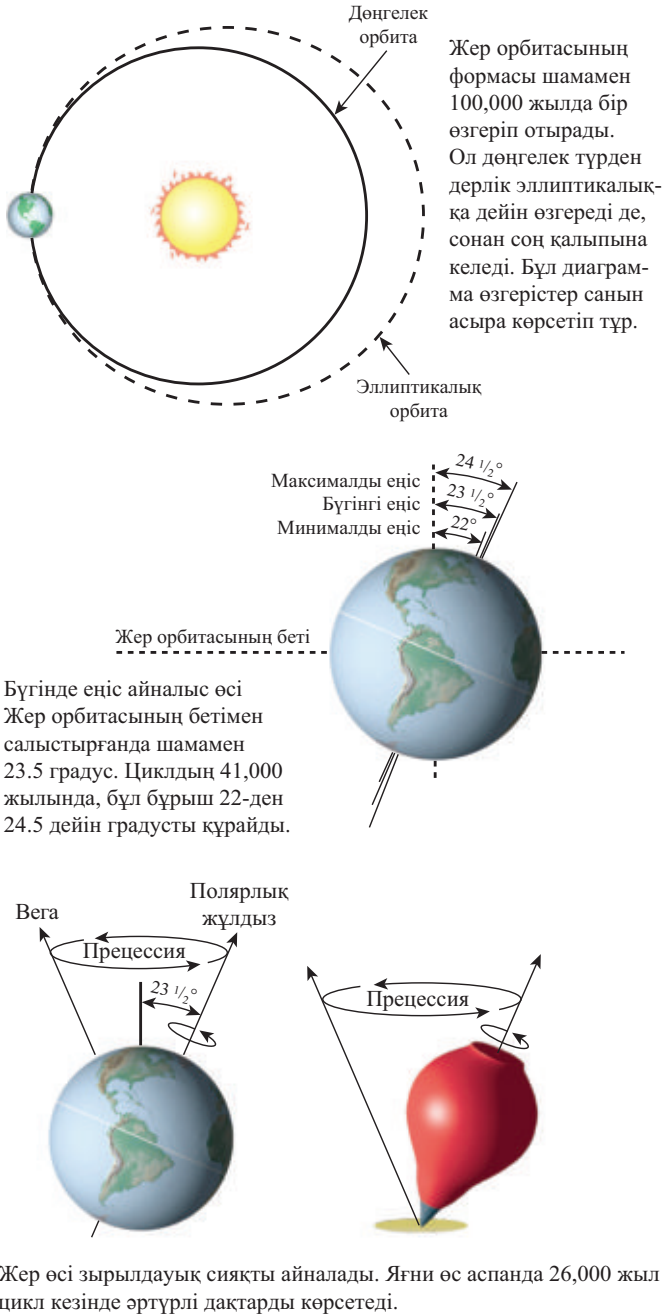
Жоғарыда келтірілген мысалдар жанартаулар атқылауының климатқа әсері салыстырмалы түрде көп емес және қысқа мерзімді екенін көрсетеді. 14.16(B)-суреттегі график осы көзқарасты нығайта түседі. Жанартаулар атқылауы ұзақ уақыт ішінде айқын әсер ететін болса, күкірт диоксидіне мол атқылаулар жиі болар еді. Егер солай болса, стратосфера жер бетіне жететін күн сәулесінің мөлшерін азайтатын газдар мен жанартау күліне толар еді. Мұндай атқылаулар тарихта мәлім болмағандықтан, ол көбінесе тарихқа дейінгі климаттық ауысым үшін ықтимал салымшы ретінде аталған. Жанартау атқылауының климатқа әсер етуінің басқа жолдары **14.1-мәліметтер жинағында** сипатталған.

Жер орбитасының өзгерісі

3 миллион жыл бұрын басталған мұзды дәуір жаһандық жылыну мен салқындаумен байланысты болған мұздың басуы мен қайта шегінуден сипатталғанын геологиялық мәліметтер дәлелдейді. Бүгін ғалымдар осы мұзды кезеңді сипаттайтын климаттық ауытқу жер орбитасының өзгерісімен байланысты екенін түсінді. Бұл гипотезаны бірінші болып ұсынған серб ғалымы Милютин Миланкович болды және түсетін күн сәулесінің вариациясының

циясы Жер климатын бақылаудың негізгі факторы болып табылады деген алғышартқа негізделді.

Миланкович келесідей элементтерге негізделген кешенді математикалық үлгіні тұжырымдады (14.17-сурет):



▲ 14.17-сурет. Орбиталды вариациялар. Жер білігінің мерзімдік ауытқулары төрттік мұздық кезеңдегі мұз және мұзаралық жағдайлардың алмасуымен байланысты болды.

1. Күн айналасындағы жер орбитасы пішінінің өзгеруі (эксцентриситет)
2. Ауытқудағы өзгеріс – яғни бұрыштық өзгеріс, біліктің жер орбитасын жазық етуі
3. Прецессия деп аталатын Жер білігінің тербелісі

Осы факторларды қолдана отырып, Миланкович мұз дәуіріндегі климаттың ауытқуындағы өзгерістерді салыстыру үшін, өткен уақыт ішінде қабылданған күн энергиясы мен жер бетінің температурасының вариацияларын есептеді. Бұл факторлар жерге жеткен жалпы күн энергиясының өзгерісіне аз немесе мүлдем әсер етпегенін ескере кеткен жөн. Олардың әсері жыл мезгілдері арасындағы контраст деңгейін өзгертуде сезіледі. Жоғары ендіктер ортасындағы жұмсақ қыс қардың қалың түсуін білдірсе, кей жерлердегі салқын жаз қардың еруін төмендетеді.

Көптеген зерттеулер ішінде бұл гипотеза ықтималдылығын арттырғандардың бірі теңіз тереңдігіндегі шөгінділерді зерттеу жұмыстары болды. Оттекті-изотоптық және климатқа сезімтал микроорганизмдердің статистикалық анализдері арқылы, ғалымдар 500 000 жыл бұрынғы температуралық өзгеріс хронологиясын құрды. Корреляцияның шын мәнінде болғанын не болмағанын анықтау үшін, осы уақыт масштабындағы климаттық өзгеріс бұрыш эксцентриситеті, прецессии және ауытқу, эксцентриситеттің астрономиялық есептеулерімен салыстырылды.

Зерттеулер шиеленіскен және математикалық күрделі болғанымен, оның қорытындылары қарапайым болды. Авторлар бірнеше жүз мың жыл бұрынғы климаттың негізгі ауытқулары Жер орбитасы геометриясының өзгеруімен тығыз байланысты екенін анықтады. Климаттың өзгеру циклдері ауытқу кезеңдерімен, прецессии және орбиталық эксцентриситетпен тығыз байланысты. Нақтырақ айтқанда, авторлар Жердің орбиталық геометриясының өзгерістері Төрттік кезең ішіндегі мұз басу топтамасының себебі болып табылады деген қорытындыға келді.

Егер орбиталық ауытқу мұзды-мұзаралық кезеңдер уақытын түсіндіретін болса, мынадай сұрақ бірден туындайды: Неге мұздықтар Жер тарихының көп бөлігінде болмады? Тектоникалық плиталар теориясына дейін, бұл сұраққа кең түрде жауап беру мүмкін емес еді. Қазір бізде бұған орынды жауап бар: өйткені мұз қалқандары тек құрлықта құрыла алады, мұз кезеңі басталғанға дейін жер массалары жоғарғы ендіктерде болуы керек. Яғни, мұз кезеңі Жердің қыртысты плиталары ығысқан кезде тропикалық ендіктердегі құрлықтар полюске қарай бағытталған кезде ғана орын алғаны әбден мүмкін.

Күн энергиясының өзгеруі және климат

Климаттың өзгеруі жайлы гипотезелардың арасындағы ең тұрақтылары, Күн өзгермелі жұлдыз және оның бөлетін энергиясы уақыт аралығында өзгереді деген идеяға негізделген болатын. Осындай өзгерістердің салдары тікелей көрінуі мүмкін және түсінуге оңай: Күн бөлетін энергияның артуы атмосфераның жылынуына алып келсе, энергияның қысқаруы салқындануына алып келеді. Бұл ұғым өте қызықты, себебі ол кез келген ұзындықтағы немесе қарқындылықтағы климаттың өзгеруін түсіндіру үшін пайдалануға болады.

Алайда, күн энергиясының жалпы қарқындылығындағы маңызды ұзақ мерзімді ауытқулар әлі атмосферадан тыс өлшенген емес. Спутниктік технологиялар қолжетімді болғанға дейін мұндай өлшеулер мүмкін емес еді. Қазір енді күннің бөлген энергиясын өлшеу мүмкіндігі туғанда, біз күн энергиясының шын мәнінде қаншалықты өзгермелі (немесе өзгеріссіз) болғанын білу үшін бізге ондаған жыл бұрынғы деректер қажет.

14.1-мәліметтер жинағы

Бұрылғы геологиядағы жаңартулық атқылаулар мен климаттық өзгерістер

Бор кезеңі мезозой дәуірінің соңғы кезеңі, бұл *орта өмір* эпохасы жиі Динозаврлар эпохасы деп аталады. Ол шамамен 145 миллион жыл бұрын басталып, динозаврлардың жойылуымен (және басқа да көптеген өмір нысандары) шамамен 65 миллион жыл бұрын аяқталды.

Бор кезеңінің климаты жердің ұзақ тарихындағы ең жылылардың бірі болды. Жұмсақ температурамен байланысты тіршілік еткен динозаврлар, поляр шеңберінің солтүстігіне қарай ауытқыды. Тропикалық ормандар Гренландия мен Антарктидада және маржан рифтері қазіргі уақытқа қарағанда полюске жақын 15° ендікте өсті. Теңіз деңгейі бүгінгі күнге қарағанда 200 метрге жоғары болды, бұл полярлық мұз қалқандарының болмағанын көрсетеді.



▲ **14(A)-сурет. Дуврдың ақ жартастары.** Англия жағалауы бойындағы бұл әйгілі бор шөгінділері негізінен теңіз организмдерінің ұсақ бақалшықтарынан тұрады және бор кезеңіндегі ерекше жылы климаттағы бай теңіз флорасы мен фаунасына байланысты (фото авторы: Stuart Black/Robert Harding).

Бор кезеңінің ерекше жылы климатына не себеп болды? Айтарлықтай әсер еткен факторлардың бірі атмосферадағы көмірқышқыл газының ұлғаюына байланысты парниктік әсердің күшеюі болды.

Бор кезеңінің жылынуына ықпал еткен қосымша CO_2 қайдан шықты? Көптеген геологтар ықтимал көздер жанартаулық белсенділік болды деп болжайды. Көмірқышқыл газы атқылауда шығатын газдардың бірі болып табылады және орта бор кезеңінде жанартау белсенділігі ерекше жоғары болғаны жайлы геологиялық дәлелдер бар.

Осы өте жылы кезеңнің басқа да ықтимал нәтижелері жанартау белсенділігімен байланысты. Мысалы, бор кезеңіндегі жоғары жаһандық температура және CO_2 -мен байытылған атмосфера фитопланктондар (кішкентай, негізінен микроскопиялық өсімдіктер, мысалы балдырлар сияқты) және мұхиттың басқа да өмір нысандарының өсуіне әкелді. Теңіз өмірінің түрленуі бор дәуірімен байланысты кең таралған бор шөгінділерінде көрініс табады (**14(A)-сурет**). Бор кальций карбонатынан тұрады (CaCO_3) – көптеген микроскопиялық теңіз организмдерінің

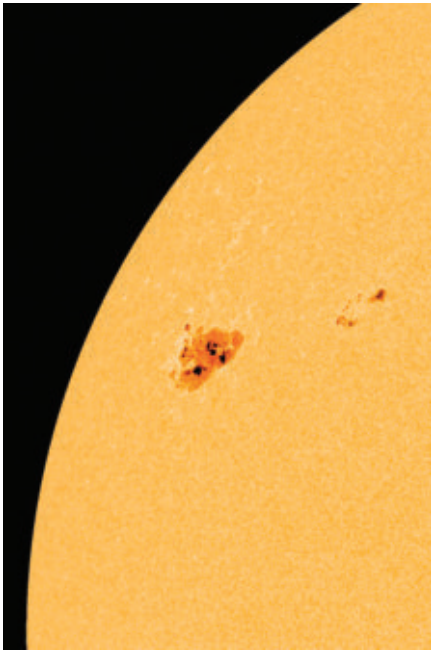
қатты бөлшектері. Мұнай және газды шығару биологиялық қалдықтардың (негізінен фитопланктон) өзгеруінен пайда болады.

Бұл сілтемелер Бор кезеңіндегі жанартаулық белсенділік Жер жүйесінің бөліктері арасындағы өзара қарым-қатынастарды суреттейді. Басында материалдар мен үдерістер ешқандай байланысы жоқ болып көрінгенмен, бір-бірімен байланысты екеніне көз жеткіздік. Жердің ішкі, терең үдерістері атмосфераға, мұхиттар мен биосфераға тікелей немесе жанама байланыстығы бар екенін де көрдік.

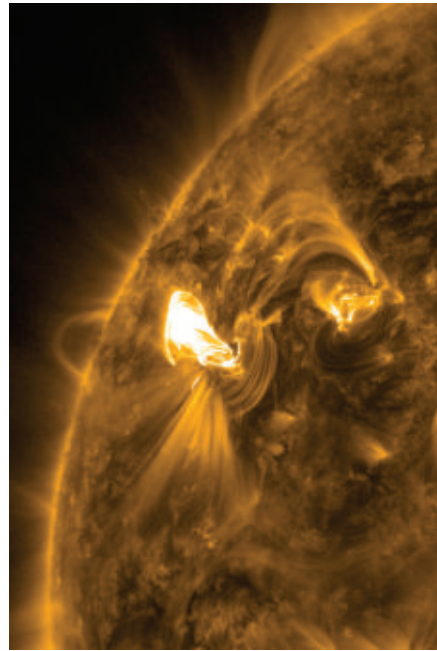
Сұрақтар

1. Бор кезеңіндегі климат қандай болды және қазіргі климаттан қалай ерекшеленді? Неге ерекшеленді?
2. Біз бор кезеңіндегі климатқа байланысты бүгінгі күнгі ландшафттан нені көре аламыз?

Бұл құбылыс Күн бетінің айналасын көрсетеді. Қошқыл қызғылт-сары түспен боялған қара дақтар магнитті белсенділік жоғары болатын аймақты көрсетіп тұр.



Бұл бейнені түсірген құрал электромагниттік спектрдің ультракүлгін, радио және басқа да бөліктерін пайдаланды. Қайта бұрау сызықтары магниттік өріс сымдарынан кейінгі күн плазмасын көрсетіп тұр.



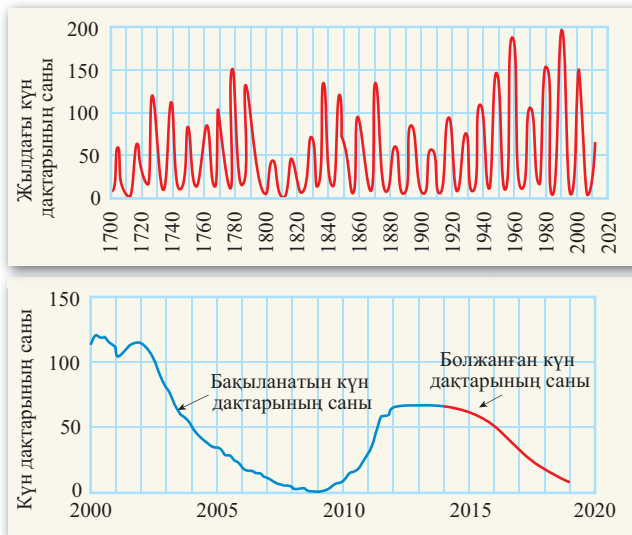
▲ **14.18-сурет. Күн дақтары.** 2012 жылдың 5-наурызында НАСА-ның Күн Динамикасы Обсерваториясындағы екі түрлі құралдар арқылы жасалған екі сурет күн дискіндегі бір орындағы бірдей күн дағының белсенділігін көрсетеді.

Климаттың өзгеруіне қатысты басқа гипотезалар күн дақтарының циклдарына байланысты болды. Күннің бетінде ең елеулі және ең танымал ерекшеліктер – **дақтар** деп аталатын қара міндер бар (**14.18-сурет**).

Күн дақтары күннің беткі қабатынан ішіне тереңдей енген магниттік өріс болып табылады. Сонымен қатар, бұл дақтар Күнмен лақтырылған үлкен массалы бөлшектермен бай-

ланысты, олар Жер атмосферасының жоғарғы қабатына жеткенде газдармен әрекеттесіп шұғылалы дисплейді қалыптастырады (1.26-суретті қараңыз).

Күн дақтары цикл бойынша жүзеге асып, олардың саны әрбір 11-жылда максимумға жетеді (**14.19-сурет**). Күн дақтарының белсенділігі кезінде, күн дақтарының минимумы кезеңіне қарағанда энергияны сәл көп шығарады. 1978 жылы басталған ғарыштық өлшемдер негізінде, 11 жылдық цикл барысындағы өзгеріс шамамен 0,1 пайызды құрағаны анықталды. Күн дақтары қаралау түсті болып келгенімен, олар жарқын аудандармен қоршалған. Бұл күннің бөлетін энергиясындағы өзгеріс жаһандық температураға елеулі әсер етуі үшін тым аз болып табылады екен. Алайда, күннің бөлетін энергиясындағы ұзақ мерзімді ауытқулар Жер климатына әсер ету мүмкіндігі бар.



▲ **14.19-сурет. Күн дақтарының орташа жылдық саны.** Күн дақтарының саны әрбір 11 жылда максимумға жетеді.

Мысалы, 1645 және 1715 жылдар аралығындағы кезең *Маундер минимумы* деп танылмай, бұл кезде күн дақтары тіпті болған жоқ десе болады. Бұл күн дақтары болмаған кезең климат тарихындағы *Кіші мұз дәуірімен* тығыз байланысты, әсіресе Еуропада суық кезең. Кейбір ғалымдар күннің бөлетін энергиясындағы қысқару ішінара осы суық эпизодқа жауапты болуы ықтимал деп болжайды. Басқа ғалымдар бұл гипотезаға күмән тудырады

✓ 14.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Тектоникалық плиталар теориясы мұз дәуірінің салдарын түсінуге қалай көмек береді?
- 2 Эль-Чичон және Пинатубо жанартауының атқылауы ғаламдық температураға қалай әсер еткенін сипаттаңыз және қысқаша түсіндіріңіз.
- 3 Ғаламдық температураның өзгеруіне алып келетін Жер орбитасындағы үш вариацияны атаңыз және қысқаша сипаттаңыз.
- 4 Күн дақтары неден не? Күн дақтары өзгерген кезде күннің бөлетін энергиясы қалай өзгереді?
- 5 Күн дақтарының саны мен жер климатының өзгерісі арасында тығыз байланыс бар ма?

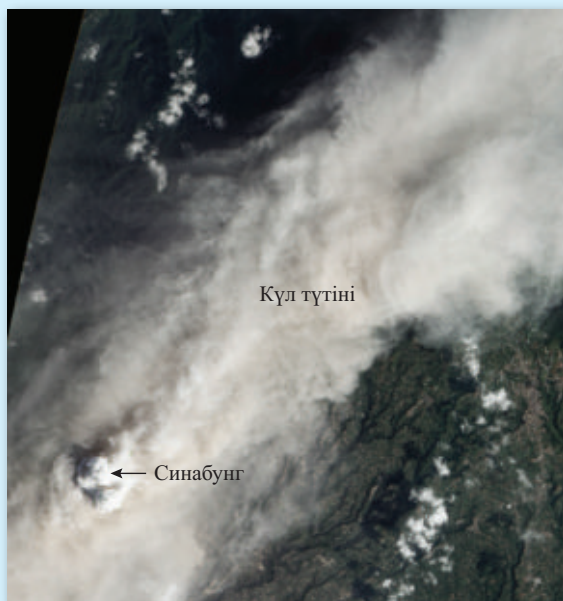
Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Күн жарығының өзгерісі мен жақын уақыттағы жаһандық жылыну дәлелдері арасында байланыс бар ма?

Соңғы спутниктік деректер негізінде бұған жоқ деп жауап беруге болады. Бұған талдау жасаған ғалымдар, 1978 жылдан бері өлшеп келе жатқан күн жарығының өзгерісі жаһандық жылынуға әлі әсер ете алмайды дейді.

14.1-атмосфераға шолу

Бұл спутниктік сурет 2014 жылдың 16 қаңтарында Индонезияның Синабунг жанартауының атқылауынан болған күлдің кең шлейфін көрсетеді.



Сұрақтар

1. Бұл жанартау атқылауынан болған күл ауа температурасына қалай әсер етуі мүмкін?
2. Бұның әсері ұзаққа созыла ма – бәлкім бірнеше жылдар бойы? Түсіндіріңіз.
3. Қандай «көрінбейтін» жанартау шығарындылары жанартау күлінен артық әсер етуі мүмкін?

14.3 Ғаламдық климатқа адамның әсері

Шамамен 1750 жылдан бері атмосфера құрамының өзгеру себептері мен сипатын қорытындылаңыз. Климат реакциясын сипаттаңыз.

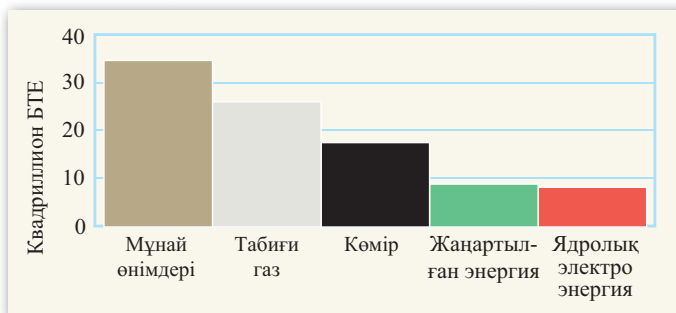
Әзірге біз климаттың табиғи өзгеруінің әлеуетті себептерін қарастырдық. Бұл бөлімде біз адамдар жаһандық климаттың өзгеруіне қалай үлес қосатынын талқылаймыз. Ең

бірінші қатты әсер еткен, бұл негізінен атмосфераға көмірқышқыл газы мен парниктік газдардың бөлінуі. Екіншіден атмосфераға адам әрекетінен түзілген аэрозольдердің бөлінуімен байланысты. Адамның өңірлік және жаһандық климатқа әсері қазіргі заманғы өндірістік кезеңнен басталған жоқ. Адамның мыңдаған жылдар бойы қоршаған ортаны өзгерту әсерлерінің дәлелдері бар. Жануарларды қолға үйрету үшін шамадан тыс жерлерді игеру мен егістіктерді өртеу сияқты әрекеттер өсімдіктердің таралуы мен санын азайтты. Жерді игеру нәтижесінде топырақ жамылғысын өзгерту арқылы, беткі қабаттық альбедоны, булану жылдамдығын және жер үсті желдері сияқты маңызды климатологиялық факторларды өзгертті.

CO₂ деңгейінің жоғарылауы

1-бөлімде сіз көмірқышқыл газы (CO₂) таза, құрғақ ауаны түзейтін газдардың тек шамамен 0,0400 пайызын (бір миллиондағы 400 бөлшектер) құрайтынын білдіңіз. Дегенмен, бұл өте маңызды метеорологиялық құрамдас бөлік. Көмірқышқыл газы ықпалды болып табылады, себебі ол қабылданатын қысқа толқынды күн сәулелері үшін мөлдір болып келеді, бірақ ол жерден бөлінетін кейбір ұзын-толқынды сәулелер үшін мөлдір емес. Жерден бөлінген энергияның бір бөлігін атмосфералық CO₂ сіңіреді. Бұл энергия кейіннен қайта сәулеленіп, бір бөлігі жер бетіне жетеді де, жерге жақын қабаттағы ауаны жылы етіп ұстап тұрады. Осылайша, су буымен бірге, негізінен көмірқышқыл газы атмосфераның *парниктік әсері* үшін жауапты болады. Көмірқышқыл газы – маңызды жылу жұтқыш болып табылады, яғни ауадағы CO₂ құрамының өзгеруі атмосфераның төменгі қабаттағы температурасын өзгертуі мүмкін.

Соңғы екі ғасырдағы жердің қатты индустрияландырылуы жердің қызуына алып келді және отын: көмір, табиғи газ және мұнай жағу арқылы әлі де жалғасуда (**14.20-сурет**).



▲ **14.20-сурет. АҚШ-тың энергияны тұтынуы.** Графикте 2012 жылы тұтынылған электр энергиясының мөлшері көрсетілген. Жалпы 94,9 квадриллион Btu болды. Квадриллион 10-нан 12 күшке дейін көтерілді немесе миллионның миллионы дейін. Қазба отынды жағу барлығы сәл көп 82 пайызынан астам құрайды.

Бұл отындардың жағылуы атмосферадағы көмірқышқыл газының мөлшерін арттырды. Көмір және басқа да отын түрлерін пайдалану арқылы атмосферадағы CO₂ мөлшерін арттыру адамдардың танымал әрекеті болып табылады, бірақ тек бұлай емес. Ормандардың шабылуы сондай-ақ айтарлықтай ықпал етеді, себебі өсімдіктер өртенгенде немесе ыдырағанда CO₂ бөлінеді (**14.21-сурет**). Ормандардың шабылуы тропиктерде айқын көрініс тапты, байтақ жерлер мал шаруашылығы мен ауыл шаруашылығы үшін тазартылып, тиімсіз коммерциялық операцияларға ұшырады.

Барлық негізгі тропикалық ормандар, соның ішінде Оңтүстік Америкадағы, Африка елдеріндегі, Оңтүстік-Шығыс Азия және Индонезиядағы ормандар жойылып жатыр. Біріккен Ұлттар Ұйымының бағалауынша, 1990 жылдан 2000 жылдар ішінде *жыл сайын* тропикалық ормандардың 10 млн га жері тұрақты түрде жойылуда.



▲ **14.21-сурет. Тропикалық ормандардың шабылуы.** Тропикалық ормандардың шабылуы үлкен экологиялық мәселе болып табылады. Биологиялық алуан түрлілікті жоғалтумен қатар, ол көмірқышқыл газының айтарлықтай көзі болып табылады. Өрттер жерді тазалау үшін жиі қолданылады, мысалы Бразилияның Амазонка бассейні сияқты.



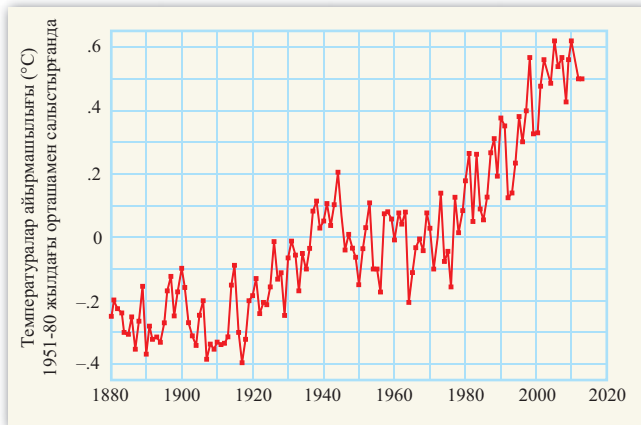
▲ **14.22-сурет. Соңғы 400000 жылдағы CO₂ концентрациясы.** Осы деректердің көпшілігі мұз керні шырмауындағы ауа көпіршіктерін талдаудан алынған. 1958 жылдан бергі деректер Мауна Лоа обсерваториясындағы (Гавайи) тікелей өлшеуден шыққан. Индустриялық революция басталғаннан бері CO₂-ның тез өсуі айқын болып табылады (КӨҮС).

CO₂ біраз мөлшері өсімдіктермен жұтылады немесе мұхитта еріп кетеді, бірақ бағалау бойынша 45 пайызы атмосферада қалады. **14.22-сурет** 400 000 жыл бұрын және қазіргі уақытқа дейінгі атмосферадағы CO₂ өзгерістерінің графикалық жазбасын ұсынады. Осы уақыт аралығында табиғи ауытқу миллионның шамамен 180-300-бөлігінде (ppm) өзгеріп тұрды.

Адам әрекетінің нәтижесінде CO_2 деңгейі соңғы 600 000 жыл бұрынғы деңгейімен салыстырғанда шамамен 30 пайызға артты. Индустрияландыру басталғаннан бері атмосферадағы CO_2 -ның тез өсуі айқын болып табылады. Атмосферадағы көмірқышқыл газының концентрациясы соңғы бірнеше онжылдықта қарқынды артып келеді.

Атмосфера реакциясы

Атмосферадағы CO_2 мөлшерінің артуын ескере отырып, ғаламдық температура шын мәнінде жоғарылады ма? Оған «ия» деп жауап қайтарамыз. Климаттың Өзгеруі (IPCC) бойынша үкіметаралық сарапшылар тобының 2013 жылғы есебіне сәйкес, «Ғаламдық жылыну салдарынан климаттың өзгеруі байқалуда, ауа мен мұхит суының орташа температурасы жоғарылап, қар мен мұздықтар қарқынды түрде еруде, сондай-ақ мұхит деңгейі де жоғарылау үстінде». Жаһандық орташа температураның артуы XX ғасырдың ортасынан байқалады, бұл адам әрекетінен парниктік газдар концентрациясының ұлғаюына байланысты. Ғаламдық жылыну 1970 жылдан қазірге дейін 0.6°C құрайды, ал өткен ғасырда 0.8°C шамасында болды. Жер беті температурасының жоғарылау тенденциясы **14.23-суретте** көрсетілген.



▲ **14.23-сурет. 1880–2013 жылдар аралығындағы ғаламдық температура.** 1998 жылды қоспағанда, осы 134 жылдық температура жазбасында 10 ең ыстық жылдар 2000 жылдан бастап орын алды.

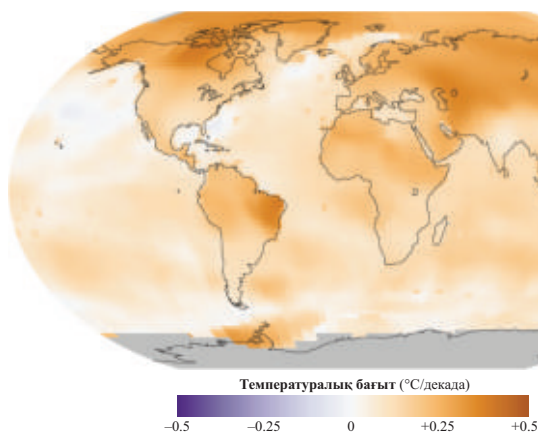
1998 жылды қоспағанда, 134 жылдық деректер бойынша 10 ең ыстық жыл 2000 жылдан бастау алады, 2010-2005 жылдар көрсеткіштері ең ыстық жылдар болғанын анықтады.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

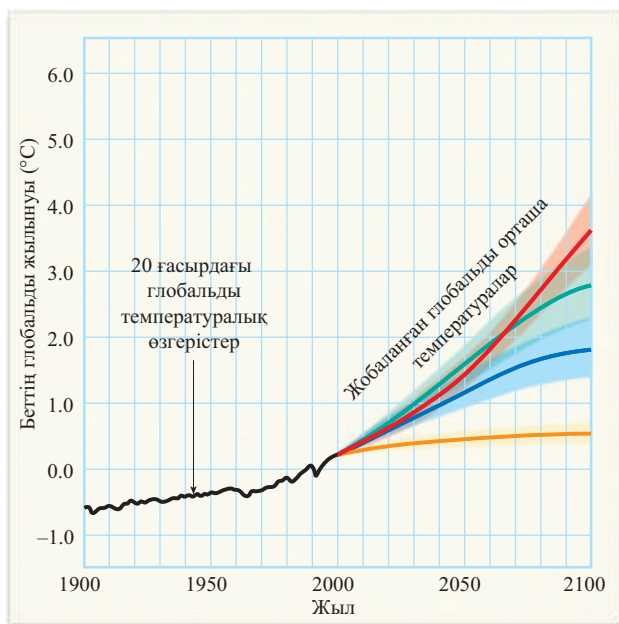
Климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық сарапшылар тобы деген не?

Климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық сарапшылар тобы (КӨҮС) 1988 жылы адам іс-әрекетінен климаттың өзгеруін түсінумен байланысты болған ғылыми, техникалық және әлеуметтік-экономикалық ақпаратты бағалау үшін Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым мен Біріккен Ұлттар Ұйымының қоршаған орта жөніндегі бағдарламасымен құрылды. КӨҮС

климаттың өзгеру себептері мен салдары туралы мерзімді есептерді қамтамасыз ететін беделді топ болып табылады. 55 елдің 250-ден астам авторлар мен 1100 ғылыми рецензенттері *2013 жылдағы климаттың өзгерісін жария етті: Физикалық ғылыми негіздер.*



▲ **14.24-сурет. Онжылдықтан онжылдыққа дейінгі температура тренді.** Атмосферадағы парниктік газдар деңгейінің өсуі жаһандық температураның ұзақ мерзімді жоғарылауының қозғаушы. Әрбір күнтізбелік жыл өткен жылдан жылы болмаса да, 1950 жылдан бастап әр бір онжылдық өткен онжылдықтан жылы бола түскен. Бұл графикте жақсы көрсетілген. Дүниежүзілік картада жаһандық жылыну қарқындылығындағы өңірлік айырмашылықтар көрсетілген.



▲ **14.25-сурет. 2100-жылға дейінгі температура болжамдары.** Графиктің оң жақ жартысы түрлі шығарындылар сценарийлеріне негізделген болжамды жаһандық жылынды көрсетеді. Ал әр түсті сызықтың қасындағы көлеңкеленген аймақ әрбір сценарий үшін белгісіздік ауқымын көрсетеді. Салыстырудың негізі (тік ось бойынша 0,0) 1980 жылдан 1999 жылға дейінгі орташа ғаламдық жылыну болып табылады. Қызғылт сары сызық CO_2 концентрациясы 2000 жылдағы мәндегідей тұрақты концентрациясы болған сценарийні білдіреді.

Ауа райы жағдайын және басқа да табиғи циклдер әр жылдың орташа температурасының ауытқуына себеп болады. Бұл әсіресе аймақтық және жергілікті деңгейде өзекті болады.

Мысалы, жер шары 2013 жылы ерекше жылы температураны бастан өткерсе, ал АҚШ-та 42-ші ыстық жыл болды. Австралия тарихында 2013 жыл ең ыстық жыл болды. Әр жылдағы аймақтық айырмашылықтарға қарамастан, парниктік газдар деңгейінің артуы жаһандық температураның ұзақ мерзімді жоғарылауын туғызады. Әрбір күнтізбелік жыл алдыңғы жылға қарағанда жылырақ бола бермесе де, ғалымдар әрбір онжылдық алдыңғы онжылдықтан жылырақ болады деп күтеді. **14.24-суреттері** онжылдық температура бойынша сараптау осыған дәлел ретінде.

Болашақта қандай болмақ? Жақын арадағы жылдарға болжамдар шығарылатын парниктік газдар мөлшеріне ішінара байланысты. **14.25-сурет** бірнеше сценарийлер үшін жаһандық жылынудың үздік бағалануын көрсетеді. Климаттың өзгеруі (IPCC) бойынша үкіметаралық сарапшылар тобының баяндамасында көмірқышқыл газының миллиондағы 560 ppm бөлшегі екі еселетін болса, онда температура 2°C-4,5°C аралығында артуы ықтимал деп бекітті. Өсімнің 1,5°C-ден кем болуы екіталай және 4,5°C-ден жоғары болуы әбден мүмкін.

Қоспалы газдардың рөлі

Көміртек оксиді температураның жаһандық жоғарылауына әсер ететін жалғыз газ емес. Соңғы жылдары атмосфераны зерттейтін ғалымдар адамның өнеркәсіптік және ауыл шаруашылықтық әрекеті нәтижесінде, бірнеше маңызды рөл атқаратын қоспалы газдардың жиналуына себеп болады дейді. Олардың концентрациясы көмірқышқыл газының концентрациясы қарағанда төмен болғандықтан **қоспалы газдар** деп аталады. Ең маңызды қоспалы газдарға метан (CH₄), азот оксиді (N₂O) және хлорфторкөмірқышқылы (ХФУ) болып табылады. Бұл газдар кеңістікке тарқап кете алатын, жерден бөлінген ұзын толқынды радиацияны жұтып алады. Жеке дара олардың әсері қарапайым болғанымен, бірге алынған қоспалар тропосфераны жылытуда маңызды рөл атқарады..

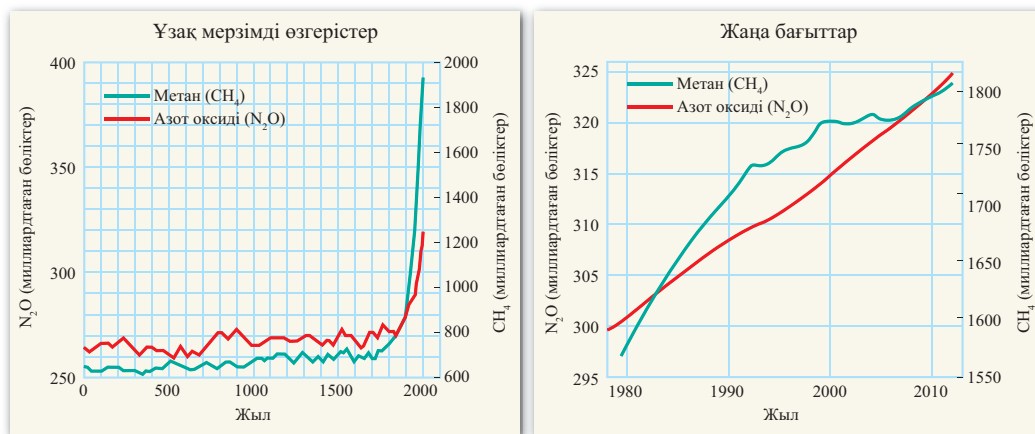
Метан. Метанның CO₂-ден әлдеқайда аз мөлшерде болса да, оның көрсетілген салыстырмалы түрде шағын концентрациясы маңызды болып табылады (**14.26-сурет**). Себебі Жердің шығаратын инфрақызыл сәулелерін жұту кезінде CO₂-ге қарағанда 20 есе тиімді.

Ол табиғатта өсімдік және жануарлар ағзалары қалдығының ауасыз жерде ыдырауы нәтежиесінде, *анаэробты* бактериялармен түзіледі. Сондықтан ол батпақты суларда, тас көмір шахталарында кездеседі. Қазір отын ретінде тұрмыста және өндірісте пайдаланатын табиғи газ құрамында метан едәуір мөлшерде ковалентті сипатта болады. Метан биологиялық процестер нәтижесінде (*батпақ газы*), шірінділі көмірдің және органикалық заттарға тән өзге де шірінді түрлерінің метаморфтың өзгерістері жағдайында қалыптасқан көмірсутекті газдардың ең басты құрам бөлшегі. Сондай-ақ, мұнай және мұнай өнімдерін термиялық өндегенде, тас көмірлерді кокстегенде және гидрлегенде түзіледі.

Атмосферадағы метан концентрациясының артуы адам популяциясы өсуімен бірге қадам басып келеді. Бұл қарым-қатынастың қалыптасуы метан және ауыл шаруашылығы арасындағы тығыз байланысты көрсетеді. Халық санымен бірге, күріш егу және мал саны артуда.

Азот оксиді. Азоттың шала тотығуы атмосферада болады, бірақ метан сияқты жылдам болмайды (**14.26-сурет**). Оның артуы ең алдымен, ауыл шаруашылығы қызметіне

байланысты. Фермерлер ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін азот тыңайтқыштарын пайдаланғанда, азоттың кейбір бөлшегі азот тотығы сияқты ауаға тарқайды. Бұл газ, сондай-ақ органикалық отын жоғары температурада жанғанда өндіріледі. Жыл сайынғы бөлінетін мөлшері шағын болғанымен, бұл азот оксиді молекуласы шамамен 150 жыл өмір сүреді. Азотты тыңайтқыштар мен қазба отынды пайдалану осы ырғақта арттыратын болса, парниктік жылыну үшін азот оксидінің үлесі метанның жартысына жақындаған жобалық қарқынмен өсетін болады.



▲ 14.26-сурет. Метан және азот оксиді. CO₂ маңызды болғанымен, сондай-ақ жаһандық жылынуға ықпал етеді. Осы жерде көрсетілген 2000 жыл шінде, салыстырмалы ауытқуы индустриалды дәуірге дейін шамалы болды. Оң жақтағы график соңғы ағымдарды көрсетеді.

Хлорфторкөміртегі. Метан мен азот тотығына қарағанда, хлорфторкөміртегі (ХФК) атмосферада табиғи жолмен кездеспейді. ХФК атмосферадағы озон қабатының жұқару үшін жауапты болып табылады, өйткені ол көптеген химиялық заттарды өндіреді. Жаһандық жылынды ХФК рөлі аз белгілі. ХФК өте тиімді парниктік газдар болып табылады. Олар 1920 жылға дейін дамыған жоқ және 1950 жылға дейін үлкен мөлшерде пайдаланылған жоқ. Монреаль хаттамасына түзету шараларын енгізуге қарамастан, ХФК деңгейі тез түсіп кетпейді (1-бөлімдегі Монреаль хаттамасы жайлы тарауды қараңыз). Барлық ХФК шығарындыларын дереу тоқтатқан болса да, ХФК ондаған жылдар бойы атмосферада қалады.

Құрама әсерлер. Көмірқышқыл газы болжамды парниктік жылындың ең маңызды себептерінің бірі болып табылады. Алайда, ол тек жалғыз фактор емес. CO₂-дан басқа барлық адам әрекетімен жинақталған парниктік газдардың әсері қосылып, олардың ұжымдық әсері айтарлықтай артады.

Күрделі компьютерлік үлгілер CO₂ және құрама газдардың әсер етуімен туындаған атмосфераның төменгі қабатының жылынуы барлық жерде бірдей болмайтынын көрсетеді. Полярлық аудандардағы температура жалпы әлемнің орташа көрсеткіштерінен екі-үш есе жоғары болуы мүмкін. Мұның бір себебі полярлық тропосфера өте тұрақты болып табылады, вертикалды араласуды басып, осылайша жоғары қарай берілетін беттік жылу мөлшерін шектейді. Сонымен қатар, мұздықтардың еруі температураның артуына ықпал етеді. Бұл тақырып келесі бөлімде толық зерттелетін болады.

14.2-атмосфераға шолу

2007 жылдың тамыз айында жасалған спутниктік сурет Бразилияның батысындағы Амазонка бассейнінің бір бөлігіндегі тропикалық ормандарды шабу салдарын көрсетеді. Зақым тимеген орман қою жасыл түсті, ормандардан тазартылған аудандар қоңыр (тақыр жер) немесе ашық жасыл түсті (дақылдар және жайылым). Суреттің сол жақ орталығындағы салыстырмалы тығыз түтінге назар салыңыз.



Сұрақтар

1. Тропикалық ормандардың жойылуы атмосфераның құрамын қалай өзгертеді?
2. Тропикалық ормандар шабылуының ғаламдық жылынуға әсерін сипаттап беріңіз

Аэрозольдер климатқа қалай әсер етеді

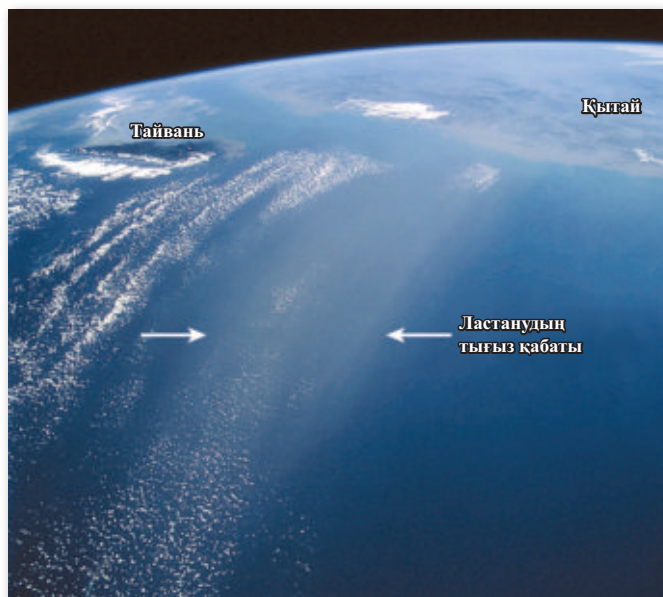
Атмосферада көмірқышқыл газының және басқа да парниктік газдар деңгейінің артуы жаһандық климатқа адамның тікелей әсері болып табылады. Бірақ бұл тек жалғыз әсер емес. Сондай-ақ атмосферадағы аэрозольдер құрамына адам әрекеті ықпал етеді. Еске салатын болсақ, **аэрозоль** – газды ортада (ауада) қалықтаған сұйық не қатты бөлшектерден тұратын дисперстік жүйелер. Аэрозольдер бұлтты тамшыларға қарағанда тіпті құрғақ ауада да болады. Атмосфералық аэрозольдер көптеген түрлі материалдардан тұрады, оның ішінде топырақ, түтін, теңіз тұзы және күкірт қышқылы сияқты. Табиғи көздер алуан түрлі және өзіне орман өрттері, шанды дауыл, су толқындары және жанартау атқылауы сияқты құбылыстарды қамтиды.

Адам әрекетінен түзілген аэрозольдер қазба отындарды жағу мен ауыл шаруашылық мақсатында егістікті өртеу кезінде шығатын күкірт диоксидінен пайда болады. Атмосферадағы күкірт диоксидінің сульфатты аэрозольға айналуының химиялық реакциясы қышқыл жауын-шашынды қалыптастыратын сол материал (13-бөлімді қараңыз).

Аэрозольдер климатқа қалай әсер етеді? Көптеген аэрозольдер күн сәулесін кеңістікке қайтып шағылыстыру арқылы тікелей әсер етеді және рефлекторлардан бұлттарды

«жарығырақ» ету арқылы жанама түрде әсер етеді. Екінші әсері көптеген аэрозольдер (мысалы тұз немесе күкірт қышқылынан тұратын) суды өзіне сіңіреді және осылайша бұлттар конденсациясының ядролары ретінде тиімді болып табылады. Адам әрекеті нәтижесінде түзілген аэрозольдердің көп мөлшері (әсіресе өнеркәсіптік шығарындылар) бұлттарды қалыптастыратын бұлт тамшылары санының артуына ықпал етеді. Шағын тамшылардың көп саны бұлттар жарықтығын арттырады да, күн сәулесінің қайтып кеңістікке шағылдырылуын тудырады.

Қара карбон деп аталатын аэрозольдер санатының бірі, жанудан және өрттерден жинақталған күйе болып табылады. Басқа аэрозольдерден айырмашылығы, қара карбон – қабылданатын күн сәулесінің тиімді жұтқышы. Қар және мұзда жинақталатын болса, онда қара карбон жер бетінің альбедосын төмендетеді. Дегенмен, қара карбонның жылыту әсеріне қарамастан, атмосфералық аэрозоль жалпы Жерді салқындататын әсері бар болып табылады.



▲ **14.27-сурет. Аэрозоль мұнары.** Адам әрекетінен түзілген аэрозольдер оларды өндіретін жерлерге жақын шоғырланады. Аэрозольдер климаттық жүйеге қол жетімді күн энергиясының мөлшерін азайтатындықтан, олардың салқындату әсері бар. Бұл спутниктік сурет Қытай жағалауынан басқа бағытқа қозғалған ластанудың тығыз қабатын көрсетеді. Бұл қабаттың ендігі шамамен 200 шақырым және ұзындығы 600-ден астам шақырым.

Зерттеулер адам әрекеті нәтижесінде түзілген аэрозольдің салқындату әсері атмосферадағы парниктік газдардың өсіп келе жатқан мөлшерінен туындаған жаһандық жылынудың бір бөлігін өзара есепке алынуын көрсетеді. Аэрозольдердің салқындату әсерінің деңгейі мен көлемі белгісіз. Бұл белгісіздік адамдардың жер климатын қалай өзгертетінін түсінуге кедергі болып табылады.

Парниктік газдардың және аэрозольдық салқындату әсері арқылы жаһандық жылыну арасындағы кейбір елеулі айырмашылықтарды атап өту маңызды. Бөлінген көмірқышқыл газы мен қоспалар көптеген онжылдықтар бойы атмосферада қалып, климатқа әсер етеді.

Ал тропосфераға шығарылатын аэрозольдер тек бірнеше күн болып, жауынмен «шайылып» кетеді немесе көп дегенде бірнеше апта ғана тұрады. Тропосферада олардың қысқа өмірі салдарынан, аэрозольдер жер шар бойынша біркелкі таралмаған. Адам әрекеті нәтижесінде түзілген аэрозольдер оларды қалыптастыратын аудандар аймағында, атап айтқанда индустриялы аймақтарда шоғырланған (14.27-сурет).

✓ 14.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Атмосферадағы CO_2 деңгейі неге соңғы 200 жылда артып келеді?
- 2 Атмосфера CO_2 -нің артып келе жатқан деңгейіне қалай жауап берді? Атмосфераның төменгі қабатындағы температура CO_2 деңгейінің артуы жалғасумен қалай өзгерді?
- 3 CO_2 -ден басқа қандай қоспалар жаһандық температураның өзгеруіне ықпал етеді?
- 4 Адам әрекеті нәтижесінде түзілген аэрозольдердің негізгі құрылу көздерін атаңыз және олардың атмосфера температурасына тигізген әсерін сипаттаңыз.

Сіздің болжамыңыз қандай?



Аэрозольдер әсерін модельдеу

Иллинойс университетінің атмосфералық ғылым департаменті

Зертханалық зерттеулердің қолдауымен жүргізілген атмосфералық бақылау және аэрозольдерді модельдеу, 14.3-тарауында талқылағандай адам әрекетінен түзілген аэрозоль шығарындылары климаттың өзгеруінде маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Бұл қазба отынды пайдалану және орман өрттерінен шыққан аэрозольдер адам денсаулығына және экожүйеге қауіп төндіреді, сондай-ақ халықаралық қоғамдастық осы шығарындыларды шектеуге шақырады. Нәтижесінде, ғалымдар аэрозоль шығарындыларын шектеу саясаты жер климатына қалай әсер ететінін түсінгілері келеді.

Аэрозольдермен ластануға қарсы күресу саясатында ықтимал климаттық әсерлер ауқымын бағалау үшін, жақында жүргізілген климаттық модельдеу зерттеулерінде анықталған екі сценарийді 50 жыл аралығында қарастырады: (1) «таза» атмосфера, бұл жерде қоғамдық денсаулық сақтау шаралары адам әрекетінен жинақталатын шығарындыларды 10 есе азайтады және (2) лас атмосфера, жаңа индустриалды елдер аэрозоль шығарындыларын 3 есе жоғарылатады.

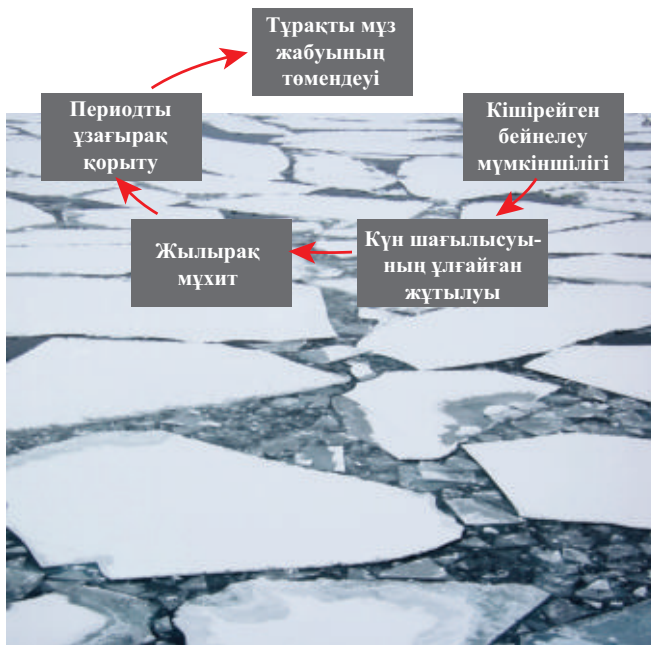
Атмосферада ұзақ уақыт болатын және жақсы араласатын CO_2 -ге (концентрациясы барлық жерде негізінен бірдей) қарағанда аэрозольдер атмосферада өте қысқа уақыт болып, әдетте бірнеше апта ішінде жойылып кетеді, сондай-ақ олар жақсы араласпайды.

14(B)-суреттері А графигі жер бетіндегі ауа температурасын көрсетеді, Ә графигі атмосфераның жоғарғы қабаты қабылдайтын қысқа толқынды радиацияның орташа мөлшерін және С графигі осы үлгілердегі жауын-шашын болжамын көрсетеді. Қара сызық ағымдағы шығарындылардың базалық мәндерін білдіреді, қызыл сызық аэрозольдерден тазартылған «таза» жағдайды, ал көк сызық аэрозоль шығарындылары артқан «лас» жағдайды білдіреді. Осының нәтижесіндегі болжамдар Жердің климат жүйесінің моделдерімен жасалған бірнеше тәжірибеден кейін алынды. Мұндай үлгілер климат жүйесіндегі табиғи өзгермелілікті жақсы көрсете алатыны дәлелденді.

Зерттеулер «таза» жағдайлар – аэрозольдердің 10 есе қысқаруы – қосымша аэрозольдердің артуына қарағанда, климатқа әлдеқайда әсер ететінін көрсетті.

естеріңізде болар. Сондықтан, ауада су буы көп мөлшерде болғанда көмірқышқыл газы және газ қоспалардан туындаған температуралық жоғарылау күшейтіле түседі.

Жаһандық климаттың өзгеруін моделдейтін ғалымдар жоғары ендіктердегі температураның өсуі әлемдік орташа көрсеткіштен екі-үш есе артық болуы мүмкін екенін көрсетті. Бұл жорамал мұз жатқан аудандар беттік температураның жоғарылауына байланысты кішірейе түсуі ықтимал дегенге негізделген. Мұз суға карағанда түсетін күн сәулесінің әлдеқайда көп пайызын шағылыстыратын болғандықтан, мұзы еріген теңіз беткейі салыстырмалы күнгірт тартқан беткейге алмастырылады (14.28-сурет). Нәтижесі беткеймен сіңірілген күн энергиясының айтарлықтай артуы байқалады. Бұл өз кезегінде атмосфераға қайтып беріледі және парниктік газдардың жоғары деңгейімен болған бастапқы температуралық жоғарылауды күшейтеді.



▲ **14.28-сурет. Теңіз мұз кері байланыс тетігі ретінде.** Сурет Антарктида маңындағы теңіз мұзының көктемдік ыдырауын көрсетеді. Диаграмма ықтимал кері байланыс топтамасын көрсетеді. Теңіз мұзының қысқаруы оң кері байланыс тетігі ретінде, себебі беттік альbedo төмендейді де жер бетінің сіңірген энергиясы артады.

Осылайша климаттық кері байланыс механизмдері парниктік газдардың үдетуімен температураның жоғарылауын арттырады. Бұл құбылыстардың бастапқы өзгерісті нығайту себебінен, олар оң кері байланыс механизмдері деп аталады. Алайда, басқа да әсерлер теріс кері байланыс механизмдері ретінде жіктеледі, себебі олар бастапқы өзгеруге қарама-қарсы нәтиже береді және оны өтеу үшін.

Жаһандық температураның жоғарылау салдарынан атмосферадағы жоғары ылғалдылық бұлттылықтың ұлғаюына алып келеді. Көп бұлттар күн радиациясын жақсы шағылыстырғыштар болып табылады. Сонымен қатар, олар жерден бөлінген сәулелерді жақсы сіңірушілер және сәулелендірушілер болып табылады. Демек, бұлттар екі қарама-қарсы әсерді қалыптастырады. Олар Жердің альбедосын арттырып және осылайша атмос-

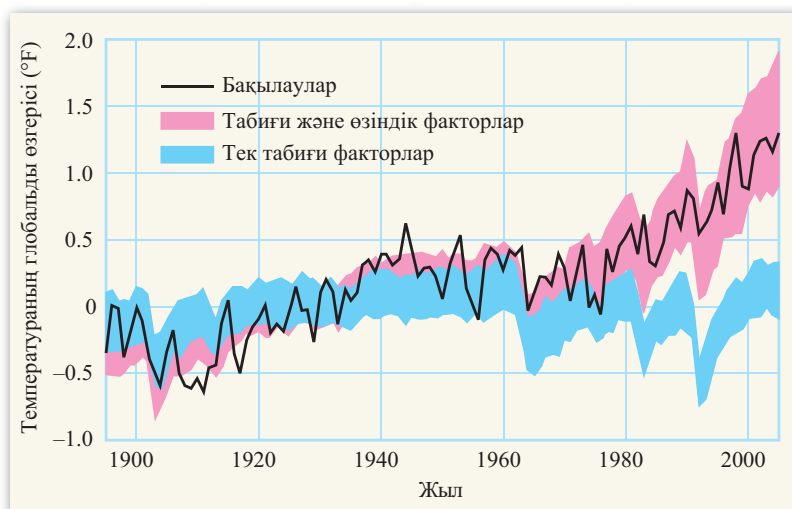
фераны қыздыратын күн энергиясының мөлшерін азайтатындықтан теріс кері байланыс механизмі болып табылады. Екінші жағынан, жерден бөлінген сәулелерді сіңіру және сәулелендіру арқылы бұлттар оң кері байланыс механизмі ретінде бола алады.

Қандай әсер күштірек? Ғалымдар әлі күнге дейін бұлттардың таза оң немесе теріс кері байланыс орнататынына сенімсіз. Соңғы зерттеулердің шешілмеген сұрағы бойынша, бұлттар ғаламдық жылынуды баса алмайды, бірақ жалпы аз мөлшерде оң кері байланысты қалыптастырады делінген.*

Адамның іс-әрекеті нәтижесінде жаһандық жылыну мәселесі климаттың өзгеруіндегі ең зерттелген аспектілерінің бірі болып қалуда. Ешқандай модель әлі әлеуетті факторлар мен кері байланыстың толық спектрін қамтымағанмен, атмосферадағы көміртегі оксидінің және қоспалы газдардың артуы әртүрлі климаттық режимдегі жер шарының жылынуына алып келеді.

Климаттың компьютерлік модельдері: әлі жетілмеген маңызды құралдар

Жердің климаттық жүйесі кешенді болып табылады. Кешенді климаттық модельдеу климат өзгерісіндегі болуы ықтимал сценарийлерді жасауға пайдаланылатын негізгі құралдардың бірі. *Жалпы циркуляция модельдері (ЖЦМд)* деп атала отырып, олар физика және химияның басты заңдарына негізделген және адам мен биологиялық өзара әрекеттесуді қамтиды. ЖЦМд маусым және ондаған жылдар аралығындағы көптеген өзгерістерді имитациялауда, оның ішінде температура, жауын-шашын, қар жамылғысы, топырақ ылғалдылығы, жел, бұлт, теңіз мұзы және бүкіл жер шарындағы мұхит айналымын модельдеу үшін пайдаланылады.



▲ **14.29-сурет. Климатқа адам және табиғат әсерін бөлу.** Көк жолақ ғаламдық орташа температураның тек табиғи күштер есебінен ғана қалай өзгере алатынын көрсетеді. Қызғылт жолақ адам және табиғат күшінің бірге әсер етуіндегі моделдік жобаларды көрсетеді. Қара жолақ нақты байқалған ғаламдық орташа температураны көрсетеді. Көк жолақ, адам әсерінсіз, өткен ғасырда алдымен температура көтеріліп және одан кейін соңғы онжылдықта біраз салқындағанын көрсетеді. Жолақ түстері белгісіздік ауқымын білдіру үшін пайдаланылады.

Басқа да көптеген зерттеу салаларында, гипотезаларды зертханада тікелей тәжірибе арқылы немесе даладағы бақылау мен өлшеулер арқылы тексеруге болады. Алайда, бұл көбінесе климатты зерттеуде мүмкін бола бермейді. Сол үшін ғалымдар біздің ғаламшарымыздың климаттық жүйесі қалай жұмыс істейтінінің компьютерлік модельдерін жасау керек. Егер біз климат жүйесін дұрыс түсініп және тиісті моделін құрастыратын болсақ, онда климаттық жүйе модельдерінің құрылысы жердің климаттық жүйесінің құрылымын имитациялайды (**14.29-сурет**).

Қандай факторлар климат модельдерінің дәлдігіне әсер етеді? Әлбетте, математикалық модельдер нақты Жердің оңайлатылған нұсқалары болып табылады және оның күрделілігін, әсіресе үлкен емес географиялық масштабта, толық қамти алмайды. Сонымен қатар, болашақ климаттық өзгерістерді модельдеу үшін пайдаланылатын компьютерлік модельдер болжамдарға айтарлықтай әсер ететін көптеген жорамалдарды жасауы тиіс. Олар халық санының өсуі, экономикалық өсу, қазба отынды тұтыну, технологиялық даму, энергияның тиімділігін жетілдіру және одан да басқа көптеген мүмкіндіктер өзгерістерінің кең ауқымын қарастыруы керек.

Көптеген кедергілерге қарамастан, климатты модельдеуде суперкомпьютерлерді қолдану қабілетіміз жақсаруын жалғастыруда. Қазіргі қолданыстағы модельдер де жаман емес, олар жердің болашақ климаты қандай болуы мүмкіндігін түсінудегі қуатты құрал болып табылады.

✓ 14.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Оң және теріс кері байланыс механизмінің айырмашылығы қандай?
- 2 Кері байланыс механизмдерінің әрқайсысына мысал келтіріңіз.
- 3 Қандай факторлар климат модельдерінің дәлдігіне әсер етеді?

14.5 Жаһандық жылынудың кейбір салдары

Жаһандық жылынудың бірнеше ықтимал салдарын талқылаңыз.

Атмосфераның құрамындағы көміртегі диоксиді ХХ ғасырдың басында болған деңгейден екі есе артық деңгейге жеткенде қандай салдары күтуге болады? Климат жүйесі күрделі болғандықтан, нақты жерлердегі құбылыстарды болжау тек теориялық сипатта болады. Мұндай өзгерістерді анықтау әлі мүмкін емес. Дегенмен, үлкен масштабтағы кеңістік және уақыт үшін ықтимал сценарийлер бар.

Аталып өткендей, температураның арту магнитудасы барлық жерде бірдей болмайды. Температураның жоғарылауы тропиктерде төмендеп, полюске қарай артуы мүмкін. Жауын-шашынға қатысты айтатын болсақ, модельдер кейбір аймақтарда айтарлықтай көп мөлшердегі жауын-шашын мен ағыстар болады деп көрсетеді. Алайда, басқа жерлерде жауын-шашынның аз мөлшерде түсуі немесе температураның жоғарылауына байланысты қатты буланудың салдарынан ағыстардың төмендеуі күтіледі.

14.1-кестеде ықтимал әсерлер мен олардың болуы мүмкін салдары келтірілген. Кестеде сондай-ақ, әрбір әсердің ықтималдығына Климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық сарапшылар тобының бағалауы келтірілген. Осы болжаулардың сенім деңгейлері: *ықтимал*

(ықтималдылығы 67-90 пайыз), *өте ықтимал* (ықтималдылығы 90-99 пайыз) және *іс жүзінде анықталған* (ықтималдылығы 99 пайыздан артық).

14.1-кесте. Жиырма бірінші ғасырдағы климат тенденциялары

Жобалық өзгерістер және бағаланған ықтималдық*	Жобалық ықпалдар мысалдары
Ең жоғары максималды температура; ыстық күндердің көп болуы және барлық жер учаскелері үстіндегі ыстық толқындар (<i>іс жүзінде анықталған, ешқанда күдік туындамайды</i>)	Жасы үлкен адамдар топтарындағы өлім саны мен аурудың, қалалық кедейшіліктің артуы Үй жануарлары мен жабайы аңдардағы ыстық өту күйзелісінің жоғарылауы Туристік бағыттардың өзгеруі Бірқатар ауылшаруашылық дақылдарға залал келтіру қаупінің артуы Электірлік салқындатуға сұраныстың артуы және энергиямен жабдықтау сенімділігінің төмендеуі
Жоғары минималды температура; суық күндер, аязды күндер санының қысқаруы және барлық жер учаскелері үстіндегі суық толқындар (<i>іс жүзінде анықталған, ешқанда күдік туындамайды</i>)	Өлім және сырқаттану сандарының азаюы Бірқатар ауылшаруашылық дақылдарға залал келтіру қаупінің төмендеуі және басқаларға қауіптің артуы Кейбір зиянкестер мен ауруларды тасымалдаушылардың кеңейтілген ауқымы мен белсенділігі Жылу энергиясына сұраныстық қысқаруы
Қатты жауын-шашын жиілігі көптеген аймақтарда артуы (<i>өте мүмкін</i>)	Су тасқыны, көшкін, сел залалдарының артуы Топырақ эрозиясының артуы Суағарлардың артуына байланысты жайылмалы сулы деңгейжиектің артуы Су тасқыны бойынша мемлекеттік және жеке сақтандыру жүйелеріне қысымның артуы, дүлей апаттардың салдарын жою
Құрғақшылықтан зардап шеккен аудандардың артуы (<i>ықтимал</i>)	Астық өнімділігінің кемуі Жердің шөгуінен туындаған ғимараттар іргетасының зақымдануы Су ресурстарының саны мен сапасының төмендеуі Орман өрттері қауіптерінің артуы
Тропикалық циклондардың қарқынды белсенділігінің артуы (<i>ықтимал</i>)	Адам өміріне жұқпалы ауру эпидемиялар қаупінің артуы және басқа да көптеген тәуекелдердің өсуі Жағалау эрозиясы және жағалау бойындағы ғимараттар мен инфрақұрылымның бүлінуі Маржан рифтері мен мангр ағашы сияқты жағалау экожүйелеріне залалдардың артуы

* *Іс жүзінде анықталған, ешқанда күдік туындамайды* көрсеткіші 99-100 пайыз шамасында, *өте мүмкін* көрсеткіші 90-99 пайыз шамасында және *ықтимал* көрсеткіші 66-99 пайыз шамасында. Дерек көзі: бесінші бағалау есебіне негізделген. *Климат өзгерісі 2013: Физикалық ғылыми негіз, саясаткерлер үшін Түйіндідеме*.

Теңіз деңгейінің көтерілуі

Адам іс-әрекетінен жаһандық жылынудың елеулі әсері теңіз деңгейінің көтерілуі болып табылады. Қазір болып жатқандай, жағалаудағы қалалар, сулы-батпақты және төмен жатқан аралдар жиі болатын су тасқындарына тап болып, өзендердің жағалау сызықтары эрозияға түсуі мүмкін.

Атмосфераның жылынуы теңіз деңгейінің көтерілуімен қалай байланысты? Маңызды факторлардың бірі жылынудың кенекі болып табылады. Жоғары ауа температурасы іргелес мұхиттың үстіңгі қабатын жылытады да, судың көтерілуіне және теңіз деңгейінің жоғарылауына әсер етеді.

Жаһандық теңіз деңгейінің көтерілуіне ықпал ететін екінші фактор мұздықтардың еруі.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Сценарийлер деген не және олар неге қолданылады?

Сценарий – айқын жорамалдар жиынтығы барысында не болуы мүмкін дегенге мысал бола алады.

Сценарийлерді пайдалану белгісіз болашаққа қатысты сұрақтарды зерделеу тәсілі болып табылады. Мысалы, қазба отынды пайдалану және басқа да адам қызметінің болашақ үдерістері белгісіз болып табылады. Сондықтан, ғалымдар климат осы айнымалы мүмкіндіктердің кең ауқымында қалай өзгеруі мүмкін дегенге бірқатар сценарийлерді әзірледі.

Өткен ғасырда бүкіл әлем бойынша мұздықтар бұрын-соңды болмаған қарқынмен шегінген болатын. Кейбір тау мұздықтары мүлдем жойылып кетті (**14.30-сурет**). 20 жылды қамтитын спутниктік зерттеулер Гренландия және Антарктиданың мұз қалқандары орта есеппен жылына 475 гигатоннаға төмендегенін көрсетті (Гигатон 1 млрд метрикалық тоннаны құрайды). Бұл теңіз деңгейін жылына 1,5 миллиметрге (0,05 дюйм) көтеруге жеткілікті су мөлшері болып табылады. Мұздың еруі тұрақты түрде болған жоқ, бірақ зерттеу кезеңі ішінде неғұрлым жедел қарқынмен жүзеге асты. Сол уақыт аралығында, тау мұздықтарының жылына орта есеппен 400 гигатоннан астам мұзы еріп кетті.



1941

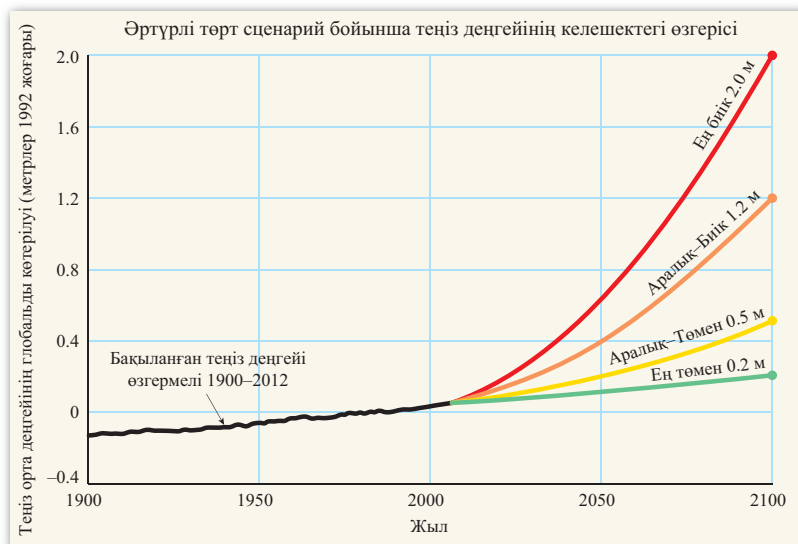


2004

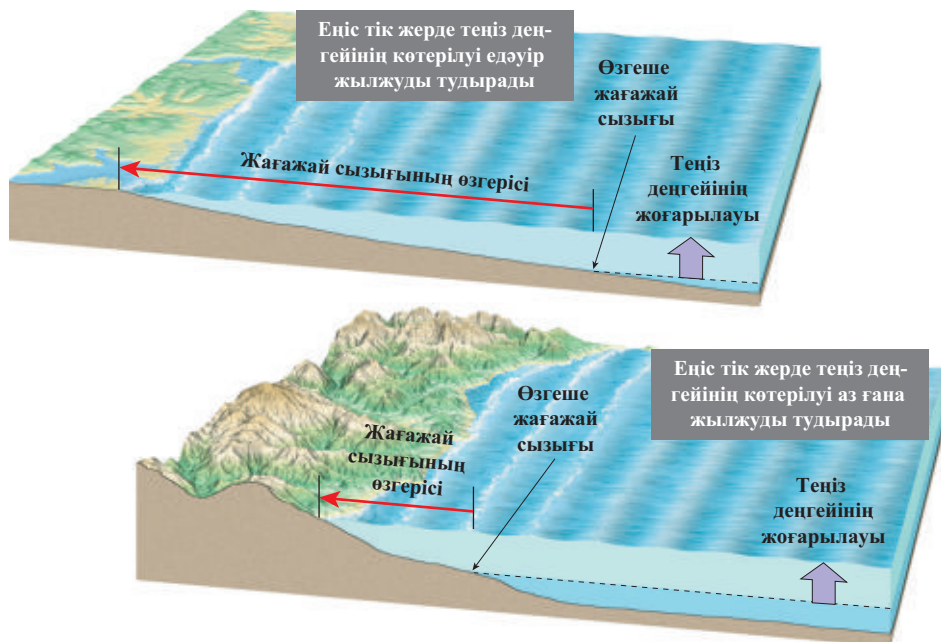
▲ **14.30-сурет. Екі сурет Аляскадағы мұзды шығанақ Ұлттық паркінде 63 жыл, одан бөлек қолайлы позициядан түсірілген. 1941 жылы айқын байқалған.** Мио мұздығы, 2004 жылы түсірілген суретте мүлдем байқалмайды. Сондай-ақ Риггс мұздығы (жоғарыдағы оң жақ) қатты жіңішкеріп, айтарлықтай шегінген.

Ғылыми-зерттеулер теңіз деңгейінің соңғы жылдары қарқындап, 1870 жылдан бастап шамамен 25 сантиметрге көтерілгенін көрсетті. Теңіз деңгейінің болашақ өзгерістері туралы не айта аламыз? **14.31-суретте** көрсетілгендей, болашақтағы теңіз деңгейінің көтерілуін бағалау белгісіз болып табылады. Графикте бейнеленген төрт сценарий мұхиттың әртүрлі жылыну деңгейі мен 0,2 метрден 2 метр диапазонындығы мұз қалқандарының еруі негізіндегі бағалауды ұсынады. Ең төменгі сценарий 1870 және 2000 жылдар аралығында орын алған теңіз деңгейінің орташа жылдық көтерілуінің (жылына 1,7 миллиметр) экстраполяциясы болып табылады. Алайда, 1993 және 2012 жылдар аралығындағы теңіз деңгейінің көтерілу жылдамдығы жылына 3,17 миллиметр болды. Мұндай деректер теңіз деңгейінің неғұрлым тез көтеріле алатынын көрсетеді.

Ғалымдар еңістеу жағалау сызықтарындағы, мысалы, Америка Құрама Штаттарының Атлантика және Мексика шығанағы бойындағы жағалауларда теңіз деңгейінің аз ғана көтерілуі айтарлықтай эрозияға ұшыратып, ішкі аудандарда жиі су тасқындарына алып келетінін түсінеді (**14.32-сурет**).



▲ **14.31-сурет. Теңіз деңгейінің өзгеруі.** Бұл график 1900 және 2012 жылдар аралығында теңіз деңгейінің өзгерістерін көрсетеді және төрт түрлі сценарийлерді пайдалана отырып 2100 жылға дейінгі болжамдарды көрсетеді. Қазіргі уақытта ең жоғары және ең төмен болжамдардың орындалуы екіталай деп саналады. Бағалаудағы ең жоғары белгісіздік Гренландия және Антарктида мұз жамылғысының еру жылдамдығы мен мөлшері болып табылады. Графиктегі нөл 1992 жылдағы орташа теңіз деңгейін көрсетеді.



▲ **14.32-сурет. Жағалау сызығының көлбеуленуі.** Жағалау сызығының көлбеуленуі теңіз деңгейінің өзгерістері оған әсер ету дәрежесін анықтау үшін аса маңызды болып табылады. Теңіз деңгейі біртіндеп көтерілген сайын жағалау сызығы шегінеді және толқыннан сақтану құрылымдары енді осал бола түсуде.

Егер бұл орын алатын болса, онда көптеген жағажайлар мен сулы-батпақты алқаптар жойылып, жағалау өркениеті қатты бұзылады. Бангладеш сияқты ойпаң және тығыз қоныстанған жерлер және Мальдив шағын аралдық мемлекеттер осал болып табылады. Мальдив аралының орташа биіктігі 1,5 метр, ал оның ең биік нүктесі теңіз деңгейінен 2,4 метр ғана.

Теңіз деңгейінің көтерілуі баяу жүретін үдеріс болғандықтан, жағалау тұрғындары оның су тасқыны мен эрозияға ұшырату қаупін байқамауы мүмкін. Мұндай қауіпті көбінесе дауыл болдыртады деп ойлайды. Әрине, дауыл салдарынан да біраз қауіп төнуі мүмкін, бірақ аз ғана мөлшердегі теңіз деңгейінің көтерілуі дауылдардың үлкен жер аумағын шайып өтуіне ықпал етеді.

Арктикадағы өзгеріс

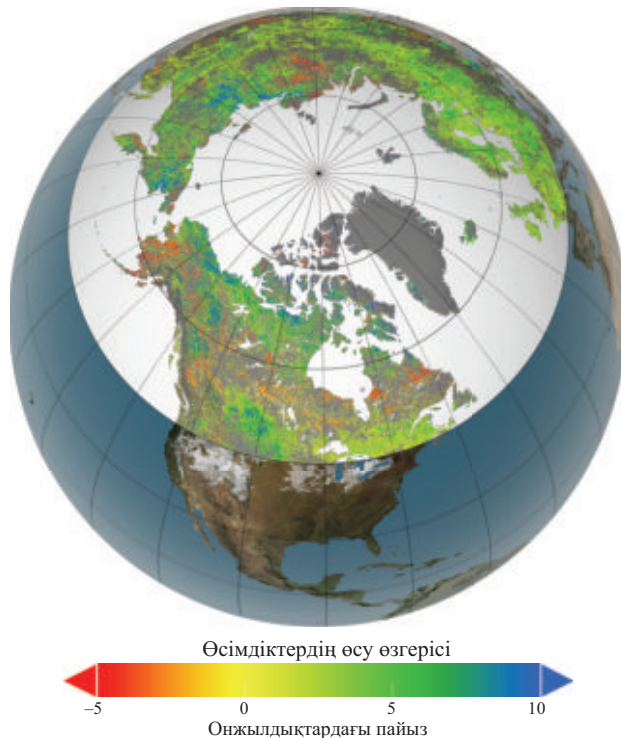
Жаһандық жылынудың салдары солтүстік жартышардың жоғары ендіктерінде айқын байқалады. Соңғы 30 жылдан мұздықтар көлемі мен қалыңдығы тез қысқарып келді. Сонымен қатар, мәңгілік тоңның температурасы (15-бөлімдегі Тундра климатын қараңыз) тез өсіп, ауданы шегеріп келеді. Сонымен қатар, альпі мұздықтары және Гренландия мұз қалқаны қысқаруда.

Арктиканың тез жылынуының тағы бір белгісі өсімдіктердің өсуімен байланысты (14.33-сурет). 2013 жылғы зерттеулер қазіргі кездегі солтүстік ендіктегі өсімдіктердің өсуі 1982 жылдағы оңтүстікке қарай 4°-6° ендік аралығындағы аймақты сипаттайтынын көрсетті. Яғни 400-700 шақырым аралығындағы қашықтықта орналасқан. Бір зерттеулерде былай сипатталған: Манитоба провинциясындағы Виннипег қаласы 30 жыл аралығында Миннеаполистің жеріне орын ауыстырғандай.

Арктика мұз қабаты. Климаттық модельдеу жаһандық жылынудың ең айқын белгілерінің бірі Арктика мұздықтарынан айырылады дегенмен келіседі. Бұл шын мәнінде қазір орын алуда. 14.34-суреттегі карта 2012 жылдың қыркүйегі мен 1979-2000 жылдар аралығындағы теңіз бетіндегі орташа мұз көлемін салыстырады. 2012 жылдың қыркүйегіндегі ұзындығы кемінде 4 млн шаршы шақырым болды, бұл 2007 жылдың қыркүйегіндегі көрсеткіштен 70.000 шаршы шақырымға кем болды (қыркүйек айы еру кезеңінің соңын білдіреді, бұл кезде теңіз бетіндегі мұз қалыңдығы минималды деңгейде болады). Мұз басқан аудандардың көлемі ғана қысқарып қоймай, теңіздің қалған мұз жабындысы жұқарып, оның одан әрі қарай еруіне осал болады.

Ғалымдардың болжамы бойынша 2030 жылдың жазына қарай Арктика мұздардан арылуы ықтимал. Осы бөлімде айтылғандай теңіз мұзының қысқаруы жаһандық жылынуды күшейтеді.

Мәңгі тоң. Өткен онжылдықта, ұзақ мерзімді жылыну салдарынан Солтүстік жарты шардағы мәңгілік тоң көлемі қысқарғанын монтаждау дәлелі көрсетті. Арктикада, қысқа жаз мерзімінде мұздықтардың жоғарғы қабаты ғана ериді. Бұл *белсенді қабат* астындағы мәңгі тоң хауыздың цементтелген түбіне ұқсайды. Жазда, су төмен қарай ағып, ене алмайды, сондықтан ол мәңгі тоң үстіндегі топырақты қанықтырады да, беткі қабатта мыңдаған көлдерді жиыстырады. Алайда, Арктикалық температура көтерілген сайын «хауыз» түбі «шытынауын» бастаған секілді. Спутниктік суреттер көлдер санының айтарлықтай қысқарып, кейбіреулері мүлдем жойылып кеткенін көрсетеді. Мәңгілік тоң ерігендіктен, көл суы жерге тереңдеп ағуда.



▲ **14.33-сурет. Климаттың өзгеруінен 45° солтүстік ендік шегінен тыс өсімдіктердің өсуі.** Солтүстіктің өсімдік жамылығысы бар 26 млн шаршы шақырым жердің 30-жылдық кезеңде, 2012 жылдың аяғына дейін, өсімін 40 пайызға ұлғайғанын көрсетеді (спутниктік суретте жасыл және көк түспен көрсетілген).



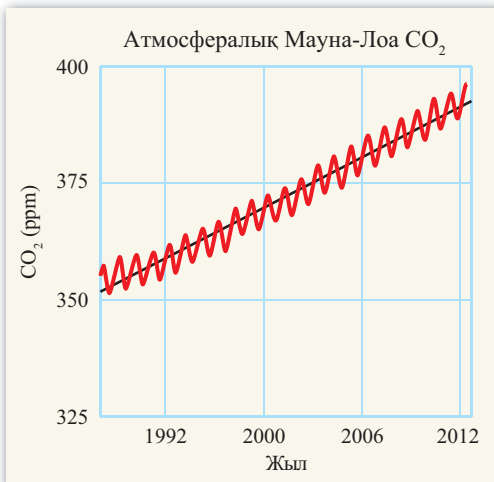
▲ **14.34-сурет. Теңіз мұзының өзгерістерін қадағалау.** Теңіз мұзы қатырылған теңіз суы болып табылады. Қыста Солтүстік Мұзды мұхитын толығымен мұзбасады. Жазда, біраз мұз бөлігі риді. Бұл карта 2012 жылдың қыркүйек айының басындағы теңіз мұзының деңгейін 1979 жылдан 2000 жылға дейінгі деңгейімен салыстырып көрсетеді. 2012 жылдан 2013 жылға дейінгі аралықта ең төмен деңгей болды. Осыған дейінгі жазда ерімейтін мұз енді жұқарып барады.

Аляскадағы зерттеулер мәңгілік тоң температурасы еру нүтесіне жақын жерде штаттың ішкі және оңтүстік бөліктерінде ерудің орын алғанын көрсетеді. Арктикалық температура көтерілуін жалғастырғандықтан, мәңгілік тоңның беткі қабатына жақын жатқан кейбір модельдік жобалар, ғасырдың соңына қарай Алясканың көп бөлігінен мүлдем жойылып кетуі мүмкін.

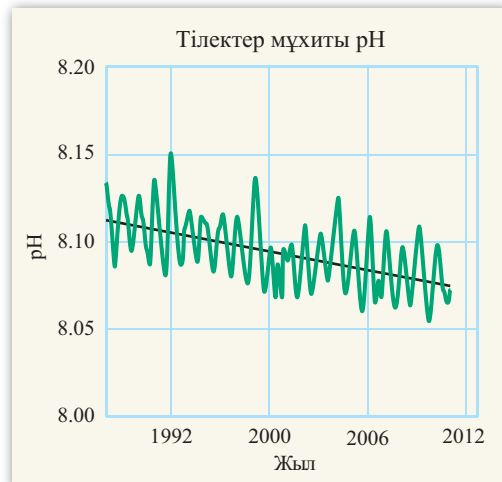
Мәңгілік тоңның еруі ғаламдық жылынуды нығайта түсетін елеулі оң кері байланыс механизмі. Арктикада өсімдіктер шіріген кезде суық температура оның ыдырауын тежейді. Осыған орай, мыңдаған жылдар бойы бірқатар органикалық заттар мәңгілік тоң шартында сақталды. Мәңгілік тоң еріген кезде, мыңдаған жылдар бойы сақталған өсімдіктер «суық сақталудан» шығып, ыдырай бастайды. Нәтижесінде жаһандық жылынуға ықпал ететін көміртегі диоксиді мен метан – парниктік газдар бөлінеді. Осылайша, мұздықтардың қысқаруы, мәңгі тоңның еруі оң кері байланыс механизмі болып табылады.

Мұхит қышқылдығының артуы

Адамның іс-әрекетінен атмосферадағы көмірқышқыл газы көлемінің ұлғаюы мұхиттың химиялық құрамы және теңіз флорасы мен фаунасы үшін қандай да бір маңызды мәнге ие. Адамның іс-әрекетінен түзілген көміртегі диоксидінің жартысына жуығы мұхиттарда еріген. Атмосферадағы көмірқышқыл газы (CO_2) теңіз суында (H_2O) еріген кезде көмір қышқылын (H_2CO_3) қалыптастырады, бұл мұхиттың рН деңгейін төмендетеді және табиғи түрде теңіз суында табылған кейбір химиялық заттардың тепе-теңдігін өзгертеді (рН шкаласын қайта қарастыру үшін 13.18-суретті қараңыз). Шын мәнінде, мұхиттар өзіне CO_2 -ның жеткілікті мөлшерін сіңіріп, соның салдарынан рН деңгейі 0.1 төмендеген және болашақта рН деңгейі әлі де түсуі мүмкін (14.35-сурет).



А.



Ә.

▲ **14.35-сурет. Мұхиттар қатты қышқылдануда.** Графикте Мауна-Лоа обсерваториясында бағаланған, атмосферадағы CO_2 -нің өскелең деңгейлері арасындағы корреляция (А) және іргелес мұхиттағы рН деңгейінің төмендеуі көрсетілген (Ә). CO_2 мұхитта жиналғандықтан, су қышқылданып барады (рН төмендеуі).

Сонымен қатар, егер CO_2 бөлінуінің ағымдағы үдерісі жалғаса беретін болса, 2100 жылға таман мұхиттың рН деңгейі 0.3 төмендеп, миллиондаған жылдар бойы болмаған мұхиттың химиялық құрамы өзгереді. Қышқылдық пен химиялық құрамның өзгерісі кейбір организмдердің кальций карбонатынан қатты бөлшектерді құруына қиындық туғызады. рН деңгейінің төмендеуі, осылайша микробтар мен маржандар сияқты сан алуан кальцит-секреция организмдерінің түрлеріне қауіп төндіреді.

«Тосын жайт» мүмкіншіліктері

XXI ғасырдағы климат өткен мыңжылдықтағыдай тұрақты болмайды. Өзгерістер қатты орын алуда. Климат өзгерісінің жылдамдығы мен көлемі қазіргі және болашақ кездегі антропогендік жылуды ұстап тұрушы газдар мен ауадағы бөлшектердің шығарындыларына байланысты. Көптеген экологиялық ауытқулар жыл сайын баяу және байқаусыз орын алуы мүмкін. Дегенмен, ондаған жылдар бойы жинақталған әсерлердің күшті экономикалық, әлеуметтік және саяси салдары болады.

Болашақ климаттық өзгерістерді түсіну үшін жасалған барлық күш-жігерге қарамастан, климаттың «тосын жайт» әлеуеті бар. Яғни, жердің климаттық жүйесі күрделі болғандықтан, климат жақты, күтпеген жерден өзгеруі мүмкін. Ұдайы өзгеріп тұратын болашақ климаттың көптеген болжамдары адамзаттың бейімделуіне уақыт болатындай пікір береді. Алайда, ғылыми қоғамдастық кейбір өзгерістердің тез арада орын алып, оған жауап қайтуға уақыттың болмай қалу қаупіне қатты көңіл бөлуде. Бұл орынды алаңдаушылық, себебі ондаған жылдар немесе қысқа кезеңдер ішінде болатын күрт өзгерістер жер тарихындағы климаттық жүйенің табиғи бөлігі болып табылады. Бөлімде сипатталып кеткен палеоклимат деректерінде мұндай күрт өзгерістерің жеткілікті дәлелдері бар. Мысалы, мұндай күрт өзгеріс 12 000 жыл бұрын Солтүстік жарты шарда жалпы нормадан ауытқыған суық пен құрғақшылық Дриас III кезеңінің соңында болды. 1000 жылға созылған бұл суық Дриас III кезеңі бірнеше онжылдықта аяқталып, Солтүстік Америкадағы ірі сүтқоректілердің 70-тен астам пайызы жойылып кетті.

Үлкен салдары болатын әлеуетті тосын жайттардың көптеген мысалдарын айтуға болады. Біз жай ғана климаттық жүйе немесе басқа жүйелердің күтпеген жайттарға қалай әсер ететінін білмейміз. Қандайда бір тосын жайт өте сирек жағдайда болса, енді кейбіреулері жиі түрде бола алады. Басқаша айтқанда, біз осы оқиғалардың қайсысы орын алатынын білмесек те, ақыр соңында біреуінің болатыны әбден мүмкін.

Атмосфералық CO_2 және газдар ұлғаюының климатқа әсері кейбір белгісіздікті саялатып отыр. Дегенмен климатолог ғалымдар климаттық жүйені және жаһандық климат өзгерісінің ықтимал әсерлері мен салдары жайлы түсінікті жақсартуларын жалғастыруда.

✓ 14.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Теңіз деңгейінің жоғарылауына әсер еткен факторларды сипаттаңыз.
- 2 Жаһандық жылыну экваторға жақын аймақта ма немесе полюске жақын аймақта қарқынды орын алуда?
- 3 14.1-кестені негізге алып, болжамды өзгерістер температурадан басқа неге байланысты екенін айтыңыз?

14 Климаттың өзгерісі тұжырымына шолу

14.1 Климат жүйесі: Климаттың өзгерісін анықтау жолы ►

Климатта болған өзгеріс климат жүйесімен қалай байланысатынын түсіндіріңіз және осындай өзгерістер анықталған бірнеше жолдарды талқылаңыз.

Түйінді сөздер: климаттық жүйе, криосфера, прокси деректер, палеоклиматология, оттекті-изотоптық талдау, дендрохронология

- Климат жүйесі күрделі және өзіне бес сфера, яғни атмосфера, гидросфера, геосфера, биосфера, криосфера (мұз және қар) арасында болатын энергия және ылғал алмасуды камтиды.
- Геологиялық деректерді пайдалану арқылы өткен дәуірдегі климатты анықтауға болады. Прокси деректерді талдайтын және өткен уақыттағы климатты анықтайтын ғалымдар палеоклиматологияны зерттеумен айналысады. Прокси деректер теңіз түбіндегі шөгінділер, мұздық қиыршық тастар, қазба тозаңдары, ағаш сақиналары, сондай-ақ тарихи құжаттар сияқты климаттың өзгермелігін тіркеп отыратын табиғи көздерден алынады.
- Жылы әрі ылғалды жағдай болса, онда ағаш сақинасы қалың болып, ал суық және құрғақ жағдай болса, сақина жіңішке болып қалыптасады. Ағаш сақиналарын тиімді пайдалану үшін, сақина хронологиясы ретінде белгілі кеңейтілген үлгілер орнатылды. Ағаш сақиналары адамның тарихи жазбаларына дейінгі мыңдаған жылдар аралығындағы аймақтағы климаттың ауытқуын анықтау үшін пайдаланылады.
- Оттекті-изотоптық талдау оттегінің екі изотоптары арасындағы қатынасы дәл өлшеуге негізделген: ең көп таралғаны ^{16}O болса, ауырлауы ^{18}O . H_2O молекуласы ^{16}O немесе ^{18}O кез келгенін түзей алады, бірақ жеңіл изотоптар ^{16}O мұхиттардан оңай буланып кетеді. жылырақ мұздықаралық жылы кезең орнап, мұздықтар күрт кішірейе бастаған кезде көптеген ^{16}O теңізге қайта оралады, мұхит суындағы ^{18}O -ның ^{16}O -ға салыстырмалы қатысты үлесі төмендейді. Енді бізде $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ қатынасындағы өзгерістер жайлы ежелгі деректер болған кезде, мұзды дәуір қай кезде орын алғанын және қай уақытта климат суық бола бастағанын біле аламыз.

Сұрақ. Мұхиттану кемесімен жинақталған шөгінділер өзегі климат өзгерісін зерттейтін ғалымдарға неге пайдалы бола алады?

14.2 Климат өзгерісінің табиғи себептері ► Климат өзгерісінің табиғи салдарына қатысты төрт болжамды талқылаңыз.

Түйінді сөздер: плиталар тектоникасының теориясы, эксцентриситет, ауытқудағы өзгеріс, прецессия, күн дақтары

- Жер жүйесінің табиғи функциялары климат өзгерісін қалыптастырады. Бір бүтін материкті алып жатқан плита қозғалатын болса, материктің де орны жылжиды.

Геологиялық кезеңде, плиталар қозғалыстары басқа да көптеген қатаң климаттың өзгерістерге себеп болғанын түсінеміз, мысалы, құрлықтар бір-біріне қатысты сырғып және әртүрлі ендіктерге қозғалып кеткендері сияқты. Мұхиттық циркуляцияның өзгерістері, сондай-ақ жылу мен ылғалдың тасымалдануындағы өзгеріске және климаттық өзгеріске алып келді.

- Атмосферадағы жанартау атқылауынан бөлінген заттардың негізгі алғышарты, бұл түсетін күн энергиясының бір бөлігін сүзіп қалып, трапосферадағы температураның төмендеуіне әсер етуі. Қатты атқылаулар нәтижесінде бөлінген күкірт диоксиді стратосфераға дейін көтеріліп, бүкіл жер шарына таралады да бірнеше ай немесе тіпті жылға дейін стратосферада қалады.
- Күн бөлетін энергияның артуы атмосфераның жылынуына алып келеді, ал энергияның қысқаруы салқындануына әкеледі. Күн энергиясының жалпы қарқындылығындағы маңызды ұзақ мерзімді ауытқулар әлі атмосферадан тыс өлшенген емес. Спутниктік технологиялар қолжетімді болғанға дейін мұндай өлшеулер мүмкін емес еді. Қазір енді күннің бөлген энергиясын өлшеу мүмкіндігі туғанда, біз күн энергиясының шын мәнінде қаншалықты өзгермелі (немесе өзгеріссіз) болғанын білу үшін бізге ондаған жыл бұрынғы деректер қажет. Күн дақтары цикл бойынша жүзеге асып, олардың саны әрбір 11-жылда максимумға жетеді. Күн дақтарының белсенділігі кезінде, күн дақтарының минимумы кезеңіне қарағанда, энергияны сәл көп шығарады. 1978 жылы басталған ғарыштық өлшемдер негізінде, 11-жылдық цикл барысындағы өзгеріс шамамен 0,1 пайызды құрағаны анықталды. Күн дақтары қаралау түсті болып келгенімен, олар жарқын түсті аймақтармен қоршалған. Бұл күннің бөлетін энергиясындағы өзгеріс жаһандық температураға елеулі әсер етуі үшін тым аз болып табылатынын білдіреді. Алайда, күннің бөлетін энергиясындағы ұзақ мерзімді ауытқулар Жер климатына әсер ету мүмкіндігі бар.

14.3 Ғаламдық климатқа адамның әсері ▶ Шамамен 1750 жылдан бері атмосфера құрамының өзгеру себептері мен сипатын қорытындылаңыз. Климат реакциясын сипаттаңыз.

Түйінді сөздер: қоспалы газдар, аэрозоль, қара карбон

- Адамның мыңдаған жылдар бойы қоршаған ортаны өзгерту әсерлерінің дәлелдері бар. Жануарларды қолға үйрету үшін шамадан тыс жерлерді игеру мен егістіктерді өртеу сияқты әрекеттер өсімдіктердің таралуы мен санын азайтты. Жерді игеру нәтижесінде топырақ жамылғысын өзгерту арқылы, беткі қабаттық альбедоны, булану жылдамдығын және жер үсті желдері сияқты маңызды климотологиялық факторларды өзгертті.
- Соңғы екі ғасырдағы жердің қатты индустрияландырылуы жердің қызуына алып келді және көмір, табиғи газ және мұнай сияқты пайдалы отынды жағу арқылы әлі де жалғасуда. Бұл отындардың жағылуы атмосферадағы көмірқышқыл газының мөлшерін арттырды. Көмір және басқа да отын түрлерін пайдалану арқылы атмосферадағы CO₂ мөлшерін арттыру адамдардың танымал әрекеті болып табылады, бірақ тек бұлай емес. Ормандардың шабылуы сондай-ақ айтарлықтай ықпал етеді, себебі өсімдіктер

өртенгенде немесе ыдырағанда CO_2 бөлінеді. Ормандардың шабылуы тропиктерде айқын көрініс тапты, байтақ жерлер мал шаруашылығы мен ауыл шаруашылығы үшін тазартылып, тиімсіз коммерциялық операцияларға ұшырады. Барлық негізгі тропикалық ормандар, соның ішінде Оңтүстік Америкадағы, Африка елдеріндегі, Оңтүстік-Шығыс Азия және Индонезиядағы ормандар жойылып жатыр.

- CO_2 біраз мөлшері өсімдіктермен жұтылады немесе мұхитта еріп кетеді, бірақ бағалау бойынша 45 пайызы атмосферада қалады. Адам әрекетінің нәтижесінде CO_2 деңгейі соңғы 600 000 жыл бұрынғы деңгейімен салыстырғанда шамамен 30 пайызға артты. Индустрияландыру басталғаннан бері атмосферадағы CO_2 -ның тез өсуі айқын болып табылады. Атмосферадағы көмірқышқыл газының концентрациясы соңғы бірнеше онжылдықта қарқынды артып келеді.
- Жаһандық орташа температураның артуы ХХ ғасырдың ортасынан байқалады, бұл адам әрекетінен парниктік газдар концентрациясының ұлғаюына байланысты. Ғаламдық жылыну 1970 жылдан қазірге дейін 0.6°C құрайды, ал өткен ғасырда 0.8°C шамасында болды.
- Көміртек оксиді температураның жаһандық жоғарылауына әсер ететін жалғыз газ емес. Соңғы жылдары атмосфераны зерттейтін ғалымдар адамның өнеркәсіптік және ауыл шаруашылықтық әрекеті нәтижесінде, бірнеше маңызды рөл атқаратын қоспалы газдардың жиналуына себеп болады дейді. Олардың концентрациясы көмірқышқыл газының концентрациясы қарағанда төмен болғандықтан қоспалы газдар деп аталады. Ең маңызды қоспалы газдарға метан (CH_4), азот оксиді (N_2O) және хлорфторуглероды (ХФУ) болып табылады.
- Аэрозоль – газды ортада (ауада) қалықтаған сұйық не қатты бөлшектерден тұратын дисперстік жүйелер. Сондай-ақ осы атмосферадағы аэрозольдер құрамына адам әрекеті ықпал етеді және олар өз ретінде жаһандық климаттың өзгеруіне әсерін тигізеді.
- Көптеген аэрозольдер күн сәулесін кеңістікке қайтып шағылыстыру арқылы тікелей әсер етеді және рефлекторлардан бұлттарды «жарығырақ» ету арқылы жанама түрде әсер етеді. Екінші әсері көптеген аэрозольдер (мысалы, тұз немесе күкірт қышқылынан тұратын) суды өзіне сіңіреді және осылайша бұлттар конденсациясының ядролары ретінде тиімді болып табылады. Адам әрекеті нәтижесінде түзілген аэрозольдердің көп мөлшері (әсіресе өнеркәсіптік шығарындылар) бұлттарды қалыптастыратын бұлт тамшылары санының артуына ықпал етеді. Шағын тамшылардың көп саны бұлттар жарықтығын арттырады да, күн сәулесінің қайтып кеңістікке шағылдырылуын тудырады. Қара карбон деп аталатын аэрозольдер санатының бірі, жану үдерістері мен өрттерден жинақталған күйе болып табылады. Басқа аэрозольдерден айырмашылығы, қара карбон қабылданатын күн сәулесінің тиімді жұтқышы болып табылады. Қар және мұзда жинақталатын болса, қара карбон жер бетінің альбедосын төмендетеді. Дегенмен, қара карбонның жылыту әсеріне қарамастан, атмосфералық аэрозоль жалпы Жерді салқындататын әсері бар болып табылады.

Сұрақ. Аэрозольдер атмосферада көмірқышқыл газы сияқты парниктік газдарға қарағанда, аз уақыт тұра ма немесе көп уақыт тұра ма? Олардың ұзақтығындағы айырмашылықта қандай мән бар? Түсіндіріңіз.

14.4 Климаттық кері байланыс механизмдері ► Оң және теріс кері байланыс механизмдерінің кереғарлығы, әрқайсысына мысал келтіріңіз.

Түйінді сөздер: климаттық кері байланыс механизмдері, оң кері байланыс механизмдері, теріс кері байланыс механизмдері

- Климат өте күрделі интерактивті физикалық жүйе болып табылады. Сондықтан климат жүйесінің қандайда бір құрамдас бөлігі өзгерген кезде, ғалымдар көптеген ықтимал нәтижелерді қарастыру керек. Бұл ықтимал нәтижелер климаттық кері байланыс механизмдері деп аталады. Климаттық кері байланыс механизмдері парниктік газдардың үдетуімен температураның жоғарылауын арттырады. Бұл құбылыстардың бастапқы өзгерісті нығайту себебінен, олар оң кері байланыс механизмдері деп аталады. Алайда, басқа да әсерлер теріс кері байланыс механизмдері ретінде жіктеледі, себебі олар бастапқы өзгеруге қарама-қарсы нәтиже береді және оны өтеу үшін.
- Жаһандық температураның жоғарылау салдарынан атмосферадағы жоғары ылғалдылық бұлттылықтың ұлғайюына алып келеді. Көп бұлттар күн радиациясын жақсы шағылыстырғыштар болып табылады. Сонымен қатар, олар жерден бөлінген сәулелерді жақсы сіңіруші және сәулелендіруші болып табылады. Демек, бұлттар екі қарама-қарсы әсерді қалыптастырады. Олар Жердің альбедосын арттырып және осылайша атмосфераны қыздыратын күн энергиясының мөлшерін азайтатындықтан теріс кері байланыс механизмі болып табылады. Екінші жағынан, жерден бөлінген сәулелерді сіңіру және сәулелендіру арқылы бұлттар оң кері байланыс механизмі ретінде бола алады.
- Жердің климаттық жүйесі кешенді болып табылады. Кешенді климаттық модельдеу климат өзгерсіндегі болуы ықтимал сценарийлерді жасауға пайдаланылатын негізгі құралдардың бірі. *Жалпы циркуляция модельдері (ЖЦМд)* деп атала отырып, олар физика және химияның басты заңдарына негізделген және адам мен биологиялық өзара әрекеттесуді қамтиды. ЖЦМд маусым және ондаған жылдар аралығындағы көптеген өзгерістерді имитациялауда, оның ішінде температура, жауын-шашын, қар жамылғысы, топырақ ылғалдылығы, жел, бұлт, теңіз мұзы және бүкіл жер шарындағы мұхит айналымын модельдеу үшін пайдаланылады.



Сұрақ. Климаттың өзгеру салдарынан жауын-шашын мен температураның өзгеруі орман өрттерінің қаупін арттыруы мүмкін. Осы суретте көрсетілген жағдай жаһандық жылынуға ықпал ете алатын екі жолын сипаттаңыз.

14.5 Жаһандық жылынудың кейбір салдары ► Жаһандық жылынудың бірнеше ықтимал салдарын талқылаңыз.

- Болашақта температураның артуы жалғасып және магнитудасы барлық жерде бірдей болмайды. Температураның жоғарылауы тропиктерде төмендеп, полюске қарай артуы мүмкін
- Теңіз деңгейінің көтерілуіне әсер ететін маңызды факторлардың бірі жылынудың кеңеюі болып табылады. Жоғары ауа температурасы іргелес мұхиттың үстіңгі қабатын жылытады да, судың көтерілуіне және теңіз деңгейінің жоғарылауына әсер етеді. Жаһандық теңіз деңгейінің көтерілуіне ықпал ететін екінші фактор мұздықтардың еруі. Жағалаудағы қалалар, сулы-батпақты және төмен жатқан аралдар жиі болатын су тасқындарына тап болып, өзендердің жағалау сызықтары эрозияға түсуі мүмкін.
- 1979 жылдан спутниктік бақылау басталғалы Арктика мұздықтары еріп, қалыңдығы жұқаруда.
- Мәңгілік тоңның еруі ғаламдық жылынуды нығайта түсетін елеулі оң кері байланыс механизмі. Арктикада өсімдіктер шіріген кезде суық температура оның ыдырауын тежейді. Осыған орай, мыңдаған жылдар бойы бірқатар органикалық заттар мәңгілік тоң шартында сақталды. Мәңгілік тоң еріген кезде, мыңдаған жылдар бойы сақталған өсімдіктер «суық сақталудан» шығып, ыдырай бастайды. Нәтижесінде жаһандық жылынуға ықпал ететін көміртегі диоксиді мен метан – парниктік газдар бөлінеді. Осылайша, мұздықтардың қысқаруы, мәңгі тоңның еруі оң кері байланыс механизмі болып табылады.
- Климаттық жүйесі күрделі, динамикалық және жеткілікті түрде түсінікті болмағандықтан, күтпеген жерден өзгерістер болуы мүмкін



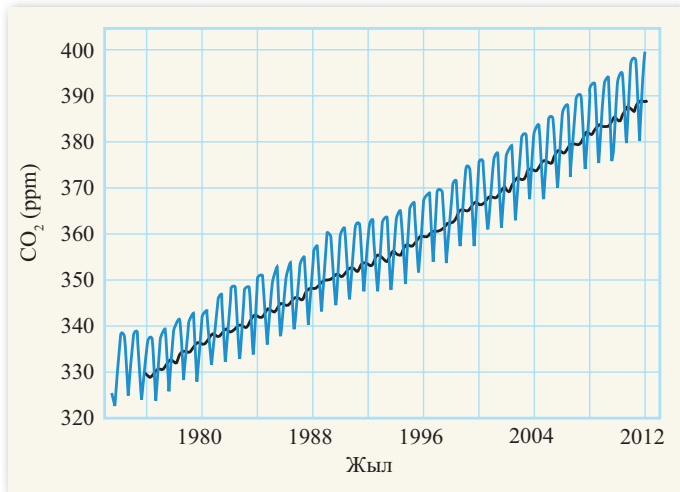
Сұрақ. Бұл мұзжарғыш солтүстік мұзды мұхитының мұзын ою үстінде. Бұл суретте климаттық жүйенің қандай сфералары ұсынылған? Жаз мезгілінде мұзбен көмкерілген аймақ 1979 жылдан бері қалай өзгерген? Бұл өзгеріс Арктикадағы температураға қалай әсер етеді?

Ой жүгірту

1. Жердің климаттық жүйесінің әртүрлі компоненттерін көрсететін 14.1-суретіне назар салыңыз. Қорапшалар климаттық жүйедегі өзара әрекеттесулер немесе өзгерістер болып табылады. Үш қорапшаны таңдаңыз және әрқайсысымен байланысты өзгеріс пен өзара әрекеттесудің мысалын келтіріңіз. Осы өзара әрекеттесу температураға қалай әсер етуі мүмкін?
2. Биосферадағы өзгерістің климаттық жүйедегі өзгерісті тудыра алатын бір жолын сипаттаңыз. Енді биосфераның климаттық жүйенің қандай да бір басқа бөлігінің өзгеруіне әсер ете алатын жолын ұсыныңыз. Қорытындысында, биосфераның климаттық жүйедегі өзгерісін тіркеуге алып отыратын бір жолын көрсетіңіз.
3. Эль-Чичон және Пинатубо сияқты жанартаулардың соңғы атқылаулары жаһандық температурадағы тамшылармен байланысты болды. Бор кезеңіндегі жанартау белсенділігі жаһандық жылынуға байланысты болды. Осы айқын парадоксты түсіндіріңіз.
4. Қосымша суретте 2005 жылы Канадалық Жартасты тауларындағы Атабаска мұздығының көрінісі бейнеленген. Алдыңғы пландағы қойтастар сызығы 1992 жылдағы мұздықтың сыртқы шегін белгілейді. Осы суретте бейнеленген Атабаска мұздығының нақышы әлемдегі басқа мұздықтармен бір үлгіде ме?



5. Соңғы 40 жылдағы жаһандық жылыну ауаны ластаушылардың кейбір нақты түрлерінің әсерінсіз бұдан да жоғары болар еді деген пікір айтылған болатын. Бұл рас болуы мүмкін бе, түсіндіріңіз.
6. Қосымша график Оңтүстік Полюстік Станса (90° оңтүстік ендік) мен соған ұқсас нысан Барроудағы (Аляска) (71° солтүстік ендік) ауаның CO_2 құрамы өзгергенін көрсетеді. Графиктегі қай сызық Оңтүстік Полюсті және қай сызық Барроуды (Аляска) білдіреді? Оны қалай анықтағаныңызды түсіндіріңіз.



7. Әңгіме барысында танысыңыз жаһандық жылынуға шүбә көзімен қарайтынын айтты. Сіз оның мұндай сезімі неге байланысты деп сұрағанда, ол былай дейді: «Менің есімде қалуымша, соңғы бірнеше жыл ішінде осы аймақ салқын болып қала берді». Сіз ол кісіге ғылыми тұжырымдамалар жайлы күдігін жоятын болса, бұл жағдайда оның ойларының әлсіз жері болуы мүмкін екенін сендіресіз. Осы кісінің ойын өзгерту үшін, бөлімдегі бір немесе бірнеше тарауларындағы *климат* жайлы анықтамаларға сүйене отырып өзіңіздің түсінігіңізді пайдаланыңыз.

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

15

Дүниежүзі климаты



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз келесі сұрақтарға жауап беруге қабілетті болуыңыз керек:

- 15.1** Дүниежүзілік климаттарды зерттеу барысында топтастыру нәтижесінен қажетті үдеріс екендігін түсіндіріңіз. Климатты топтастырудың Көптеп жүйесінде қолданылатын өлшемді талқылаңыз.
- 15.2** Климатты бақылауда ұстайтын негізгі элементтерді атап шығыңыз және қысқаша шолу жасаңыз.
- 15.3** Ылғалды тропикалық климаттың екі үлкен категорияларын салыстырыңыз.
- 15.4** Құрғақ климаттарда кездесетін төменгі ендік пен орташа ендіктерді салыстырыңыз.
- 15.5** С климаттарының үш категориясын ажыратыңыз.
- 15.6** D климаттарының екі категориясына тән сипаттамаларды жинақтап қорытыңыз.
- 15.7** Тундра мен мұздық климаттарын салыстырыңыз.
- 15.8** Биік тау климатына тән сипаттамаларды атап шығыңыз.

Жер бедерінің әр қилы табиғаты (теңіздер, таулар, жазықтар, мұздықтар) және атмосфералық процестер арасында жүретін көптеген әрекеттесулер планетамыздағы әрбір аймаққа айрықша (кейде бірегей) климат береді. Алайда, сансыз аймақтардың климаттық ерекшеліктерін сипаттай алмаймыз, бұл бірнеше томдаған еңбектерді талап етеді. Біздің мақсатымыз – Сізді әлемнің негізгі климаттық аймақтарымен таныстыру. Осы негізгі климаттық аймақтардың ерекшеліктерін көрсету үшін біз ауқымды аймақтарды зерттейміз және белгілі бір нақты жерлерді жан-жақты қарастырамыз. Сонымен қатар, Сізге бейтаныс болуы мүмкін аймақтардың (тропикалық, шөл және полярлық кеңістік) табиғи ландшафтына қысқаша сипаттама береміз.

15.1 Климаттардың топтастырылуы

Дүниежүзілік климаттарды зерттеу барысында топтастыру неліктен қажетті үдеріс екендігін түсіндіріңіз. Климатты топтастырудың Кёппен жүйесінде қолданылатын өлшемді талқылаңыз.

1-тарауда біз климаттың тек қана «атмосфераның орташа күйі» деген кең тараған қате түсінік туралы сөз қозғадық. Алайда, орташа көрсеткіштер климатты сипаттауда маңызды екендігі анық, сонымен бірге, климаттық өзгерістер мен экстремумдар да аймақтың ба-рынша нақты бейнесін жасауда ескерілуі тиіс.

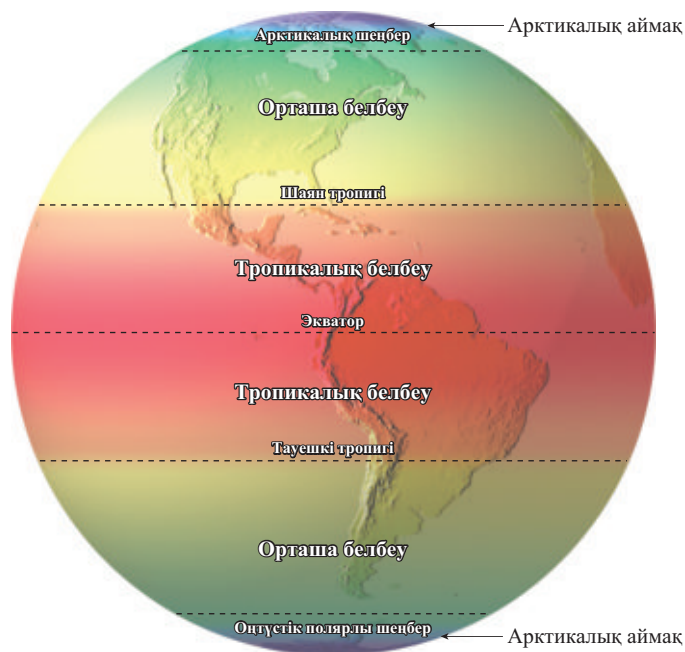
Температура мен жауын-шашын климатты сипаттауда өте маңызды элементтер болып табылады, себебі, олар адамдар мен олардың іс-әрекеттеріне айтарлықтай әсер етеді және де өсімдік үлестірімі мен жер бедерінің дамуына айрықша ықпал етеді. Дегенмен де климатты толығымен сипаттауда басқа факторлар да маңызды рөл атқарады. Мүмкін болған жағдайда, осы фактордың бірнешеуі дүниежүзілік климат тақырыбын талқылауда қарастырылатын болады.

Температура, жауын-шашын, қысым мен желдің әлем бойынша үлестірілуі күрделі үдеріс. Себебі, бұл үдерістердің жер жерден, уақыттан уақытқа қарай өзгеріп отыруына байланысты, бір-біріне жақын орналасқан екі аймақта да бірдей ауа райы тіркеледі деу екіталай. Жер бетіндегі жерлердің шексіз алуан түрлілігі бір-бірінен ерекшеленетін климаттардың саны айтарлық көп екендігін айқын көрсетеді. Зерттеуге арналған осындай алуан ақпараттың болуы атмосфераны зерделеуде таңсық дүние емес. Бұл барлық ғылым түріне тән басты проблема болып отыр (Биллиондаған жұлдыздармен айналысатын астрономия мен миллиондаған күрделі организмдерді зерттейтін биологияны ескеріңіз). Осындай алуан түрлілік мәселесін шешуде, біз айтарлықтай ауқымды дерекқордың зерттелуі үшін *топтастырудың* кейбір жолдарын құрастыруымыз қажет. Ортақ сипаттамаларға ие элементтер тобын құру белгілі бір тәртіп орнатып, ауқымды ақпарат көзін басқаруға мүмкіндік береді; бұл өз кезегінде ақпаратты ұғынып-түсінуге көмектесіп қана қоймай, анализ жасауды, әрі түсіндіруді жеңілдетеді.

Климатты топтастыруда алғашқы қадамдардың бірін көне гректер жасаған болатын. Олар әр жарты шарды үш аймаққа бөліп қарастырды: *қатты ыстық, бірқалыпты және өте суық (15.1-сурет)*.

Бұл қарапайым үлгі Жер-Күн қатынасына негізделді. Ендіктің төрт маңызды астрономикалық параллельдері оның шекаралары болды: Шаян тропигі (23.5° солтүстік), Тауешкі тропигі (23.5° оңтүстік), Солтүстік поляр шеңбері (66.5° солтүстік), Антарктикалық шеңбер (66.5° оңтүстік). Осылайша, жер шары қысы жоқ климат, жазы жоқ климат және аталған екі климаттың сипаттарына ие өтпелі типті климаттарға бөлінді.

XX ғасырдың басына дейін де климатты топтастыруға байланысты бірқатар қадамдар жасалынды. Сол кезден бастап көптеген топтастыру үлгілері құрастырылған болатын. Климаттарды топтастыру (немесе кез келген басқа нәрсе болса да) табиғи құбылыс емес, керісінше, адам баласы тапқырлығының өнімі болып табылады. Кез келген топтастыру жүйесі көбіне оның *болжалды пайдалануына* қарай анықталады. Нақты бір мақсатқа негізделіп жасалынған жүйе басқа міндетті көздеген жағдайда соншалықты жақсы жұмыс істемеуі мүмкін.





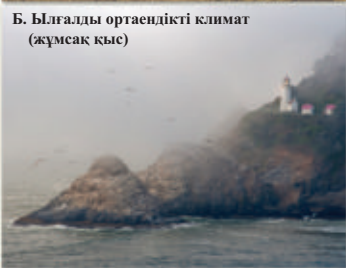


▲ **15.1-сурет. Ерте кездегі климаттың жіктелуі.** Климатты жіктеуге тырысқан алғашқылардың бірі ежелгі гректер болған. Олар әрбір Жарты шарды үш зонаға бөлген. Қысы жоқ *ыстық* зона жазы жоқ *суық* зонадан *бірқалыпты* зона арқылы бөлініп тұрған, онда басқа екі зонаның ерекшеліктері бар.

Кёппен бойынша топтастыру

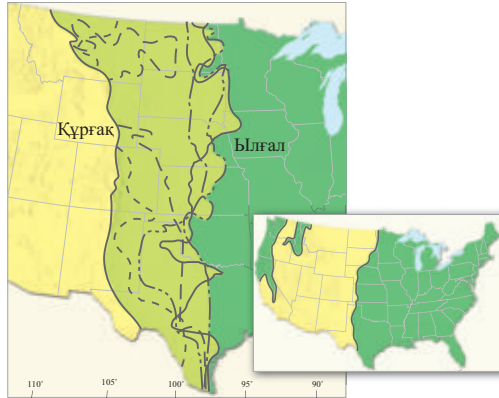
Бұл тарауда біз неміс климатологы Владимир Кёппеннің (1846–1940) ойлап тапқан топтастыру жүйесін қолданамыз. Жалпы дүниежүзілік климаттарды қамтитын құрал ретінде, **Кёппен бойынша топтастыру** аса танымалдылыққа ие болып, ондаған жылдар бойы көп қолданып келе жатқан жүйе. Бұл жүйе көптеген себептер бойынша кеңінен мойындалды. Соның бірі, бұл жүйе қолжетімді дереккөз көзін қолданады: температура мен жауын-шашынның орташа айлық пен жылдық көлемі. Бұдан басқа, өлшемдер нақты болып келеді, әрі салыстырмалы түрде қолданыста жеңіл және де дүниежүзін нақты климаттық аймақтарға бөледі.

Кёппеннің пайымдауынша, табиғи өсімдіктің үлестірімі жалпы климаттың өзін-өзі айқындаудың ең жақсы жолы болып табылады. Сәйкесінше, ол шекараларды көбіне белгілі бір өсімдік ассоциациясының шектеріне қарай негіздеуді таңдады. Ол негізгі бес климат тобын анықтап, әрқайсысын бас әріппен белгіледі:

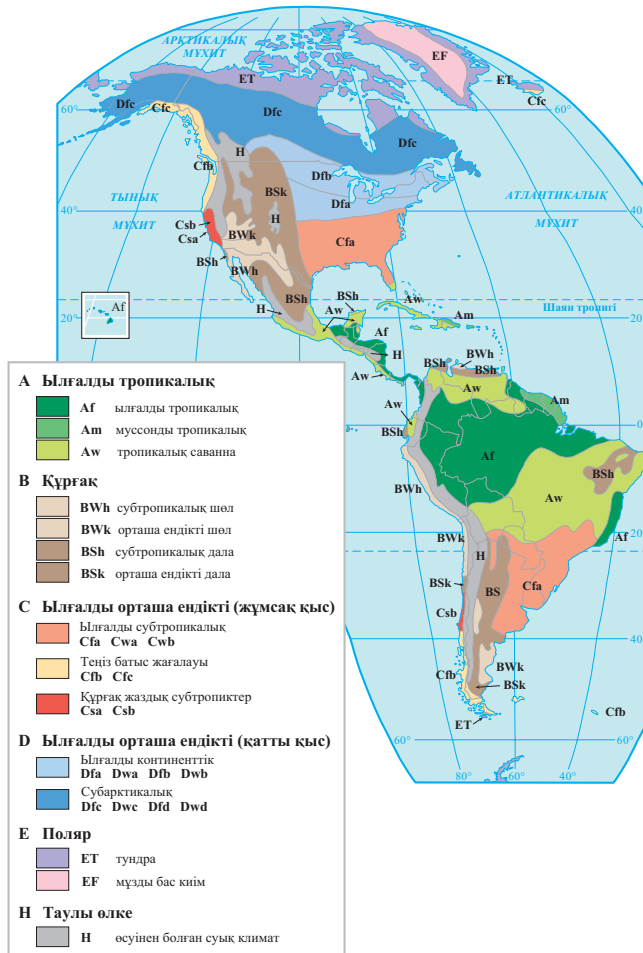
- | | |
|----------|---|
| А | Ылғалды тропикалық. Барлық айдағы орташа температура 18°C-дан жоғары қысы жоқ климаттар. |
| Ә | Құрғақ. Булану көлемі жауын-шашыннан асып түсетін, соған орай үнемі су тапшы болатын климаттар. |
| Б | Қысы жылы ылғалды орта ендіктегі климат. Ең суық деген айдың орташа температурасы 18°C-дан төмен, бірақ 3°C-дан жоғары. |
| В | Қысы қатты ылғалды орта ендіктегі климат. Ең суық деген айдың орташа температурасы – 3°C-дан төмен, ал ең жылы айдың орташа көрсеткіші 10°C-дан асады. |
| Г | Полярлық. Ең жылы айдың орташа температурасы 10°C-дан төмен келетін жазы жоқ климаттар. |

Әріп	Символ	1-ші	2-ші	3-ші	
А		Ең суық айдың орташа температурасы 18°C немесе одан жоғары.			
	f	Әрбір айда түскен жауын 6 см немесе одан жоғары.			
	m	Қысқа құрғақ маусым; құрғақ айдағы жауын 6 см кем $10 - R/25$ (R - см-дегі жылдық жауын мөлшері) шамасына тең не одан жоғары.			
	w	Айқын құрғақ қыстық маусым; құрғақ айдағы жауынның мөлшері $10 - R/25$ шамасынан кем.			
	s	Айқын жаздық құрғақ маусым (сирек).			
Ә		Булану жауын мөлшерінен артық. Ылғал және құрғақтық шекарасы келесі формула арқылы анықталады: (Ескерту: R – жауынның см-дегі орташа жылдық мөлшері, T – °C бойынша жылдық орташа температура.) R есептеу мәннен кем болса, онда климат құрғақ. $R < 2T + 28$ егер 6 жылы айда жауын мөлшері 70% немесе одан көп болса. $R < 2T$ егер 6 салқын айда жауын мөлшері 70% немесе одан көп болса. $R < 2T + 14$ егер жарты жылдан көп емес мерзімде жауын мөлшері 70% немесе одан көп болса.			
	S	Бетпақ дала			
	W	Шөл дала			
	h	Жылдық орташа температурасы 18°C немесе одан жоғары.			
	k	Жылдық орташа температурасы 18°C-дан төмен.			
Б		Ең суық айдың орташа температурасы 18°C дейін және -3°C-дан жоғары.			
	w	Жаз айында, қыстағы құрғақ ай сияқты, жауын мөлшері кем дегенде 10 есе көп.			
	s	Қыс айында, құрғақ жаз айы сияқты, жауын мөлшері кем дегенде үш есе көп; құрғақ жаз айында жауын 4 сантиметрден аспайды.			
	f	w және s үшін критерийлер қанағаттандырылмайды.			
	a	Ең жылы айдағы температура 22°C; кем дегенде 4 ай 10°C шамасынан көп.			
	ә	22°C артық болатын ай жоқ; кем дегенде 4 ай 10°C артық.			
	б	Бірден үш айға дейін 10°C шамасынан артық.			
В		Ең суық айдың орташа температурасы -3°C немесе одан төмен; ең жылы айдағы орташа температура 10°C шамасынан жоғары.			
	w	Б бөліміндегідей.			
	s	Б бөліміндегідей.			
	f	Б бөліміндегідей.			
	a	Б бөліміндегідей.			
	ә	Б бөліміндегідей.			
	б	Б бөліміндегідей.			
в	Ең суық айдағы температура -38°C немесе одан төмен.				
Г		Ең жылы айдағы орташа температура 10°C шамасынан төмен.			
	T	Ең жылы айдағы орташа температура 0°C пен 10°C арасында.			
	F	Ең жылы айдағы орташа температура 0°C немесе одан төмен.			

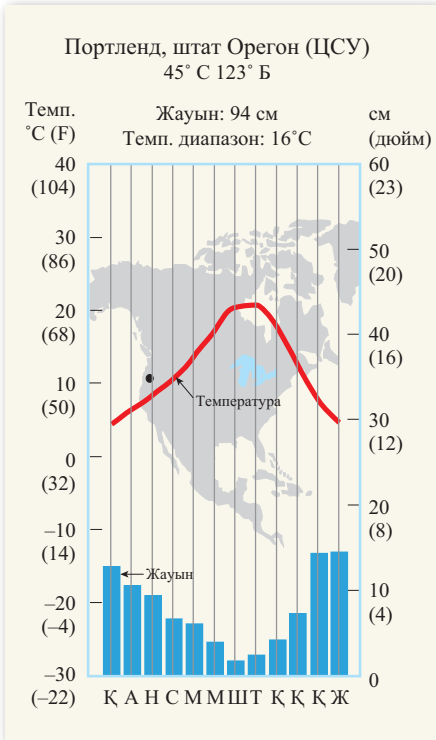
▲ **15.2-сурет. Климатты жіктеудегі Коппен жүйесі.** Бұл жүйе оңай алынған деректерді пайдаланады: температура мен жауынның орташа айлық және жылдық мәндері. Бұл суретті климаттық деректерді жіктеу үшін, алдымен деректер Е климат өлшеміне сай екендігін анықтау керек. Егер аймақ поляр климаты болмаса, В климат өлшеміне ауысуы керек. Егер деректер Г немесе Ә топтарына сай келмесе, деректерді А, Ә мен В климат өлшемдеріне қатысты осы ретпен тексеріп көріңіз.



▲ 15.3-сурет. Жағдайлар жылдан жылға өзгеруде. 5 жыл мерзім ішіндегі құрғақшылық-ылғалды шекарадағы жылдық ауытқуларды көрсетеді. Шағын қосымша құрғақшылық ылғалды шекараның орташа қалыпын көрсетеді.



▲ 15-4-сурет. Дүниежүзінің климаты. Бұл карта Кёппен жіктемесіне негізделген.



◀ **15.5-сурет. Климаттық диаграмма.** Бұл Портленд, Орегон диаграммасы бірден маңызды жайттарды көрсетеді. Температура кестесі лезде аймақтың Солтүстік жарты шарда ма әлде Оңтүстік жарты шарда екенін және экватор маңында екенін ба көрсетеді. Үйлескен сызық пен диаграмма температура мен жауынның жылдық үлгілерін оңай анықтауға мүмкіндік беретін мәліметпен қамтамасыз етеді.

Біздің саяхат төмендегідей ұйымдастырылған:

- Экватор бойынан бастай отырып, біз *ылғалды тропиктерге* жетеміз (А климаттары), керемет тропикалық жаңбырлы ормандардың өсуіне жағдай жасап отырған олардың температура-сы мен жауын-шашын сипаттамаларын оқып, зерттейміз.
- Ылғалды тропикалық климаттың солтүстігі мен оңтүстігі бағытымен муссон аймақтарын қоса алғанда, *тропикалық ылғалды және құрғақ* (әлі де А климаттары) климаттарға кезігеміз.
- Ылғалды және құрғақ тропикалық климаттың солтүстігі мен оңтүстігінен біз құрғақ климаттарды (Ә климаттары) көреміз. Субтропиктердің айтарлықтай ауқымды бөлігін иемденген, орташа ендіктерде континенттердің ішкі аймақтарына дейін созылған шөлдер мен далалықтар

Жер құрлығының шамамен үштен бірін қамтиды.

- Құрғақ субтропикалық аймақтан полюсқа қарай қозғала отырып, біз *ылғалды субтропикалық* климаттарға (Б климаттарының бірі) жетеміз. Бұлар 25° және 40° аралығындағы ендіктердегі континенттердің шығысында басым келеді; бұған АҚШ-тың оңтүстік-шығысы мысал бола алады.
- Континенттердің желге қарсы жағаларында біз *теңіз батыс жағалау климатына* (бұл да В климаттарының бірі) жетеміз, бұл климат Батыс Еуропаға тән.
- Біз Б тобына жататын климаттарға саяхатты *құрғақ-жазғы субтропикалық* немесе *Жерорта теңіз климатымен* аяқтаймыз. Бұл климат Италияның, Испания мен Калифорнияның кейбір аймақтарына тән.
- Орташа және жоғары ендіктерге дейін созылып жатқан солтүстік жарты шарда Б климаттары өз орнын *ылғалды континенттік* деп аталатын В климаттарына береді. Бұл аймақтар бүкіл әлемді тамақпен қамтамасыз етіп отырған дәнді-дақылдардың өсуіне өте қолайлы әрі еттің негізгі «отаны» саналады.
- Полярлы климаттармен шектесіп жатқан климат түрі *субарктик* болып табылады. Канада мен Сибирияның ауқымды аймағын алып жатқан қылқан жапырақты орман өздерінің ұзақ және «ащы» қысымен танымал.
- Полюсті айнала *полярлы* климаттар (Г климаттары) жатыр. Бұлар жазы жоқ тундра мен мәңгі тоң немесе ұдайы мұз жамылғысына оранған жерлер.
- Ақыр соңында, біз полюстерге жақын жатпаса да, өздерінің жоғары биіктігі салдарынан салқындап отыратын бірнеше салқын жерлерге жетеміз. Биік таулы климаттар экваторға жақын тау шыңдарында да кездеседі. Бұл климат Жартасты таулар, Анд, Гималай және басқа да таулы аймақтарға тән.

✓ 15.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Неліктен топтастыру әдетте ғылымда қажетті міндет саналады?
- 2 Климаттарды топтастыру үшін Кёппен үлгісін қолдануға қандай климаттық дерекқор қажет?
- 3 15.4-суреттегі дүниежүзілік картада көрсетілген климат шекаралары нақты белгіленген деп қарастыруға бола ма? Түсіндіріңіз.
- 4 Экваторлық Африкадан Орталық Еуропа мен Скандинавия арқылы солтүстік полюске қарай бағыт алсаңыз, жол бойы кезігетін климаттардың ретін қысқаша баяндап беріңіз.

15.2 Климаттарды басқару: қысқаша мазмұндама

Климатты басқарудың негізгі түрлерін атаңыз және қысқаша талқылаңыз.

Егер Жер бедері толығымен біркелкі болса, дүние жүзілік климаттар картасы қарапайым болар еді. Ол көбіне көне гректердің жерді бейнелеген суретіне ұқсас еді. Суретте экватордың әрбір жағында симметрикалық диаграмма бағытындағы жер шарын айнала қоршаған ендікті тілмелердің топтамасы берілген (15.1-суретті қараңыз). Әрине, бұл олай емес. Жер біркелкі емес және көптеген факторлар қазір ғана сипатталған симметрияны бұзады. Бір қарағанда, дүниежүзілік климат картасы (15.4-суретті қараңыз) әлемнің бір-бірінен алшақ жатқан, бірақ климаттары ұқсас келетін түсініксіз немесе тіпті ретсіз суретті бейнелейді. Терең зерттеу жұмыстары бір-бірінен шалғайда жатса да ұқсас климаттардың ұқсас ендік пен континенттік көрсеткіштерге ие екендігін дәлелдеді. Бұл келістілік климат элементтерінің үлестірімінде тәртіп орнатып, климаттардың сызбасы жайдан-жай емес екендігін көрсетеді. Шынымен де, климаттың сызбасы климатты басқарудың басты түрлерінің тұрақты және сенімді операциясын бейнелейді. Ендігі жерде, біз Жердің басты климаттарын зерттемес бұрын, климатты басқарудың негізгі түрлеріне шолу жасап алғанымыз дұрыс. Олар: ендік, құрлық және су, географиялық орналасу және басым желдер, таулар мен биік таулы аймақтар, теңіз ағымдары және қысым мен жел жүйелері.

Ендік

Жер бедерінен алынатын күн радиациясы мөлшеріндегі ауытқулар температура өзгерістерінің ең негізгі себебі болып табылады. Алайда, бұлт жамылғысы мен ауадағы шаң мөлшері тәрізді факторлардағы құбылулар жергілікті жағдайда аса ықпалды болуы мүмкін. 2-тарауда айтылғандай, Күннің биіктігі мен күннің ұзақтығындағы маусымдық өзгерістер әлемдік температура үлестірімін бақылаудағы ең маңызды фактор болып табылады. Бірдей ендік бойында орналасқан барлық жерлер бірдей Күн биіктігі мен күндізгі күн сағаттарына ие болғандықтан, күн энергиясын алудағы өзгерістер көбіне ендікке байланысты. Бұған қоса, Күннің вертикаль сәулелері жыл сайын Шаян Тропигі мен Тауешкі тропигі арасында көшіп жүретіндіктен, бұл жерде температураның үнемі ендік бойымен жылжуы байқалады. Тропикалық аймақтардағы температуралар тұрақты түрде жоғары келеді, себебі, Күннің вертикаль сәулелерінен ешқашан алыста болмайды. Алайда, бірі полюске

қарай жылжыған сайын, күн энергиясын алудағы жоғары маусымдық ауытқулар үлкен жылдық температура көлемінде білінеді.

Құрлық пен су

Құрлық пен судың үлестірімі температураны бақылау құралы ретінде маңыздылығы жағынан ендіктен кейін екінші тұр. 3-тарауда айтылғандай, су тау-тас пен топыраққа қарағанда жоғары жылу сыйымдылығына ие. Демек, құрлық суға қарағанда тезірек қызып, жоғары температураға дейін көтеріледі және ол суға қарағанда тезірек суып, төменгі температураға түседі. Осылайша, құрлық бетіндегі ауа температурасындағы өзгерістер сумен салыстырғанда аса көбірек байқалады. Жер бедеріндегі осындай біркелкі емес қызудың болуы климаттардың екі топқа бөлінуіне әкеледі: теңіз және континенттік (құрлықтық).

Теңіз климаттары өз ендіктеріне шаққанда салыстырмалы түрде жұмсақ есептелінеді, себебі, судың баяулататын әсері жылы, бірақ ыстық емес жаз мезгілін және салқын, бірақ, суық емес қыс мезгілін тудырады. Керісінше, **құрлықтық климаттар** аса жоғары көрсеткіштерге бейім келеді. Орташа ендіктерде бірдей параллель бойымен жатқан теңіз және құрлықтық климаттар ұқсас жылдық орташа температураны көрсеткенімен, жылдық температура *диапазоны* құрлықтық климаттарда әлқайда жоғары болады.

Құрлық пен судың қызуы мен салқындауының бірдей болмауы қысым мен жел жүйесіне, соның нәтижесінде, маусымдық жауын-шашын үлестіріміне де айтарлықтай әсерін тигізеді. 7-тарауда айтылғандай, континенттердегі жоғары жазғы температура ылғалды теңіз ауасының ағылуына жағдай жасайтын төменгі қысымды аймақтарды тудырады. Керісінше, қыс мезгіліндегі салқын континенттік аймақта орын алатын жоғары қысым құрғақ ауаны теңіздерге қарай кері айдайды

Географиялық орналасу мен басым желдер

Құрлық пен судың аймақтың климатына әсерін толығымен түсіну үшін оның құрлықтағы орналасуы мен басым желге қатысты қатынасы ескерілуі тиіс. Судың баяулататын әсері құрлықтың желге қарсы бағытталған жағы бойымен көбірек байқалады, бұл жерде басым желдер теңіз ауа массаларын шалғай құрлықтарға таси алады. Бір жағынан, құрлықтан теңізге қарай соғатын басым желдері бар континенттің ық жағындағы жерлер құрлықтық температура режимін көрсетуге бейімдірек келеді.

Таулар мен биік таулы аймақтар

Таулар мен биік таулы аймақтар климаттар үлестірімінде маңызды рөл атқарады. Бұл ықпалды Солтүстік Американың батысын зерделеу барысында көруге болады. Басым желдер батыстан соққандықтан, солтүстік-оңтүстікке жайылып жатқан тау тізбектері негізгі кедергілер болып табылады. Олар теңіз ауа массаларының баяулататын әсерінің құрлық бойымен шалғай кетіп қалуының алдын алады. Сондықтан, аудандардың Тынық мұхитынан бірнеше жүздеген шақырымда жатқандығына қарамастан, олардың температура режимі құрлықтық болады.

Сонымен бірге, бұл топографиялық тосқауылдар өздерінің желге қарсы беткейлерінде орографиялық жауын-шашынның түсуіне итермелейді, ал ық жақта әдетте құрғақ жаңбырлы көлеңкесін қалдырады (4.4-мәліметтер жинағы). Оңтүстік Америка мен Азияда

ұқсас әсерлерді байқауға болады, бұл жерлерде биік Анд пен Гималай таулары басты тосқауылдар болып отыр. Батыс Еуропамен салыстыратын болсақ, бұл жерлерде Солтүстік Атлантикадан соғатын теңіз ауа массаларының еркін қозғалысына кедергі бола алатын таулы тосқауылдар жоқтың қасы. Соның нәтижесінде, аймақта бірқалыпты температура мен айтарлықтай жауын-шашын байқалады.

Ауқымды биік таулы жерлер өздерінің жеке климаттық аймақтарын құрады. Температураның төмендеуі мен биіктіктің жоғарылауы себебінен, өздерінің ендікті орындары жеке алғанда көрсететін көрсеткіштерге қарағанда, Тибеттік үстірт, Боливияның Алтипланосы мен Шығыс Африканың таулы жерлері салқынырақ және құрғағырақ келеді

Теңіз ағымдары

Теңіз ағымдарының іргелес жатқан құрлықтағы аймақтардың температураларына тигізер ықпалы айтарлықтай болуы мүмкін. 7-тарауда айтылғандай, Гольфстрим мен солтүстік жарты шардағы Курашио және оңтүстік жарты шардағы Бразилия мен Шығыс Австралия ағымдары тәрізді полюске бағытталған ағымдар ауа температурасының өздерінің ендіктеріне сай келетін көрсеткішінен жылырақ болуына әсер етеді. Бұл ықпал әсіресе қыс мезгілінде байқалады. Керісінше, солтүстік жарты шардағы Канари мен Калифорния ағымдары мен экватордың оңтүстігіндегі Перу мен Бенгуэла ағымдары шектесіп жатқан жағажай аймақтарының температурасын төмендетеді. Сонымен қатар, осы суық ағымдардың салқындатушы әсерлері қозғалып жүрген ауа массаларын тұрақтандырады. Нәтижесінде, құрғақшылық пен жиі айтарлықтай адвективті тұман байқалады.

Қысым және жел жүйелері

Дүниежүзі бойынша жауын-шашын үлестірімі Жердің негізгі қысым мен жел жүйелерін үлестіруіне тығыз байланысты екендігін көрсетеді. Алайда, осы жүйелердің ендік бойымен үлестірімі қарапайым дүние емес, біз экватордан полюске қарай жауын-шашынның аймақтық құрылымын анықтай аламыз (7.28-суретті қараңыз).

Экваторлық минимум аймақтарында жылы, ылғалды және тұрақсыз ауа конвергенциясы бұл аймақты жауын-шашын мөлшері көп түсетін орынға айналдырады. Субтропикалық антициклон мен шөгу үстемдік ететін аймақтарда басты шөлдерді құрайтын жалпы құрғақшылық басым келеді. Полюске қарай ары тұрақсыз субполярлы минимумдар арқылы басқарылатын орташа ендікті аймақта көшіп жүрген көптеген циклондық ауытқулар тағы да жауын-шашынның өсуіне ықпал етеді. Ақыры, температуралары төмен және ауасы аз ғана мөлшерде ылғалдылықты сіңіре алған полярлы аймақтарда жауын-шашын азаяды.

Күннің вертикаль сәулелері қозғалысының артынша келетін қысым мен жел белдеулерінің маусымдық құбылуы орташа деңгейдегі аймақтарға айтарлықтай ықпал етеді. Мұндай аймақтар кезекпен әртүрлі қысым мен жел жүйелерінің ықпалына түседі. Экваторлық минимумның полюске бағытталған және субтропикалық максимумның экваторға бағытталған жерінде орналасқан аймақ, мәселен, жаздыгүні төменгі қысымның полюске қарай бағытталуы себебінен жаңбырлы болса, ал қыс мезгілінде жоғары қысымның экваторға қарай бағытталуынан құрғақшылық байқалады. Қысым белдеулерінің ендік бойымен құбылуы көбіне көптеген аймақтардағы маусымдық жауын-шашын көлеміне жауапты.

✓ 15.2 Бақылау сұрақтары

- 1 Климатты басқарудың негізгі түрлерін атаңыз және олардың ықпалын қысқаша баяндап беріңіз.
- 2 Әлемдік температура өзгерістеріне қай бақылау түрі ең үлкен ықпал етеді?
- 3 Құрлықтық және теңіз климаттарын салыстырыңыз.
- 4 Қысым жүйесі мен дүниежүзі бойынша жауын-шашын үлестірімі арасында қандай байланыс бар?

15.3 Ылғалды тропикалық (А) климаттар

Ылғалды тропикалық климаттың екі ірі категориясын салыстырыңыз.

А тобына жататын климаттарды екі негізгі типтерге ажыратады: ылғалды тропикалық (Af және Am) және тропикалық ылғалды және құрғақ климаттар (Aw). Әр климат типінің өзіне тән өсімдік түрлері бар.

Ылғалды тропиктер (Af, Am)

Ылғалды тропиктерде үнемі жоғары температура мен жыл бойы жауын-шашынның түсуі кез келген климаттық аймақта бай өсімдік қорынның дамуына жағдай жасайды: **тропикалық жаңбырлы орман (15.6-сурет).**



▲ **15.6-сурет. Тропикалық орман.** Жайқалған және бір шаршы шақырымда әртүрлі түрлері бар деп сипатталатын тропикалық орман – ылғалды тропиктері басым, жалпақ жапырақты мәңгі жасыл орман. Бұл суретте Борнеоның Сегама өзенарқылы өтетін тропикалық орман көрсетілген.

Солтүстік Американдықтарға таныс әдеттегі ормандардан өзгеше болып табылатын тропикалық жаңбырлы ормандар жыл бойы жасыл түсті қау жапырақты ағаштардан тұрады. Сонымен қатар, бұл ормандар санаулы ғана өсімдік түрімен емес, керісінше, айтарлықтай көп өсімдік қорымен сипатталады. Бір ғана шаршы шақырымда жүздеген сан алуан өсімдік түрінің шоғырлануы әдеткі жағдай емес. Нәтижесінде бір түрге жататын өсімдік түрлері бір-бірінен алшақ орналасады.

Орманның көлеңкелі жерінен жоғары қарағанда биік, қабығы тегіс, шырмалған ағаштарды, төбесінде жапырақтардан құралған жамылғысы бар бұтақсыз ағаш діңдерін тамашалауға болады. Жақындап назар салып қарағанда, үш деңгейлі құрылымды анықтауға болады. Жерге ең жақыны, бәлкім 5-тен 15 метрге дейін жететін ұшар басы тар, аса үйлесімді ағаштар көрінеді. Бұл қысқа топқа жататын орман түрлерінен жоғарылай берсек, 20-дан 30 метрге дейінгі аралықта төбесінде үздіксіз жапырақтардан құралған жамылғысы бар ағаштар алып жатыр. Ақыры, екінші деңгейдің ағаштарының арасынан эрең көзге ілінетін үшінші деңгейдегі орманның ең биік төбесіне шығып қана көруге болады. Бұл деңгейдегі ағаштардың ұшар басы 40 метрден биік келеді.

Ылғалды тропиктердің алып жатқан аумағы Жер құрлығының шамамен 10 пайызын құрайды (**15.1-мәліметтер жинағы**).

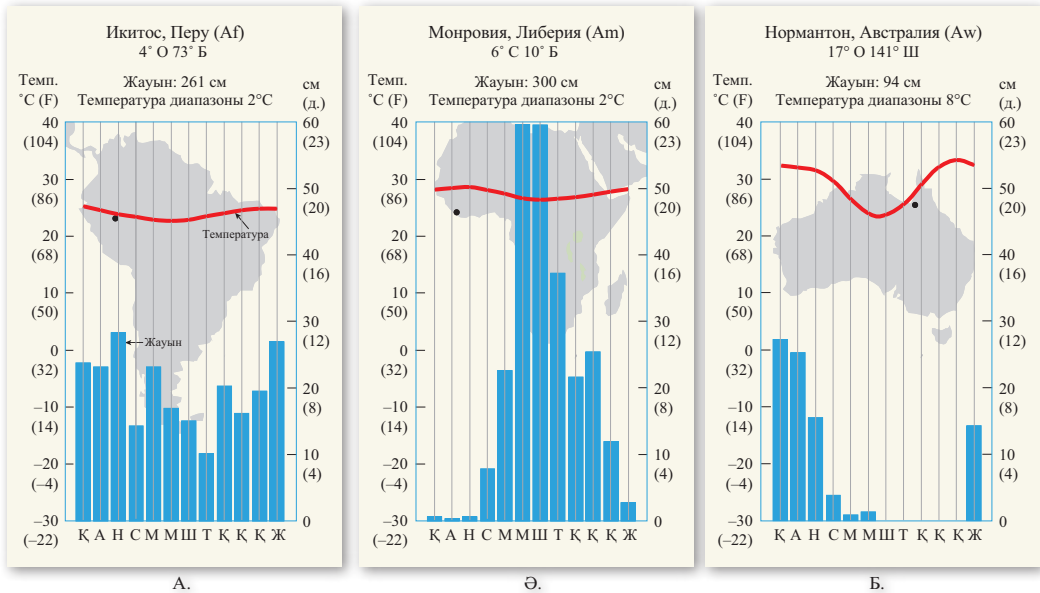
15.4-суретте Af және Am климаттары әрбір жарты шарда әдетте 5°-тен 10°-қа дейін созылып жатқан экватор үстінде үзікті белдеуді құрайтыны көрсетілген. Полюске бағытталған шекаралар әдетте жаңбырдың азаюымен сипатталады, бірақ кей кездері төмендеп бара жатқан температура шекараны анықтайды. Тропосферадағы биіктікпен бірге температураның жалпы түсуі салдарынан, бұл аймақтың климаты 1000 метрден төмен биіктікпен шектелген. Нәтижесінде, экватор жанындағы негізгі кідірістер көбіне салқынырақ биік таулы аймақтар болып табылады.

Сонымен бірге, 15.4-суретте берілген жаңбырлы тропиктердің континенттердің шығыс жақтары (әсіресе Оңтүстік Америка) мен бірнеше тропикалық жағалаулар бойымен ауқымды солтүстік-оңтүстік бойлыққа ие екендігін ескеріңіз. Континенттің шығыс жағындағы ауқымды аралық өзінің нейтралды немесе тұрақты емес ауа ағаны басым аймақ саналатын субтропикалық максимумның әлсіз батыс жағында желге бағытталып орнала-суымен түсіндіріледі. Басқа жағдайларда, Орталық Американың шығыс жағы бойымен ішкі биік таулы аймаққа сүйенген жағалау пассатты желдерді іліп әкетеді. Орографиялық өсу, осылайша, жауын-шашынның жалпы көлемін айтарлықтай ұлғайтады.

Ылғалды тропиктердегі бірнеше бекеттерге жасалған дерекқор **15.1-кестеде** және **15.7А-суретте** және **15.7Ә-суретте** көрсетілген. Осы аймақтардағы климатты сипаттайтын ең айқын белгілерді анықтап отырғандарға назар салыңыз:

15.1-кесте. Ылғалды тропикалық аймақтар үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	Ж
Сингапур, 1° 21 N; 10 м													
Темп. (°C)	26.1	26.7	27.2	27.6	27.8	28.0	27.4	27.3	27.3	27.2	26.7	26.3	27.1
Жауын (мм)	285	164	154	160	131	177	163	200	122	184	236	306	2282
Белем, Бразилия, 1° 18 S; 10 м													
Темп. (°C)	25.2	25.0	25.1	25.5	25.7	25.7	25.7	25.9	25.7	26.1	26.3	25.9	25.7
Жауын (мм)	340	406	437	343	287	175	145	127	119	91	86	175	2731
Дуала, Камерун, 4° N; 13 м													
Темп. (°C)	27.1	27.4	27.4	27.3	26.9	26.1	24.8	24.7	25.4	25.9	26.5	27.0	26.4
Жауын (мм)	61	88	226	240	353	472	710	726	628	399	146	60	4109



▲ **15.7-сурет. Ылғалды тропикалық климат.** Үш климаттың диаграммаларын салыстыру арқылы олардың арасындағы негізгі айырмашылықты көруге болады. **А.** Af аймағы, Икитоста жыл бойы ылғалды болып тұрады. **Ә.** Am аймағы, Монровияда құрғақ маусым қысқа болады. **Б.** Aw аймағы, Нормантонда басқаларына қарағанда құрғақ маусым ұзақ болады және жылдық температура диапазоны жоғарырақ болады.

1. Температура әдетте ай сайын орташа 25°C немесе жоғары болады. Орташа жылдық көрсеткіш жоғары болуымен қоса, жылдық амплитуда да өте аз. (15.7(A) және (Ә)-суреттегі графикте жайпақ температура ауытқуына назар салыңыз).
2. Жылдық жауын-шашын көлемі жоғары, жиі 200 сантиметрге жетеді.
3. Жыл бойына жаңбырдың біркелкі үлестірілмегеніне қарамастан, тропикалық жаңбырлы орман бекеттері барлық айларда әдетте ылғалды болады. Егер құрғақшылық болған жағдайда, өте аз уақытқа созылады.

Температура. Af немесе Am аймақтары экватор жанында орналасқандықтан, олардың біркелкі температураны көрсету себебі айқын: Инсоляция дәйекті түрде қарқынды. Күннің сәулелері әрқашан вертикальды және күн ұзақтығындағы өзгерістер жыл бойына шаққанда болмашы ғана. Сондықтан, маусымдық температура ауытқулары минималды болады. Ең жылы және ең суық айлар арасында болатын кішкене айырмашылық Күннің орналасуына қарағанда бұлттылыққа өзгерістер әкеледі. Мәселен, Бразилиядағы Белемді алатын болсақ, жаңбырдың түсу көрсеткіші ең төмен айларда ең жоғары температура (демек, бұлттылық) болғандығын көре аласыз.

Ылғалды тропиктердің көрнекті сипаттамасы – күндізгі температурадағы ауытқулардың маусымдық өзгерістерден айтарлықтай басым түсуінде. Жылдық температура амплитудасы ылғалды тропиктерде сирек 3°C-тан асса, күндізгі температура амплитудасы екі және бес есе жоғары келеді. Осылайша, маусымдыққа қарағанда, күн мен түннің арасында айтарлықтай ауытқу бар. Тропиктердегі айлық және күндік орташа температуралардың АҚШ-тың көптеген қалаларындағы жаз мезгіліндегі температурадан жоғары емес екендігі

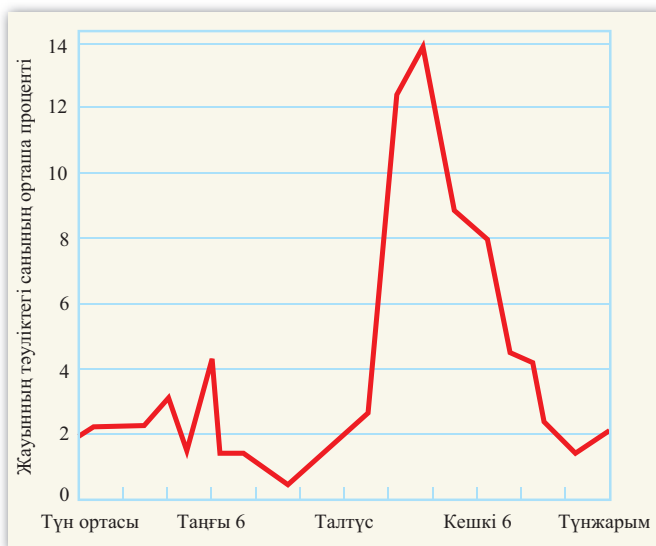
қызық жағдай. Мәселен, 78 жылдық мерзім ішінде Индонезиядағы Джакартада мен 20 жыл бойы Бразилиядағы Белемде тіркелген ең жоғары температура не бары 36.6°C болса, Чикагода 40.5°C , ал Нью-Йоркте 41.1°C тең.

Ылғалды тропикалық температура режимінің бірегейлігі оның күн мен ай өткен сайынғы жүйелілігінде жатыр. Термометр қалыптан тыс немесе экстремалдық жағдайларды көрсетпесе де, жылы температуралар жоғарғы ылғалдылық пен мардымсыз желмен бірлесе температураның аса жоғары екендігін айқындап береді. Ылғалды тропиктерге бірсарынды және қапырық деп берілген сипаттамалар көбіне орынды айтылған.

Жауын-шашын. Af немесе Am климаттары басым аймақтарда әдетте 175-тен 250 сантиметрге дейін жыл сайын жаңбыр жауады. Бірақ 15.1-кестеде берілген дерекқорға қарасаңыз, маусымдық және бір орыннан екінші орынға түскен жауын-шашын көлемінің температураға қарағанда көбірек ауытқығаны байқалады.

Экваторлық зонаның жаңбырлы табиғаты аймақтың ауқымды қызуы мен жүйелі жылу конвекциясына жартылай байланысты. Сонымен қатар, бұл пассатты желдердің түйісетін зонасы болып табылады. Оны жиі **ішкі тропикалық конвергенция зонасы** немесе **ІТКЗ** деп атайды. Жылу энергиясынан пайда болған конвенция конвергенциямен бірлесе ауқымды көлемде жылу, ылғалдылық пен тұрақсыз ауаның артуына әкеледі. Сол себепті, экватор жаны жауын-шашын үшін таптырмас орын болып саналады.

Жаңбыр әдетте әр жылдың жарты күнінен артық жауады. Шын мәнісінде, бірнеше бекеттерде күннің үштен ширегінде жаңбыр түседі. Көптеген жерлерде жауын-шашын түсуінің айқын күнделікті жүйелілігі бар. Ұшпа бұлттар таңертең немесе түске таман құрыла бастайды. Қалыптасу үдерісі түстен кейінгі 3 немесе 4-ке дейін жалғасады. Температура ең жоғары көрсеткішке, ал жылу конвенциясы максимумға жеткен кезде, ұшпа жауын бұлттары жауады. **15.8-суретте** Малайзиядағы Куала Лумпурда жауынның сағат сайынғы үлестірімі көрсетілген.



▲ **15.8-сурет. Малайзия, Куала-Лумпурдағы тәулік уақыты бойынша жауын-шашынның таралуы.** Күннің екінші жартысындағы жоғарғы деңгейімен, Куала-Лумпур көптеген ылғалды тропикалық аймақтарда типтік үлгі көрсетуде.

Көптеген теңіз бекеттеріндегі цикл түске қарағанда, түнде орын алатын жауынның түсу максимумы бойынша әртүрлі келеді. Қоршаған ортадағы температураның кемуі жоғары және соның салдарынан тұрақсыздық түнде ең жоғарғы көрсеткішті көрсетеді, себебі 600-ден 1500 метр биіктікте ауадан сәулеленуге шығындалған жылу жерге қарағанда көбірек, бұл жерде жылу берілім мен ауа жылы сумен жылынған кезде пайда болатын төменгі деңгейлі турбулент арқылы жылы болып қала берген ауа.

Студенттер
кейде
СҰРАЙДЫ...

Құрайт тропикалық орманның тағы бір атауы ма?

Бұл екі термин ығалды тропиктердегі өсімдікке қатысты қолданылғанымен, олар бірдей емес. Тропикалық орманның биік құлама жапырақтары жарықтың жерге өтуіне мүмкіндік бермейді. Нәтижесінде, өсімдік жапырақтары орманның жарық түспейтін жерінде сирек болады. Дегенмен, кез келген жерде жарық, өзен жағасының бойымен немесе адамдар жасаған алаңқайлардан жерге қарай енеді, тіпті жарық өткізбейтін шиеленіскен

шыбықтар, бұтақтар мен қысқа ағашты жерлерде де жарық болады. *Құрайт* термині осындай аймақтарды сипаттау үшін қолданылады.

15.1-мәліметтер жинағы

Тропикалық орманның кесілуі – оның топыраққа әсері

Соңғы бірнеше онжылдықтар ішінде тропикалық ормандардың жойылуы үлкен экологиялық мәселеге айналды. Жыл сайын миллиондаған акр жерлер ауылшаруашылығы мен ағаш дайындау үшін тазаланады (**15(A)-сурет**). Мұндай тазалаудың нәтижесінде топырақтың құнарлылығы нашарлайды, биологиялық алуан түрлілік жойылады және климат өзгереді.



▲ **15(A)-сурет. Тропикалық орманды кесу.** Суринамдағы тропикалық орманның кесілуі. Қалың сары топырақтың сілтіден айырылуы.

Қалың қызыл топырақ ылғалды тропиктер мен субтропиктерге ортақ. Олар экстрималдық химиялық бүлінудің соңғы өнімі болып табылады. Жайқалған тропикалық ормандар осы топырақпен байланысты болғандықтан, көп адамдар оларды құнарлы және ауылшаруашылық үшін жақсы мүмкіндік деп ойлайды. Дегенмен бәрі керісінше: олар фермерлікке жарамайтын ең нашар топырақтардың бірі. Бұл қалай болуы мүмкін?

Тропикалық орманның топырағы жоғарғы температура мен қалың жаңбыр сияқты жағдайларда дамытындықтан, олар қатты сілтісізденген, яғни көп мөлшердегі судың топырақ арқылы сарқылуы кальций карбонаты мен кремний диоксиді сияқты ерігіш материалдарды жояды. Нәтижесінде, топырақта ерімейтін темір оксиді мен алюминий оксиді қалады. Темір оксиді топыраққа ерекше қызыл түс береді. Тропиктерде бактериялық белсенділік өте жоғары болатындықтан, тропикалық орманның топырағының құрамында қарашірік болмайды. Сонымен қатар, сілтісіздендіру құнарлылықты жояды, өйткені үлкен көлемді төмен ағатын су өсімдіктегі нәрлі заттарды жояды. Қалың және жайқалған өсімдіктерге қарамастан, топырақта нәрлі заттар аз болады.

Тропикалық орманда болатын ең нәрлі заттар ағаштарда болады. Өсімдіктер өледі де ыдырайды және олар топырақтан шайылып кетпес бұрын ағаштардың тамырлары қоректік заттарды тез сіңіріп алады. Ағаштар да өліп, ыдырайтындықтан бұл қоректік заттар үздіксіз қайтадан пайдаланылады. Сондықтан, орман ауылшаруашылық немесе ағаш жинау үшін тазаланған кезде құнарлы заттар да бірге жойылып кетеді. Отырғызылған дақылдарды нәрлендіретін топырақ аз болады.

Тропикалық орманды тазалау өсімдік нәрін жойып қана қоймай, эрозияны жеделдетеді. Ағаш тамырлары топырақты аман сақтап қалады, жапырақтар мен бұтақтар қатты жаңбырдың күшінен жерді қорғайтын асылмамен қамтамасыз етеді. Қорғаныш өсімдіктері жойылған кезде, жер эрозиясы ұлғаяды.

Сонымен қатар, өсімдіктің жойылуы күн сәулесінің тікелей жерге түсуіне негіз болады. Күнге қызған бұл тропикалық топырақ кірпіш сияқты қатып қалады және су мен өсімдік тамырын өткізбейтін болады. Тек соңғы жылдарда, жаңа тазаланған аймақтағы топыраққа егіс егілмейтін болды.

Сұрақтар

1. Неге тропикалық орман топырағының түсі қызыл болады?
2. Тропикалық орманның қай жерінен нәрлі заттарға толы өсімдікті табуға болады?

Жаңбырлы тропиктердің жарты территориясы жыл бойы ылғалды болып тұрады. Көппен жүйесіне сәйкес, ай сайын кем дегенде 6 сантиметр жаңбыр түседі екен. Дегенмен де ауқымды аймақтар (Am белгісі бар климат) 1 немесе 2 ай қысқа мерзімді құрғақшылықты өткереді. Қысқа мерзімді құрғақ маусымға қарамастан, Am аймақтарының жылдық жауын-шашын көлемі Af аймағындағы жылдық ылғалдылық көлеміне өте жақын сәйкес келеді. Құрғақшылық кезеңдердің топырақ ылғалдылығын сіңіріп алатындай ұзақ болмағандықтан, жаңбырлы ормандар сол қалпында сақталады.

Ылғалды тропикалық климаттардағы жауын-шашынның маусымдық сызбасы өте күрделі және әлі де толығымен түсінікті дүние емес. Ай сайынғы құбылулар, кем дегенде жартылай, Күннің вертикальды сәулелерінің жылжуының артынша келетін ІТКЗ-ның маусымдық ауысумен жүзеге асады.

Тропикалық ылғалды және құрғақ климат (Aw)

Жаңбырлы тропиктер мен субтропикті шөлдер арасында өтпелі климатты **тропикалық ылғалды және құрғақ** деп атайды. Өзінің экваторлық шегі бойымен құрғақ маусым қысқа болады және Aw климаты мен жаңбырлы тропик арасындағы шекараны анықтау өте қиын. Алайда, полюске бағытталған бойымен құрғақ маусым ұзара түседі және жартылай құрғақ мекендерге ауысады.

Тропикалық ылғалды және құрғақ климатта жаңбырлы ормандар өз жолын **саваннаға** береді. Ол шашыраңқы жапырақты ағаштары бар тропикалық шөп алқабы болып табылады (**15.9-сурет**). Шындығында, Aw климатын жиі *саванна климаты* деп атайды. Бұл атау ресми түрде дұрыс болмауы мүмкін, себебі, кейбір экологтар бұл шөп алқаптарының климат әсерінен пайда болғандығына күмән келтіреді. Олардың пайымдауынша, орманды алқаптары басым болған бұл аймақта саванның пайда болуына жергілікті халықтың өрт қоюы себеп болған.



▲ **15.9-сурет. Тропикалық Саванна шалғындары.** Бұл Танзанияның Серенгети Ұлттық Паркіндегі қураған, құрғақшылыққа төзімді ағаштары бар тропикалық саванна – жергілікті тұрғындардың маусымдық өртеуінен қатты әсер алған болар.

Температура. **15.2-кестеде** берілген температура деректері ылғалды тропиктер мен тропикалық ылғалды және құрғақ аймақтар арасындағы аз ғана айырмашылықтарды көрсетеді. Көптеген Aw бекеттерінің ендігі жоғары болғандықтан, жылдық орташа температура сәл ғана төмен болады. Сонымен қатар, жылдық температура амплитудасы сәл жоғары келеді. Ол 3°C-тен шамамен 10°C аралығында өзгеріп отырады. Алайда, күнделікті температура амплитудасы жылдық ауытқудан асып түседі.

15.2-кесте. | Тропикалық ылғалды және құрғақ аймақтар үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	Ж
Калькутта, Индия, 22° 32 N; 6 м													
Темп. (°C)	20.2	23.0	27.9	30.1	31.1	30.4	29.1	29.1	29.9	27.9	24.0	20.6	26.94
Жауын (мм)	13	24	27	43	121	259	301	306	290	160	35	3	1582
Куйаба, Бразилия, 15° 30 S; 165 м													
Темп. (°C)	27.2	27.2	27.2	26.6	25.5	23.8	24.4	25.5	27.7	27.7	27.7	27.2	26.5
Жауын (мм)	216	198	232	116	52	13	9	12	37	130	165	195	1375

Ылғалдылық пен бұлттылықтағы маусымдық өзгерістер Aw аймақтарында көбірек байқалатындықтан, күндізгі температура амплитудасы жыл бойы айтарлықтай өзгереді. Жалпы алғанда, бұл өзгерістер ылғалдылық пен бұлттылық максимумға жеткен жаңбырлы маусымда аз ақ, ал аспан ашық және құрғақ ауа басым болған құрғақ кезеңдерде үлкен болады. Сонымен қатар, жаз мезгілінде көбіне тұрақты бұлттылықтың болуынан, көптеген Aw бекеттері құрғақ маусымның соңында, дәл жазғы күн тоқырауы алдында ең жылы температура көрсеткішін көрсетеді. Осылайша, солтүстік жарты шардағы тропикалық ылғалды және құрғақ аймақтарда наурыз, сәуір және мамыр айлары жиі маусым меншілдеге қарағанда жылырақ келеді.

Жауын-шашын. А климаттары арасындағы температура режимдері ұқсас болғандықтан, Aw климатты Af және Am климаттарынан ажырататын басты фактор – жауын-шашын. Aw бекеттерінде әдетте жыл сайын 100-ден 150 сантиметр аралығында жаңбыр түседі, жалпы көлемі ылғалды тропиктерге қарағанда анағұрлым аз келеді. Алайда, бұл климаттың ең басты көрнекі ерекшелігі – *едәуір маусымдық жауын-шашын өзгешелігі* – ылғалды жаз мезгілі құрғақ қыстан кейін келеді. 15.7(Б)-суретте берілген климат диаграммасында анық көрсетілген.

Ылғалды және құрғақ кезеңдердің кезектесіп келуі Aw климатты аймақтың ендік бойымен орналуына байланысты. Ол тымырсық ауа райы мен конвективті найзағайлы нөсерге ие ішкі тропикалық конвергенция зонасы мен тұрақты, ауасы басылып қалған субтропикалық антициклон арасында жатыр. Көктем мезгіліндегі күн мен түннің теңесуінің артынша, ІТКЗ және басқа жел мен қысым белдеулері Күннің вертикальды сәулелерімен қозғалу кезінде, барлығы да полюске қарай ауысады (**15.10-сурет**). Аймаққа ІТКЗ енген мезеттен ылғалды тропиктерге тән ауа райына ие жазғы жаңбырлы маусым басталады. Кейін, ІТКЗ-ның кері экваторға шегінуінен соң, субтропикалық антициклон аймаққа еніп, өзімен құрғақшылық әкеледі.



▲ **15.10-сурет. ІТКЗ тасымалдануы.** ІТКЗ-ның маусымдық тасымалдануы жауынның тропиктер мен субтропиктерде таралуына қатты әсер етеді.

Құрғақ маусым кезінде, жер беті кеуіп, «шөлдеген» ағаштар жапырақтарынан айырылып, өз кезегінде олар қурап қоңыр түске айналып жатқан табиғат ұйқыға кеткендей күй кешеді. Құрғақ маусымның ұзақтығы негізінен ІТКЗ-дан қандай арақашықтықта жатқанына байланысты. Әдетте, Аw бекеттері экватордан қаншалықты алыс болған сайын, ІТКЗ-ның ықпал ету мерзімі соншалықты қысқа, ал тұрақты субтропикалық антициклонның әсері ұзағырақ болады. Нәтижесінде, ендік жоғарылаған сайын, құрғақ маусым ұзарып, ылғалды кезең қысқарады.

ІТКЗ-ның қозғалысын түсіну тропиктердегі жауын-шашын үлестірімін ұғынуда маңызды. Бұл **15.3-кестеде** көрсетілген алты африкалық бекеттегі жауын-шашын туралы дерекқорынан айқын көрініп тұр.

15.3-кесте. Африкадағы ІТКЗ-ның жауын режимі мен қозғалысы

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж
Мальдугури, Нигерия, 11° 51 N												
Жауын (мм)	0	0	0	7.6	40.6	68.6	180.3	220.9	106.6	17.7	0	0
Яунде, Камерун, 3° 53 N												
Жауын (мм)	22.8	66.0	147.3	170.1	195.6	152.4	73.7	78.7	213.4	294.6	116.8	22.9
Кисангани, Дем. Рес. Конго, 0° 26 N												
Жауын (мм)	53.3	83.8	177.8	157.5	137.2	114.3	132.0	165.1	182.9	218.4	198.1	83.8
Кананга, Дем. Рес. Конго, 5° 54 S												
Жауын (мм)	137.2	142.2	195.6	193.0	83.8	20.3	12.7	58.4	116.8	165.1	231.1	226.0
Зомба, Малави, 15° 23 S												
Жауын (мм)	274.3	289.6	198.1	76.2	27.9	12.7	5.1	7.6	17.8	17.8	134.6	279.4
Франсисаун, Боствана, 21° 13 S												
Жауын (мм)	106.7	78.7	71.1	17.8	5.1	2.5	0	0	0	22.9	58.4	86.4

ІТКЗ полюске барынша жақын келген кезде Малдугуриде (ең алыс солтүстік) және Франсисаунда (ең алыс оңтүстік) жалғыз жауын-шашынның ең көп болуы (қызыл қалың әріп) орын алады. Бұл бекеттер арасында ІТКЗ-ның осы экстремалды аймақтарға бару-қайту жолында қос максимум (қызыл қалың қаріп) байқалады. Бұл статистика ұзақ мерзімді орташа көрсеткіштерді сипаттайтынын және жылдан жылға ІТКЗ-ның қозғалысы тұрақты жолынан әлдеқалай өзгеше болатынын есте ұстау маңызды. Дегенмен де, тропиктерде Күннің артынша жауын-шашын болатынында күмән жоқ.

Муссон. Аw жауын-шашын режиміне тән Үндістан мен оңтүстік-шығыс Азия басым бөлігінде және Австралияның кейбір территориясында жаңбыр мен құрғақшылық кезеңдерінің кезектесіп келуі **муссонмен** байланыстырылады. Бұл термин араб тілінің *mausim*, яғни «маусым» деген сөзінен шығады және өз бағытын кері бағытқа өзгертетін маусымдық жел жүйесіне жатады (7.11-суретті қараңыз). Жаз мезгілінің жаңбырлы болуы ылғалды, тұрақсыз ауаның теңіздерден құрлыққа бағытталаып соғуы себебінен болып табылады. Қыста бұл үдеріс өзгеріп, құрлықта пайда болған құрғақ жел теңізге қарай соғады.

Бұл муссондық циркуляция жүйесі континенттер мен теңіздер арасындағы жылдық температура құбылуларына қарсы әрекеті болып саналады. Муссонмен байланысты процесстер бұған дейін талқыланған құрлық пен теңіз бризі арасындағы байланысқа ұқсайды (7-тарау), бірақ уақыт пен кеңістік жағынан ауқымдырақ келеді.

Солтүстік жарты шардағы көктем мезгілі кезінде, жылу арқылы пайда болған төменгі қысымды тұрақсыз аймақ біртіндеп ішкі Оңтүстік Азияда таралады. Бұл жағдай ІТКЗ-

ның полюске қарай енуімен күшее түседі (15.10-сурет). Осылайша, *жазғы* циркуляция теңіздегі жоғары қысымнан басталып, континенттегі төменгі қысымға қарай қозғалады. Қыс жақындап, ІТКЗ оңтүстікке қозғалған кезде, жел кері бағытта соғады және салқын континентте антициклон орын алады. *Қыстың ортасына таман*, желдер құрлықтан оңтүстікке қарай соғып, Австралия мен Оңтүстік Африкада түйіседі.

Сw Нұсқасы. Оңтүстік Африка, Америка мен солтүстік-шығыс Үндістан мен Қытайдағы ылғалды және құрғақ тропиктерге іргелес жатқан жерлерді кейде Сw аймақтары ретінде қарастырады. Бұл аймақтар тропикалық емес, субтропикалық екендігін көрсететін А-ны алмастырып отырған С болғанымен, дегенмен де, Сw климаты Аw-ның бір нұсқасы болып табылады. Оның бір айырмашылығы белгілі бір дәрежеде төменгі температуралардың болуында. Африка мен Оңтүстік Америкада, Сw климаттары Аw-ның биік таулы аймақтарының ұлғаюы болып табылады. Олар биік жерлерді алып жатқандықтан, олардың температуралары іргелес жатқан ылғалды және құрғақ тропиктерге қарағанда төмен. Үндістан мен Қытайда Сw аймақтары тропикалық муссон зонасының орташа ендікті ұлғаюы болып табылады. Кейбір жағдайларда, әсіресе, Үндістанда Сw аймақтары болмашы ғана полюске бағыттталып, А климаттарынан төмен қыстық температураны көрсетеді.

✓ 15.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Тропикалық жаңбырлы ормандар қарапайым орташа ендікті орманнан несімен ерекшеленеді?
- 2 Ылғалды тропиктерге тән келесі сипаттамалардың әрқайсысын түсіндіріңіз:
 - a. Климат 1000 метрден төмен биіктікпен шектелген.
 - ә. Орташа айлық және жылдық температуралары жоғары және жылдық температура амплитудасы төмен.
 - б. Климат жыл бойы жаңбырлы немесе шамамен солай.
- 3 Аw климатын Af және Атклиматтарынан ажырататын басты фактор не?
- 4 Тропикалық ылғалды және құрғақ (Аw) климаттарының басқаша атауы қандай?
- 5 ІТКЗ мен субтропикалық антициклонның Аw климатындағы жылдық жауын-шашынның үлестіріміне ықпалын сипаттаңыз.

15.4 Құрғақ климаттар

Төменгі және орташа ендіктегі құрғақ климаттарды салыстырыңыз.

Құрғақ аймақтар дүниежүзінің 42 миллион шаршы шақырым көлемін алып жатыр немесе басқаша айтқанда Жер құрлығының 30 пайызын құрайды. Ешбір климаттық топ осынша мол ауқымды алып жатқан жоқ (15.11-сурет).

Құрғақ климаттардың ерекшелігі болмашы жылдық жауын-шашын көлемі мен оның түсуіне қатысты сенімсіздіктің болуында жатыр. Жалпы, орташа жылдық жауын-шашын мөлшері аз болған сайын, оның өзгеру қабілеті соншалықты жоғары. Нәтижесінде, жылдық жауын-шашын мөлшерінің орташа көрсеткіштері жиі дұрыс болмайды.



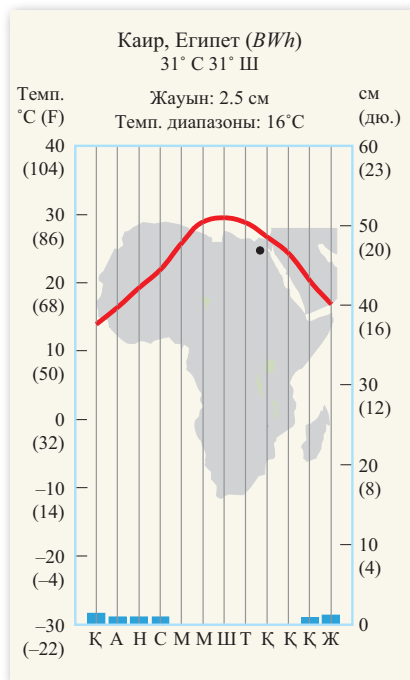
Мәселен, бір 7 жылдық мерзім ішінде Перудегі Трухильода орташа жауын-шашын көлемі жылына 6.1 сантиметр болған. Зерттеп қарасақ, алғашқы 6 жыл 11 ай ішінде бекет болар-болмас 3.5 сантиметр жауын-шашын тіркеген (орташа жылдық көрсеткіш 0.5 сантиметрден сәл көбірек). Кейін 7 жылдың 12 айы ішінде 39 сантиметр, ал 3 күн көлемінде 23 сантиметр жауын жауған.

Бұл экстремалды жағдай көптеген құрғақ аймақтардағы жауын-шашынның тұрақсыз екендігін көрсетеді. Сонымен бірге, жауын-шашынның жалпы көлемінің орташа көрсеткіштен төмен кездері жоғары болған кездерінен көбірек жылдар тіркелген. Жоғарыда тоқталған мысал көрсеткендей, кездейсоқ ылғалды кезеңдер орташа көрсеткішті көтеруге бейім келеді. Осы аймақтардың көп бөлігі белгісіз жауын-шашын көлеміне бейімделген шөлді көтере алатын өсімдіктерге ие.

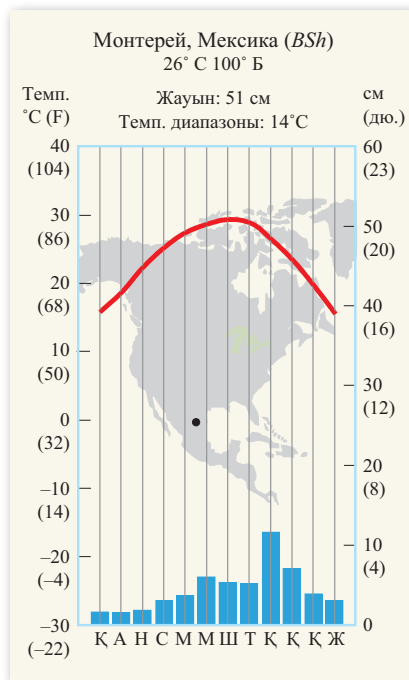
«Құрғақшылық» деген нені білдіреді?

Кез келген құрғақшылық *су тапшылығын* білдіреді. Осылайша, климатологтар **құрғақ климатты** *жылдық жауын-шашын көлемі булануға жұмсалған ықтимал су көрсеткішінен төмен* климат ретінде сипаттайды. Демек, құрғақшылық тек қана жылдық жауын-шашын көлеміне қатысты емес. Ол, сонымен бірге, су функциясы; өз кезегінде ол температураға тығыз байланысты. Температура көтерілген сайын, ықтималды булану көлемі де арта түседі.

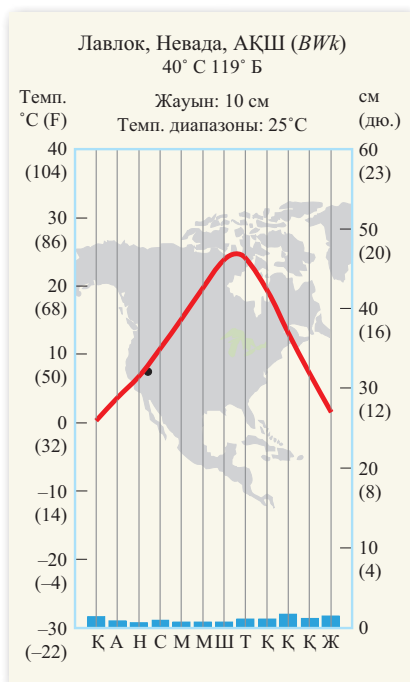
Мәселен, 25 сантиметрлі жауын-шашын солтүстік Скандинавиядағы ормандарды сақтау үшін жеткілікті болуы мүмкін; бұл жерде булану үдерісі салқын, ылғалды ауа да аз мөлшерде жүріп, артылған су топырақта сақталады. Алайда, Невада немесе Иранда түскен дәл осындай көлемдегі жауын кейбір ғана өсімдіктер шоғырын сақтай алады, себебі, ыстық, құрғақ ауада булану үдерісі қарқынды жүреді. Демек, нақты бір жауын-шашын көлемі құрғақ климатты анықтай алмайтындығы анық нәрсе.



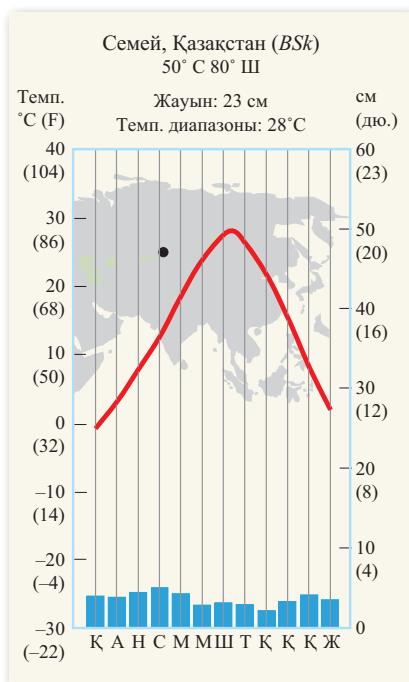
А.



Ә.



Б.



В.

▲ 15.12-сурет. Климаттық диаграммаларда құрғақ және жартылай құрғақ аймақтар көрсетілген. Каир мен Лавлок шөл ретінде, ал Монтерей мен Семей дала ретінде жіктелген. А мен Ә аймақтары субтропикте, ал Б мен В ортаеңдікте орналасқан.

Құрғақ және ылғалды климаттар арасындағы шекараны орнату үшін, Кёппен бойынша топтастыру жүйесі 3 өзгермелі көрсеткіштерді қолданады: (1) орташа жылдық жауын-шашын көлемі, (2) орташа жылдық температура, (3) жауын-шашынның маусымдық үлестірімі.

Орташа жылдық жауын-шашынның қолданылуы түсінікті нәрсе. Ал орташа жылдық температураның қолданылу себебі оның булану үдерісінің индексі болуында жатыр; ылғалдылық пен құрғақтық шекарасын анықтайтын жауын-шашын көлемі орташа жылдық температура жоғары болған сайын көп, ал температура төмендеген сайын аз болады. Үшінші өзгермелі көрсеткіш – жауын-шашынның маусымдық үлестірімі де осы идеяға негізделген. Егер жаңбыр ең жылы айларда суық айларға қарағанда көбірек шоғырланса, булану үдерісі қарқынды жүреді. Демек, В климаттарындағы әртүрлі бекеттерден алынған жауын-шашын көлемінде айтарлықтай айырмашылықтар бар.

15.4-кесте осы айырмашылықтарды жинақтайды. Мәселен, егер жылдық орташа көрсеткіші 20°C және де жазғы жаңбырлы маусымда («құрғақ қыс») жылына 680 миллиметрден төмен жауын-шашын түсетін бекет *құрғақ* ретінде қарастырылады. Егер де жаңбыр көбіне қыс мезгілінде түсетін болса («құрғақ жаз»), бекетте не бары 400 миллиметр немесе одан жоғары жауын түскен жағдайда, оны «ылғалдылар» қатарына жатқызу қажет. Егер де жауын-шашын барынша бірдей үлестірілсе, ылғалдылық пен құрғақтық шекарасын анықтайтын көрсеткіш екеуінің арасында жатады.

Жалпы су тапшылығы арқылы ажыратылатын аймақтар арасында екі климаттық типтер бар: **қуаң** немесе **шөл (BW)** және **жартылайқуаң** немесе **дала (BS)**.

15.4-кесте. | Құрғақ-ылғалды шекарадағы орташа жылдық жауын мөлшері

Орташа жылдық жауын мөлшері (мм)			
Орташа жылдық температура (°C)	Орташа жылдық температура (°C)	Орташа жылдық температура (°C)	Орташа жылдық температура (°C)
5	5	5	5
10	10	10	10
15	15	15	15
20	20	20	20
25	25	25	25
30	30	30	30

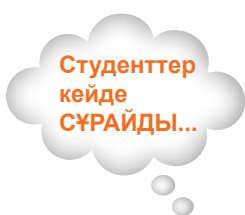
15.12-сурет екі типке жататын климаттардың диаграммасын ұсынады. А және Ә бекеттері субтропиктерде, ал Б және В орташа ендіктерде жатыр. Шөлдер мен далалықтардың көптеген ұқсас қырлары бар, олардың басты айырмашылығы температурасында жатыр. Жартылай қуаң климат түрі қуаң жерлерге қарағанда ылғалдырақ және шөлдерді айнала қоршап жатқан өтпелі зоналарды алып жатыр, ол шөлдерді іргелес жатқан ылғалды климаттардан бөліп тұрады. Қуаң және жартылай қуаң климаттардың шекарасы құрғақ аймақтарды ылғалды аймақтардан бөле отырып, әдетте жылдық жауын-шашынның жартысына тең келеді. Демек, егер ылғалды-құрғақты шекара 40 сантиметр жауын шашын көлемін көрсетсе, дала-шөл шекарасы 20 сантиметр болады.

Субтропикалық шөл (BWh) мен дала (BSh)

Төменгі ендіктегі құрғақ климаттардың жүрегі Шаян тропигі мен Тауешкі тропигі төңірегінде орналасқан. 15.11-суретінен Солтүстік Африканың Атлантикалық жағалауынан

Үндістанның солтүстік-батыс бөлігінің құрғақ жерлеріне дейін созылған 9300 шақырым территорияны алып жатқан біркелкі шөл даласын көруге болады. Алып жатқан осынша ауқымды аймаққа қоса, солтүстік жарты шарда орналасқан солтүстік Мексико мен АҚШ-тың оңтүстік-батысында да алдыңғысынан біршама кішірек субтропикалық шөл (ӘWh) пен дала (ӘSh) жатыр. Оңтүстік жарты шарда Австралияның көп бөлігін құрғақ климаттар жайлаған. Бұл континенттің шамамен 40 пайызын шөл құрайды, ал қалған бөлігін далалық жерлер алып жатыр.

Бұған қоса, қуаң және жартылай қуаң аймақтар солтүстік Африкада да бар, ал жағалаудағы Чили мен Перуде аз-ақ қана территорияны алып жатыр. Осы құрғақ субтропикалық климаттың үлестірімі субтропикалық антициклондардың төмендеуі мен олардың айқын тұрақтылығының салдары болып отыр.



Мен бір жерден шөлді жерлер ұлғайып келеді дегенді естідім. Шын мәнінде солай ма?

Ия. Бұл үдеріс *шөлейттену* деп аталады, осы термин, адамдардың іс-әрекеттерінің нәтижесінде жердің шөлге ұқсас жағдайларға өзгеруіне қатысты қолданылады. Әдетте, бұл шөлді аймақтарда орын алады және ол негізінде маргиналды жерлерде сирек табиғи өсімдіктерді жоятын шамадан тыс жер жырту мен мал жаю салдарынан туындайды. Осы өтпелі

зоналарда болатын қуаңшылық кезінде жерді эрозияға қарсы ұстап тұратын өсімдік жамылғысы минимумға жеткенде, бүліну қайтымсыз болады. Шөлейттену көптеген жерлерде орын алуда, әсіресе Сахара шөлінің оңтүстік бөлігіндегі Сахель ретінде белгілі аймақта ұлғайып келеді.

Жауын-шашын. Субтропикалық шөлдер арасында болмашы жауын-шашын сирек, әрі тұрақсыз. Шын мәнісінде, субтропикалық шөлдерде маусымдық жауын-шашынның барынша толық сипатталған үлгісі жоқ. Бұның себебі, бұл аймақтардың ІТКЗ-ның ықпалына түсуге полюстен тым алыс, ал орташа ендіктегі фронталды және циклондық жауын-шашынға жетуге экватордан тым шалғай орналасуында.

Тіпті жаз мезгілінде, күндізгі қызу қоршаған ортада биіктікпен температураның тік құлауын және айтарлықтай конвекцияны тудырған кезде, ашық аспан әлі де басымдылық танытады. Мұндай жағдайда, биіктікте шөгу құрамында болар-болмас ылғалы бар төменгі ауаның конденсация деңгейіне өтетіндей жоғары көтерілуінің алдын алады.

Шөлді айнала қоршап жатқан жартылай қуаң өтпелі белдеулердегі жағдай өзгеше. Бұл жерде маусымдық жауын-шашын үлгісі жақсырақ анықталып, өсімдіктердің көбірек өсуіне жағдай жасайды. **15.5-кестеле** Дакарға қатысты берілген дерекқорда көрсетілгендей, төменгі ендіктегі шөлдердің экватор жағында орналасқан бекеттерінде ІТКЗ полюстен тым алыс болған кезде, жазда салыстырмалы түрде алғанда, қысқа мерзімді қатты жауын-шашын түседі. Жауын-шашынның түсу тәртібі іргелес жатқан ылғалды және құрғақ тропиктерге ұқсас болуы мүмкін, бірақ оның көлемі азырақ және құрғақшылық кезеңі ұзаққа созылады.

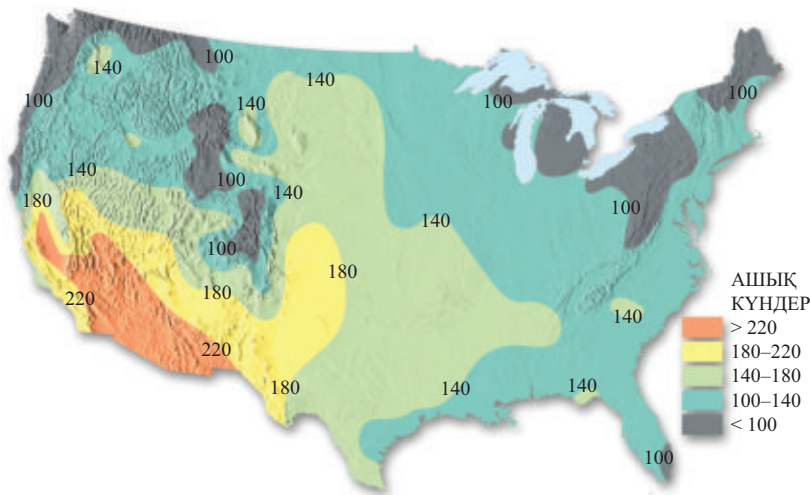
Субтропикалық шөлдердегі полюске қарай орналасқан шекаралардағы далалық аймақтар үшін жауын-шашын тәртібі толығымен өзгеріске ұшырайды. Марракешке берілген дерекқор (15.5-кесте) шамамен барлық жауын-шашын түскен кезде салқын маусым болатынын көрсетеді. Жылдың осы уақытында орташа ендіктегі циклондар жиі экваторға бағытталып, өзімен бірге кездейсоқ жауын-шашын әкеледі.

15.5-кесте. Субтропикалық дала мен шөл аймақтары үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Маракетч, Морокко, 31° 37 N; 458 м													
Темп. (°C)	11.5	13.4	16.1	18.6	21.3	24.8	28.7	28.7	25.4	21.2	16.5	12.5	19.9
Жауын (мм)	28	28	33	30	18	8	3	3	10	20	28	33	242
Дакар, Синегал, 14° 44 N; 23 м													
Темп. (°C)	21.1	20.4	20.9	21.7	23.0	26.0	27.3	27.3	27.5	27.5	26.0	25.2	24.49
Жауын (мм)	0	2	0	0	1	15	88	249	163	49	5	6	578
Элис-Спрингс, Австралия, 23° 38 S; 570 м													
Темп. (°C)	28.6	27.8	24.7	19.7	15.3	12.2	11.7	14.4	18.3	22.8	25.8	27.8	20.8
Жауын (мм)	43	33	28	10	15	13	8	8	8	18	30	38	252

Температура. Шөлдердегі температураны түсінудің жолы ылғалдылық пен бұлттылық. Бұлтсыз ашық аспан және төменгі ылғалдылық күнмен сәулеленудің басым бөлігінің күндіз жерге жетуіне жағдай жасап, түнде жермен сәулеленудің шығуына көмектеседі. Салыстырмалы ылғалдылық жыл бойы төмен болады. Ол шамамен ішкі аймақтар үшін әдеткі түс мезгілінде 10 және 30 пайызды құрайды.

Шөлдердегі аспан әрдайым ашық деуге болады (**15.13-сурет**). Мексикадағы Соноран шөлінде және оңтүстік-батыс АҚШ-та, мәселен, көптеген бекеттерде шамамен ықтимал күн сәулесінің 85 пайызы түседі. Юма, Аризонада жылға шаққанда орташа 91 пайыз болса, қаңтарда ең төмен 83 пайызды, ал маусымда ең көп 98 пайызды көрсетеді. Сахарада қыста бұлттылық 10 пайызды құраса, жазда болмашы 3 пайызды көрсетеді.



▲ **15.13-сурет. Ашық күндердің орташа жылдық саны.** Кейбіреулерін қоспағанда, әдетте шөлдің аспаны бұлтсыз болатындықтан, ықтимал күн сәулесінің өте жағары пайызын алады. Ол Қ.Ш.-тағы Оңтүстік-батыс шөлінде анық көрсетілген.

Биік жерлер мен ауа температураларына жағдай жасайтын фактор инсоляциядан бөлінген аз ғана энергияның булануға кетуі. Осылайша, барлық дерлік энергия жер бедерін қыздыруға жұмсалады. Керісінше, ылғалды аймақтарына мұндай қызу жер мен ауа температурасы жат болғандықтан, күн сәулеленуінен алынған энергияның көбі суды буландыруға және аз бөлігі жерді қыздыруға жұмсалады.

Түнде әдетте температура күрт төмендейді, себебі, ауадағы су буы айтарлықтай аз. Дегенмен де, жер бетінің температурасы да фактор болып табылады. 2-тарауда баяндалған сәулелену үдерісін еске түсірсек, сәулеленетін дененің температурасы жоғары болған сайын, дене жылуды соншалықты тез жоғалтады. Осылайша, шөлді аймақтар күндіз тез қызып қана қоймай, түнде тез суытады.

Нәтижесінде, ішкі құрлықтағы төменгі ендіктегі шөлдер күндіз Жер бетіндегі ең жоғары температураны көрсетеді. Күндізгі температура амплитудасы 15°-тен 25°C аралында болуы әдеткі көрсеткіш, ал кей кездері олар ең жоғары нәтижелелерді көрсетеді. Ең жоғары күндізгі температура Алжирдегі Ин Сала мен Сахарада тіркелген. 1927 жылы 13 қазанда бұл бекет 24 сағат бойы 55.5°C көрсетіп, 52.2°-тен 3.3°C аралығында ауытқыды.

ӨWh мен ƏSh аймақтардың басым бөлігі А климаттарының полюске қарай бағытталған жерінде орналасқандықтан, жылдық температура амплитудасы тропикалық ендіктердегі басқа климаттар арасында ең жоғары келеді. Күн төмен тұрған кезде, тропиктердің өзге бөліктерінде температура орташа алғанда төмен болады. Орташа айлық көрсеткіші 16°-тан 24°C аралығында. Бұл әдеттегі көрсеткіш. Өлі де жаз мезгілінде температуралар ылғалды тропиктерге қарағанда жоғары. Нәтижесінде, көптеген субтропикалық шөлдер мен далалықтардағы бекеттерде жылдық орташа көрсеткіш А климаттарына ұқсас.

Батыс жағалаудағы субтропикалық шөлдер

7-тарауда айтылғандай, субтропикалық шөлдер құрлықтың батыс жағалауы бойында орналасқан жерлерде суық теңіз ағымдары климатқа маңызды ықпал етеді. Батыс жағалаудағы негізгі шөлдер Оңтүстік Америкадағы Атакама мен оңтүстік және оңтүстік-батыс Африкадағы Намиб. Басқа шөл аймақтар – төменгі Калифорниядағы Соноран шөлі мен солтүстік-батыс Африкадағы Сахараның жағалаулары.

Шөлдердің түрлері. Батыс жағалаудағы субтропикалық шөлдер бізге таныс субтропикалық шөлдердің кәдімгі көрінісінен айтарлықтай өзгеше. Суық ағымның ең айқын әсері – төмендеген температура. Мысал ретінде, Перудегі Лима мен Оңтүстік Африкадағы Порт Ноллозға берілген деректерді айтуға болады (**15.6-кесте**).

15.6-кесте. Батыс жағалаудағы тропикалық шөл аймақтары үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Порт Ноллис, Оңтүстік Африка, 29° 14 S; 7 м													
Темп. (°C)	15	16	15	14	14	13	12	12	13	13	15	15	14
Жауын (мм)	2.5	2.5	5.1	5.1	10.2	7.6	10.2	7.6	5.1	2.5	2.5	2.5	63.4
Лима, Перу, 12° 02 S; 155 м													
Темп. (°C)	22	23	23	21	19	17	16	16	16	17	19	21	19
Жауын (мм)	2.5	Т	Т	Т	5.1	5.1	7.6	7.6	7.6	2.5	2.5	Т	40.5

Ұқсас ендіктердегі басқа бекеттермен салыстырғанда, бұл жерлерге төмен жылдық орташа температура мен баяу жылдық және күндік амплитуда тән. Мәселен, Порт Ноллозда жылдық орташа көрсеткіш небәрі 14°C және жылдық амплитуда 4°C. Оңтүстік Африкаға қарама-қарсы бетіндегі Дурбанмен салыстырғанда, бұл жерде жылдық орташа көрсеткіш 20°C болса, жылдық амплитуда екі есе көп.

Бұл бекеттер теңізге іргелес жатқандығына қарамастан, олардың жылдық жауын-шашын көлемі дүниежүзі бойынша ең төмен саналады. Бұл жағалаулардың қуаңшылығы арта түседі, себебі, төменгі ауа суық оффшорлық сумен салқындайды, кейін тұрақтанады. Бұған қоса, суық ағымдар жиі температуралардың конденсация нүктесіне жетуіне себепкер болады. Нәтижесінде, бұл аймақтар салыстырмалы жоғары ылғалдылық пен адвективті тұман мен көп қабатты қалың бұлттармен сипатталады.

Барлық субтропикалық шөлдерде ашық күн, ыстық жерлерінде төмен ылғалдылық пен бұлтсыз аспан бола береді деген сөз емес. Шын мәнісінде, суық ағымдардың болуы батыс жағалаудағы субтропикалық шөлдердің салыстырмалы түрде салқын, ылғалды, жиі төменгі бұлттар немесе тұманмен қоршалған аймақтар болуына жағдай жасайды.

Чилидің Атакама шөлі: ең құрғақ шөл. Солтүстік Чилидің шамамен 1000 шақырымын алып жатқан Атакама шөлі батыста Тынық мұхиты мен шығысында биік шыңды Анд таулары арасында жатыр (15.11-суретті қараңыз). Бұл қуаңшылық зонасы ішкі құрлыққа 50-ден 80 шақырым қашықтықта еніп жатыр. Атакама не бары 160 шақырым ауданды алып жатыр.

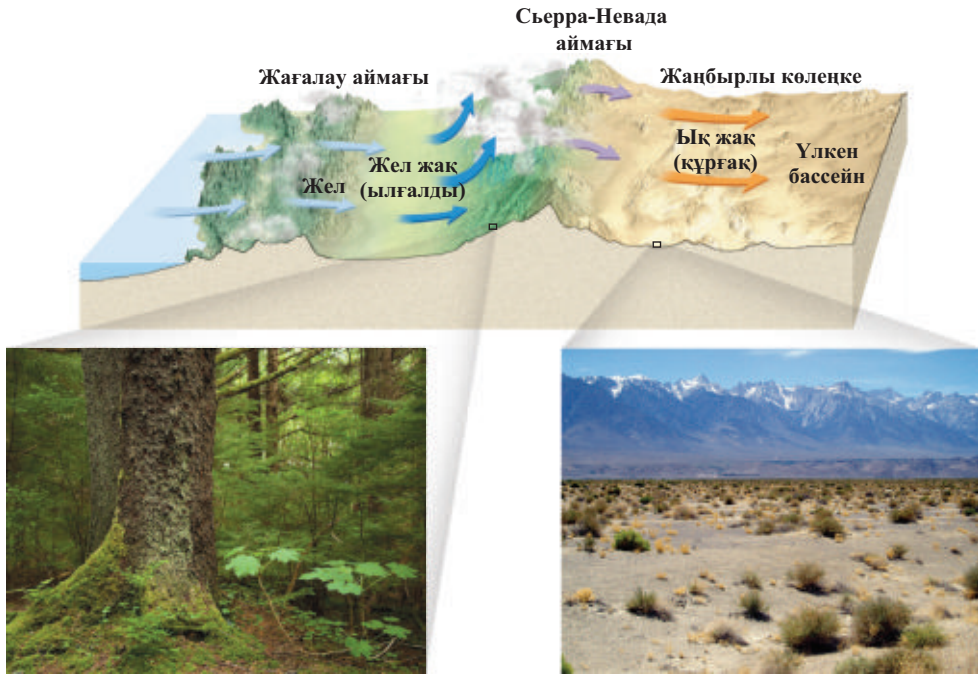
Атакама дүниежүзіндегі ең құрғақ шөл болып саналады. Көптеген жерлерде елеулі жауын небәрі арасына бірнеше жыл салып келеді. Атакаманың ең ылғалды жерлеріндегі орташа жауын-шашынның көлемі жылына 3 миллиметрден аспайды. Чилидің Перумен шектескен тұсына жақын жағалаудағы қала Арикада орташа жылдық жауын-шашын болар-болмас 0.5 миллиметрге тең. Одан ары ішкі құрлыққа қарай орналасқан бірнеше бекеттерде *мүлдем* жауын-шашын байқалмайды.

Неліктен дәл осы жер соншалықты құрғақ? Біріншіден, аймақтың құрғақ болуы – жоғары қысымның жартылай тұрақты ошағы себебінен туындаған тұрақталушы ауаның Оңтүстік Тынық мұхитының шығысында (7.10-суретті қараңыз) үстемдік етуі. Екіншіден, суық Перу Ағымы жағалау бойымен солтүстікке қарай соғып, қуаңшылыққа жағдай жасайды, себебі, ол төменгі атмосфераны салқындатып, тұрақтандырады (7.21-суретті қараңыз). Атакаманың ерекше қуаңшылығын арттыратын үшінші фактор – Анд тауларының шығыстан келетін ылғалды ауаның енуінен Тынық мұхитының жағалауын қорғап тұруы.

Басқа да батыс жағалаудағы субтропикалық шөлдер тәрізді Атакама салыстырмалы түрде салқын жер, бұл жерде тұманның адвекциясы қалыпты жағдай. Екі құбылыс та суық Перу ағымына қатысты. *Жеңіл тұман* аталатын тұманның түрі ылғал ауаның суық ағым бойымен қозғалысы барысында қалыптасады және өзінің конденсация нүктесінен төмен салқындайды.

Орташа ендікті шөлдер (BWk) мен далалықтар (BSk)

Төменгі ендіктегілерге қарағанда, орташа ендіктегі шөлдер мен далалықтар субтропикалық антициклонның тұрақталушы ауа массалары арқылы басқарылмайды. Оның орнына, бұл құрғақ жерлердің болуының басты себебі – олардың ауқымды құрлықтың терең қойнауында орналасуында және негізгі ылғалдылық қоры саналатын теңіздерден шалғай жатуында. Бұған қоса, басым желдің жүру жолы бойында биік таулардың болуы бұл аймақтарды су сақтағыш теңіз ауа массаларынан бөліп отырады (**15.14-сурет**). Солтүстік Америкадағы жағажай жоталары, Сьерра-Невада және Каскадтар алдыңғы қатарлы тосқауылдар болып отыр; Азияда Гималай жоталары жаз мезгілінде Үндістан мұхитынан соғатын ылғалды ауасы бар муссонды ішкі құрлыққа тереңдеп енуіне жол бермейді.



А. Орографиялық жоғарылау жел жақ беткейде жауынның болуына ықпал етеді.

Ә. Сол уақыт аралығында, ауа таудың ық жағына жетіп, ылғалдың көбі жоғалып кетеді. Ұлы Бассейн шөлі – жаңбырлы көлеңке шөлі, ол бүкіл Невада мен оған іргелес елдердің бөліктерін қамтиды.

▲ **15.14-сурет. Жаңбырлы көлеңке шөлі.** Таулар жаңбырлы көлеңкені тудыру арқылы орта ендіктің шөлдері мен далаларының құрғақ болуына жиі әсер етеді. А. Орографиялық жоғарылау жел жақ беткейде жауынның болуына ықпал етеді. Сол уақыт аралығында, ауа таудың ық жағына жетіп, ылғалдың көбі жоғалып кетеді. Ә. Ұлы Бассейн шөлі – жаңбырлы көлеңке шөлі, ол бүкіл Невада мен оған іргелес елдердің бөліктерін қамтиды.

15.11-суретке назар салсаңыз, орташа ендікті шөл мен далалық климаттар Солтүстік Америка мен Еуразияда кеңінен таралған. Оңтүстік жарты шарда орташа ендікте ауқымды аймақтар тапшы, яғни BWk және BSk зоналары аз.

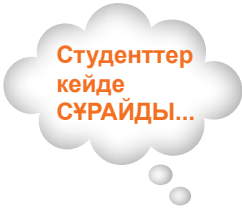
Субтропикалық шөлдер мен далалықтар тәрізді, орташа ендікті құрғақ аймақтарда болар-болмас, әрі тұрақсыз жауын-шашын байқалады. Төменгі ендіктегі құрғақ аймақтарға қарағанда, көбірек полюске қарай орналасқан бұл аймақтар қыста төменірек температураны көрсетіп, нәтижесінде, жылдық орташа көрсеткіші төмен, ал жылдық температура амплитудасы жоғары келеді.

15.7-кестеде көрсетілген дерекқор бұл жағдайды айқындап береді. Бұл мәліметтер, сонымен бірге, жауынның жылы айларда мол түсетінін көрсетеді. Барлық BWk және BSk бекеттері жазғы жауын-шашынның максимум көрсеткішін көрсетпесе де, көпшілігі максимумға жетіп жатады. Себебі, қыста жоғары қысым мен суық температура көтерілуге және жауын-шашынға қарсы тұрып, құрлықтарда үстемдік етеді.

Алайда, жазда бұлттың қалыптасуына және жауын-шашынға қолайлы жағдай туындайды; себебі, қызған континенттен антициклон жоғалып, жер бетінің жоғары температуралары мен араласу коэффициенті басым болады.

15.7-кесте. «Орта ендік» дала мен шөл аймақтары үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Улан-Батор, Монголия, 47° 55 N; 1311 м													
Темп. (°C)	-26	-21	-13	-1	6	14	16	14	9	-1	-13	-22	-3
Жауын(мм)	1	2	3	5	10	28	76	51	23	7	4	3	213
Денвер, Колорадо, 39° 32 N; 1588 м													
Темп. (°C)	0	1	4	9	14	20	24	23	18	12	5	2	11
Жауын(мм)	12	16	27	47	61	32	31	28	23	24	16	10	327

**Негізінен шөлдер құм төбелермен жабылған емес пе?**

Біз шөлді жылжымалы құм төбелерден тұрады деп елестетеміз. Құм кейбір шөлдерде жиналып, ерекше кескін қалыптастыратыны шындық. Бірақ, бір таңқаларлығы, құм үйінділері әлем бойынша жалпы шөлді аймақтың кішкентай пайызын ғана құрайды. Мысалы, Сахарада – әлемнің ең үлкен шөлінде – құм үйінділері оның *оннан бір* бөлігін ғана алып жатыр. Ең құмды шөл болып есептелетін Араб шөлінің үштен бірі құмнан тұрады.

✓ 15.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Құрғақшылық пен ылғалдылық шекарасын ажырататын жауын-шашын көлемі неліктен өзгермелі?
- 2 Құрғақ субтропикалық зоналардың (ӨWh және ӨSh) бар болуының басты себебі не?
- 3 Субтропикалық шөлдердегі жер мен ауа температураларының айтарлықтай жоғары көрсеткішке көтерілуі неліктен?
- 4 Орташа ендіктегі шөлдер мен далалықтардың пайда болуына жағдай жасайтын басты факторлар қандай?
- 5 Неліктен оңтүстік жарты шарда орташа ендіктегі шөл мен далалық аймақтар сирек кездеседі?

15.5 Жылы қыстары бар ылғалды орташа ендіктегі климаттар (C)

C климаттарының үш категориясын ажыратыңыз.

Көпшен бойынша топтастыруда ылғалды орташа ендіктегі климаттардың екі тобы берілген. Оның бірінде қыс мезгілі жылы (B климаттары), екіншісінде қыс қатты (Э климаттары). Келесі үш түр B-типіне жататын қысы жылы топқа жатады. **15.15-суретте** B климаттарының үш түріне арналған климат диаграммалары берілген.

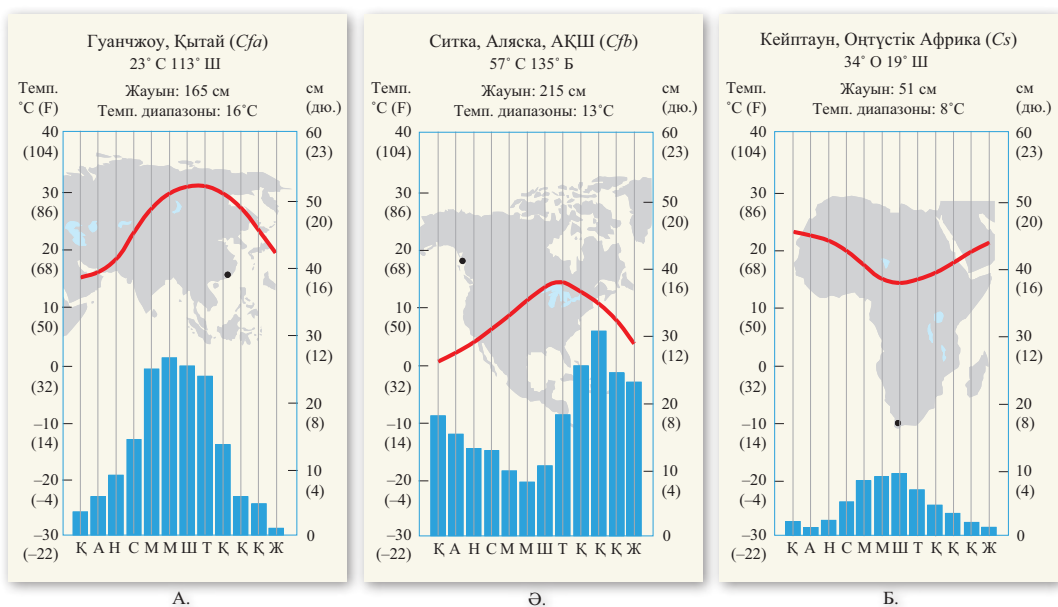
Ылғалды субтропикалық климат (Cfa)

Ылғалды субтропикалық климаттар құрлықтың шығыс бөлігінде 25°-тан 40° ендік диапазонында орналасқан. Олар АҚШ-тың оңтүстік-шығысы мен оған жақын жатқан аймақтарды алып жатыр: бүкіл Уругвай және Аргентинаның ауқымды бөлігі мен

Оңтүстік Америкадағы оңтүстік Бразилия, Азиядағы шығыс Қытай, оңтүстік Жапония, Австралияның шығыс жағалауы.

Жаз мезгілінде ылғалды тропиктерге келген саяхатшы жаңбырлы тропиктерге тән ыстық, тымырсық ауа райына куә болады. Температуралар әдетте ең төмені 30°C көрсеткенмен, түс мезгілінде термометр 30°C немесе тіпті 40°C температураға дейін жетуі таңқаларлық нәрсе емес. Турбуленттік араласу коэффициенті мен салыстырмалы ылғалдылық жоғары болғандықтан, түндері сәл жеңіл өтеді. Түсте немесе кешкі уақытта найзағайлы нөсер өтуі де мүмкін және де бұл аймақтарда мұндай нөсер жылына көбіне жаз мезгілінде 40 пен 100 күн аралығында жүреді.

Күндізгі Бфа аймақтарында тропикалық жазға тән ауа райы болуының басты себебі теңіз тропикалық ауа массалары ықпалының үстемдік етуі. Жаз айлары кезінде, бұл жылы, ылғалды, тұрақсыз ауа теңіз субтропикалық антициклонның батыс жағынан құрлыққа ене соғады.



▲ 15.15-сурет. С климатының мысалдары. А. Ылғалды Субтропик. Б. Құрғақ-жазды субтропик.

Теңіз тропикалық ауа (mT) қызған құрлық үстімен өтісімен, ол арта келе тұрақсыздана бастап, қалыпты конвективті нөсер мен найзағайлы жауынның артуына жол береді.

Жаз күзге алмасқан кезде, ылғалды субтропиктер өзінің жаңбырлы тропиктерге тән белгілерінен айрыла бастайды. Қыс жылы болғанына қарамастан, Бфа аймақтарының жоғары ендіктерінде және кейде тропикалық шекараларда қатқақты ауа райы қалыпты нәрсе. Қысқы жауын-шашын да өздігінше ерекше келеді. Кейбірі қар пішінінде түссе, ал көп бөлігі осы аймақтарды орап жатқан жиі орташа ендіктегі циклондардың фронттары бойымен туындайды. Жер беті теңіз ауасына қарағанда суығырақ болғандықтан, ауа полюске қарай қозғалып бара жатқан жерінде өзінің төменгі қабатында суыта бастайды. Нәтижесінде, конвективті нөсер сирек, ал тұрақтанған mT ауа массаларының бұлттар мен жауын-шашын тудыруы үшін мәжбүрлі түрде көтерілуі қажет.

15.8-кестеде екі ылғалды субтропикалық бекеттердегі Cfa климаттың жалпы ерекшеліктерін жинақтаған дереккөз берілген. Жылдық жауын-шашын әдетте 100 сантиметрден асып түседі және жауын жыл бойы жақсы үлестіріліп шығады. Қалыпты жағдайда жаз мезгілінде жауын-шашын ең көп түседі, бірақ бұл жерде елеулі құбылулар орын алады. Мәселен, АҚШ-та жауын-шашын Мексикалық шығанақ бойымен теңдей үлестіріледі. Бірақ бірі полюске қарай немесе құрғақ батыс шекараларға бағыт алған кезде, жазда жаңбыр көбірек жауады. Бірнеше жағалау бекеттерінде тропикалық циклон жүріп өткен кезде, жауын-шашын максимум көрсеткішті жаздың соңы немесе күзде көрсетеді. Азияда жақсы дамыған муссонды циркуляция жазғы жауын-шашын максимумына қолайлы жағдай жасайды (15.15(A)-суретінде Қытай бекетін қараңыз).

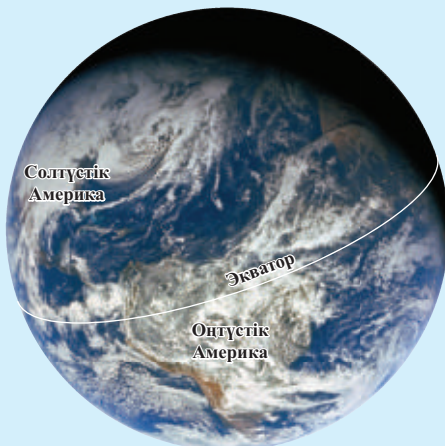
15.8-кесте. | Ұлғалды субтропикалық аймақ үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Жаңа Орлеан, Луизиана, 29° 59 N; 1 м													
Темп. (°C)	12	13	16	19	23	26	27	27	25	21	15	13	20
Жауын(мм)	98	101	136	116	111	113	171	136	128	72	85	104	1371
Бойнес-Айрес, Аргентина, 34° 35 S; 27 м													
Темп. (°C)	24	23	21	17	14	11	10	12	14	16	20	22	17
Жауын (мм)	104	82	122	90	79	68	61	68	80	100	90	83	1027

Климат дереккөрі жазғы температураның тропиктердегі температуралармен салыстыруға келетін ұғымдар екендігін және қысқы көрсеткіштердің елеулі төмендігін көрсетеді. Себебі, жоғары ендікте орналасқан субтропиктер Күн биіктігі мен күн ұзақтығына қатысты айтарлықтай құбылуларға ұшырайды, бұған қоса, қыс мезгіліндегі континенттік полярлы (cP) ауа массаларының кездейсоқ (тіпті жиі) енуі де бар.

15.1-атмосфераға шолу

Жердің бұл көрінісін 1968 жылы желтоқсанда *Аполло 8* ғарышкері ғарыштан түсірген. Суретте батыс Жарты Шары көрсетілген. Солтүстік Американы тығыз бұлт жапқан. Оңтүстік Американың да көп бөлігін қалың бұлт жапқан. Дегенмен, Оңтүстік Американың батыс бөлігінде бұлттар жоқ.



Сұрақтар

1. Оңтүстік Американың батыс жағалау бойындағы еңсіз, бұлтсыз шөл қалай аталады?
2. Мұхит ағыны осы шөлді аймақтың маңынан ағады. Ағынның аты қандай? Ол жылы ма әлде суық па?
3. Бұл шөлдің Тынық мұхитына жақын орналасуы қалай құрғақтығына қарай әсер етеді?
4. Бұл шөлдің Сахара мен Араб сияқты субтропикалық шөлдерден айырмашылығы неде? Осы шөлге ұқсас сипаттамалары бар басқа шөлді атаңыз.

Теңіз батыс жағалауы климаты (Cfb)

Құрлықтардың батыс (желге қарсы) жағында шамамен 40° -тан 65° -ке солтүстік және оңтүстік ендікте құрлыққа бағытталған теңіз ауа ағындары үстемдік еткен климат жатыр. Теңіз ауа массаларының басым болуы қысы жылы, ал жазы суық және жыл бойы мол жауын түсетіндігін білдіреді. Солтүстік Америкада бұл **теңіз батыс жағалауы климаты** (Bfb) АҚШ – Канада шекарасынан солтүстікке қарай тар белдеу тәрізді оңтүстік Аляскаға дейін жайылып жатыр (**15.16-сурет**).



▲ **15.16-сурет. Теңіз батыс жағалау климаты.** Тұман-Вашингтон, Олимпиада Ұлттық паркіндегі жартасты Тынық мұхит жағалауына ортақ болып табылады. Аты айтып тұрғандай, бұл климатқа мұхит қатты ықпал етеді, температураны жұмсартады және өсімдіктердің жайқалып өсуіне демеу болатын ылғалды қамтамасыз етеді.

Осыған ұқсас жіңішке қиық Оңтүстік Америкада Чили жағалауы бойында кездеседі. Екі жерде де биік таулар жағалауға параллель жатыр және теңіз климатының ішкі құрлыққа енуіне тосқауыл болып отыр. Bfb климатының ең ірі аймағы Еуропада орналасқан, бұл жерде Солтүстік Атлантикадан соққан салқын теңіз ауаларына кедергі болатын ешбір тау жоқ. Басқа жерлерге Жаңа Зеландияның көп бөлігі, Оңтүстік Африка мен Австралияның аз-ақ аймақтары жатады.

Теңіз батыс жағалауы бекеттерінің дерекқоры берілген **15.9-кесте** мен 15.15-сурет жазда ай сайын жауын-шашын түскеніне қарамастан, күтпеген құрғақшылықтың болатындығын көрсетеді. Жазғы жауын көлемінің қысқаруы теңіз субтропикалық антициклондарының полюске қарай көшуімен түсіндіріледі. Теңіз батыс жағалау климаты осы құрғақ антициклондардың ықпалына түсетіндей полюстен алшақ жатқанына қарамастан, олардың әсері жылы маусымдық жауын көлемінің азаюына ықпал етуге жеткілікті. Бұл 4(Ө)-суретте (4.4-мәліметтер кестесі) Квинолт Рейнджер мен Рейнер Парадайс бекеттеріне арналған екі жауын-шашын диаграммалары арқылы жақсы түсіндірілген.

15.9-кесте. Теңіз батыс жағалауы аймақтары үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Ванкувер, Британ Колумбиясы, 49° 11 N; 0 м													
Темп. (°C)	2	4	6	9	13	15	18	17	14	10	6	4	10
Жауын (мм)	139	121	96	60	48	51	26	36	56	117	142	156	1048
Лондон, Ұлыбритания, 51° 28 N; 5 м													
Темп. (°C)	4	4	7	9	12	16	18	17	15	11	7	5	10
Жауын (мм)	54	40	37	38	46	46	56	59	50	57	64	48	595

Лондон мен Ванкувердегі жауын-шашын көлемі салыстырылған дереккөз (15.9-кесте) жағалаудағы таулардың жылдық жауын-шашын мөлшеріне айтарлықтай ықпал ететіндігі айқын бейнеленген. Ванкуверде Лондонға қарағанда екі жарым есе артық жауын-шашын түскені берілген. Ванкуверде жауын-шашынның көп түсу себебі оның орографиялық биік жерде орналасуы ғана емес, сонымен бірге, таулардың циклондық дауылдардың өтуін баяулатып, олардың біраз кідіріп, мол жауынға итермелеуі жатыр.

Теңіз жақын орналасқан жерде қыс жылы, ал жазы салыстырмалы түрде салқын келеді. Сондықтан, төмен жылдық температура амплитудасы теңіз батыс жағалау климаттарына тән. Себебі, сР ауа массалары әдетте шығысқа қарай батыс желдерінің аймағында дрейфтейді. Солтүстік Американың батыс шекарасын жағалау мен сР ауа массаларының негізгі аймақтары арасында жатқан биік таулар ызғарлы құрлықтық ауаның басып енуінен қорғап жатыр, қысы қатал кезеңдер сирек орын алады. Еуропада мұндай тосқауыл болатын тау болмағандықтан, бұл аймақтарда суық ауа толқыны жиірек.

Теңіздің температураларды бақылауын температура градиенттері арқылы байқауға болады (бұл арақашықтық бірлігіне шаққандағы температурадағы өзгерістерді білдіреді). Бұл климат кең ендікті көлемді алып жатқанына қарамастан, температуралар солтүстік-оңтүстік бағытқа қарағанда ішкі құрлыққа енген кезде анағұрлым өзгеріске ұшырайды. Теңіздерден тасымалданатын жылулық күн энергиясын қабылдаудағы ендікті құбылу ординаторларына қарағанда көбірек. Мәселен, қаңтар мен шілдеде жағалаудағы Сиэтлден ішкі құрлықтағы Споканға дейін шамамен 375 шақырым аралықтағы температура өзгерісі Сиэтл мен Аляскадағы Джуно арасындағы көрсеткішке сәйкес келеді. Джуно шамамен 11° ендікте немесе Сиэтлден солтүстікке қарай 1200 шақырымда орналасқан.

Жазы құрғақ субтропикалық (Жерорта теңізі) климат (Csa, Csb)

Жазы құрғақ субтропикалық климат әдетте 30° және 45° ендіктері аралығында жатқан континенттердің батыс жағы бойымен орналасқан. Экваторға жақын жатқан субтропикалық далалықтар мен полюске жақын орналасқан теңіз батыс жағалауы климаты арасында орналасқан бұл климаттың түрі өздігінше өтпелі климат тәріздес. Қыста жауын-шашын көлемі максимумға жететін, жалғыз ылғалды климат болып табылады. Бұл оның аралық позициясын көрсетеді (15.15(Б)-суретті қараңыз).

Жазда бұл аймақта теңіз субтропикалық антициклондардың тұрақты шығыс жағы үстемдік етеді. Қыста жел мен қысым жүйелері Күннің артынша экваторға қарай бағыт алысымен, ол полярлы фронттардың циклондық дауылдары тізбегіне түседі. Осылайша, жыл бойы бұл аймақтар бірде құрғақ субтропиктердің күйін кешіп, кейде ылғалды орташа ендіктердің жағдайына ортақтасады. Өз кезегінде орташа ендіктегі өзгеру қабілеті қысқа тән болса, субтропикалық тұрақтылық жазды сипаттайды.

Теңіз батыс жағалау климаты жағдайында да, тау жоталары құрғақ жаздық субтропиктерді Солтүстік және Оңтүстік Америкадағы салыстырмалы түрдегі тар жағалау зонасына шектеп отырады. Австралия мен оңтүстік Африка құрғақ жаздық климаттары бар ендіктерге әрең жазылып жатқандықтан, бұл климат түрінің дамуы осы аймақтармен шектеледі.

Құрлықтар мен олардың тау жоталарының орналасуы себебінен, ішкі құрлықтағы даму тек Жерорта теңізі алабында жүзеге асады (**15.17-сурет**).



▲ **15.17-сурет. Италияның Таскана ауданы.** Құрғақ жазғы субтропикалық климат, әсіресе Жерорта теңізі аймақтарында жақсы дамыған.

Бұл жерде шөгу зонасы жаз мезгілінде шығыстан шалғай жазылып жатады; ал қыста теңіз циклондық ауытқулардың басты жолына айналады. Құрғақ жазғы климат бұл аймақта кеңінен таралғандықтан, синоним ретінде **Жерорта теңізі климаты** деп те аталады.

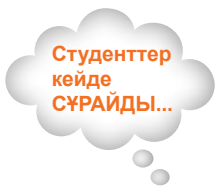
Температура. Жерорта теңізі климатының негізгі екі түрі ажыратылады және көбіне жазғы температураларға негізделеді. Салқын жазғы түріне (Csb) мысал болатын Сан-Франциско және Чилидегі Сантьяго (**15.10-кесте**) жағалау аймақтарына шектелген. Бұл жердегі салқын жазғы температуралар желге қарсы жаға бетінде орын алып, кейін салқын теңіз ағындарымен күшейе түседі.

Түркиядағы Измир мен Сакраменто қалаларына арналған дерекқор жылы жазғы климат түріне (Bsa) тән белгілерді сипаттайды. Екі жерде де қысқы температуралар Bsb түрінен қатты өзгеше емес. Бірақ, Калифорнияның орталық алаңындағы сакраменто қаласы жағадан алшақтатылып, Измир болса, Жерорта теңізінің жылы суларымен шектесіп жатыр; демек, жазғы температуралар бұл аймақтарда анағұрлым жоғарырақ. Нәтижесінде, жылдық температура амплитудасы да Bsa аймақтарында жоғары болады.

15.10-кесте. Құрғақ жазғы субтропикалық аймақтар үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Сан-Франциско, Калифорния, 37° 37 N; 5 м													
Темп. (°C)	9	11	12	13	15	16	17	17	18	16	13	10	14
Жауын (мм)	102	88	68	33	12	3	0	1	5	19	40	104	475
Сакраменто, Калифорния, 38° 35 N; 13 м													
Темп. (°C)	8	10	12	16	19	22	25	24	23	18	12	9	17
Жауын (мм)	81	76	60	36	15	3	0	1	5	20	37	82	416
Измир, Түркия, 38° 26 N; 25 м													
Темп. (°C)	9	9	11	15	20	25	28	27	23	19	14	10	18
Жауын (мм)	141	100	72	43	39	8	3	3	11	41	93	141	695
Сантьяго, Чили, 33° 27 S; 512 м													
Темп. (°C)	19	19	17	13	11	8	8	9	11	13	16	19	14
Жауын (мм)	3	3	5	13	64	84	76	56	30	13	8	5	360

Жауын-шашын. Құрғақ жазғы субтропиктер арасындағы жылдық жауын-шашын шамамен 40 және 80 сантиметр аралығында түседі. Көптеген жерлерде мұндай мөлшер бекеттің жартылай қуаң климат түріне жатқызуға тым жақын екендігін білдіреді. Нәтижесінде, көптеген климатологтар құрғақ жазғы климаттарды ылғалдың орнына жартылай ылғалды деп атауды дұрыс деп есептейді. Бұл, әсіресе, экваторға жақын жатқан шекараларға сай келеді, себебі, жауын көлемі полюстік бағытқа қарай арта түседі. Лос-Анджелесте, мәселен, жыл сайын жауын-шашын 38 сантиметр түседі, ал солтүстікке қарай 400 шақырымда жатқан Сан-Францискода бұл көрсеткіш 51 сантиметрге тең. Одан ары солтүстікке қарай орналасқан Ореганодағы Портланд қаласында жылдық жауын-шашын мөлшері 90 сантиметрден асады.

**Бір климаттың басқасынан топырақ айырмашылығы бар ма?**

Әрине. Климат топырақтың қалыптасуына әсер ететін ең маңызды фактордың бірі. Температура мен жауынның құбылмалдылығы, топырақтың қалыптасуының деңгейі мен тереңдігіне әсер ететін үгілу түрін анықтайды. Мысалы, ыстық, ылғалды климат химиялық үгілген топырақтың қалың қабатын қалыптастырады, сондай уақыт мөлшерінде суық, құрғақ климат механикалық үгілген балшықтың жұқа ішкі қабатын қалыптастырады. Сонымен қатар, жауын топырақтан ағып кететін әртүрлі материалдардың дәрежесіне ықпал етеді, осылайша топырақтың құнарлылығына әсер етеді. Сайып келгенде, климат – өсімдік пен жануардың өмір сүру типтеріндегі маңызды реттеуші, ол өз кезегінде қалыптасатын топырақтың сипатына әсер етеді.

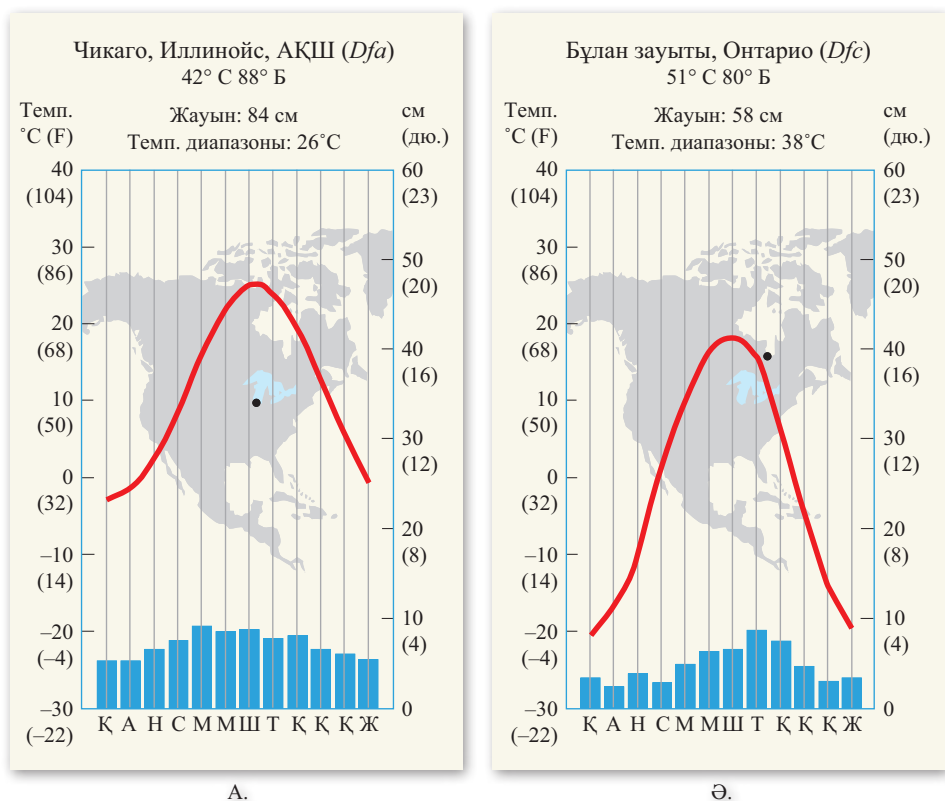
✓ 15.5 Бақылау сұрақтары

- 1 ылғалды субтропиктердегі (Бфа) жазғы және қысқы жауын-шашын арасындағы айырмашылықтарды сипаттап, түсіндіріп беріңіз.
- 2 Неліктен Солтүстік және Оңтүстік Америкада теңіз батыс жағалауы климаты (Бfb) не бары құрлықтың тар алқаптарын ғана алып жатса, Батыс Еуропада кеңінен жазылып жатыр?
- 3 Температура градиенттері (солтүстік-оңтүстік шығыс-батысқа қарсы) Солтүстік Американың батыс жағалауы бойымен қатты теңіз ықпалын қалай анықтайды?
- 4 Құрғақ жазғы субтропикалық климаттарының басқа атауы қандай?
- 5 Неліктен Сан-Францискодағы жазғы температура Сакраменто қаласына қарағанда салқынырақ (15.10-кесте)?

15.6 Қысы қатты ылғалды континенттік климаттар (D)

В климаттарына жататын екі категорияның ерекшеліктерін жинап қорытыңыз.

Б климаттарының жоғарыда айтылғандай қыстары жылы. Керісінше, В климаттарының қысы қатты. Бұл бөлімде В климаттарының ылғалды континенттік және субарктикалық атты екі түрі туралы сөз қозғалады. Бұл аймақтардың климат диаграммалары **15.18-суретте** көрсетілген.



▲ **15.18-сурет. Климатының мысалдары.** Бұл категориядағы климат Солтүстік жарты шардың орта және жоғары ендіктеріндегі үлкен құрлықтың ішкі бөлігімен байланысты. Чикагоның ылғалды континенттік (Dfa) климатында қыс қатты болғанымен, Бұлан Зауытының субарктикалық қоршаған ортасы (Dfc) одан да суық болады.

Бұл климат аймағында полярлы фронт үстемдік етеді және осылайша, бұл аймақ тропикалық және полярлық ауа массаларының ұрыс алаңына айналады. Ешбір басқа климатта осыншалықты мерзімсіз қатты өзгерістерге ұшырайтын ауа райы жоқ. Суық, ыстық ауа толқындары, құрғақшылық, қарлы ұйытқыма және қатты нөсер ылғалды континенттік аймақтағы жыл сайын орын алатын құбылыстар. Құрғақшылық жөнінде көбірек білу үшін **15.2-мәліметтер жинағын** қараңыз.

Ылғалды континенттік климат (Dfa)

Ылғалды континенттік климат (Dfa) аты айтып тұрғандай, құрлықпен басқарылатын климат. Ол орташа ендіктерде жатқан кең континенттердің «өнімі». Континенттілік басты белгісі болғандықтан, бұл климат орташа ендікті зонада теңіз үстемдік ететін оңтүстік жарты шарда болмайды. Оның орнына, ол орталық және шығыс Солтүстік Америка мен солтүстікке қарай 40°-тан 50° ендік диапазонында жатқан Еуразиямен шектеледі.

Бір қарағанда континенттік климаттың шығыс бағытта теңіздің шектеріне дейін жайылып жатуы қызық көрінуі мүмкін. Дегенмен де, 7-тараудағы басым атмосфералық циркуляция батыстан келетінін еске түсірсек, сондай терең, үздіксіз теңіз ауасының шығыстан енуі күмән тудырады.

Температура. Қыс пен жазғы температулар Dfa климаттарында салыстырмалы түрде ауыр. Осылайша, жылдық температура амплитудасы жоғары келеді. **15.11-кестеле** берілген бекеттердің салыстырылуы мұны дәлелдейді. Шілденің орташа көрсеткіші әдетте шамамен 20°C-қа жақын және одан жоғары болады. Жазғы температуралардың солтүстіктен оңтүстікке қарағанда төмен болатынына қарамастан айтарлықтай айырмашылығы болмайды. Бұл **15.19-суретте** шығыс АҚШ-тағы температура үлестірім картасында бейнеленген.

15.11-кесте. Ылғалды континенттік аймақтар үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Омаха, Небраска, 41° 18 N; 330 м													
Темп. (°C)	-6	-4	3	11	17	22	25	24	19	12	4	-3	10
Жауын (мм)	20	23	30	51	76	102	79	81	86	48	33	23	652
Нью-Йорк, Нью-Йорк, 40° 47 N; 40 м													
Темп. (°C)	-1	-1	3	9	15	21	23	22	19	13	7	1	11
Жауын (мм)	84	84	86	84	86	86	104	109	86	86	86	84	1065
Уиннипег, Канада, 49° 54 N; 240 м													
Темп. (°C)	-18	-16	-8	3	11	17	20	19	13	6	-5	-13	3
Жауын (мм)	26	21	27	30	50	81	69	70	55	37	29	22	517
Харбин, Манчурия, 45° 45 N; 143 м													
Темп. (°C)	-20	-16	-6	6	14	20	23	22	14	6	-7	-17	3
Жауын (мм)	4	6	17	23	44	92	167	119	52	36	12	5	577

Жазғы картада санаулы ғана бір-бірінен алшақ жатқан, әлсіз жазғы температура градиентін білдіретін изотермалар көрсетілген (15.19(А)-сурет). Қысқы картада, дегенмен де, катал температура градиенті беріледі (15.19(Б)-сурет). Қыс ортасындағы көрсеткіштердің төмендеуі ендіктің өсуімен бірге назар аударарлық. Бұны дәлелдейтін 15.11-кестесі Омаха мен Виннипег арасындағы температура өзгерісі қыста жазбен салыстырғанда екі есе жоғары екендігін көрсетеді.

Қысқы температураның осыншалықты қатты жоғарылауы себебінен, суық маусым кезінде жел бағытындағы жылжулар жиі кездейсоқ ауқымды температура өзгерістеріне әкеледі. Мұның аймақ бойынша температура біркелкі болатын жазға қатысы жоқ.

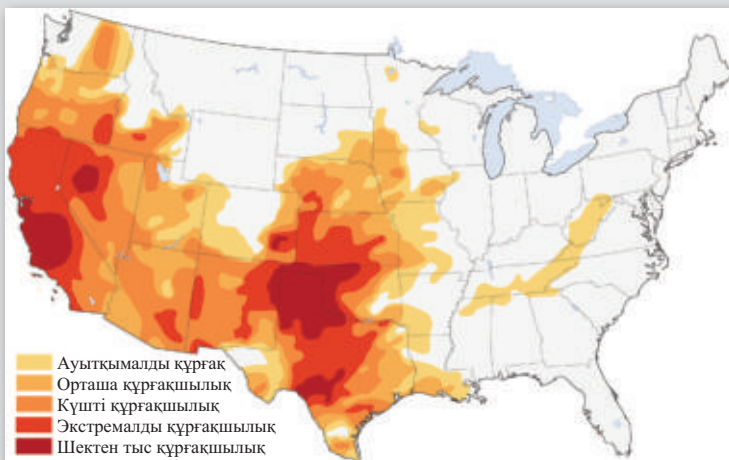
Жылдық температура амплитудасы да осы климат ішінде құбылады, әдетте ол оңтүстіктен солтүстікке және жағадан ішке қарай артады. Омаха мен Виннипег қалаларына салыстыра берілген дерекқор бірінші жағдайды көрсетеді, ал Нью-Йорк пен Омаха қалаларын салыстыра екінші жағдайға мысал бола алады.

15.2-мәліметтер жинағы. Қатерлі және қауіпті ауа райы

Қуаңшылық – шығыны көп атмосфералық қауіп

Қуаңшылық – құрғақ ауа райының жалпы нормадан ауытқыған кезеңі, ол ұзақ уақытқа сақталып, егіннің бүлінуі немесе су тапшылығы сияқты гидрологиялық тұрақсыздықты тудырады. Қуаңшылық ауырлығы ылғал тапшылығының дәрежесі мен оның ұзақтығына және зардап шеккен ауданның көлеміне байланысты.

Су тасқыны мен дауыл сияқты табиғат апаттарына көп көңіл бөлінгенімен, қуаңшылық та жойқын болуы және көп шығынға ұшырату мүмкін (**15(Ә)-сурет**). Орташа есеппен алғанда қуаңшылық Құрама штаттарында жыл сайын \$2.4 млрд. су тасқынымен және \$1.2- \$4.8 млрд. дауылмен салыстырғанда \$6- \$8 млрд. шығын әкеледі.



▲ **15(Ә)-сурет. 2014 жылы 6 мамырдағы қуаңшылыққа қатысты карта.** Осы күні елдің 15 пайызға жуығы ерекше қуаңшылықты бастан кешті. Мұндай карталар жауын, топырақ ылғалдылығы су қоймасындағы су деңгейі, бақылаушының баяндамасы және өсімдік денсаулығы туралы спутниктік карта сияқты аралас бірнеше өлшемдерге негізделген. Қазіргі және архивтегі ұлттық, аудандық және штаттан штатқа жалғасқан қуаңшылық пен жағдайларды зерттеу үшін мына сайтқа кіріңіз: <http://droughtmonitor.unl.edu> (NOAA).

Көптеген адамдар қуаңшылықты сирек және кездейсоқ құбылыс деп санайды, бірақ бұл шын мәнінде климаттың қалыпты, қайталанатын ерекшелігі болып табылады. Оның сипаттамаларының бірі – әр аймақта әртүрлі болуы – барлық климаттық аймақтарда кездеседі. Қуаңшылық ұғымы құрғақшылық ұғымынан өзгеше. Қуаңшылық – уақытша құбылыс, ал құрғақшылық – жауын деңгейінің төмендеп, климаттың тұрақты ерекшелігіне айналған кездегі аймақтардың сипаттамасы.

Қуаңшылықтың басқа табиғат қауіптерінен бірнеше айырмашылығы бар. Біріншіден, ол біртіндеп “сырғымалы” жолмен пайда болады, яғни оның басы мен аяғын анықтау қиын болады. Оның әсері ұзақ уақытқа қалады, кейде қуаңшылық біткеннен кейін де көп жылдарға созылады. Екіншіден, қуаңшылықты анықтайтын нақты анықтама жоқ. Бұл қуаңшылықтың бола ма және болса қаншалықты ауыр болатыны туралы түсініспеушілікке әкеледі. Үшіншіден, қуаңшылық құрылыстық зақымдарды сирек болдыратындықтан, оның әлеуметтік және саяси әсері басқа табиғи апаттарынан келетін зақымдарға қарағанда аз екендігі анық. Қуаңшылықтың бірде-бір анықтамасы барлық жағдайда жұмыс істемейді. Анықтамалар қуаңшылық өлшеміне әртүрлі жағынан келеді: метеорологиялық, ауылшаруашылық және гидрологиялық. *Метеорологиялық қуаңшылық* қалыпты жағдайдан жауынның кетуіне және құрғақшылық кезеңінің ұзақтығына

негізделген құрғақшылық дәрежесіне байланысты. *Ауылшаруашылық қуаңшылығы* әдетте топырақ ылғалдығының жетіспеушілігімен байланысты болады. Өсімдіктің суға деген қажеттілігі ауа райы жағдайларына, өсімдіктің биологиялық сипаттарына, өсімдіктің өсу кезеңдеріне және топырақ құрамына байланысты. *Гидрологиялық қуаңшылық* жер беті мен жер асты сумен жабдықтаудың жетіспеуінен болады. Ол өзен ағыны мен көлдер, су қоймаларының және жер асты суларының деңгейімен өлшенеді. Құрғақшылық жағдайларының басталуы мен су ағынының төмендеуі немесе көлдердің, су қоймаларының, жер асты суларының азаюының арасында уақыт кідірісі болады. Сондықтан, гидрологиялық өлшемдер қуаңшылықтың ерте көрсеткіштері болып есептелмейді.

Метеорологиялық, ауылшаруашылық және гидрологиялық қуаңшылыққа байланысты ықпал етудің жүйелілігі бар (**15.Б-сурет**). Метеорологиялық қуаңшылық басталған кезде, топырақтың ылғалдығына қатты мұқтаж болғандықтан бірінші болып ауылшаруашылық секторы зардап шегеді. Топырақтың ылғалдылығы ұзақ құрғақшылық кезеңінде тез таусылады. Егер жауын тапшылығы жалғасатын болса, жер бетіндегі су көзі мен жер асты суына әсер етуі мүмкін.

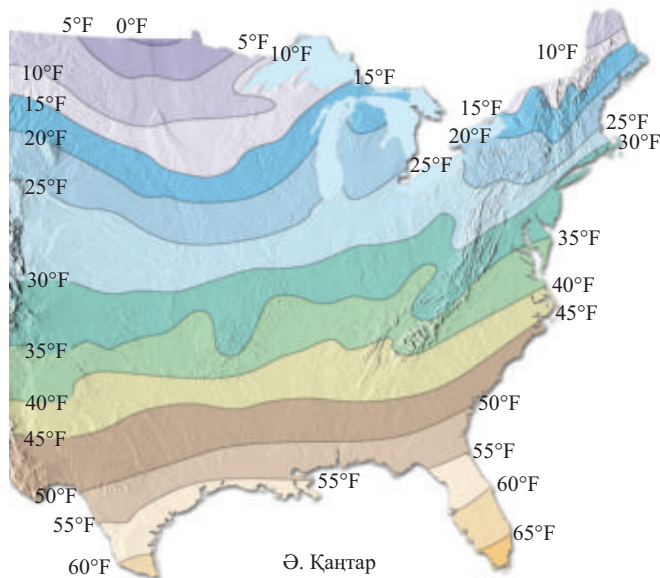
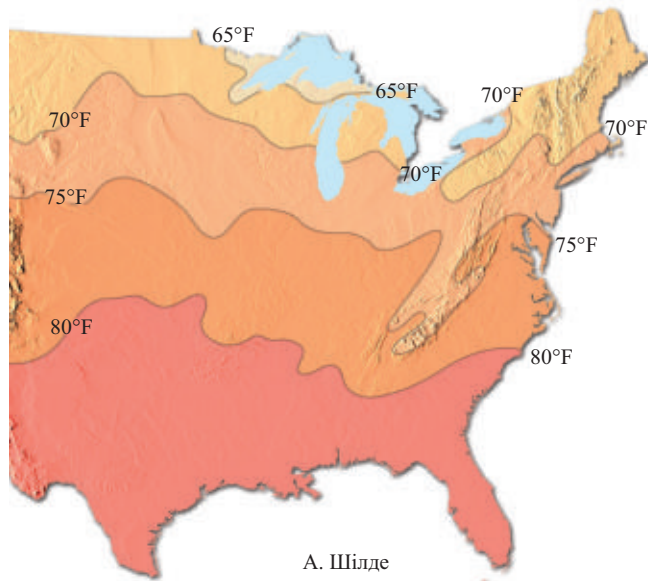


▲ **15(Б)-сурет. Құрғақшылық әсерінің салдары.** Метеорологиялық құрғақшылық салдарынан ауыл шаруашылығында ең алдымен көлдер мен арналық ағындардың деңгейі қысқарады, су қоймалары мен жер асты сулары азаяды. Метеорологиялық құрғақшылық аяқталғанда, жердің дымқылдығы толық болғандықтан, ауыл шаруашылығының да құрғақшылығы аяқталады. Бұл гидравликалық құрғақшылықтың соңына дейін біршама уақыт алады.

Жауын қайтадан оралған кезде, метеорологиялық қуаңшылық бітеді. Бірінші топырақ ылғалдылығы артады, одан кейін өзен ағындары, су қоймалары мен көлдер және соңында жер асты сулары толады. Осылайша, топырақ ылғалдығына мұқтаж болған ауылшаруашылықтағы қуаңшылық лезде азаяды, бірақ ол жер беті мен жер асты сумен жабдықтауға тәуелді басқа секторларда бірнеше айға немесе жылға сақталады. Жер асты суын қолданушылар метеорологиялық қуаңшылыққа соңғы болып тап болады және қалыпты су деңгейі де соңғы болып келеді. Қалпына келу кезеңінің ұзақтығы метеорологиялық қуаңшылықтың қарқындылығына және қуаңшылық біткен кездегі жауған жауынның көлеміне байланысты.

Сұрақтар

1. Қуаңшылықты құрғақшылықтан қалай ажыратуға болады?
2. Қуаңшылықтың қандай термин ең ауыр деңгейін сипаттау үшін қолданылады (15.Ә-суретті қараңыз)? 2014 жылдың мамыр айында осындай деңгейлі қуаңшылық қай екі мемлекетте кеңінен орын алды?



▲ **15.19-сурет. Құрама Штаттарының шығысындағы температура.** А. Жаз айлары кезінде шығыс Құрама Штаттарында солтүстік-оңтүстік температура ауытқуы аз болады, яғни температура градиенті әлсіз болады. Ә. Алайда, қыста солтүстік-оңтүстік температура керісінше жағымсыз болады.

Жауын-шашын. 15.11-кестедегі төрт бекеттен алынған мәліметтер Dfa климаттары үшін жалпы жауын-шашын үлгісін көрсетеді. Жазғы максимум әр бекетте тіркелген. Бірақ ол Нью-Йоркте әлсіз байқалады, себебі, шығыс жағалау теңіз ауа массаларына жыл бойы ашық. Дәл осы себеппен де Нью-Йорк төрт бекет арасында ең жоғары көрсеткішке ие. Бір жағынан, Харбин, Манчжурия ең елеулі жазғы максимумды, артынша қысы құрғақ

маусымды көрсетеді. Бұл орташа ендіктегі көптеген шығыс Азия бекеттеріне тән және муссондардың мықты бақылауын көрсетеді.

Дерекқордан, сонымен қатар, жауын-шашынның әдетте ішкі континентке және оңтүстіктен солтүстікке қарай азаятыны анықталады. Бұның басты себебі, mT ауа қорларынан арақашықтықтың өсуі. Бұдан басқа, солтүстікке жақын бекеттер жылдың көп бөлігін қамтитын құрғақ полярлы ауа массаларының ықпалына түседі.

Қысқы жауын-шашын негізінен орташа ендікті циклондардың көшуімен түсіндірілетін фронттардың өтуімен байланысты. Бұл жауын-шашынның бір бөлігі қар және оның үлесі ендікке сәйкес артады. Жауын-шашын жиі суық маусымда анағұрлым аз болатынына қарамастан, ол жаз мезгілінде түсетін жоғары көлеміне қарағанда айтарлықтай назарға түседі. Бұның айқын себебі, қардың жиі ұзақ мерзімге жерде сақталуы, ал жаңбырдың мұндай қасиеті жоқ. Бұған қоса, жазда жаңбыр жиі салыстырмалы түрде қысқа конвективті нөсерлер ретінде жауады, ал қыста ауқымды орташа ендікті циклондармен байланысты қар ұзақ уақыт жалғасады.

Субарктикалық климат (Dfc, Dfd)

Ылғалды континентальды климаттың солтүстігі және полярлы тундраның оңтүстігі кең **субарктикалық климат**. Ол Солтүстік Америкада (батыс Аляскадан Ньюфаундлендке дейін) және Еуразияда (Норвегиядан Ресейдің Тынықмұхиттық жағалауына дейін) кең, үздіксіз кеңістікті алып жатыр. Оны жиі тайга климаты деп те атайды, себебі, осы аттас аймақтың солтүстік қылқан жапырақты орманына жақсы сәйкес келеді (**15.20-сурет**).



▲ **15.20-сурет. Субарктикалық климат.** Тайга деп те аталатын қылқанды орман субарктикалық климатпен байланысты. Бұл климат Жердегі ең жоғары жылдық температура диапазонын бастан кешеді.

Олар жіңішке келгенімен, тайгадағы қылқан жапырақты ағаштар, шыршалар, қарағайлар мен балқарағайлар Жер бетіндегі ең ауқымды ауданды алып жатқан үздіксіз орман болып табылады.

Температура. Субарктикалық климат 15.18-суреттегі диаграммада және **15.12-кестедегі** Ресейдегі Якутск пен Юкон территориясындағы Доусон қалаларына берілген дерекқор арқылы жақсы түсіндірілген. Континенттік полярлы (сР) ауа массалары негізгі аймағы болып табылатын бұл жердің ерекше қасиеті қыстың үстемдігі. Ол өте ұзақ созылып, едәуір суық келеді. Қыстағы минимум температура Гринландия мен Антарктидадағы мұз жамылғысынан тыс тіркелген ең төменгі температуралар болып табылады. Шын мәнісінде, дүниежүзі бойынша ең суық температура шығыс-орталық Сібірдегі Верхоянск қаласына тиесілі, бұл жерде температура 1892 жылдың 5-7-ші ақпанда -68°C дейін түскен. 23 жыл бойы бұл бекеттегі орташа айлық минимум қаңтар айында -62°C тең келген. Бұл температуралар ерекше жағдайларда ғана орын алады, бірақ олар тайганы қыс мезгілінде баурап алатын экстремалды суықты бейнелейді.

15.12-кесте. | Субарктикалық аймақтар үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Якутск, Ресей, 62° 05 N; 103 м													
Темп. ($^{\circ}\text{C}$)	-43	-37	-23	-7	7	16	20	16	6	-8	-28	-40	-10
Жауын (мм)	7	6	5	7	16	31	43	38	22	16	13	9	213
Доусон, ЮконАумағы, Канада, 64° 03 N; 315 м													
Темп. ($^{\circ}\text{C}$)	-30	-24	-16	-2	8	14	15	12	6	-4	-17	-25	-5
Жауын(мм)	20	20	13	18	23	33	41	41	43	33	33	28	346

Керісінше, субарктикалық жаз мезгілдері қысқа болса да, анағұрлым жылы келеді. Оңтүстікке қарай шалғай орналасқан аймақтармен салыстырған кезде, дегенмен де, бұл қысқа маусым суық болып сипатталауы қажет; күн жарығының көп сағат бойы түсіп отыратынына қарамастан, Күн ешқашан аспанда өте биікке көтерілген емес, яғни күнмен сәулелену соншалықты қарқынды емес. Тайганың экстремалды суық қыс мезгілдері мен салыстырмалы жылы жаздары бірігіп, Жер бетіндегі ең жоғары жылдық температура амплитудасын құрайды. Якутск дүниежүзіндегі ең жоғары орташа температура диапазонына (63°C) ие болуымен ерекшеленеді. Доусон қаласына берілген дерекқор Солтүстік Америкалық субарктикалық климат аздап қаһарлы екендігін көрсетеді.

Жауын-шашын. Солтүстікпен ары жатқан ішкі континенттік аймақ сР ауа массаларының негізгі зонасы болғандықтан, жыл бойы жеткіліксіз ылғалдылық байқалады. Сол себепті де жауын-шашын көлемі аз, кейде ғана 50 сантиметрден асады. Көбіне ең көп жауын-шашын шашыраңқы жазғы конвективті нөсерлерден жаңбыр болып түседі. Ылғалды континентті климатпен салыстырғанда бұл аймақта оңтүстікке қарай қар азырақ жауады. Бұның себебі қарапайым: бірнеше ай бойы еру байқалмайды, осылайша бүкіл қыстың қоры (1 метрден жоғары) бірден көзге көрінеді. Бұған қоса, қарлы ұйытқыма кезінде қатты жел құрғақ, үгілмелі қарды иірімге салып, биік күрткі қарға айналдырады. Бұл көп қар жапты деген шындыққа жанаспайтын жалған түсінікке әкеледі. Осылайша, қар соншалықты көп түспесе де, бұл аймаққа келген саяхатшы үшін сондай әсер қалдырады.

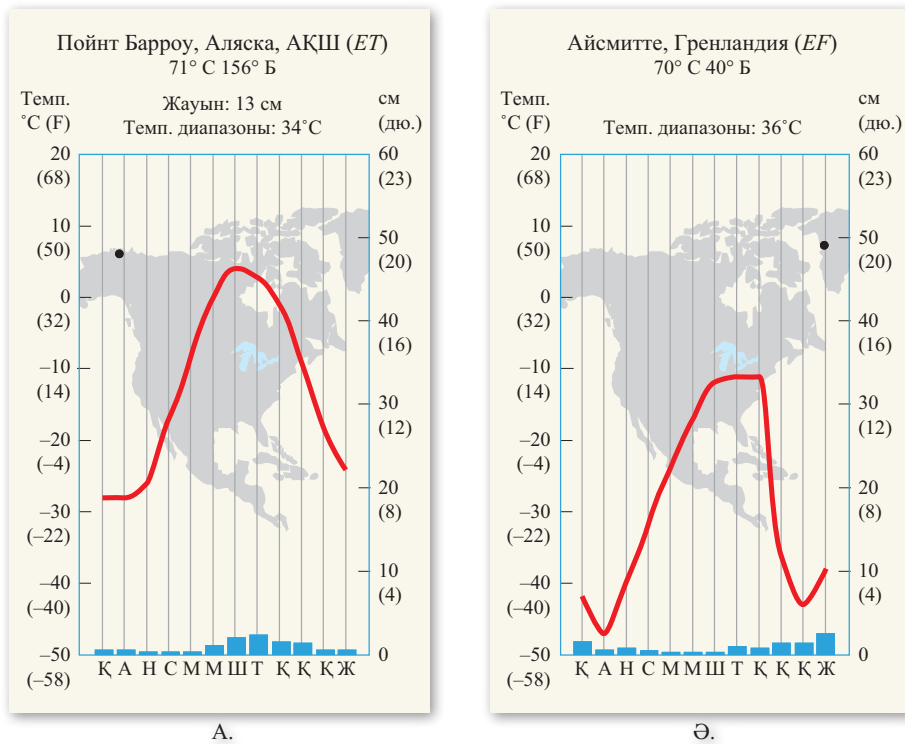
✓ 15.6 Бақылау сұрақтары

- 1 Неліктен ылғалды континенттік климат солтүстік жарты шармен шектеледі?
- 2 Неліктен Нью-Йорк тәрізді жағалау бекеттері көбіне континенттік климаттық жағдайларды бастан кешіреді?
- 3 Кестеде берілген төрт бекетті пайдаланып, ылғалды континенттік климаттардағы жауын-шашынның жалпы үлгісін сипаттаңыз.
- 4 Тайгада күтуге болатын жылдық температура амплитудасын сипаттап түсіндіріңіз.

15.7 Полярлық климат (Е)

Тундра мен полярлық мұз климаттарының қарама-қайшылығы.

Көпшен жіктемесі бойынша, **полярлық климатта** ең жылы деген айдың температурасы 10°C -ден төмен болады. Оның екі түрі анықталған: тундра климаты (ГТ) және полярлық мұз климаты (ГД). Берілген пункттердің климаттық диаграммалары **15.21-суретте** көрсетілген.



▲ **15.21-сурет. Г климатының мысалдары.** Бұл климаттық диаграммалар поляр климатының екі негізгі түрін ұсынады. **А.** Аляска, Пойнт Барроутундра (ГТ) климатын көрсетеді. **Ә.** Гренландия, Айсмитт үлкен мұз жамылғысында орналасқандықтан полярлық мұз (ГФ) климаты деп жіктеледі.

Тропиктік аймақтар жыл бойы жылы болып тұруымен анықталса, поляр аймағы үнемі суық болуымен, планетадағы ең төмен орта жылдық шамасымен белгілі. Полярлық қыс-мәңгілік түн кезеңі болғандықтан, температура сәйкесінше төмен болады. Күннің ұзақтығына қарамастан, жаз кезінде температура суық болып қала береді, Күн аспанда өте төмен орналасқандықтан, оның қиғаш сәулелері аз ғана жылу бөледі. Сонымен қатар, күн радиациясы мұз бен қар арқылы шағылысады немесе қардың беткі қабатын ғана ерітеді. Осы екі жағдайда да жерді жылытатын энергия жоғалып кетеді. Жаз мезгілі суық болғанына қарамастан, ондағы температура қатаң қыс айларына қарағанда жоғары болады. Демек, жылдық температура диапазоны экстрималды болып табылады.

Полярлық климатты ылғалды деп жіктелгенімен, жауын өте сирек болады, жыл сайын теңізді емес жерлерде 25 сантиметр ғана жауады. Әрине, булану да шектелген. Мардымсыз жауынды аймақтың температуралық сипаттамаларын ескере отырып түсінуге болады. Төменгі аралас коэффициенттер төмен температурамен бірге жүретіндіктен, ауадағы су буының мөлшері үнемі аз болады. Сондай-ақ, температураның тік градиентінің болуы мүмкін емес. Әдетте, жауын ауаның ылғалдылығы ең жоғары болатын кезде, яғни жаздың жылы айларында жиі болады.

Тундра климаты (ГТ)

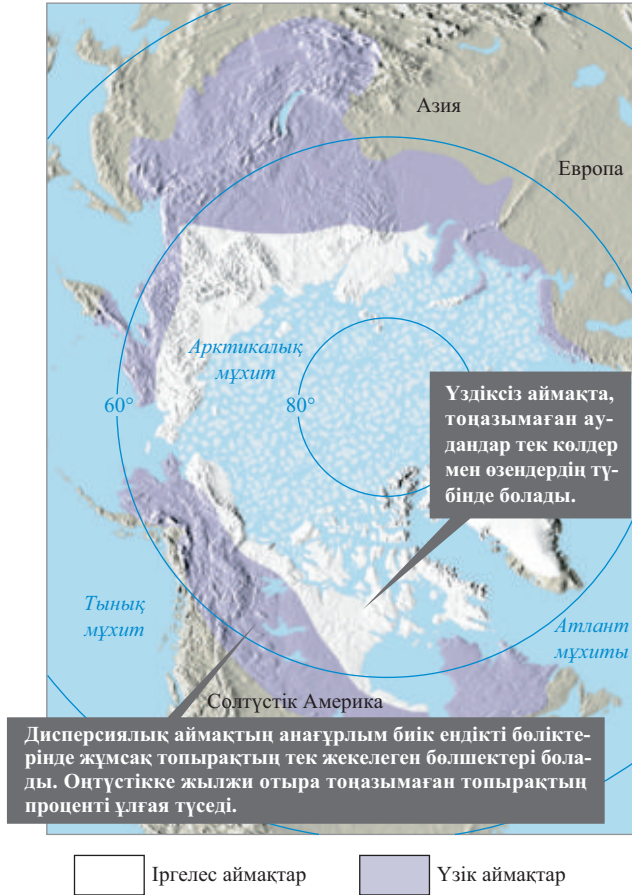
Тундра климаты құрлықта тек Солтүстік жарты шарда ғана кездеседі. Ол Солтүстік Мұзды мұхиттың жағалауын, арктикалық аралдарды және солтүстік Исландия мен оңтүстік Гренландияның мұз жоқ жағалауларын алып жатыр. Оңтүстік жарты шардағы ендікте құрлық аймағы жоқ болғандықтан, онда тундра климаты басым болмайды. Сондықтан, оңтүстік мұхиттағы кейбір аралдарды қоспағанда, ГТ климаты Оңтүстік Американың оңтүстік-батыс бөлігінің бір ұшын ғана және Антарктикадағы Палмер түбегінің солтүстік бөлігін алып жатыр.

Жазғы 10°C изотерма экваторға бағытталған тундраның шекарасын көрсетеді, сонымен қатар полюске бағытталғаны ағаштың өсу шегін көрсетеді. Осылайша, тундра шөптердің ағашсыз аймақтарын, шалғын, мүк және қына өңірлерін қамтиды. Ұзақ суық мезгіл кезінде өсімдік өмірі әрекетсіз болады, бірақ қысқа, салқын жаз келгенде бұл өсімдіктер жетіліп, өте тез тұқым шашады.

Жазы қысқа және салқын болғандықтан, тундраның мұзды қыртысы жалпы 1 метрдей тереңдікте ериді. Тундраның үлкен бөлігі, жыл бойы терең жерге дейін қатып жататындықтан **мәңгі тоң** ретінде сипатталады (**15.22-сурет**). Дәлірек айтқанда, мәңгі тоң температураға негізделуімен анықталады; яғни ол – 0°C-дан төмен температура үздіксіз 2 жылға немесе одан көп уақытқа сақталатын жер. Жердегі мұздың дәрежесі беткі қабат материалының өзгеру сипатына қатты әсер етеді. Жолдарды, ғимараттарды салу үшін және мәңгі тоң арқылы жүргізілетін аймақтардағы басқа да жобалар үшін беткі қабаттың үстінде қанша мұз бар және қайда орналасқанын білу өте маңызды.

Оқшауланған өсімдік төсенішін ауыстыру немесе жолдар мен ғимараттар салу сияқты адамдардың іс-әрекеттерінен беткі қабат зақымданады, жылу балансы бұзылады және мәңгі тоң еруі мүмкін. Ал еру-сырғу, кенеттен құлау, төмендетілу және қатты аяздан күп болып кебу сияқты жер қабатын тұрақсыз етеді. Құрылыс жылу бөлген кезде мұзға бай мәңгі тоң қалыптасады, еру құрылыстың батып кетуі мүмкін сулы материалды өндіреді.

Берілген деректер Аляска, Барроуға қатысты (**15.13-кесте** және **15.21(А)-сурет**), Солтүстік Мұзды мұхиттың жағалауындағы, құрлығы басым болған ЕТ пункті бейнеленген. Жоғары ендік пен құрлықтың үйлесуі қысты қатаң, жазды салқын және температура диапазонын үлкен етеді. Жылдық жауынның мөлшері аз, жазғы уақытта барынша бірқалыпты болады.



▲ 15.22-сурет. Солтүстік жарты шардағы мәңгі тоңның жайылуы. Алясканың 80 пайызынан көбін және Канаданың шамамен 50 пайызын мәңгі тоң алып жатыр.

Барроу тундраның ең көп таралған түрін көрсететініне қарамастан, Гренландия, Ангмагссалик туралы деректерден (15.13-кестені қараңыз), кейбір ГТ пунктінің әртүрлі екені байқалған. Жазғы температура екі жерде де баламалы, бірақ Ангмагссаликте қыс жылырақ және жылдық жауынның мөлшері Барроуға қарағанда сегіз есе көп. Өйткені Ангмагссалик теңіз біршама әсер ететін Гренландияның оңтүстік-шығыс жағалауында орналасқан. Жылы солтүстік атлант дрейфі қысқы температураны жылы етіп сақтап тұрады және теңіз полярлы (ТП) ауа массасы жыл бойы ылғалды қамтамасыз етеді. Ангмагссалик сияқты жерде қыс қатаң болмайтындықтан, құрлық үлкен рөл атқаратын Барроуға қарағанда жылдық температура диапазоны кішірек болады.

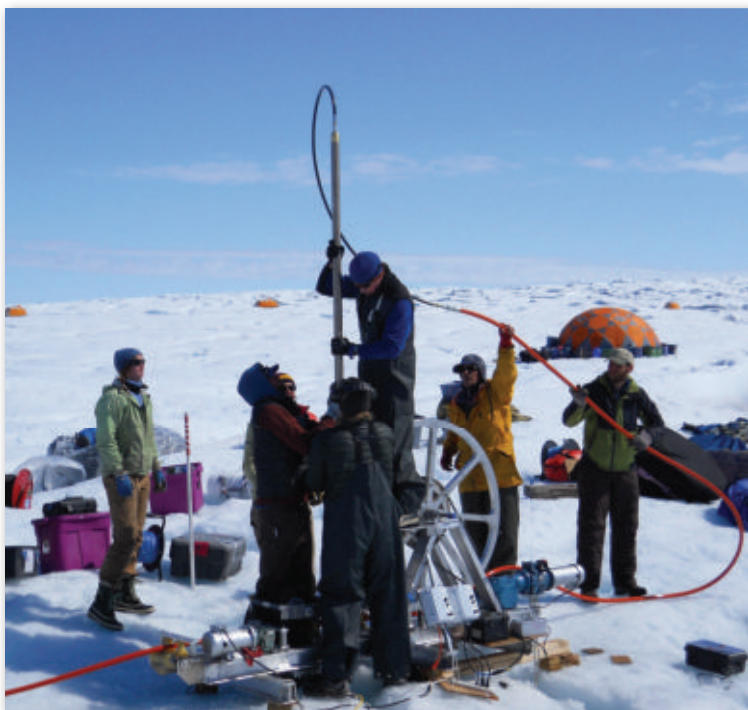
Байқасаңыз, тундра климаты жоғары ендіктерде толғымен шектелмеген. Бұл климаттың жазғы салқындығы, экваторға бағыттанып қозғалатындықтан, жоғарғы биіктікте де табылған. Егер сіз жеткілікті биіктікке жетсеңіз, тропикте де ГТ климатының сипаттарын таба аласыз; ол *таулы климат* деп аталады және тараудың соңғы бөлімінде егжей-тегжейлі талқыланды. Арктикалық тундрамен салыстырғанда, қысқы температура төменгі ендікте керісінше бірқалыпты және жаздан айырмашылығы аз ғана деп Круз Лома, Экватор үшін берілген деректерде суреттелген (15.13-кестені қараңыз).

15.13-кесте. Поляр аймақтары үшін мәліметтер

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
Ангагссалик, Гренландия, 65° 36 N; 29 м													
Темп. (°С)	-7	-7	-6	-3	2	6	7	7	4	0	-3	-5	0
Жауын (мм)	57	81	57	55	52	45	28	70	72	96	87	75	775
Пойнт Барроу, Аляска, 71° 18 N; 9 м													
Темп. (°С)	-28	-28	-26	-17	-8	0	4	3	-1	-9	-18	-24	-12
Жауын (мм)	5	5	3	3	3	10	20	23	15	13	5	5	110
Круз Лома, Эквадор, 0° 08 S; 3888 м													
Темп. (°С)	6.1	6.6	6.6	6.6	6.6	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.6	6.6	6.4
Жауын (мм)	198	185	241	236	221	122	36	23	86	147	124	160	1779

Полярлық мұз климаты (ЕҒ)

Көппен полярлық мұз климатын ЕҒ ретінде белгілеген, ай сайынғы температурасы орташа есеппен алғанда 0°С-дан жоғары болмайды. Орташа температура барлық айларда қату нүктесінен төмен болғандықтан, мұнда өсімдік өспейді және ландшафт тұрақты мұзды және қарлы болып келеді. Бір таңқаларлығы, бұл мәңгі аязды климат 15.5 миллион шаршы шақырымнан (6 миллион шаршы мильден) артық үлкен көлемді алып жатыр, немесе ол Жердің құрлықтық аймағының шамамен 9 пайызындай болады (**15.23-сурет**). Ол таулы аймақтарда шашыраңқы пайда болуымен қатар, Гренландия мен Антарктиданың мұз жамылғыларымен шектелген.



▲ **15.23-сурет. Полярлық мұз климаты.** Бұл климатқа басты мысал ретінде Гренландия мен Антарктида алынады. Бұл суретте, ғалымдар Гренландия мұз жамылғысында зерттеулер жүргізуде.

Орташа жылдық температура өте төмен. Мысалы, Гренландия, Айсмитте орташа жылдық температура -29°C (15.21В-суретті қараңыз). Антарктида, Бәрд стансасында -21°C ; және Ресейдің антарктидалық метеорологиялық стансасы, Востокта -57°C . Сондай-ақ, 1960 жылдың 24-тамызында Востоктағы температура -88.3°C дейін ең төмен деңгейіне жеткен.

Мұндай температураның болуының басты себебі – тұрақты мұздың болуы. Мұзда өте жоғары альбедо бар, яғни оған түсетін мардымсыз күн сәулесінің 80 пайызына шағылысады. Ал шағылыспаған энергия мұзды еріту үшін қолданылатындықтан, оның ауа температурасын жоғарылатуға шамасы келмейді.

Көптеген ГФ пунктеріндегі фактордың бірі биіктік болып табылады. Гренландия мұз жамылғысының орталығындағы Айсмитт теңіз деңгейінен 3000 метр биіктікте және Антарктиданың көп бөлігі одан да жоғары орналасқан. Осылайша, тұрақты мұз бен жоғары биіктік полярлық аймақтың төмен температурасын одан әрі төмендетеді.

Жер бетіндегі мұз жамылғысына ауаның қарқынды салқындатуының жақын орналасуы температура инверсияларының ортақ екенін білдіреді. Жер бетіне таяу температура 30°C -ға бірнеше жүз метр биіктіктегі ауадан суығырақ болуы мүмкін. Гравитация осы суық, тығыз ауаны ылдидан төмен қарай тарта отырып, жиі қатты жел мен бұрқасын жағдайды туғызады. Ауаның осындай қозғалыстары *катабатикалық желдер* деп аталады (7-тарауды қараңыз), олар көптеген жерлерде полярлық мұз ауа райының маңызды аспектісі болып табылады. Еңкіштік жеткілікті болған кезде, бұл ауа қозғалысынан туындаған гравитация қысым градиентіне қарсы бағытпен ағуға күші жеткілікті болады.

✓ 15.7 Бақылау сұрақтары

- 1 Полярлық аймақтарда жазда күн сәулесінің ұзақ болатынына қарамастан, температура салқын болып қала береді. Түсіндіріңіз.
- 2 10°C (50°F) жазғы изотерманың маңыздылығы неде?
- 3 Неге тундра ландшафты нашар құрғатылған, батпақты жер ретінде сипатталады?
- 4 Тундра климаты жоғарғы ендікпен ғана шектелмейді. Қандай жағдайда ЕТ климаты төменгі ендіктегі жерлерде болуы мүмкін?
- 5 ЕТ климаты кеңінен қайда дамыған?

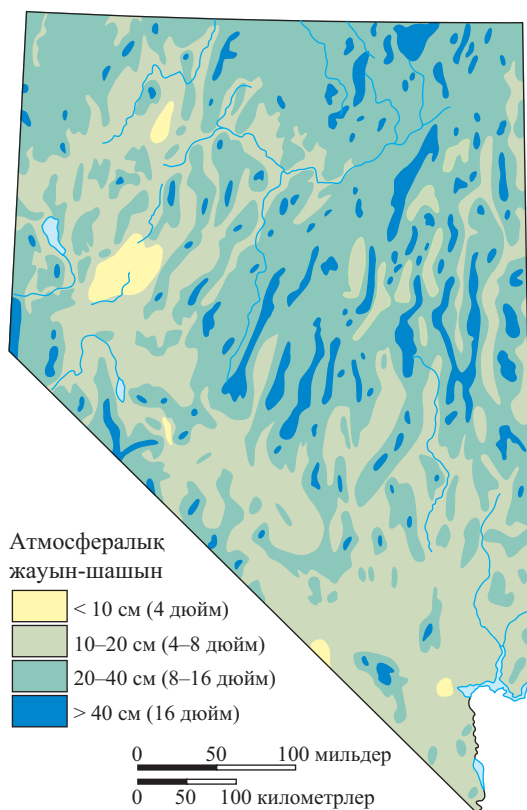
15.8 Биік таулы климат

Биік таулы климаттың сипаттарын атап беру.

Таулы климат жазық алқап климатынан мүлдем өзгеше болатындығы белгілі. **Биік таулы климат** (15.4-суретте Н деп берілген) салқынырақ және әдетте ылғалдырақ болады. Талқыланып қойған дүниежүзілік климат түрлері ірі, салыстырмалы біркелкі аймақтардан тұрады. Бірақ, биік таулы климат шағын аймақтарда климаттық жағдайлардың әртүрлі болуымен сипатталады. Үлкен айырмашылықтар қысқа қашықтықтарда орын алатындықтан, таулы аймақтардағы климаттың үлгісі күрделі мозаика, оны әлемдік картада көрсету өте қиын.

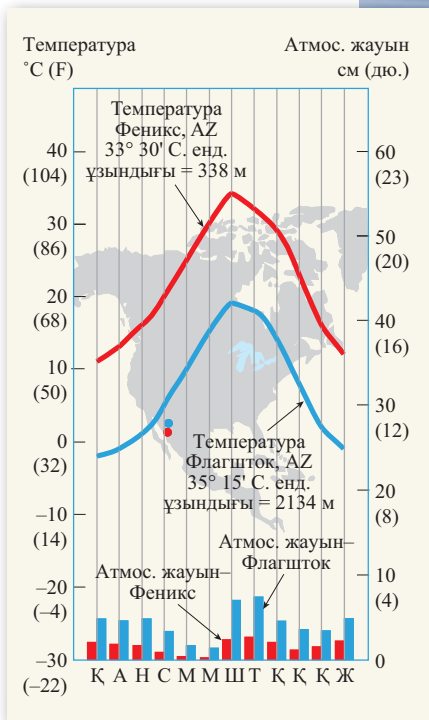
Солтүстік Американың биік таулы климаты Жартасты таулар, Сьерра-Невада, Каскадтар, таулар және Мексиканың ішкі үстірттермен сипатталады. Оңтүстік Америкадағы Анд тауы 8000 шақырымға жуық созылған биік таулы климаттың үздіксіз жолағын жасайды. Биік таулы климаттың ең үлкен аралығы батыс Қытайдан Еуразияның оңтүстігі арқылы солтүстік Испанияға дейін, Гималайдан Принейге дейін созылып жатыр. Африкада биік таулы климат солтүстігінде Атлас тауында және шығысында Эфиопия таулы қыраттарда кездеседі.

Биіктіктің жоғарылауының белгілі климаттық әсері температураның төмендеуі болып табылады. Үлкен көлемді жауын орографиялық көтерілудің себебінен жоғары биіктікте ортақ болады. Осындай жағдай **15.24-суретте**, Неваданың жауын картасында жақсы көрсетілген.



▲ **15.24-сурет. Неваданың жауын-шашын картасы.** Бассейн мен Жота аймағының бір бөлігі ретінде Невада штаты оларды бөліп тұратын бассейнен 900-1500 метрге жоғарылайтын көп шағын тау жоталары арқылы сипатталады. Таулы жерде жауын көп болады, ал бассейн бар жерде жауын-шашын аз болады. Бұл байланыс қарапайым және түсінікті.

Ең биік жауынның ұзын, жұқа зоналары таулы топография аймақтарымен сәйкес келеді. Таулы аймақтар төменгі биіктіктегі жерлерге қарағанда суығырақ және ылғалдырақ болуына қарамастан, ондағы биік таулы климат маусымдық температура циклі мен жауынның таралу тұрғысынан өте ұқсас болып келеді. Осындай байланыс **15.25-суретте** көрсетілген.



Феникс, AZ



Флагштoк, AZ

▲ **15.25-сурет. Биік таулы климат.** Бұл кесте Аризонадағы екі аймақтар үшін мәліметтерді қамтиды және климатқа биіктіктің жалпы әсерін көрсетеді. Флагстаф салқынырақ және ылғалдырақ, өйткені оның Колорадо үстіртіндегі орналасқан орнына байланысты, Феникстан шамамен 1800 метрге жоғарырақ. Тек азғана қуаңшылыққа шыдайтын табиғи өсімдік Феникстің маңындағы Аризонаның ыстық, құрғақ климатында аман қала алады. Аризона, Флагстафтың маңындағы таулы аймақтағы салқынмен, ылғалдылықпен байланысқан табиғи өсімдіктер шөл алқаптарындағылардан мүлдем өзгеше болады.

Феникс қаласы 338 метр биіктікте, оңтүстік Аризонаның шөлді алқаптарын алып жатыр. Керісінше, Флагстаф қаласы 2134 метр биіктікте, солтүстік Аризонадағы Колорадо үстіртінде орналасқан. Фениксте жаздық орташа температура 34°C-қа көтерілсе, Флагстафта 19°C, толығымен 15°C-қа салқынырақ болады. Осы екі қаланың температурасы сәл әртүрлі болғанымен, температураның жылдық ауытқуы бірдей болып келеді. Екеуінде

де бірдей айда минимум және максимум ай сайынғы нормасы болып тұрады. Жауынға қатысты деректер бойынша, екеуінде де маусымдық үлгілері ұқсас, бірақ Флагстафта әр ай сайынғы жауынның көлемі жоғарырақ. Сонымен қатар, Флагстаф қаласында қыста қар жауса, Феникста жаңбыр жауады.

15.2-атмосфераға шолу

Бұл суреттерде аспаннан түсірілген көрініс және Транс-Аляска құбырының бір бөлігі жоғарыдан жақындатылып көрсетілген. Бұл ұзын 1300 шақырымдық құрылыс 1970 жылы, Алясканың солтүстік еністі жері Прадхо Бэйден Аляска шығанағындағы Вальдестің мұзы жоқ портына мұнай тасымалдау үшін салынған. Бұл аймақтағы температура салқыннан суыққа өзгертіндіктен, мұнай дұрыс ағу үшін қыздырылуы керек. Жол бойындағы сорғы стансалары мұнайдың құбыр арқылы қозғалуын қадағалайды.



Сұрақтар

1. Құбыр субарктикалық (Вfc) және тундра (ГТ) климат зоналары арқылы өтеді. Бұл фотосурет қай климат зонасында түсірілген? Фотосуреттегі қандай белгі сізге осыны анықтауға көмектесті?
2. Байқасаңыз, бұл көріністерде құбыр жерден жоғары асылған күйде орналасқан. Климат пен аймақтың ландшафты туралы біліміңізге сүйеніп, құбырдың неге жер деңгейінен жоғары екенін түсіндіріп беріңіз.

Топографиялық өзгерістер тауларда байқалатындықтан, тау бөктеріндегі Күн сәулесіне қатысты әрбір өзгеріс әртүрлі микроклиматты тудырады. Оңтүстік Жарты Шардағы оңтүстікке қараған тау бөктерлері жылырақ және құрғағырақ, өйткені олар солтүстікке қараған тау бөктерлері мен алқаптарға қарағанда күн сәулесін тікелей қабылдайды. Тауларда жел бағыты мен жылдамдығы құбылмалы болады және ауа ағынының қозғалысынан өзгеше болады. Таулар желдерге қарсы түрлі кедергілер тудырады. Жергілікті желдер алқаптар арқылы шығуы мүмкін немесе тау жотасы мен тау шыңы айналасында болуға мәжбүрленеді. Ауа райы қолайлы жағдайларда топография арқылы тау және алқап самалдары пайда болады.

Біз климаттың өсімдіктерге әсер ететінін білеміз, ол Коппен жүйесінің негізі болып табылады. Осылайша, климатта вертикальді айырмашылықтар бар болған кезде, біз өсімдіктің де вертикальді аймақтануын күтуіміз керек. Полярға бағытталған мыңдаған шақырымдық саяхаттың орнына, тауға шығу арқылы өсімдіктің толық өзгергенін көре аласыз. Олай болудың себебі, биіктік температураға және өсімдік түрлеріне әсер етеді. Алайда, біз басқа да-бөктерлердің орналасқан орны, экспозиция, желдер, орографиялық әсерлер сияқты факторларды білеміз, сондай-ақ олар таулы климатты бақылауда елеулі рөл атқарады. Демек, вертикальді өмір зонасының тұжырымдамасы кең аймақтық масштабта қолданылады, аудан шегінде егжей-тегжейі едәуір өзгереді. Кейбір ең айқын өзгерістер жауын-шашын айырмашылығы немесе таудың қарама-қарсы жағындағы күн радиациясын алу нәтижесінде болады.

Қорыта келе, *әртүрлілік* пен *құбылмалдылық* биік таулы климаттың ең жақсы сипаттары болып табылады. Атмосфералық жағдайлар биіктік пен экспозицияға байланысты өзгеріп отыратындықтан, жергілікті климаттың шексіз өзгерістері таулы аймақтарда болады. Қоршалған алқаптағы климат ашық шыңдағы климаттан өзгеше. Желге қарсы бөктерлердегі жағдайлар ық жақтағыға қарама-қарсы болады. Күнге қараған бөктерлер көлеңкеде орналасқанға мүлде ұқсамайды.

✓ 15.8 Бақылау сұрақтары

- 1 Аризонаның Флагстаф пен Феникс қалалары бір-біріне жақын орналасқанымен, климаттары қарама-қайшы. Олар неге әртүрлі және қалайша?
- 2 15.24-суреттегі Неваданың жауын-шашын картасына қараңыз. Жаңбырлы аймақтар (жылына >40 сантиметр) оқшауланған және байланыссыз зоналар ретінде көрсетілген. Осы үлгіні түсіндіріңіз.

15 Дүниежүзі климаты тұжырымына шолу

15.1 Климатты жіктеу ► Неге жіктеу дүниежүзі климатын зерттеу үшін қажетті үдеріс екенін түсіндіру. Климатты жіктеу үшін Кёппен жүйесінде қолданатын өлшемді талқылау.

Түйінді сөздер: Кёппен жіктемесі

- Климатты жіктеу ұғыну және түсіну мен талдау және түсіндіруді жеңілдету үшін үлкен көлемді ақпараттарды реттейді.
- Температура мен жауын климатты сипаттайтын ең маңызды элементтер, өйткені олар адамдарға және олардың іс-әрекеттеріне әсер етеді, сонымен қатар өсімдіктің таралуына және топырақтың дамуына ықпал етеді.
- Бұрынғы кезде де климатты жіктеуге тырысқан, гректер әрбір жарты шарды үш зонаға бөлген: ыстық, қоңыр салқын және суық. Көптеген климаттық жіктеулер жетілдірілген және әрбірінің құны оның мақсаты бойынша пайдаланумен анықталады.
- Кёппен жіктемесі – температура мен жауынның орташа айлық және жылдық мәндерін қолданатын, кеңінен пайдаланылатын жүйе. Кёппен шекаралары белгілі бір өсімдік бірлестіктерінің шегіне негізделген.

- Бес негізгі климаттық топтар бар, әрқайсысы бөлімшелерден тұрады. Әрбір топ бас әріппен белгіленген. Климаттық топтардың төртеуі (А, Ә, Б, және Г) температура сипаттамаларының негізінде анықталады және бесіншісі, В тобы, оның негізгі өлшемі жауын болып табылады.

15.2 Климатты бақылау: қысқаша мазмұндама ► Климат жайлы негізгі бақылауларды қысқаша талқылау және атап шығу.

Түйінді сөздер: теңіз климаты, құрлық климаты

- Климат элементтерінің бөлінуінде тәртіп бар және климат үлгісінің болуы кездейсоқ емес. Дүние жүзінің климаттық үлгісі, бес негізгі климаттық бақылаулардың тұрақты және сенімді жұмыс істейтінін көрсетеді.
- Ендік, күн энергиясын алудағы маусымдық өзгерістерге байланысты. Температураның әртүрлі болуы ендіктің қызметі болып табылады.
- Жер/су-маңызды бақылау. Теңіз климаты жұмсақ, ал құрлық климаты экстрималды болып келеді.
- Географиялық орналасу мен басым желдер жер мен судың әсер ету дәрежесіне ықпал етеді. Судың жұмсақ әсері құрлықтық жағында байқалады.
- Таулар мен биік таулы аймақтар алыстан келетін теңіз ауа массасының енуіне тосқауыл болады, олар орографиялық жауынды тудырады және ауқымды болған кезде өздерінің климаттық аймақтарын жасап алады.
- Полюсқа бағытталған жылы мұхит ағындары ауа температурасының жылы болуына ықпал етеді, ал экваторға бағытталған суық ағындар температураның суық болуына себеп болады.

15.3 Ылғалды тропикалық (А) климат ► Ылғалды тропикалық климаттың екі үлкен категориясын салыстыру.

Түйінді сөздер: тропикалық орман, ішкі тропикалық конвергенция зонасы (ІТКЗ), тропикалық ылғал мен құрғақшылық, саванна, муссон

- Тропикалық орманда, экваторды қамтитын ылғалды тропиктер (Af, Am) тұрақты жоғары температураны көрсетеді және жыл бойы жауатын жаңбырдың себебінен ең сәнді өсімдіктер кез келген климаттық аймақта өседі. Осы аймақтарда температура орташа есеппен 25°C.
- Af мен Am климаттарында әдетте жауын жылына 175-250 сантиметр жауады және температураға қарағанда құбылмалы болады. Екеуі де маусымға және бір орыннан екінші орынға ауысуына байланысты болады. Ішкі тропикалық конвергенция зонасының (ІТКЗ) бойында конвергенциямен біріккен жылы конвекция жылы, ылғалды, тұрақсыз ауаны кеңінен жайып, бұлттардың қалыптасуына және жауынның болуына қолайлы жағдай жасайды.

- Тропикалық ылғалды және құрғақ (Aw) климат аймағы – жаңбырлы тропиктар мен субтропикалық дала арасындағы өтпелі зона. Мұнда тропикалық орманның жапырақты ағаштары бар тропикалық шалғыны саваннаға жол ашады. Бірқалыпті температура айырмашылықтары ылғалды тропиктар және тропикалық ылғал мен құрғақ аймақтар арасында ғана болады. Жауын – Aw климатты Af мен Am климатынан ажырататын негізгі фактор. Aw аймақтарында жауын жылына 100-150 сантиметр жауады және оның маусымдық сипаты байқалады, мысалы, жаз ылғалды болса, қыс құрғақ болады.
- Үндістанның көп бөлігінде, оңтүстік-шығыс Азияда және Австралияның бір бөлігінде жаңбыр мен құрғақшылықтың осы құбылмалы кезеңдері муссонмен, жел жүйелері бағыттың маусымдық өзгеруімен байланысты. Sw климаты субтропикалық, Aw климатынан өзгеше.

Сұрақ. Тропикалық ылғалды және құрғақ климатта жаңбырлы маусым қай кезде болады: қыста әлде жазда ма? Түсіндіріңіз.

15.4 Құрғақ Климат (Ө) ▶ Төменгі ендіктегі құрғақ климат пен орта ендіктегі құрғақ климаттың қарама-қайшылығы.

Түйінді сөздер: құрғақ климат, құрғақ (шөл), жартылай құрғақ (дала)

- Құрғақ аймақтар Жер бетінің шамамен 30 пайыз бөлігін алып жатыр. Жыл сайын жауынның тапшы болуымен қатар, құрғақ климатқа тән ерекшеліктің бірі – жауынның сенімсіздігі. Климатологтар құрғақ климатты жылдық жауын мөлшерінің буланған судан кем болатындығынан анықтайды. Құрғақ пен ылғалды климаттың шекарасын анықтау үшін Кёппен жіктемесі үш құбылмалы құбылыстан тұратын формуланы қолданады: орташа жылдық жауын-шашын, орташа жылдық температура және жауынның маусымдық бөлінуі.
- Жалпы су тапшылығына байланысты екі климат анықталды: құрғақ немесе шөл (ӨW) және жартылай құрғақ немесе дала (ӨS). Шөл мен дала арасындағы айырмашылықтар, ең алдымен дәреже мәселесіне байланысты. Жартылай құрғақ климат-шектелген және құрғақ климаттың ылғалдау түрі, шөлдерді қоршап тұрған өтпелі зонаны білдіреді және оларды шекаралас ылғалды климаттан бөліп тұрады.
- Субтропикалық максимум басым кезде, субтропикалық шөл (ӨWh) мен дала (BSH) климаты Солтүстік тропик пен Оңтүстік тропик маңында орын алады. Субтропикалық шөлдердегі жеткіліксіз жауын сирек және тұрақсыз болады. Шөлді қоршаған жартылай құрғақ өтпелі аймақта маусымдық жаңбыр үлгісі жақсы анықталады.
- Бұлтсыз аспан мен ылғалдың аздығына байланысты құрлықтың ішіндегі төменгі ендіктегі шөлдерде Жердегі ең үлкен күнделікті температура диапазоны бар. Субтропикалық шөлдер құрлықтың батыс жағалауынан табылған жағдайда, суық мұхит ағыны төменгі бұлттар мен тұман қаптаған салқын, ылғалды жағдайларды тудырады.
- Төмен ендікке қарағанда, орта ендік шөлдері (ӨWk) мен далалары (ӨSk) субтропикалық максимумның әлсіз ауа массасы арқылы басқарылмайды. Оның орнына, бұл климаттардың бар болуының негізгі себебі – олардың құрлықтың үлкен бөлігінің терең жер қойнауында орналасуы.

Сұрақ. Бұл фото батысқа Сьерра-Невадаға қарай қараған, Неваданың Үлкен Бас-сейн шөлінде жасалған. Осы аймақтағы құрғақ жағдайларға қандай факторлар әсер көрсетеді?



15.5 Қысы жылы ылғалды орта ендік Климат (Б) ▶ С климатының үш категорияларының арасын ажырату.

Түйінді сөздер: ылғалды субтропикалық климат, батыс жағалауының теңіз климаты, құрғақ-жаздық субтропикалық климат (Жерорта теңіз климаты)

- Қысы жылы ылғалды орта ендік климатындағы (Б климат) ең суық айдың орташа температурасы 18°C -тан төмен, бірақ -3°C -тан жоғары.
- Ылғалды субтропикалық климат (Bfa) 25° - 40° ендік диапазонында, құрлықтың шығыс жағында орналасқан. Теңіз тропикалық ауа массасының әсері басым болғандықтан, бұл аймақтарда жазғы ауа райы ыстық және қапырық, ал қысы жылы болады.
- Солтүстік Америкада батыс жағалауының теңіз климаты (Bfb) АҚШ-тың шекарасынан Канаданың солтүстік аймағынан Алясканың оңтүстігіне дейін созылып жатыр. Теңіз ауа массасының таралуы қыстың жылы, жаздың салқын және жаңбырдың жыл бойы жеткілікті болатынын білдіреді.
- Құрғақ-жаздық субтропикалық (Жерорта теңіз) климаты (Bsa мен Bsb) 30° пен 45° аралығындағы ендікте, әдетте құрлықтың батыс жағында болады. Жазда аймақтарда мұхит субтропикалық максимум тұрақты шығыс жағы арқылы басым болады. Қыста жел мен қысым экваторға бағытталған күнге ілесетіндіктен, олар полярлық бағыттың циклондық дауылдарының диапазоны аясында болады.

15.6 Қысы суық Ылғалды Континенттік Климат (В) ▶ В климатының екі категориясының сипаттарын қорытындылау.

Түйінді сөздер: ылғалды континенттік климат, субарктика климаты, тайга климаты

- Қысы суық ылғалды құрлық климатының (Ө климат) ең суық айының орташа температурасы -3°C немесе одан төмен және ең жылы айының орташа температурасы 10°C -қа дейін жетеді.

- Ылғалды құрлықтық климат (Bfa) жер бақылауына алынған және Оңтүстік жарты шарда пайда болмайды. Олар 40°-50°N ендік диапазонында, Солтүстік Американың орталығы мен шығысына және Еуразиямен шектеледі. Қысқы және жазғы температура Bfa климатында қатаң ретінде сипатталады және жылдық температура диапазоны үлкен болады. Жауын жалпы жазда көп болады, оңтүстіктен солтүстікке және құрлыққа қарай енген кезде азаяды. Қыс кезіндегі жауын негізі орта ендік циклонның өтуімен байланысты болады.
- Субарктика климаты (Bfc мен Bfd) жиі тайга климаты деп аталады, өйткені олар солтүстікте аттас қылқан жапырақты орманмен сәйкес келеді және ылғалды құрлықтық климаттың солтүстігі мен полярлық тундраның оңтүстігінде орналасқан. Субарктика климатының ерекшелігі – қыстың басым болуы. Субарктикада жаз өте қысқа, бірақ таңғаларлықтай жылы болады. Жердегі ең үлкен температура диапазоны осында болады.

15.7 Полярлық Климат (Г) ► Тундра мен полярлық мұз климатының қарама-қайшылығы.

Түйінді сөздер: поляр климаты, тундра климаты, мәңгілік қату, полярлық мұз климаты

- Полярлық климатта (ГТ мен ГF) ең жылы айдың температурасы 10°C-тан төмен. Жердегі ең төмен жылдық орташа температура осы поляр климатында болады. Поляр климаты ылғалды деп жіктелгенімен, әдетте жауын тапшы, теңіз жоқ аймақтарда жыл сайын 25 сантиметр ғана жауады.
- Полярлық климаттың екі түрі анықталған. Тундра климаты (ГТ) Солтүстік жарты шарда табылған, экватор шекарасында 10°C жазғы изотерма арқылы белгіленген, ол шөптердің ағашсыз, шалғынды, мүкті және қыналы, топырағы үнемі қатып жататын мәңгі қату деп аталатын аймақтарды қамтиды. Полярлық мұз климатында орташа айлық көрсеткіші (ГF) 0°C-тан жоғары болмайды, өсімдік өспейді және жерді үнемі мұз бен қар басып жатады.

15.8 Биік таулы климат ► Биік таулы климаттың сипаттарын атап беру.

Түйінді сөздер: биік таулы климат

- Биік таулы климат шағын аймақтағы климаттық жағдайлардың әртүрлілігімен сипатталады. Солтүстік Америкада биік таулы климат Жартасты тауларда, Сьерра-Невадада, Каскадтарда, тауларда және Мексиканың ішкі үстірттерінде кездеседі. Жоғары биіктіктің ең танымал климаттық әсері төмен температура болғанымен, үлкен жауын орографиялық көтерілу есебінен болады.
- Әртүрлілік пен құбылмалдылық биік таулы климаттың ең жақсы сипаттары болып табылады. Атмосфералық жағдайлар биіктік пен Күн сәулесінің әсерінен өзгеріп отыратындықтан, жергілікті климаттың шексіз өзгерістері таулы аймақтарда болады.

Сұрақ. 7-тарауда талқыланған жергілікті желдердің қайсысы биік таулы климатпен байланысты?

Ой жүгірту

1. 15.1-мәліметтер жинағында сипатталған тропикалық топырақтың құнарлылығы төмен болып есептеледі. Дегенмен фотосуретте көрсетілгендей, бұл топырақ тропикалық орман өсімдіктеріне жайқалып өсуіне көмектеседі. Құнарлылығы аз топырақта өсімдіктің қалай жайқалып өсетінін түсіндіріңіз.



2. Берілген климаттардың қайсысында жылдық жаңбыр мөлшері ретті болуы мүмкін, яғни қайсысында жаңбырдың жылдан жылға өзгеріс *пайызы* ең аз болуы ықтимал: BSh, Aw, BWh, немесе Af? Осы климаттардың қайсысында жылдық жаңбыр мөлшері жылдан жылға өзгеріп отырады? Жауабыңызды түсіндіріңіз.
3. Нью-Мексика, Альбукеркеде жыл сайын орташа есеппен алғанда 20.7 сантиметр жаңбыр жауады. Көппен жіктемесін қолданған кезде Альбукерке шөл болып есептелді. Ресейдің Верхоянск қаласы Сібірдегі солтүстік поляр шеңберінің маңында орналасқан. Верхоянскіде жауынның жылдық орташа мөлшері 15.5 сантиметр, Альбукеркеге қарағанда шамамен 5 сантиметрге кем, әрі ол ылғалды климат ретінде жіктеледі. Бұл қалай болуы мүмкін екенін түсіндіріңіз.
4. Мұндай мәселе Солтүстік Африканың Сахара шөліне іргелес жатқан екі қаласында да бар. Екеуінде де субтропикалық дала (BSh) климаты бар деп жіктелген. Біреуі Сахараның оңтүстік бөлігінде, ал екіншісі Сахараның солтүстігінде Жерорта теңізінің қасында орналасқан.
 - a. Қай мезгілде әрбіреуінде жауынның максимум мөлшері болады: қыста әлде жазда ма? Түсіндіріңіз.

- ә. Егер екі қала дала климаты талаптарына сай келмесе (яғни, аз мөлшерде ғана жаңбыр болса, екеуі де ығалды деп есептелсе), қай қалада жалпы жаңбыр мөлшері азырақ болуы мүмкін? Түсіндіріңіз.
5. Дүниежүзі климаты көрсетілген 15.4-суретке қараңыз. Ылғалды континенттік (Vfb мен Vwb) және субарктикалық (Vfc) климаттар әдетте “жер бақылауында” деп сипатталады, яғни, оларға теңіз ықпал ете алмайды. Дегенмен, бұл климаттар солтүстік Атлант және солтүстік Тынық мұхиттарының шеттерінде кездеседі. Неге олай болатынын түсіндіріңіз.
6. Құрғақ-жазғы субтропикалық климатта жалпы жауынның мөлшері биіктіктің жоғарылауымен көбейеді, бірақ ылғалды континенттік климатта керісінше. Түсіндіріңіз.
7. Субарктикалық климатта қар аз жауады, бірақ қыс кезіндегі келуші қар қалың жауады екен деген оймен кетуі мүмкін. Түсіндіріңіз.
8. Африканың үш қаласына негізделген, айлық жаңбыр мөлшері (миллиметрмен) берілген деректерге қараңыз. Олардың орналасқан орны қосымша берілген картада көрсетілген. Әрбір қалаға (А, Ә, немесе Б) берілген деректерді картадағы дұрыс орындарымен (1, 2, немесе 3) сәйкестендіріңіз. Оны қалай анықтай аласыз? *Бонус:* 7-тараудағы суретті қараңыз, ол әсіресе, бұл жерлерде неге жауынның максимум және минимум мөлшері болатынын және қашан болатынын түсіндіргенге немесе көрсеткенге пайдалы болар еді.

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж
Қала А	81	102	155	140	133	119	99	109	206	213	196	122
Қала В	0	2	0	0	1	15	88	249	163	49	5	6
Қала С	236	168	86	46	13	8	0	3	8	38	94	201



9. Ғарыштан түсірілген осы көріністен көрініп тұрған үш шөлді анықтаңыз. Неге бұл аймақтар сонша құрғақ екенін қысқаша түсіндіріңіз. Осы суреттен басқа екі көрініп тұрған климатты анықтаңыз. Сондай-ақ, экватор маңындағы бұлттар жолағының болу себебін түсіндіре аласыз ба?



10. Берілген қосымша фотодағы теміржол желісі 1940 жылы Аляска маңында салынған кезде, төңірек тегіс болған. Мұнда көрсетілгендей, теміржол аяқталғаннан кейін, көп ұзамай топырақ шөгіліп, жолдарды “дөңеске” айналдырған. Нәтижесінде, теміржол желісі жарамсыз болып қалған. Неге жер тұрақсыз болып, шөге бастағанының себебін түсіндіріңіз.

Мәселелер

1. 15.2-суретті, төмендегі кестеде келтірілген А, Ә, мен Б аймақтарына сәйкес жіктеуді анықтау үшін пайдаланыңыз.

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	ЖЖ
А станциясы													
Темп. (°C)	-18.7	-18.1	-16.7	-11.7	-5.0	0.6	5.3	5.8	1.4	-4.2	-12.3	-15.8	-7.5
Жауын. (мм)	8	8	8	8	15	20	36	43	43	33	13	12	247
В станциясы													
Темп. (°C)	24.6	24.9	25.0	24.9	25.0	24.2	23.7	23.8	23.9	24.2	24.2	24.7	24.4
Жауын. (мм)	81	102	155	140	133	119	99	109	206	213	196	122	1675
С станциясы													
Темп. (°C)	12.8	13.9	15.0	16.1	17.2	18.8	19.4	22.2	21.1	18.8	16.1	13.9	15.9
Жауын. (мм)	53	56	41	20	5	0	0	2	5	13	23	51	269

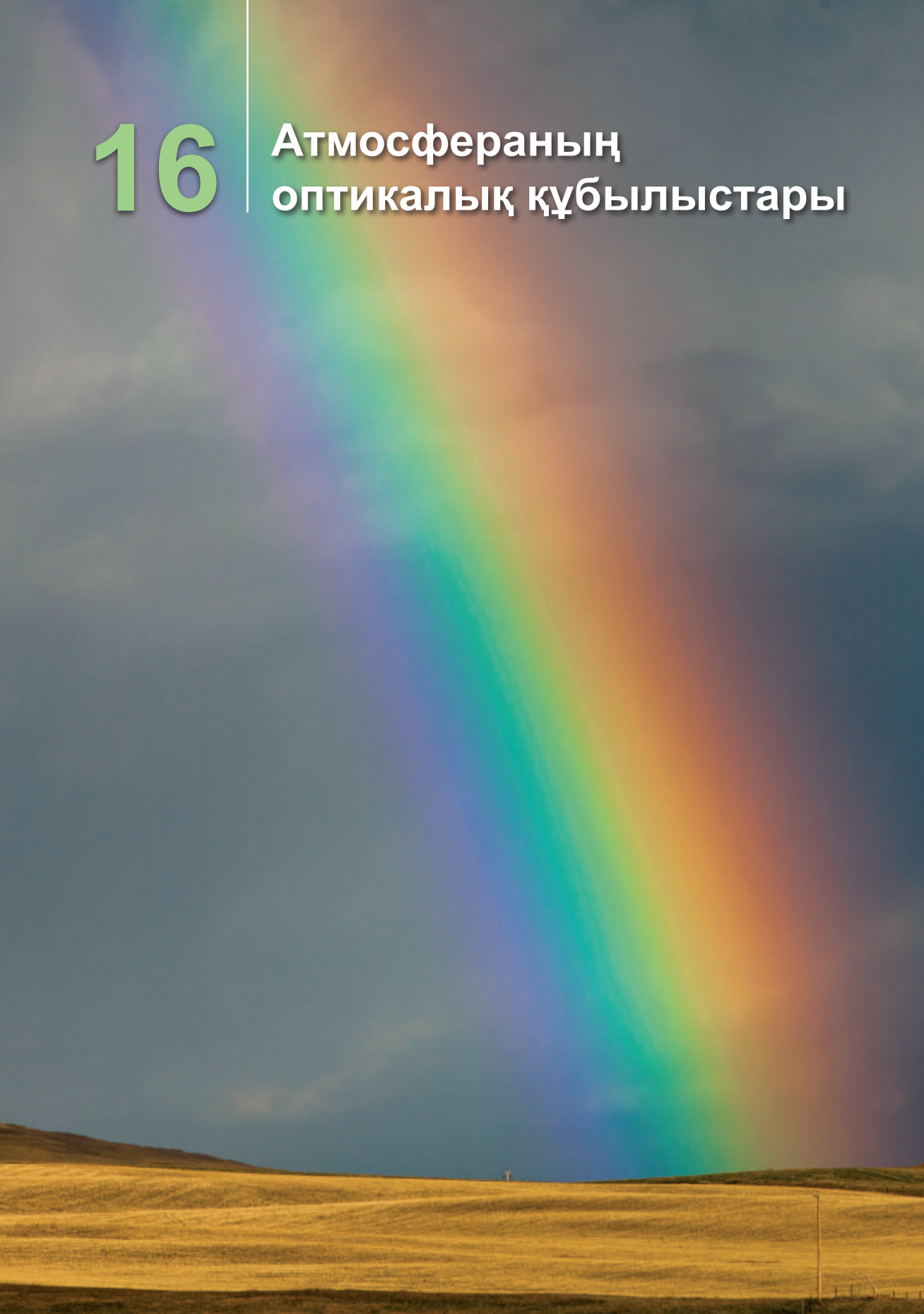
2. 15.19-суреттегі картаны қолдана отырып, Флориданың оңтүстік құрлықтық ұшы мен Миннесота-солтүстік Дакота шекарасының Канадаға тиіп тұрған нүктесі арасындағы маусым мен шілде температура градиентін анықтаңыз. Қашықтықты 3100 шақырым деп алыңыз. Жауабыңызды °C-да 100 шақырым немесе °F-та 100 миль деп көрсетіңіз.

Метеорологияны меңгеру™

Қосымша шолу мен сынаққа дайындық материалдарын іздеудесіз бе? *Mastering Meteorology™* -дегі Study Area қараңыз, осы тараудың мазмұнын толық түсіну үшін интерактивті картаны қосқанда, әртүрлі ресурстарды – Geoscience Animations, GEODE, RSS жаңалық каналдарын, флэш карталарды, web сілтемелерді, өзін-өзі зерттеу викториналарын және «Атмосфера» туралы eText нұқасын қолдануға болады.

16

Атмосфераның
оптикалық құбылыстары



Назар аударылатын тұжырымдар

Бөлімдердің негізгі тақырыптарындағы әрбір пайымдау, сәйкесінше, оқудағы бастапқы мақсаттарды ұсынады. Бөлімді аяқтаған соң, сіз келесі сұрақтарға жауап беруге қабілетті болуыңыз керек:

- 16.1** Рефлексия заңы атты ұстанымды түсіндіру және рефракцияның түстер спектрін ажырату үшін ақ жарықты тудыруын талқылау.
- 16.2** Сағымның жасалуын сипаттау.
- 16.3** Су тамшысын салу және бастапқы кемпірқосақ жасау үшін күн шуағының сол арқылы қалай жүретінін көрсету.
- 16.4** Күн шуағы және алтыбұрышты мұз кристалдары арасындағы өзара қатынасу нәтижесінде пайда болатын үш оптикалық құбылысты өзара ажырату.
- 16.5** Әкиек және галоларды салыстыру.

Жер бетіндегі ең әсерлі және қызықты табиғи құбылыстардың бірі – кемпірқосақ. Оның «тосынсый» пайда болуы және түстерінің жарқ етуі оны ақындар мен әртістердің шабытын оятқан тақырыбына айналдырады, тіпті әрбір фотограф оны камерасына қол түсіруге асығады. Кемпірқосақпен қоса басқа да таңғаларлық оптикалық құбылыстар біздің атмосферада пайда болады. Бұл бөлімде біз бұл көріністердің ең танымалдарының пайда болуын қарастырамыз. Бұл құбылыстарды қашан және қайда іздеу керектігін білу олардың әр түрін анықтау және сайып келгенде, оларды жиірек көрудің куәгері болу мен бағалауға мүмкіндік туғызады.

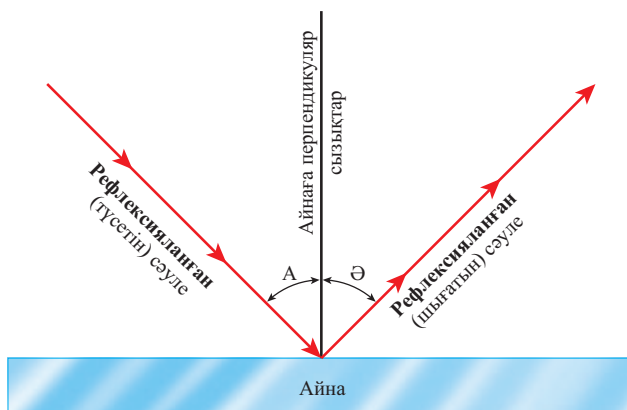
16.1 Жарық пен материяның өзара қатынасы

Рефлексия заңы атты ұстанымды түсіндіру және рефракцияның түстер спектрін ажырату үшін ақ жарықты тудыруын талқылау

Ақ түсті (көрінетін) күн көзінің біздің атмосферамен өзара қатынасы біз аспанда бақылайтын санды оптикалық құбылыстарды туғызады. 2-бөлімде біз жарықтың кейбір қасиеттері және олардың аспанның көк түсі және күн батуының қызғылт түсі сияқты оқиғаларға қалай әсер ететін қарастырдық. Бұл бөлім күн сәулесі мен газдар, мұз кристалдары арасындағы өзара қатынасты, атмосферадағы тағы басқа оптикалық құбылыстарды жасайтын су тамшыларды тексереді. Біз жарық пен материя қатынасын екі негізгі жолдан бастаймыз: рефлексия және рефракция.

Рефлексия

Күннен Жерге келетін жарық бірыңғай жылдамдық пен түзу сызықта қозғалады. Алайда, жарық су денесі сияқты мөлдір материалмен кездескенде бөліктер бетіне секіріп шығады да, кейбіреуі баяуырақ жылдамдықта материал арқылы көшеді. Бетінен секіріп шығатын жарық *рефлексияланады*. Рефлексияланған жарық өзінді айнадан көруге мүмкіндік береді. Айнада көретін бейне сені алғаш айнада көрсеткен, кейін күміс немесе алюминий жабыны бар айна бетінен қайта көзге түскен жарықтан шығады. Жарық рефлексияланған кезде сәулелер рефлексияланған беттен екеуі кездесетін бұрышта секіріп шығады (**16.1-сурет**). Бұл ұстаным **рефлексия заңы** деп аталады. Бұл заң түсетін сәуле мен рефлексияланған бетке перпендикуляр сызықтың жасайтын бұрышы рефлексияланған (шығатын) сәуле мен сол сызықтың бұрышына тең деп тұжырымдайды.



▲ **16.1-сурет. Жарықтың айналық шағылуы.** Жарық сәулесі тегіс бетке түскенде олар дәл сондай бұрыш жасап қайта шағылады.

Айна сияқты жұмсақ, жоғары рефлексияланатын бетте, параллель түсетін сәулелердің шамамен 90 пайызы сол бетті сыртқа шығатын параллель жолдармен суретте көрестілгендей қайта шағылады.

Алайда, жарық біраз бұрыс бетті кездестірсе, сәулелер көп бағытқа рефлексияланады; бұл диффузиялық рефлексия деп аталады (**16.2-сурет**). Тіпті кітаптың парағындай жұмсақ

заттың өзі жарықты барлық бағыттарға шашыратуға жетерліктей қатты. Рефлексияның бұл түрі таңбаны дерлік кез келген бұрыштан анықтауға мүмкіндік береді. Айналадағы көптеген заттар *диффузиялық рефлексия* арқылы көрінеді.



▲ 16.2-сурет. Бұдырлы бетке түскен сәуле дисперсияланады (шашырайды).

Жарық өте қатты беттен рефлексияланатын кезде көрінетін бейне жалпылай бұрмаланып немесе бірнеше бейне ретінде пайда болуы мүмкін.

Мысалы, Күннің рефлексияланған бейнесі толқынды мұхит бетінде көрінген кезде домаланған диск емес, **16.3-суретте** көрсетілгендей ұзын, тар жолақ тәріздес болады. Сенің көретінің Күннің бір бейнесі емес, жалғыз жарық көзінің көптеген бұрмаланған бейнелері. Жарықтың бұл ашық жолағының шығу себебі әр толқынды соғатын күн сәулесінің тек бір бөлігі ғана көрерменнің көзіне көрсетіледі.



▲ 16.3-сурет. Толқынды мұхит бетінде көрінетін шағылысқан Күннің кескіні. Бұл ұзын, жіңішке күн сәулесінің жолағы, шынымен де судың бетіне шағылысқан Күннің бұзылған кескіні. Вашингтон, Мост Десепшн Пасс.

Біздің оптикалық құбылыстарды талқылауымызға маңызды рефлексияның тағы бір түрі **ішкі рефлексия** деп аталады. Ішкі рефлексия су сияқты мөлдір материал арқылы өтетін жарық қарама-қарсы бетке жетіп сол мөлдір материалда қайта көрінгенде пайда болады.

Бұл құбылысты бір шыны суды төбеде ұстап су арқылы жоғары қарап көруге болады. Су арқылы анық көре алуға тиіссіз, себебі өте кіші ішкі рефлексия жарық мөлдір материалдың бетіне перпендикулярлы түрде түскен кезде нәтижеге ие болады. Шыныны төбеде ұстап тұрып шыны арқылы бұрышқа қарайтындай жанына қарай қозғалтыңыз. Су бетінің төменгі жағы күміс айнаның пайда болуына алып келеді. Бұл жерде бақылап отырғаныңыз жарықтың вертикальды түрде 48° -тан жоғары бұрышта су бетін соққандағы ішкі рефлексия (**16.4-сурет**). Ішкі рефлексия кемпірқосақ сияқты оптикалық құбылыстардың пайда болуында маңызды рөл атқарады.



▲ **16.4-сурет. Ішкі шағылу.** Бассейнге түсіп жүрген екі қыздың төбесінде пайда болған рефлексияға көңіл аударыңыз. Ішкі шағылу жарықтың судың беті мен төбедегі ауаның интерфейсінен кері таралуынан пайда болады.

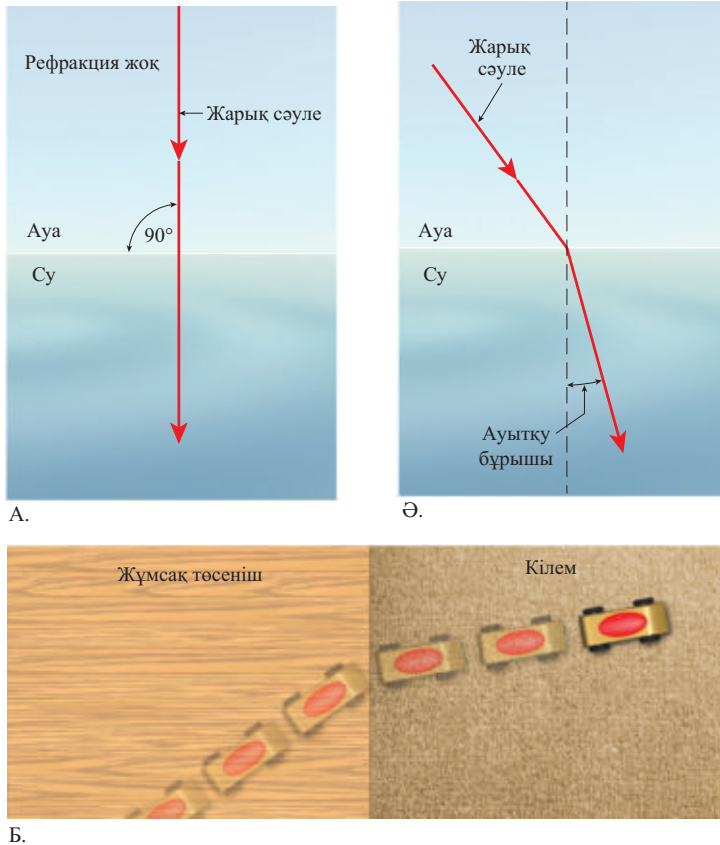
Рефракция

Жарық мөлдір материалды соққан кезде рефлексияланбайтын бөліктер материал арқылы көшіп *рефракция* деп аталатын басқа танымал эффектке өтеді. **Рефракция** жарықтың бір мөлдір ортадан келесіге көлбеу өткенде бағытының өзгеруі. Рефракция жарықтың жылдамдығы оны көшіретін материалға тәуелді болғандықтан пайда болады. Вакуумда радиация жарықтың жылдамдығымен жүреді (секундына 3.0×10^8 метр), бірақ ол ауа арқылы қозғалғанда оның жылдамдығы ақырын азаяды. Алайда, су, мұз немесе әйнек сияқты мөлдір заттарда оның жылдамдығы ауадағыға қарағанда айтарлықтай төмен болады.

Жарық су сияқты мөлдір ортаға жолықса, 90° бұрышта, ол **16.5(А)-суретте** көрсетілгендей сол орта арқылы түзу жолға өтеді. Алайда, жарық мөлдір ортамен 90° -тан аз бұрышта кездескен кезде ол майысады немесе рефракцияланады (**16.5(Ә)-сурет**). Рефракцияны ойыншық көліктің тегіс еденнен кілем төселген жерге өтуіне қалай жауап беретінінен көруге болады. Егер ойыншық көлік кілемді 90° бұрышта кездестірсе, ол бәсеңдейді бірақ бағытын өзгертпейді.

Алайда, егер көліктің алдыңғы дөңгелектері кілемді 90° -тан басқа бұрышта соқса, көлік тек қана бәсеңдей қоймай, **16.5(Б)-суретте** көрсетілгендей өз бағытын өзгертеді.

Осы ұқсастық бойынша, бағыттың өзгеруі алдымен кілемді соғатын алдыңғы дөңгелектің бәсеңдеуі себебінен пайда болады, ал осы уақытта әлі де тегіс еденнің үстіндегі екінші алдыңғы дөңгелек ойыншық көліктің кенеттен бұрылыс нәтижесінде сол бұрынғы жылдамдықта қозғалады. Ал енді елестететін болсақ, ойыншық көліктің жолы жарық сәулелердің жолын білдіреді, сәйкесінше тегіс еден мен кілем ауа мен суды білдіреді. Жарық суға еніп бәсеңдегенде оның жолы су бетінен перпендикулярлы түрде кеңейтілген сызыққа ауытқиды (16.5(Ә)-сурет). Егер жарық судан ауаға өтсе, майысу қарама-қарсы бағытта – перпендикулярдан алыс пайда болады.

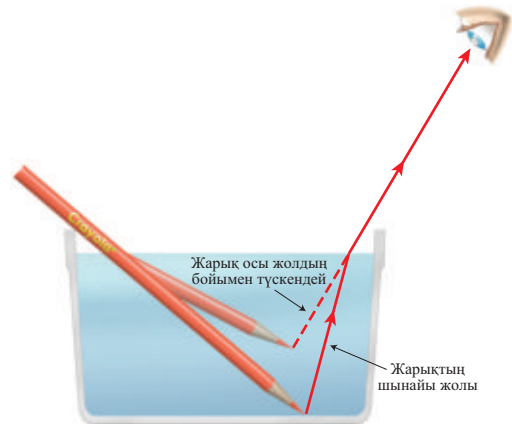


▲ **16.5-сурет. Рефракция.** **А.** Жарық сәулесі бір мөлдір материалдан екіншіге 90° бұрыш жасап өткен кезде, сәулелер тура қозғалады. **Ә.** Жарық толқындары бір мөлдір материалдан екіншіге 90° -тан өзге бұрыш жасап өткен кезде рефракцияланады (сынады). Жарықтың жылдамдығы ауаға қарағанда суда баяу болады, сондықтан жарық сәулесі су бетіне перпендикуляр салынған сызықтан ауытқып, сынады. **Б.** Тегіс беттен кілемшелі бетке қозғалып бара жатқай ойыншық машина рефракция принципін түсіндіреді.

Рефракцияны қарындашты жартылай бір шыны суға салып көлбеу 90° тан басқа бұрышта көруден бақылауға болады (**16.6(А)-сурет**). Рефракцияның қарындаштың айқын иілуін қалай шығаратыны **16.6(Ә)-суретте** көрсетілген. Бұл сызбадағы қалың сызықтар жарықтың шынайы жолын көрсетеді, ал штрихталған сызықтар адам миының қабылдайтын түзу жолын көрсетеді.



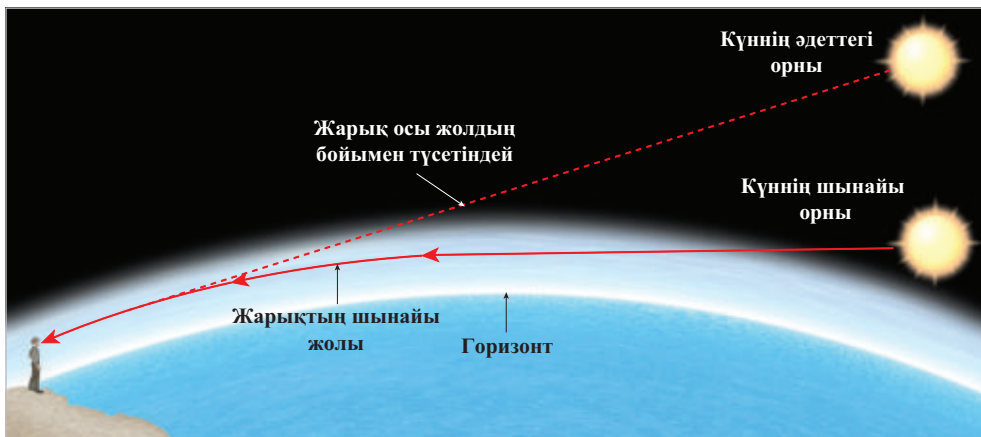
А.



Ә.

▲ **16.6-сурет. Қарындашты қолдану арқылы рефракцияны көрсету.** А. Суға салынған қарындаштың рефракциясын көрсететін сурет. Ә. Қарындаш майысқан сияқты көрінеді, себебі адамның көзі жарықты түзу емес үзік сызық бойымен қозғалады деп қабылдайды, ол сызық жарықтың сыну жолы болып табылады.

Егер қарындашқа төмен қарасақ нүкте жерге шынайы келгендегіге қарағанда жақынырақ көрінеді. Бұның пайда болу себебі, біздің ми жарықты шынайы бүгілген жол бойымен емес, штрихталған сызықпен белгіленген түзу жол бойымен келетін ретінде қабылдайды. Себебі, қарындаштың батырылған бөлігінен шығатын жарықтың барлығы ұқсас түрде бүгілген, қарындаштың бұл бөлігі сыртқа жақынырақ болады. Сондықтан, қарындаштың суға кірген бөлігі жоғары қарай иілгендей көрінеді.



▲ **16.7-сурет. Сыну Күннің орналасқан жерінен айтарлықтай жылжуына себеп болады.** Бұл жарық сәулелерінің атмосфераның әртүрлі тығыздықтағы қабаттарынан өту кезіндегі иілу нәтижесінде болады. Жер бетіне қарағанда атмосфераның биіктіктегі тығыздығы аздау болғандықтан, жарық Жердің бетімен бірдей болып қисайып сынады.

Жарықтың бір мөлдір заттан екіншісіне көлбеу өткендігі себебінен тез бүгілгеніне қоса, жарық бірте-бірте иіледі, өйткені ол тығыздығы әртүрлі материалдарға түседі. Материал-

дың тығыздығы өзгерген сайын, жарықтың да жылдамдығы өзгеріп отырады. Жердегі атмосферада, мысалы, ауаның тығыздығы әдетте Жер бетіне көтеріледі. Тығыздықтың бұл біртіндеп өзгеруінің нәтижесі – жарық сәулелерінің бірдей біртіндеп бәсеңдеуі мен бүгілуі. Ауа тығыздығы төмен жерлерден ауа тығыздығы жоғары жерлерге өтетін сәулелер Жер қисықтығының бағытымен иіледі.

Жарықтың рефракция себебімен бүгілуі көптеген жалпы оптикалық құбылыстарға жауапты. Бұл құбылыстардың нәтижеге ие болуының себебі, біздің миымыз бүгілген жарықты біздің көзімізге түзу жол бойымен келгендей қабылдайды. Бүгілген жарық сәулесіне төмен қарап бұрыш айналасында орналасқан жарықтың қайнар көзін көруді елестетіп көріңіз. Егер нысанды көре алсаңыз, сіздің миыңыз ол нысанды бұрыштан алшақ орналастырады, яғни «анық көруге». Кей жағдайда, біз «бұрыш айналасындағы» заттарды көреміз. Бұның бір мысалы Күннің батуын көргенде. Күн көкжиектен төмен жаңа өткеннен бірнеше минуттан соң, ол бізге әлі де толық диск ретінде көрінеді. **16.7-сурет** осы жағдайды көрсетеді. Бұл біздің Күн батқаннан кейін көкжиек үстінде пайда болу жайына себеп болатын *жарық бүгілуін қабылдауға қабілетсіздігіміз*.

✓ 16.1 Бақылау сұрақтары

- 1 Рефлексия заңын баяндаңыз.
- 2 Ішкі рефлексия атты оптикалық құбылысты қысқаша сипаттаңыз.
- 3 Жарық бір мөлдір ортадан басқа ортаға өткенде не болады?
- 4 Рефракцияның біздің затты қабылдау жолын қалай өзгертетініне кем дегенде бір мысал келтіріңіз.

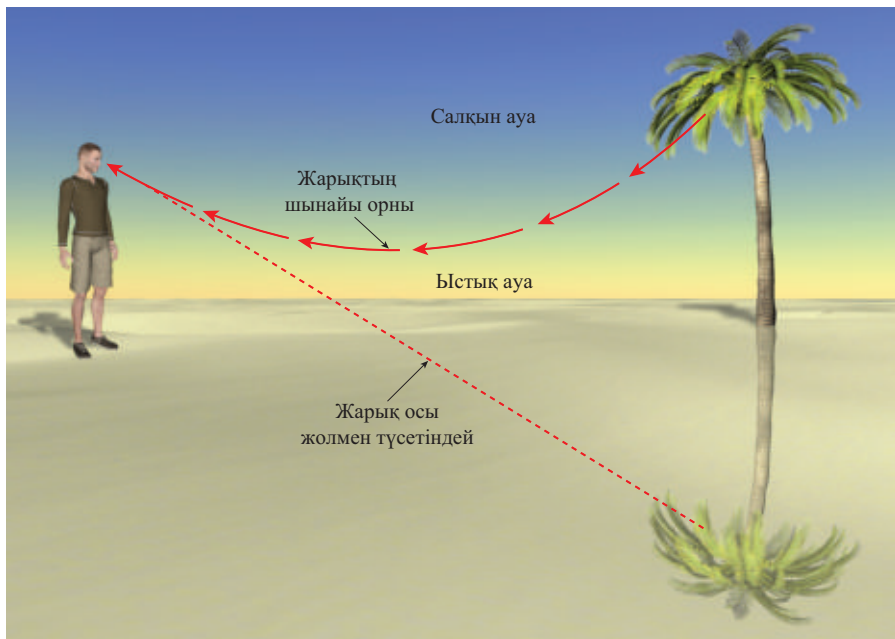
16.2 Сағым

Сағымның қалай пайда болатынын сипаттау.

Біздің атмосфераға тән ең қызық оптикалық жағдайлардың бірі – **сағым**. Бұл құбылыстың көбінесе шөлді аймақтармен байланыстылығына қарамастан, ол кез келген жерде кездесуі мүмкін (**16.1-мәліметтер жинағы**). Сағымның бір түрі жер бетіне жақын ауа тым ыстық болып ауа райы ыстық күндері пайда болады. Жоғарыда айтылғандай, ауа тығыздығындағы өзгеріс жарық сәулелерінің біртіндеп бүгілуімен ере жүреді. Жоғарыдан келген жарық жер бетіне жақын тығыздығы аз ауа арқылы өткенде, сәулелер Жер қисықтығына қарама-қарсы бағытта бүгіледі. **16.8-суретте** көрсетілгендей бүгілудің бұл бағыты көру деңгейінен төмен бақылаушыға жету үшін алыс нысаннан жарық туғызады.

Мидың жарықты түзу жолға ергендей қабылдауы себепті, нысан өзінің бастапқы орнынан төмен көрінеді және 16.8-суретте көрсетілген пальма ағашындай ол жиі төңкерілген. Пальма ағашы төңкерілгендей көрінеді, себебі ағаш басының жанынан бастау алған сәулелер ағаш негізінен түскен сәулелерден көбірек бүгілген.

Классикалық шөлді сағымда жоғалған және шөлдеген кезуші пальма ағаштары мен пальманың бейнесі «көрінетін» жарқыраған су бетінен тұратын оазисті кездестіреді.



▲ **16.8-сурет. Классикалық шөл сағымы төменгі сағымның бір түрі.** Шөлдегі классикалық сағымда, жарық Жер бетіне жақын маңдағы ыстық ауада биіктіктегі суық ауаға қарағанда тезірек қозғалады. Сондықтан, төмен қарай бағытталған жарық сәулесі беткейге жақын жылы ауаға кіргенде, жоғары қарай сынып, бақылаушының көз деңгейінен төмен жерде болады, сол үшін зат өз нақты орналасқан жерінен төменірек орналасқандай көрінеді.

16.1-мәліметтер жинағы

Тас жолда шынымен сағымдар бола ма?

Сіз жаздың ыстық түсінде тас жолмен бара жатқаныңызда міндетті түрде сағымды байқаған боларсыз. Тас жолда ең жиі кездесетін сағым – «сулы аймақтар», олар алдыңыздағы жолда көрінеді және сіз жеткен кезде жоғалып кетеді. **(16(A)-сурет)**. «Су» адам қасына келген кезде жоғалып кеткендіктен көп адамдар бұл сағымдарды тек оптикалық елес деп ойлайды. Шындығында олай емес. Тас жол сағымы, басқа да кез келген сағымдай, айнада бақыланатын көріністей шынайы бейне. 16(A)-суретте көрсетілгендей, тас жолдағы сағымды суретке түсіріп алуға болады, сол үшін ол мида туындайтын елес емес.

Құрғақ жолда «сулы аймақтардың» пайда болуына не себеп? Жаздың ыстық аптабында Жер бетіне жақын жердегі ауа биіктігіге қарағанда ыстығырақ болады. Жарық сәулесі суықтау (тығыздығы көп) аймақтан жерге жақын жылырақ аймаққа (тығыздығы аз) өткен кезде Жердің қисықтығына қарсы бағытқа қарай иіледі (**16.8-суретті** қараңыз). Соның нәтижесінде, аспаннан төмен қарай бағытталған жарық сәулелері қайтадан жоғары қарай рефракцияланып, бақылаушының көзіне тасжолдың алдында су көрінгендей болады. Жүргіншіге су сияқты болып көрінген нәрсе шын мәнінде аспанның теріс төңкерілген бейнесі. Бұл анықтап қараған кезде көрінеді. Келесіде тас жолда сағымды байқасаңыз, сол «сулы аймақпен» бірдей қашықтықта орналасқан алдыңыздағы кез келген көлікке қараңыз. Ол көліктің төмен жағында соның теріс төңкерілген бейнесін көре аласыз. Бұл кескін төңкерілген аспанның бейнесі сияқты жасалған.



▲ 16(А)-сурет. Классикалық тас жол сағымы.

Сұрақ

1. Жаздың ыстық, ашық күнінде тас жолда сапарда болғанда қашық жерде көрінетін «сулы аймақтардың» туу себебін түсіндіріңіз.

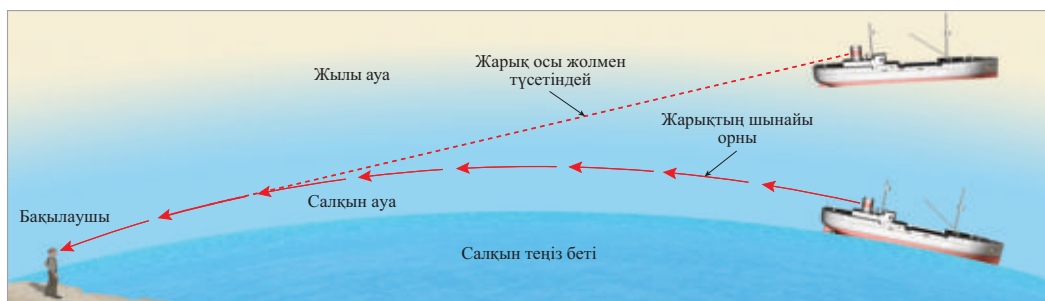
Ағаштар шынайы болса да, су мен бейнеленген пальмалар сағым бөлігі болып табылады. Бақылаушыға салқынырақ ауа арқылы келетін жарық шынайы ағаштар бейнесін жасайды. Пальмалардың бейнесі ағаштардан төмен қарай түскен және жерге жақын ыстық (тығыздығы аз) ауа арқылы өткен біртіндеп жоғары бүгілген жарықтан жасалады. Жарқыраған судың бейнесі аспаннан төмен түсіп жоғары бүгілетін жарықтан жасалған. Осылайша, су сағымы шынында аспан болып табылады. Бұл шөлді сағымдар **төменгі сағымдар** деп аталады, өйткені бейнелер бақыланып отырған нысанның шынайы орналасқан жерінен *төмен* пайда болады.

Сағымның басқа жалпы түрі жер бетіне жақын ауа салқынырақ болғанда пайда болады, сондықтан да неғұрлым тығыз болады. Демек, бұл эффект көбінесе полярлы аймақтарда немесе салқын теңіз беттерінен жиірек байқалады. Жер бетіне жақын ауа жоғарыдағы ауаға қарағанда айтарлықтай салқынырақ болғанда жарық Жер қисықтығының бағытына бүгіледі. **16.9-суретте** көрсетілгендей бұл эффект Жер қисықтығы, әдетте кемелерді көз алдынан жоятын жерде олардың көрінуіне мүмкіндік береді.

Бұл **алда келе жатқан** деп аталатын құбылыс жарықтың бейнесі нысанды көкжиек үстінен асыратындай жеткілікті түрде маңызды болғанда пайда болады. *Төменгі сағым* болып табылатын шөлді сағымға қайшы бұл құбылыс **үстіңгі сағым**, себебі көрінетін бейне өзінің шынайы орнынан жоғары болады.

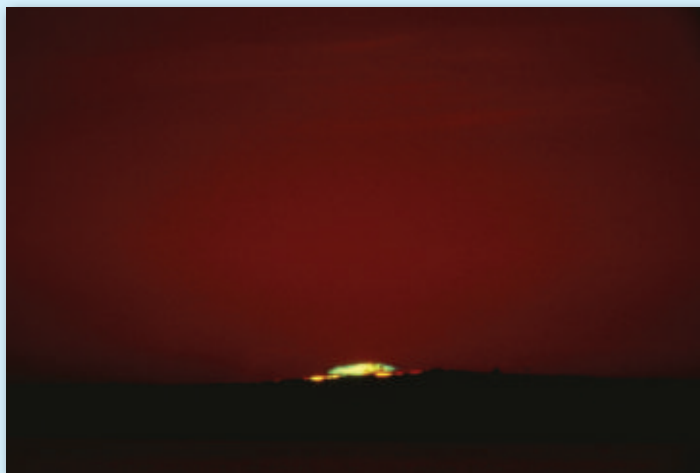
Оңай түсіндірілетін төменгі және үстіңгі сағымдармен бірге, тағы бірнеше күрделі сағым түрлері бар. Олар атмосфераның температура биіктікпен бірге тұрақсыз өзгеріп отыратын температура профилін дамытатын кезде пайда болады, ол ауа тығыздығында ұқсас өзгерістерді туғызады. Осы жағдайда, әр жылу қабаты көз линзалары секілді әрекет жасайды. Себебі, әр қабат жарық сәулелерін өздігінше әртүрлі бүгеді, осы жылу қабаттары арқылы байқалатын нысандардың өлшемі мен пішіні айтарлықтай бұрмаланған. Егер

карнавалда «айналар үйіне» кірген болсаңыз, сіз осыған ұқсас құбылысты бақылаған боларсыз, айналардың бірі сізді ұзынырақ көрсетсе, екіншілері денеңіздің бейнесін не созады не қысады. Сағым да заттардың өлшемі мен пішінін солай бұрмалай алады. Заттың анық өлшемін өзгертетін сағымның бір түрі **өсу** деп аталады. Аты атап тұрғандай, бұл сағым бастапқы заттың ұзынырақ және көбінесе бұрмаланған бейнесін туғызады. Бұл оптикалық құбылыс көбінесе күрт температуралық контрасттар тән жағалаудағы аймақтарда кездеседі.



▲ **16.9-сурет. Елес: жоғарғы сағымның түрі.** Жарық жер бетіне жақын суық ауа қабатына енсе, ол баяулап, төмен қарай иіледі. Бұл заттардың нақты орналасуына жоғары етіп көрінуіне себеп болады да, жоғарғы сағым деп аталады.

16.1-атмосфераға шолу



Ілеспе кескін күн батқанда немесе шыққанда Күннің үстінде жасыл қақпақ сияқты пайда болатын, *жасыл жарқыл* деп аталатын оптикалық құбылыс. Жасыл жарқылдар атмосфераның тығыздығының өзгеруінен туындайды, ол жарық сәулесінің тығыздығы аздау атмосферадағы ауа қабатынан бақылаушы орналасқан Жер бетіне жақын тығыз ауаға өткен кезде иілуіне себеп болады. Жасыл жарқылдардың пайда болу себебі, спектрдің көк/жасыл бөлігінде сәуле қызыл/қызылсары бөлігіне қарағанда көбірек иілуімен байланысты. Нәтижесінде, батып бара жатқан Күннің жоғарғы ұшындағы көк сәулелер қараған көзге көрінеді, ал қызыл

сәулелер Жердің қисықтығына байланысты кедергіге ұшырап, көрінбейді. Сондықтан біз көк/жасыл жарқылдарды әрбір күннің батуында көруіміз керек. Анық жағдайлар мен күн батуын кедергісіз бақылау ең тамаша көк-жасыл түсті жарқылдарды жасайды. Алайда, жасыл жарқылдар өте сирек кездеседі, себебі көк түстің басым бөлігі және жасыл түстің біразы күннің жарық сәулесінен шашыраудың себебінен жоғалып кетеді (2-бөлімді қараңыз).

Сұрақтар

1. Түрлі тығыздықтағы мөлдір денеден өткен кезде жарықтың сынуын түсіндіруде қандай термин қолданады?
2. Жасыл жарқылдар көбінесе мұхиттардың үстінде күн батқан кезде камераға түсіріледі. Бұның себебін түсіндіріңіз.

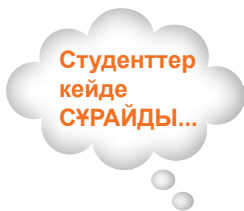
Сарайлы сағымның тағы бір қызық түрі Морган тағына (Фата Моргана) деп аталады, ол жұқа ауада биік сарай тұрғызуға қабілетті сиқырға ие болған Король Артурдың аңызға айналған әпкесінің атымен аталған (**16.10-сурет**). Сиқырлы сарайлармен қоса, Морган тағына аталып кеткен бұл құбылыс, жер шарының полярлы аймақтарының зерттеушілері ерте кезден бақылаған бірақ, ешқашан болмаған сарайлы таулардың көрінуін түсіндіруі мүмкін.



▲ **16.10-сурет. Морган фатасы.** Сағымның бұл түрі заттардың шынайы өлшемінен ұзынырақ етіп көрсетеді. Бұл суда жүзіп жүрген екі айсбергтің суреті. Байқасаңыз, бұл суреттің жоғарғы жағында (сағым) шынайы айсбергтің төңкерілген бейнесі көрінеді.

✓ 16.2 Бақылау сұрақтары

1. Жарық өтетін ауа тығыздығы жылдамдықпен бірге өзгертін болса, ауада қандай өзгеріс болады?
2. Жарық жылы (тығыздығы аз) ауадан салқынырақ (тығыздырақ) аймаққа ауысқанда оның жолы қисаяды. Сол жарық Жер қисықтығының бағытымен бүгіле ме, әлде қарама-қарсы бағытта ма?
3. Төменгі сағым деген термин нені білдіреді?
4. Төменгі сағымның үстіңгі сағымнан қандай айырмашылығы бар?



Неліктен Ай көкжиекте төмен орналасқанда жоғарыда орналасқан кезіндегіден үлкенірек көрінеді?

Бұл құбылыс жарықтың сынуына ешбір қатысы жоқ жай ғана оптикалық елес. Шын мәнінде Ай көкжиекте орналасуына байланысты көлемін өзгертпейді. Метеоролог Крейг Борен былай айтқан екен: «Айдың елесі ақылға рефракцияланудан, ал сағым атмосфераға рефракцияланудан туындайды».

16.3 Кемпірқосақтар

Су тамшысын салу және бастапқы кемпірқосақ жасау үшін күн сәулесінің сол арқылы қалай жүретінін көрсету.

Атмосферадағы барлық оптикалық құбылыстардың ішіндегі ең танымал да қызықтысы кемпірқосақ шығар (**16.11-сурет**).

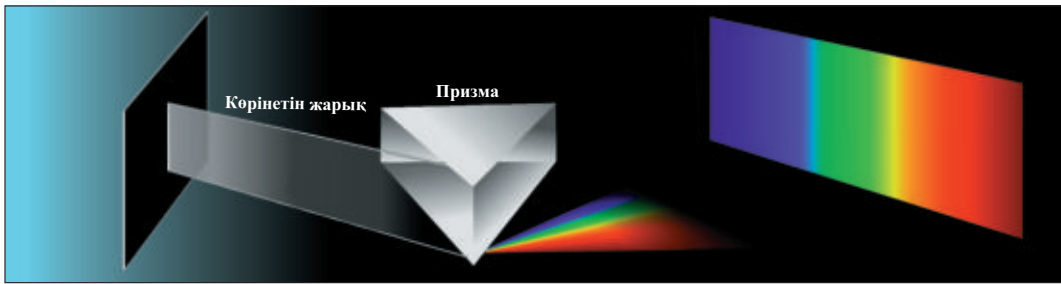


▲ **16.11-сурет. Кемпірқосақ.** Бұл кемпірқосақ тайгадағы шыршалар бойымен Альянс жотасының солтүстігінде пайда болады.

Жердегі бақылаушы кемпірқосақты аспанның үлкен бөлігінде созылған арка пішіндес түрлі түстер массиві ретінде көреді. Әр кемпірқосақтың түстер анықтығы өзгеріп отырса да, бақылаушы әдетте алты анық түсті жолақтарды ажырата алады. Сыртқы түс жолағы қызыл, одан біртіндеп тоқ сарыға араласады, сары, жасыл, көк және ең соңғы күлгін жарық. Бұл қызықты түстер жинағы Күн бақылаушының артында, ал жаңбыр ағыны алдында болғанда көрінеді. Сарқырама тудыратын су тамшыларының майда бүркемелері мен көгалдар бүркулері де кішігірім кемпірқосақтарды туғызады.

Кемпіркосақ тудыру үшін тамшылардың қалай күн сәулесін тарататынын түсіну үшін рефракция тақырыбын еске түсіріңіз. Жарық көлбеу түрде ауадан суға өткенде оның жылдамдығы бәсеңдейтінін еске салыңыз, сол оны рефракциялануға (бағытын өзгертуге) әкеледі. Осыған қоса, жарықтың әрбір түсі суда әртүрлі жылдамдықпен жүреді, демек әрбір түс біраз әртүрлі бұрышта бүгіледі. Ең баяу қарқынмен жүретін күлгін түсті жарық ең көп рефракцияланады, ең тез қарқынды қызыл жарық ең аз бүгіледі. Осылайша, күн сәулесі (барлық түстерден құралған) суға енгенде рефракция оны түстерге олардың жылдамдықтарына сәйкес бөледі.

Он жетінші ғасырлық ғалым Исаак Ньютон түстер айырмасы ұғымын көрсету үшін призманы қолданған. Жарық призма арқылы өтіп екі рет рефракцияланды – бірінші ауадан әйнекке өткенде және призмадан шығып қайта ауаға кіргенде. Ньютон жарықтың екі рет рефракцияланған кезде, призмадағыдай, күн сәулесінің оның құрамдас түстеріне бөлінуі байқалатынын ескерткен (**16.12-сурет**). Рефракция арқылы түстердің бұл бөлінуін **дисперсия** деп атаймыз.



▲ **16.12-сурет.** Күн сәулесі призмадан өткенде түстер спектрі пайда болады. Назар аударыңыз, әрбір толқын ұзындығы (түс) әртүрлі рефракцияланады (иіледі).

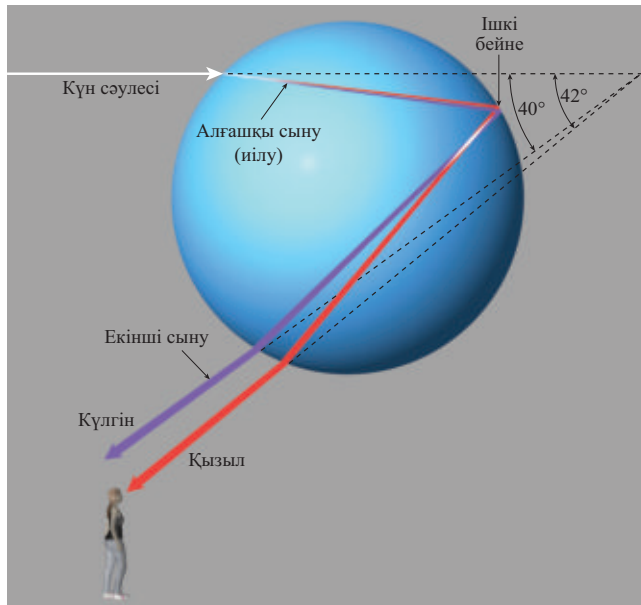
Кемпіркосақтардың пайда болу себебі, су тамшылары күн сәулесін түстер спектріне таратып призма сияқты әрекет жасайды. Күн сәулесі су тамшыға енуде рефракцияланады, күлгін жарықта ең көп және қызылда ең аз иіледі (**16.13(A)-сурет**). Содан кейін, күн сәулесі тамшының қарама — қарсы жағына жеткенде, сәулелер іштей артқа рефлексияланады да, тамшыны олар кірген жақтан шығарады. Олар тамшыны қалдырған кезде рефракция таралу көлемін ұлғайтып, толықтай түсті таратады.

Түсетін сәулелер мен кемпіркосақты құрайтын таратылатын түстердің арасындағы бұрыш күлгін түсте 40° және қызыл түсте 42° . Басқа түстер – тоқ сары, сары, жасыл мен көк – 40° және 42° арасындағы бұрышта таратылады.

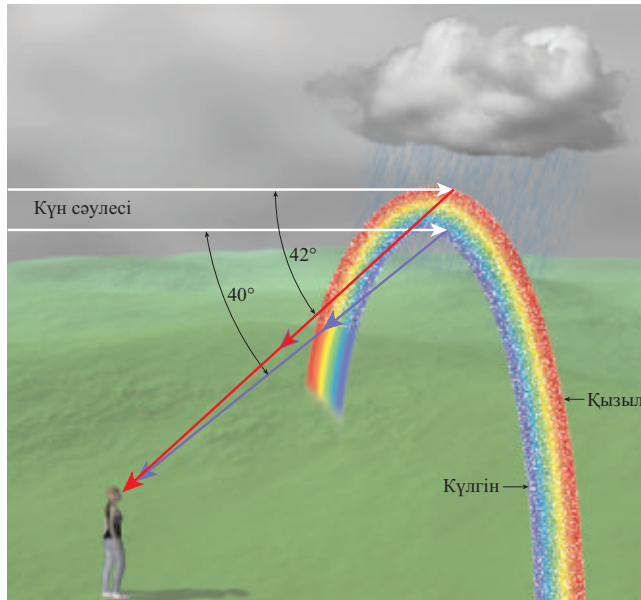
Әр тамшы түстердің толық спектрін таратса да, бақылаушы әрбір бөлек тамшыдан тек бір түсті көреді. Мысалы, егер белгілі бір тамшыдан қызыл түс бақылаушының назарына жетсе, онда сол тамшыдан күлгін жарық басқа орындағы бақылаушыға көрінеді (**16.13(A)-сурет**). Демек, әр бақылаушы «өзінің» ғана кемпіркосағын көреді, ол әртүрлі тамшылар жиыны мен жарықтың түрлі сәулелерінен туады. Сонда кемпіркосақ күн сәулесі мен әрбірі кішігірім призма ретінде әрекет жасайтын миллиондаған тамшылардың өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болады.

Кемпіркосақтың иілген пішіні оның сәулелері әрдайым бақылаушыға күн сәулесі жолынан шамамен 42° бұрышта өтетініне себепті пайда болады (**16.13(Ә)-сурет**). Осылайша, біз аспан арқылы 42° жартылай шеңбер түсті арқа пішіндес кемпіркосақ ретінде анықтаймыз.

Егер көкжиек үстінен 42° жоғары болса, онда Жердегі бақылаушы кемпірқосақты көрмейді. Белгілі бір жағдайларда ұшақтағы бақылаушы кемпірқосақты толық шеңбер ретінде көреді.



А.

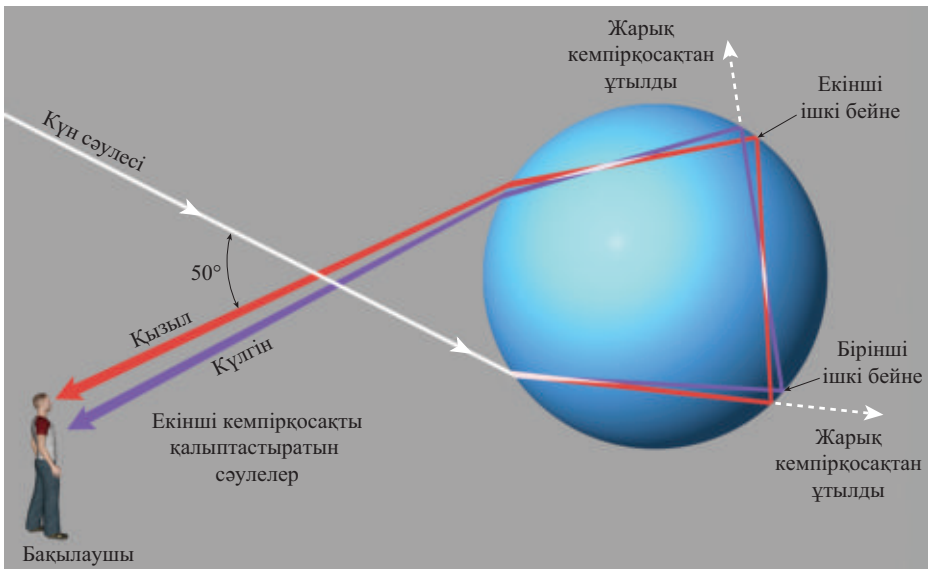


Ә.

▲ **16.13-сурет. Бастапқы кемпірқосақтың қалыптасуы.** А. Күн сәулесі жаңбыр тамшысына кірген кезде сынып, түстердің бөлінуін тудырады. Бұл жарық кейіннен ішкі шағылуға ұшырап, тамшыдан шыққан кезде рефракцияланып, кемпірқосақ жолақтарын тудырады. Ә. Кемпірқосақты жасау үшін миллиондаған жаңбыр тамшылары қажет. Әрбір бақылаушы кез келген бір жаңбыр тамшысынан тек бір түсті ғана көреді.

Әсерлі кемпірқосақ көрінген кезде, бақылаушы кейде күнгірттеу қосалқы кемпірқосақты көре алады. Қосалқы доға бастапқы доғадан шамамен 8° жоғары көрінеді және аспан арқылы үлкенірек арканы құрады. Қосалқы доға сондай-ақ бастапқы кемпірқосақтан біршама тарлау түстер жолағынан тұрады және түстер керісінше орналасады. Қызыл түс қосалқы кемпірқосақтың ішкі жолағын, ал күлгін түс сыртқысын құрайды.

Қосалқы кемпірқосақ бастапқы сияқты туады. Негізгі айырмашылық қосалқы кемпірқосақты құрайтын таралған жарық шықпай тұрып тамшы ішінде **16.14-суретте** көрсетілгендей екі рет рефлексияланады. Қосымша ішкі рефлексия қызыл түстің таралуына 50° бұрышта және басқа түстерге керісінше кезекпен нәтижеге ие болады (бастапқы кемпірқосақтан шамамен 8° үлкенірек).



▲ **16.14-сурет. Қосалқы кемпірқосақтың қалыптасуы.** Қосалқы кемпірқосақты құрайтын таралған жарық шықпай тұрып екі рет рефлексияланады. Назар аударыңыз, ішкі екі реттік шағылысу қызыл және күлгін түстердің сәулелерінің орнын ауыстырады, сондықтан түстердің реті ауысады.

Қосымша рефлексия сонымен қатар қосалқы доғаның бастапқы доғаға карағанда сиректеу байқалатын факт үшін де есептеледі (**16.15-сурет**). Жарық тамшының ішкі бетін соққан сайын, жарықтың кейбір бөлігі рефлексияланатын беттен өтеді. Бұл жарық «жоғалғандықтан», ол кемпірқосақтың жарықтығына үлес қоспайды. Қосалқы кемпірқосақтар әрдайым шықса да, сирек ажыратылады.

Адамдар кемпірқосақты басқа да оптикалық құбылыстарды сияқты ауа райын болжау үшін пайдаланады. Танымал ауа райы мақалдарының бірі:

Таңертеңгі кемпірқосақ әділ ескерту,

Түстегі кемпірқосақ жақында болатын жақсы ауа райы.

Бұл кішкентай өлкелік ауа райы болжамы кейбір ауа райы жүйелері батыстан шығысқа келетініне сеніп шығарылған.



▲ **16.15-сурет. Екі кемпірқосақ.** Қосалқы кемпірқосақ алғашқыға қарағанда реңсіздеу болады және түстердің реті керісінше орналасады.

Бақылаушылар кемпірқосақты көру үшін Күнге арқасымен жаңбырға бет жағымен тұруы керектігін есте сақтаңыз. Кемпірқосақ таңертең көрінгенде, Күн бақылаушының шығыс жағында орналасқан, ал оның пайда болуына жауапты бұлттар мен тамшылар батыс жақта орналасуы керек. Осылайша, біз кемпірқосақ таңертең көрінгенде жағымсыз ауа райын алдын ала болжаймыз, себебі жаңбыр батыс жақта және бақылаушыға қарай жылжуда.

Түске қарай, керісінше жағдай: жаңбыр бұлттары бақылаушының шығыс жағында. Сондықтан, егер кемпірқосақ түс кезінде көрінсе, жаңбыр жауып кеткенінің белгісі. Бұл танымал мақалдың ғылыми негізі бола тұрса да, күн сәулесін өткізетін бұлттағы кішкентай үзілістер түстен кейінгі кемпірқосақты тудырады. Бұл жағдайда, кемпірқосақ артынан қатты нөсердің болуы да мүмкін.

✓ 16.3 Бақылау сұрақтары

- 1 Бастапқы кемпірқосақтың түстерін сыртынан ішіне қарай атап беріңіз.
- 2 Егер кемпірқосақты таңертең іздесеңіз қай бағытқа қарау керек? Түсіндіріңіз.
- 3 Бастапқы кемпірқосақ қосалқы кемпірқосаққа қарағанда неліктен жандырақ?
- 4 Жарық бір мөлдір материалдан екіншісіне өтіп рефракцияланғанда пайда болатын түстердің ажыратылуын сипаттау үшін қандай термин қолданылады?

16.4 Қоралану, жалған Күн және Күн діңгектері

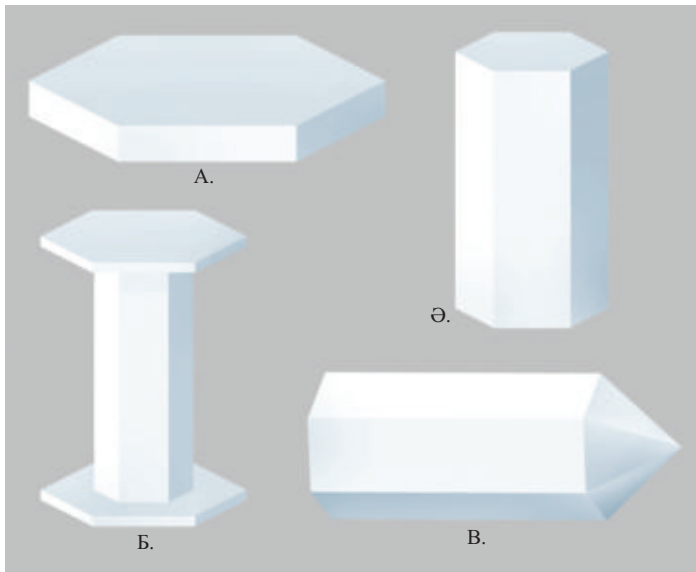
Күн сәулесі және алтыбұрышты мұз кристалдары арасындағы өзара қатынасу нәтижесінде пайда болатын үш оптикалық құбылысты өзара ажырату.

Қоралану (галолар) қалыпты жағдай болса да, олар күнделікті бақылаушыларға сирек көрінеді. Көрінген кезде, **галолар** әдетте Күннің немесе сирек жағдайда Айдың ортасында тар ақшыл сақина тәріздес болады (**16.16-сурет**).

Галолар көбінесе аспан шарбы немесе шарбы-қабатты бұлттардан тұратын жұқа қабатпен жамылған күндері пайда болады (5.2(С)-сурет қараңыз). Сонымен бірге, галолар көбінесе таңертең немесе Күн көкжиекке жақын кезде, түстен кейін көрінеді. Аласа Күн мен шарбы бұлттар қалыпты жағдай болатын полярлы аймақтардың тұрғындары галолар мен оған байланысты құбылыстарға жиі кезігеді.



▲ 16.16-сурет. 22° шарбы бұлттардағы мұз кристалдарына дисперсиялану арқылы туындайды.



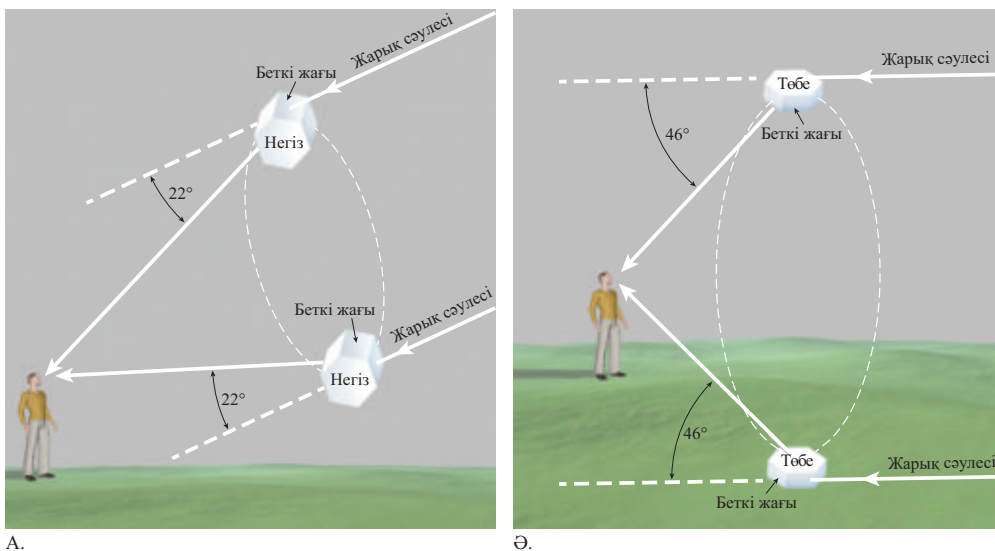
▲ 16.17-сурет. Кейбір мұз кристалдары жоғарғы бұлттарда да кездеседі. Бұл алтыбұрышты ерекше формалар белгілі бір оптикалық құбылыстарды тудырады: А. пластиналар, Ә. бағаналар, Б. Шектелген бағаналар және В. оқтар.

Ең көп таралған қоралану радиусы 22° болғандықтан, 22° гало деп аталады. Одан сиректеу кездесетін үлкенірек 46° гало. Кемпірқосақ сияқты, гало да күн сәулесінің таралуынан шығады. Алайда, галоньң жағдайында жарықты жаңбыр тамшыларынан көрі мұз кристалдары рефракциялайды. Осылайша, көбінесе галоньң пайда болуымен жоғарғы бұлттарды байланыстырады. Себебі, шарбы бұлттар фронттың көтерілу нәтижесінде пайда болады. Сондықтан галолар жағымсыз ауа райы хабаршылары ретінде сипатталады, оны келесі мақал дәлелдейді:

Шеңберлі Ай тұмсығында су әкеледі.

Галолардың құрылуына үлес қосатын төрт негізгі алтыбұрышты мұз кристалдары: пластиналар, бағаналар, шектелген бағаналар және оқтар (**16.17-суретте**).

Галоньң құрылуына жауапты болғандықтан мұз кристалдары кездейсоқ бағытқа ие, диффузияланған жарық иллюминацияланған нысанның (Күн немесе Ай) ортасында орналасқан шеңбер галоньң құрайды.



А.

Ә.

▲ **16.18-сурет. Қораланулар (Галолар) мұз кристалдарынан өткен кезде сынған сәулелерден тұрады.** А. 22° гало күннің не айдың сәулелері мұз кристалдарының беткі жағынан (негізі болмаса төбесінен емес) өтіп, қарама-қарсы бетінен шыққан кезде пайда болады. Ә. 46° гало, керісінше, кристалдың бір бетінен өтіп, рефракцияланып, кейін кристалдың төбесінен немесе негізінен шығатын жарықтан құралады.

22° және 46° галолардың арасындағы негізгі айырмашылық мұз кристалдары арқылы өтетін жарық жолында. 22° галоға жауапты шашыраған күн сәулесі бір беттен кіреді, рефракцияланады, кейін **16.18(А)-суретте** көрсетілгендей, басқа беттен шығады. Мұз кристалдарының айнымалы беттерінің арасын ажырататын бұрыш 60° , жалпы әйнек призманькіндей. Демек, мұз кристалдары 22° галоньң шығару үшін жарықты призмадағы бейнеге ұқсас таратады. Ал 46° гало, керісінше, кристалдың бір бетінен өтіп, рефракцияланып, кейін кристалдың төбесінен немесе негізінен шығатын жарықтан құралады (**16.18(Ә)-сурет**). Бұл екі бетті ажырататын бұрыш 90° -қа тең. 90° бұрышпен бөлінген мұз кристалынан өтетін жарық рефракцияланады, сондықтан ол аты атап тұрғандай жарық ортасынан 46° шоғырланады.

16.2-мәліметтер жинағы

Глориялар



◀ **16(Ә)-сурет. Глория.** Төмендегі бұлттарға проекцияланған ұшақтың көлеңкесін түрлі-түсті глория сақинасы қоршап тұр.

Глория Жер бетінде сирек бақыланатын көрініс. Дегенмен, келесі ретте сіз ұшақта, терезенің алдында отырып қалсаңыз, төмендегі бұлттарға түскен ұшақтың көлеңкесіне назар салыңыз. Ұшақтың көлеңкесі әдетте глорияны құрайтын түрлі-түсті сақиналармен қоршалып тұрады (**16(Ә)-сурет**). Әр сақина кемпірқосақтағы ретпен түстелген, қызыл түс шеңбердің сыртында, ал күлгін түс ішінде орналасады. Алайда түстер дәл кемпірқосақтағыдай анық болмайды. Бірнеше сақина көрінген болса, оның ең ішкісі ең жарқын және ең жіңішке болады.

Глориялар ғасырлар бойы зерттеліп, діни иконалық бейнелерде жиі кездесетін ұқсас көріністің ағымен аталды. Қытайда бұл құбылысты *Будда жарығы* деп аталады.

Ұшқыштар глорияны жиі бақылай алғанымен, туристер де биікке өрмелеген кезде, арттарында Күн болса бұлттардан немесе тұман қабатынан глорияны көре алады. Туристердің көлеңкесі тұманға немесе бұлтқа түскен сәтте, оның басын глория орап алады. Егер екі не одан да көп адам бір мезетте глорияны көрсе, олар тек өздерінің ғана глориясын көре алады.

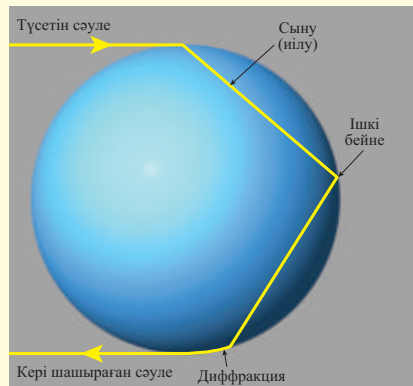
Глориялар, кемпірқосақ сияқты кері шашыраған сәулелерден пайда болады. Алайда, глорияны тудыратын бұлт тамшылары кемпірқосақты тудыратын жаңбыр тамшыларына қарағанда әлдеқайда кіші және көлемі жағынан біркелкірек болады.

Глорияның пайда болуының ғылыми түсіндірмесінде әлі күнге дейін даулар бар. Бір болжам бойынша, глорияға айналатын сәуле бұлт тамшысының сыртқы бөлігіне тиеді. Кейін содан рефракцияланып, **16.Б-сурет** көрсетіп тұрғандай, тамшының артқы жағына қарай қозғалады. Ол жерде тамшының артқы қабырғасына шағылып, өзі кірген жақтан қайта шығып кетеді. Бұл әдеттегі жаңбыр тамшыларының кемпірқосақты тудыруына ұқсас келеді.

Алайда, глорияны тудыру үшін Күн сәулесі қайтадан күнге қарай шашырау үшін 180° -қа иілу керек. Қосымша иілуді тудыратын механизмнің бірі дифракция болуы ықтимал. Глориялар үнемі Күнге қарсы бағытта қалыптасатындықтан, бақылаушының көлеңкесінде (бақылаушы отырған ұшақтың көлеңкесі болсын), үнемі глория туындайды.

Сұрақтар

1. Глория терминінің шығу тегін түсіндір.
2. Глория туындау үшін күн сәулесімен қандай материал әсерлеседі?



▲ **16(Б)-сурет. Глорияның пайда болуы.** Глория Күннің сәулелері кішкентай біркелкі бұлт тамшыларын кездестіргенде туындайды. Анық болмаса да глорияның туындауында Күнге қарай қайтадан шашырайтын рефракция, ішкі рефракция дифракция сияқты үдерістерді қамтиды.

Галолар мен жартылай галолардың басқа көптеген түрлері зерттелген, олардың көбісі жасалуларына белгілі пішін мен бағдарларға ие мұз кристалдарының туыс молшылықтарына міндетті болып келеді.

Мұз кристалдары жарықты тамшылардағыдай (призмалар) таратса да, галолар жалпылай ақшыл болады және кемпірқосақ түстерін көрсетпейді. Бұл айырмашылық тамшылардың өлшем мен пішінде бір формалы болған фактісі үшін анықталады, ал мұз кристалдарының өлшемі айтарлықтай әртүрлі және пішіндері кемелсіз. Жеке мұз кристалдары түстер кемпірқосағын тамшылардағыдай шығарса да, түстер бірін бірі жауып, жуып тастайды. Кейбір жағдайларда, галолар біраз түске ие болады; мұндай жағдайларда көк сақина қызыл сақинаны қоршайды.

Галолармен байланысты ең әсерлі ерекшеліктердің бірі – **жалған күн**. Бұл екі ашық аймақтар немесе «жалған күндер» 22° галоға іргелес және Күннің қарсы жағынан көрінеді (16.19-сурет).



▲ 16.19-сурет. Жалған Күндер. Жалған күндер қоралану сияқты пайда болады, тек қана олардың болуы үшін тік бағытталған мұз кристалдары қажет. Тігінен бағытталған мұз кристалдары Күн сәулелерін (ұлғайтқыш шыны шамасында) Күнге қарсы шамамен 22° қашықтықта екі айқын аймақта шоғырлануын тудырады.

Жалған күн галолардың жағдайында және ұштаса отырып шығады, олардың өмір сүруі сандаған тігінен бағдарланған мұз кристалдарының бар болуына тәуелді. Бұл белгілі бағдар созылған мұз кристалдары ақырын кеми бастағанда нәтижеге ие болады. Тігінен бағытталған мұз кристалдары Күн сәулелерін (ұлғайтқыш шыны шамасында) Күнге қарсы шамамен 22° қашықтықта екі айқын аймақта шоғырлануын тудырады.

Мұз кристалдарының түсуінен туатын тағы бір оптикалық құбылыс **күн дінгектері**. Бұл жарықтың тік белдіктері жиі күн батудың алдында немесе күн шыққан соң көрінеді, яғни күннен жоғары қарай созылған кезде (16.20-сурет).

Бұл ашық жарық бағаналары күн сәулелері түсіп жатқан жапырақтар бағыттас пластинна тәріздес пішіндері бар кеміп жатқан мұз кристалдарының астынан бақылаушыға қарай рефлексияланған кезде пайда болады. Тік күн сәулелері Күн аспанда төмен болғанда жиі қызылдау болғандықтан, күн тіректері ұқсас түсте болады. Кейбір жағдайда, Күннен төмен кеңейетін күн тіректері де көрінеді.



▲ **16.20-сурет. Күн діңгектері.** Күн діңгектері суық бұлттардағы плитка тәрізді мұз кристалдарының негізіне шағылысқан жарықтың шоғырланған тік белдіктері.

✓ 16.4 Бақылау сұрақтары

- 1 Галолар мен кемпірқосақтар қай жағынан ұқсас болып табылады?
- 2 Галолар мен кемпірқосақтардың қандай екі айырмашылығы бар?
- 3 Галоны жасайтын мұз кристалдарының бағдары қандай? Күн иттері?
- 4 Егер Күн айналасында гало бар болса, жалған күнді көру үшін қай жаққа қараушы едіңіз?

16.5 | Өзге де оптикалық құбылыстар

Әкиектер мен қоралануды салыстырып, салғастырыңыз.

Осыған дейін біз сәуленің ауа, су немесе мұз кристалдары сияқты заттардан өткендегі шағылу және/немесе сыну (майысу) кезінде пайда болатын оптикалық құбылыстарды қарастырдық. Оптикалық құбылыс сонымен қатар **дифракция** деген атпен танымал, жарықтың бұлт тамшылары сияқты кішкентай нысандармен жанасу нәтижесінде сынуынан да пайда болады. Дифракция дегеніміз кез келген толқынның интерференциясы (біз мұнда жарық толқындарымен байланыстырамыз), онда толқындар сол толқындардың ұзындығымен қарайлас тосқауылмен кездескен кезде оны орап өтуі. Рефлексия сияқты дифракция да жарық сәулелерін кемпірқосақтың түстеріне бөледі.

Дифракция нәтижесінде өзара ұқсас екі оптикалық құбылыс пайда болады, олардың бірі әкиек (сәуле жиегі) болса, екіншісі құбылмалы бұлттар. Келесі бір оптикалық құбылыс *глония* деп аталады, оған шағылысу, сыну мен дифракция да кіреді. (**16.2-атмосфераға шолу**).

16.2-атмосфераға шолу

Қосымшадағы күміс түсті бұлттардың суреті 2010 жылдың 15 шілдесінде Данияда, Биллун қаласында түсірілді. *Күміс түсті бұлттар* атмосфераның биік қабатында (Жер бетінен 50-53 миль қашықтықта) тек қана Күннің батуы кезінде бақыланатын өте жұқа, толқынды бұлттар. Олар тек биіктікте ғана байқалып, мезосферада орналасқандықтан, *полярлық мезосфера бұлттары* деген атпен белгілі. Бұл бұлттар бұрынғы кездегіге қарағанда қазіргі күнде жиірек ұшырасатындықтан, ғалымдар бұны жаһандық жылынумен байланыстыруа.



Сұрақтар

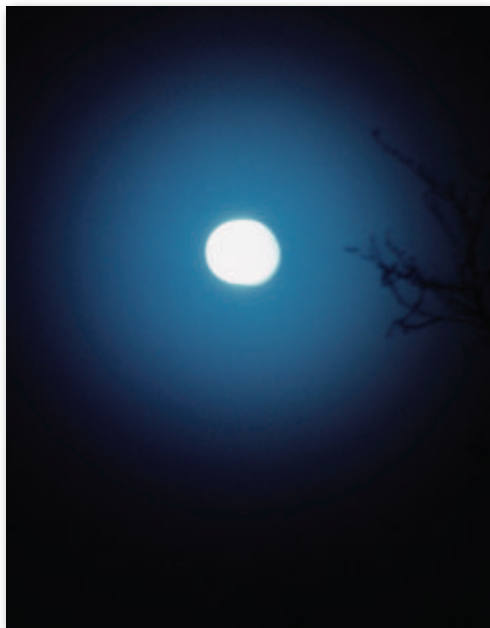
1. Күміс түсті бұлттар Күн батқаннан соң Жерде тұрған бақылаушыға көріну үшін қалай жарықтандырылу керектігін түсіндіріңіз.
2. Күміс түсті бұлттар жаңбыр тамшыларынан ба әлде мұз кристалдарынан тұра ма?

Әкиектер

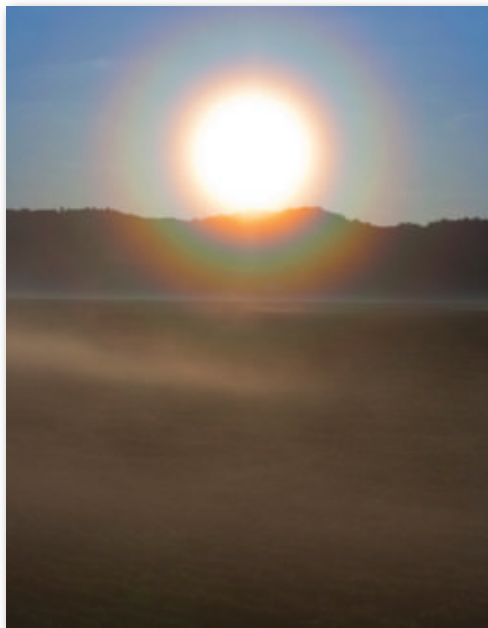
Әкиек әдетте Айдың немесе Күннің айналасын қоршап тұратын жарық ақшыл диск түрінде көрінеді. Түстерді айыру мүмкін болғанда, орталықтағы ақ диск кемпіркосақтың түстеріне боялған бір немесе бірнеше дискпен қоршалып тұрады. (**16.21-сурет**). Сәуле жиіктерінің ерекше қасиетіне ондағы түстердің реті қайталанып келуі жатады және ол Күнге қарағанда Айдың маңында жиірек кездесетін құбылыс болып табылады.

Сәуле жиіктері бұлттардың жұқа қабатының, әдетте биік қабатты немесе шарбы қабатты бұлттардың жарықтандыратын денені (Күн не Айды) төсемелеген кезде пайда болады. Әкиек тудыратын тамшылар (кейде мұз кристалдары) көлемі жағынан кішкентай және біркелкі болғанда, дифракция ақ сәуле көзін кемпіркосақ түстеріне жақсы айырады. Нәтижесінде, осындай бұлттардан пайда болған әкиектер оңай ажыратылады және түрлі түстерге ие болады. Ал үлкен бұлт тамшыларымен жасалған жиіктердің түстері айқын емес, шайылған ақшыл болады.

Әкиектер 22° қораланудан оңай ажыратылады, себебі оның түстерінің орналасу реті ішінде көгілдір-ақ, ал сыртында қызыл келеді, бұл қоралануға қарама-қайшы болып есептеледі. Әкиектер жарықтандыратын денеге қоралануға қарағанда жақынырақ орналасады.



А.



Ә.

▲ **16.21-сурет. Әкиектер.** А. Көптеген әкиектер Айды немесе Күнді айнала қоршаған ақшыл түсті диск сияқты пайда болады. Ә. Кемпірқосақтың түстерін көрсететін әкиектер өте сирек.



▲ **16.22-сурет. Құбылмалы бұлттар.**

Құбылмалы бұлттар

Құбылмалы бұлттар әсерлі және білінер-білінбес оптикалық құбылыстардың бірі. Бұлттардың құбылуы әдетте биік қабатты, шарбы-будақты немесе биік будақты бұлттармен байланыстырылады, олар күлгін, алқызыл және жасыл сияқты ашық түстер аймақтары арқылы, көбінесе бұлттардың шеттерінде көрінеді (**16.22-сурет**). Дәл осындай құбылмалылықты біз сабын көпіршігінен немесе дымқыл жерге төгілген бензиннің жұқа қабатымен шағылған түстер спектрінен көре аламыз.

16.21(В)-суретте көрсетілген әкиекке келсек, құбылмалы бұлттармен байланысты түстердің көрінуі күн сәулесінің не ай сәулесінің кішкентай және біркелкі бұлт тамшылары немесе кейде мұз кристалдарынан дифракциялану арқылы пайда болады. Құбылмалы бұлттарды тамашалаудың ең тиімді уақыты Күннің бұлттың арт жағында орналасқан кезінде немесе Күн ғимараттың артына не топографиялық кедергінің артына кіріп кеткен кезінде болады.

16.1-кесте. | Атмосфералық оптикалық құбылыс

Үдеріс	Оптикалық құбылыс	Орта
Рефракция	Сағымдар Галолар Жалған күндер	Ауа Мұз кристалдары Мұз кристалдары
Рефлексия	Күн діңгектері	Мұз кристалдары
Рефлексия мен рефракция	Кемпірқосақтар	Жаңбыр тамшылары
Дифракция	Әкиектер Құбылмалы бұлттар	Бұлт тамшылары Бұлт тамшылары
Шашырау	Көк аспан Қызыл Күн бату	Ауа Ауа

16.1-кесте осы бөлімде талқыланған негізгі оптикалық құбылыстарды сипаттайды, олар шағылу және/немесе сыну немесе дифракцияға негізделген болуы мүмкін. Кесте сонымен қатар 2-бөлімде қарастырылған шашырау нәтижесінде туындаған оптикалық құбылысты да қамтиды.

✓ 16.5 Бақылау сұрақтары

- 1 Қай үдеріс әкиектер мен құбылмалы бұлттардың түстерді шығаруына себеп болады?
- 2 Әкиектер 22° қораланудан қалай ажыратылады?

16 Атмосфераның оптикалық құбылыстары тұжырымына шолу

16.1 Жарық пен заттың өзара әсерлесуі ► Шағылысу заңы деген не екенін түсіндір және сыну арқылы ақ түстің түрлі түстер спектріне бөлінуін талқыла.

Түйінді сөздер: шағылысу заңы, ішкі шағылу, сыну

- Жарық пен заттың өзара әрекеттесуінің екі негізгі түрі шағылу және сыну. Шағылу заңы бойынша жарықтың сәулелері шағылысқан беттің бұрышы (шағылысу бұрышы) бетке түсу бұрышына (түсу бұрышы) тең болады.
- Сыну дегеніміз, екі ортаның шекаралық қабатына түскен сәуленің екінші ортаға өткен бөлігінің жылдамдық өзгеруіне байланысты бастапқы бағыттан ауытқуы. Бұған қоса, тығыздығы өзгеріп отыратын ауа қабатынан өткенде ол ақырындап иіле береді.

Сұрақ. Жарық бір мөлдір ортадан екінші ортаға көлбеу өткен кезде не болады?

16.2 Сағымдар ► Сағымдар қалай пайда болатынын түсіндір.

Түйінді сөздер: сағым, төменгі сағым, жоғарғы сағым, кеңістіктің кеңеюі, тоғын

- Сағым дегеніміз – жарық сәулесінің әртүрлі тығыздықтағы ауа қабаттарынан өткен кезде сыну әсерінен туындайтын атмосфералық оптикалық құбылыс. Нәтижесінде заттар өзінің нақты орналасқан жерінен өзге жерге ауысқандай болып көрінеді.
- Шөлейт сахарадағы жер бетіне жақын ыстық және тығыздығы аздау ауа мен биіктіктегі суық ауаның әсерінен туындайтын классикалық сағымды төменгі сағым деп атайды, себебі ол елес өз мекенінен төмендеу жерде көрінеді.
- Егер жарықтың сынуы затты көкжиектен біршама жоғары етіп көрсетсе, ол жоғарғы сағым деп аталады. Моргана толғыны деп аталатын сағымның енді бір түрінде едәуір үлкен түрі бұзылған кескіндер пайда болады.

Сұрақ. Неліктен сағым бақылаушы адам жақындаған кезде жоғалып кететінін түсіндіріңіз.

16.3 Кемпірқосақтар ► Жаңбыр тамшысын салып, жарықтың одан өткен кезінде бастапқы кемпірқосақты қалай жасайтынын көрсет.

Түйінді сөздер: кемпірқосақ, шашырау

- Бәлкім атмосфералық оптикалық құбылыстардың арасында ең әсерлі және танымал құбылыс – кемпірқосақ болып табылады. Кемпірқосақ пайда болған кезде, дисперсия деп аталатын үдеріс нәтижесінде жаңбыр тамшылары призма ретінде қызмет етеді және одан өткен жарық сәулесі түстердің спектріне түрленіп шашырайды.
 - Бастапқы кемпірқосақта жарық сәулесі әрбір жаңбыр тамшысына бір рет шағылысады (ішкі шағылу). Екінші кемпірқосақты бақылайтын жарықты қараңғылағышта жарық әрбір жаңбыр тамшысында екі рет шағылысады.
-

16.4 Қоралану, жалған Күн мен Күн діңгектері ► Жарық пен алты бұрышты мұз кристалдарының әрекеттесуінен туындайтын үш түрлі оптикалық құбылыстың айырмашылығын атаңыз.

Түйінді сөздер: қоралану, жалған Күн мен жарық діңгектері

- Қоралану күннің айналасында қоршап тұратын жіңішке ақшыл сақина. Қоралану әдетте аспанда шарбы-қабатты бұлттардың жұқа қабаты жапқан кезде пайда болады. Ең жиі кездесетін қоралану 22° , олай аталу себебі оның радиусы күннен 22° бұрыш жасайды. Қоралану жарықтың мұз кристалдарынан өту кезінде сынуынан туындайды.
- Қораланумен байланысты ерекше әсерлі құбылыс – жалған күн. Бұл екі жарық аймақты, немесе жалған күндерді тура 22° қоралануға жанасып тұрғанын бақылауға болады.

16.5 Өзге оптикалық құбылыстар ► Әкиектер мен қоралануды салыстырып, салғастырыңыз.

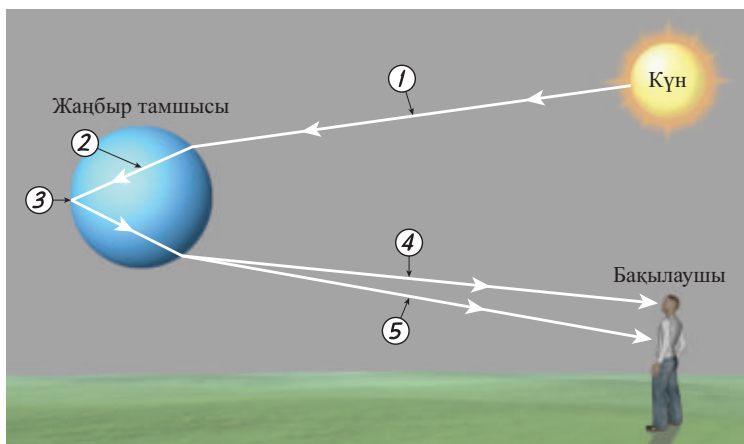
Түйінді сөздер: дифракция, әкиек, құбылмалы бұлт

- Әкиектер әдетте ойдың немесе күннің айналасын қоршап тұратын жарық ақшыл диск, ол Күнге қарағанда айдың маңында жиірек кездесетін жалғыз құбылыс болып табылады.
- Құбылмалы бұлттар әкиектер тәрізді жарықтың кішкентай, біркелкі бұлт тамшыларына не кейде мұз кристалдарына дифракциялануы кезінде туындайды.

Сұрақ. Әкиектер 22° қораланудан қалай ажыратылады?

Ой жүгірту

1. Элементтердің қайсысы (бұлт тамшылары, жаңбыр тамшылары, немесе мұз кристалдары) әдетте мына құбылыстармен байланыстырылады: кемпіркосақтар, қоралану, әкиектер, gloria мен жалған күндер?
2. Қосымшадағы суретте жарықтың ақ сәулесі кемпіркосақ түстеріне қалай ажыратылатыны көрсетілген. 1 мен 5 аралығындағы ерекшеліктерді келесі терминдермен байланыстырыңыз: ішкі шағылу, қызыл түс, күлгін түс, түскен сәуле мен сынған сәуле.



3. Егер сіз өміріңізде бір рет болсын кинотеатрдағы үлкен экранның дәл алдында отырған болсаңыз, сіз ол экранның тегіс бет емес, әртүрлі бұрышпен орналасқан ұсақ шыны тәріздес бөлшектерден тұратынын байқар едіңіз. Сіздің жарықтың әртүрлі беттерден шағылысуы туралы біліміңізге сүйене отырып, неліктен дәл осындай экран қолданылады деп ойлайсыз?
4. Неліктен күн сәулесінің сынуы Жер бетінде атмосфера болмаған жағдайға қарағанда күннің ұзақ болуына әсер ететінін түсіндіріңіз.

5. Небраска штаты, Линкольнда (41° солтүстік ендік) тұратын адам неліктен 21 маусым күні түсте кемпірқосақты көре алмайтынын түсіндіріңіз.
6. Қосымшадағы суреттерде көрсетілген оптикалық құбылыстарды атаңыз.



А.



Ә.



Б.

Метеорологияны меңгеру™

Өткен тақырыптар бойынша тест пен қосымша қарап шығу материалдары қажет пе? «Метеорологияны меңгеру»™ оқулығы бойынша шолу жасап шығыңыз, бұл әрбір бөлімнің жалпы мазмұнын түсінуге көмек береді, сондай-ақ әртүрлі материалдарға, бейнелерге, интерактивті карталарға, геоғылыми анимацияларға, GEODE, RSS каналдарындағы жаңалықтарға, веб сайттарға, өзін-өзі тексеру сұрақтары мен «Атмосфера» оқулығының электронды нұсқасына назар салыңыз.

Қосымша А Метрикалық бөлім

A.1-КЕСТЕСІ. Өлшемдердің халықаралық жүйесі (SI)

I. Негізгі бірлік өлшемі	Бірлік	SI белгіленуі
Ұзындық	метр	М
Салмақ	килограмм	Кг
Уақыт	секунд	С
Электр тоғы	ампер	А
Термодинамикалық температурасы	кельвин	К
Субстанция мөлшері	грамм-молекула	Мол
Жарық қарқындылығы	кандел	Кд
II. Қосымшалар Префикс	Бірлік көбейтілетін коэффициент	Белгіленуі
Тера	10 ¹²	Т
Гига	10 ⁹	Г
Мега	10 ⁶	М
Кило	10 ³	К
Гекто	10 ²	Г
Дека	10	Да
Деци	10 ⁻¹	Д
Сантис	10 ⁻²	С
Мили	10 ⁻³	М
Микро	10 ⁻⁶	μ
Нано	10 ⁻⁹	Н
Пико	10 ⁻¹²	П
Фемто	10 ⁻¹⁵	Ф
Атто	10 ⁻¹⁸	А
III. Туынды бірліктер шамасы	Бірлік	Мағынасы
Аудан	шаршы метр	m ²
Аудан	текше метр	m ²
Көлем	Куб метр	m ³
Жілілік	Герц (Гц)	s ⁻¹
Тығыздық	Текше метрдегі киллограмм	Kg/m ³
Жылдамдық	Секундына метр	m/s
Бұрыштық жылдамдық	Секундына радиан	rad/s
Үдеу	Квадрат секундына метр	m/s ²
Бұрыштық үдеу	Квадрат секундына радиан	rad/s ²
Күш	ньютон (Н)	kg*ms ⁻²
Қысым	Шаршы метріне ньютон	n/m ²
Жұмыс, энергия, жылу мөлшері	джоуль (Дж)	n*m
Қуат	ватт (Вт)	l/s
Электр заряды	кулон (Кл)	А*s
Кернеу, потенциалдар айырмасы, электр қозғаушы күш	Вольт (В)	W/A
Жарықтық	Шаршы метрге кандел	cd/m ²

A.2-КЕСТЕСІ. Метрика-ағылшынша нұсқа

Осы бірлікке түрлендіргіңіз келсе	Осыған көбейту	Табу
Ұзындық		
Дюйм	2.54	Сантиметр
Сантиметр	0.39	Дюйм
Фут	0.30	Метр
Метр	3.28	Адым
Ярд	0.91	Метр
Метр	1.09	Ярд
Миль	1.61	Шақырым
Шақырым	0.62	Миль
Аудан		
шаршы дюйм	6.45	шаршы сантиметр
шаршы сантиметр	0.15	шаршы дюйм
шаршы фут	0.09	шаршы метр
шаршы метр	10.76	шаршы фут
шаршы миль	2.59	шаршы шақырым
шаршы шақырым	0.39	шаршы миль
Көлем		
текше дюйм	16.38	Текше сантиметр
текше сантиметр	0.06	Текше дюйм
текше фут	0.028	Текше метр
текше метр	35.3	текше фут
текше миль	4.17	Текше шақырым
текше шақырым	0.24	Текше миль
Литр	1.06	Кварт
Литр	0.26	Галлон
Галлон	3.78	Литр
Масса және салмақ		
Унция	28.33	Грамм
Грамм	0.035	Унция
Фунт	0.45	Кг
Кг	2.205	Фунт
Температура		
Егер сіз Фаренгейт градусынан Целсый градусына түрлендіргіңіз келсе, онда бастапқы көрсеткіштен 32 градусты алып, оны 1.8-ге көбейтіңіз (сондай-ақ, А.3-кестені қараңыз).		
Егер сіз Целсый градусынан Фаренгейт градусына түрлендіргіңіз келсе, онда бастапқы көрсеткішті 1.8-ге көбейтіп, оған 32 градусты қосыңыз (сондай-ақ, А.3-кестені қараңыз).		
Егер сіз Целсый (°C) градусын Кельвин (К) градусына түрлендіргіңіз келсе, градус белгісін алып тастаңызда 273-ті қосыңыз.		
Егер сіз Кельвин (К) градусын Целсый (°C) градусына түрлендіргіңіз келсе, градус белгісін қойыңызда 273-ті кемітіп тастаңыз.		

А.4-КЕСТЕСІ. Желді түрлендіру кестесі

Сағатына миль	Тораптар	Секундына метр	Сағатына шақырым	Сағатына миль	Тораптар	Секундына метр	Сағатына шақырым
1	0.9	0.4	1.6	51	44.3	22.8	82.1
2	1.7	0.9	3.2	52	45.2	23.2	83.7
3	2.6	1.3	4.8	53	46.0	23.7	85.3
4	3.5	1.8	6.4	54	46.9	24.1	86.9
5	4.3	2.2	8.0	55	47.8	24.6	88.5
6	5.2	2.7	9.7	56	48.6	25.0	90.1
7	6.1	3.1	11.3	57	49.5	25.5	91.7
8	6.9	3.6	12.9	58	50.4	25.9	93.3
9	7.8	4.0	14.5	59	51.2	26.4	95.0
10	8.7	4.5	16.1	60	52.1	26.8	96.6
11	9.6	4.9	17.7	61	53.0	27.3	98.2
12	10.4	5.4	19.3	62	53.8	27.7	99.8
13	11.3	5.8	20.9	63	54.7	28.2	101.4
14	12.2	6.3	22.5	64	55.6	28.6	103.0
15	13.0	6.7	24.1	65	56.4	29.1	104.6
16	13.9	7.2	25.7	66	57.3	29.5	106.2
17	14.8	7.6	27.4	67	58.2	30.0	107.8
18	15.6	8.0	29.0	68	59.1	30.4	109.4
19	16.5	8.5	30.6	69	59.9	30.8	111.0
20	17.4	8.9	32.2	70	60.8	31.3	112.7
21	18.2	9.4	33.8	71	61.7	31.7	114.3
22	19.1	9.8	35.4	72	62.5	32.2	115.9
23	20.0	10.3	37.0	73	63.4	32.6	117.5
24	20.8	10.7	38.6	74	64.3	33.1	119.1
25	21.7	11.2	40.2	75	65.1	33.5	120.7
26	22.6	11.6	41.8	76	66.0	34.0	122.3
27	23.4	12.1	43.5	77	66.9	34.4	123.9
28	24.3	12.5	45.1	78	67.7	34.9	125.5
29	25.2	13.0	46.7	79	68.6	35.3	127.1
30	26.1	13.4	48.3	80	69.5	35.8	128.7
31	26.9	13.9	49.9	81	70.3	36.2	130.4
32	27.8	14.3	51.5	82	71.2	36.7	132.0
33	28.7	14.8	53.1	83	72.1	37.1	133.6
34	29.5	15.2	54.7	84	72.9	37.6	135.2
35	30.4	15.6	56.3	85	73.8	38.0	136.8
36	31.3	16.1	57.9	86	74.7	38.4	138.4
37	32.1	16.5	59.5	87	75.5	38.9	140.0
38	33.0	17.0	61.2	88	76.4	39.3	141.6
39	33.9	17.4	62.8	89	77.3	39.8	143.2
40	34.7	17.9	64.4	90	78.2	40.2	144.8
41	35.6	18.3	66.0	91	79.0	40.7	146.5
42	36.5	18.8	67.6	92	79.9	41.1	148.1
43	37.3	19.2	69.2	93	80.8	41.6	149.7
44	38.2	19.7	70.8	94	81.6	42.0	151.3
45	39.1	20.1	72.4	95	82.5	42.5	152.9
46	39.9	20.6	74.0	96	83.4	42.9	154.5
47	40.8	21.0	75.6	97	84.2	43.4	156.1
48	41.7	21.5	77.2	98	85.1	43.8	157.7
49	42.6	21.9	78.9	99	86.0	44.3	159.3
50	43.4	22.4	80.5	100	86.8	44.7	160.9

Қосымша Ә Күнделікті ауа райы картасын түсіндіру және декодтау



GEODE

- ▶ Атмосфераға кіріспе
- ▶ Зертханада: Ауа райы карталарын оқу

Ауа райы жүйесінің дамуы мен қозғалысын көрсететін ауа райы карталары метеорологтар қолданатын ең маңызды құрал болып табылады. Кейбір карталар Жер беткейіне жақын жердегі ауа райы жағдайын суреттесе, кейбіреуі атмосфераның әртүрлі биіктігіндегі жағдайды көрсетеді. Кейбір карталар тіпті бүкіл Солтүстік жартышарды қамтыса, біреулері арнайы мақсатта қолданылатын жергілікті жерді ғана қамтиды.

Негізгі беткейлік ауа райы картасы

Беткейлік карталарды тез арада даярлап, ақпаратты сурет арқылы беру үшін екі әрекет жасалуы тиіс: (1) метеобақылаушылар мен автоматтандырылған станциялар мәліметтерді карта жасалатын кеңселерге жіберуі тиіс; (2) ақпараттар дереу картаға түсірілуі қажет. Ақпаратты жіберетін жылдамдықты арттырып, уақытты және кеңістікті үнемдеу үшін мәліметтерді жіберетін және оларды картаға түсіретін кодтар жасалып шығарылды.

Кодтар және картаны салу

Қысқаша кодталған ауа райы туралы хабарламада өте ауқымды ақпарат қамтылады. Егер әрбір атау күнделікті тілде қолданатын сөздермен берілсе, ол тым ұзақ хабарлама болып кетер еді және оны картаға түсіру мен оқу оңай болмас еді. Код хабарламаны бес таңбалы сандар тобына ықшамдап береді, орналасуына байланысты оның әрбір санында мағына болады. Кодтармен жұмыс жасап дағдыланған адамдар, оларды қарапайым тіл сияқты тез түсіне береді (**В.1-суретті қараңыз**).

Хабарлама беретін станция картада кішкентай шеңбер арқылы белгіленеді (станция шеңбері). Станция шеңберінің айналасында белгілі ретпен орналасқан станциялық модель деп аталатын мәліметтер қолданылады. Баяндама ауа райы картасындағы станциялық модельдердің айналасында бекітілген позицияларға сүйеніп жасалса, көптеген кодтар сол жіберілген күйінше оқылады. Станциялық модельдердің кодталмай немесе нақты шамамен берілмеген жазбалар әдетте сол элементтің графикалық формасымен белгіленеді. Кей жағдайда, жергілікті ауа райы ерекшеліктеріне байланысты кейбір мәліметтер бақылаушылармен жазылып не жазылмауы мүмкін. Оған жауын-шашын мен бұлт мысал бола алады. Бұндай жағдайда, картада жазбаның болмауы осы феномендердің орын алмауы немесе бақыланбауын білдіреді. *М* әріпі мәліметтер бақыланып, бірақ қабылданбаған кезде жазылып тұрады.

Станциялық модель мен кодтау халықаралық келісімдерге негізделеді. Бұл стандартталған сандар мен символдарды бір елдің метеорологтарына басқа мемлекеттің тілін білмесе де, ауа райы мәліметтері мен ауа райы карталарын қолдануға мүмкіндік береді. Ауа райы кодтары, негізінен алғанда, бүгінгі күні аса маңызды дүниежүзілік метеорологиялық ақпараттарды қолданып, өзара толықтай алмасуға мүмкіндік туғызады.

Екі түрлі ауа массасының шекарасы *фронт* деп аталады. Ауа райындағы, температура, жел бағыты мен бұлттардағы маңызды өзгерістер фронт өткен кезде болады. Жарты шеңберлер немесе үшбұрышты символдар немесе екеуі де бірге фронт сызықтарында фронттың түрін көрсету үшін орналастырылады. Символдар орналасқан жақ фронттың қозғалыс бағытын нұсқайды. Полярлық координаттардан келген суық ауаның тропикалық

жылы ауаға қарай жылжу шекарасы *салқын фронттар* деп аталады. Жылы ауа ағынының суық ауаға қарай жылжу шекарасы *жылы фронттар* деп аталады. Жердегі суық фронттың жылы фронттың орнын басуы *бітелген фронт* деп аталады. Бақыланып отырған кезде жылы немесе суық аймақтарға қарай жылжу тенденциясы бар ауа массаларының шекарасы *тұрақты фронт* деп аталады. Жер бетін кесіп өтетін фронт *беткейлік фронт* деп, ал егер олай болмаса *атмосфералық фронт* деп аталады. Беткейлік фронттар біртұтас қара сызықпен, ал атмосфералық фронт контурмен белгіленеді. Фронттардың таңбалары **В.1-кестеде** көрсетілген.

Жоғалып бара жатқан немесе әлсіз, болмаса интенсивтілігі төмендеп бара жатқан фронтты *фронттолиз* деп белгіленеді. Қалыптасып келе жатқан фронт *фронттогенезис* деп аталады. *Дауыл сызығы* нөсерлі жаңбыр мен көшпелі желдермен ілесе жүретін найзағай мен дауылдарды білдіреді (В.1-кесте).

Жекелеген ауытқулармен сипатталатын жолдарды *циклон жолы* деп атайды және оны қара көрсеткіш оқтармен белгілейді. (В.1-кесте). *А* таңбасы (*X* ішіндегі мәліметтер кестесі) 6 сағаттық интервалмен төменгі қысым орталықтарының бұрынғы орындарын көрсетеді. **ЖОҒАРЫ (Ж)** және **ТӨМЕН (Т)** белгілері жоғары және төмен атмосфералық қысым орталықтарын бейнелейді. Тұтас сызықтар теңіз деңгейіндегі бірдей атмосфералық қысым нүктелерін қосатын изобарлар. Сол сызықтардың ара қашықтығы мен орналасу бағыты жел ағынының жылдамдығы мен бағытын көрсетеді. Негізінде, желдің бағыты ық жақтан қарап тұрған бақылаушының сол жағындағы төмен қысым сызықтарына параллель болады. Жылдамдық сызықтардың жақын орналасуына тура пропорционал (*қысым градиенті* деп аталады). Изобарлар миллибарлармен өлшенеді.

Изотермалар бірдей температура сызықтарын байланыстырады. Қолдану мүмкін болған кезде үлкен көлемді беткейлік карталарда екі изотерма жиі қатар салынады. Аяз немесе 32°F изотермасы нүктелі сызықпен, ал 0°F изотерма штрих-нүкте сызықпен салынады (В.1-кесте) Бақыланып отырған сәтте жауын-шашынды аймақ штрихтеліп тасталынады.

Көмекші карталар

500-Миллибар карталар

500 миллибарлық контур деңгейінде көлденең сызықтар, изотермалар мен жел оқтары көрсетіледі. Тұтас сызықтар теңіз деңгейінен алғандағы биіктікті көрсету үшін салынады және футпен өлшенеді. Пунктир сызықтар температураның 5° интервалымен беріліп, Цельсий арқылы өлшенеді. Желдің шынайы бағыты желмен ұшып бара жатқан сыңай танытатын «жебелермен» белгіленеді. Желдің жылдамдығы жалаушалар және желбағарлармен беріледі. Әрбір жалауша 50 түйінді, әрбір толық желбағар 10 түйінді, ал жарты желбағар 5 түйінді білдіреді.

Температуралық карталар (ең жоғары және ең төмен)

Америка Құрама Штаттарында температуралық мәліметтер таңдаулы ауа райы станцияларымен жазылады. Станция нүктесінің үстінде салынған фигура EST бойынша алдыңғы күннің кешкі сағат 7:00-де аяқталатын 12 сағаттық температуралық максимумын көрсетеді. Станция нүктесінің астында салынған фигура EST бойынша таңғы сағат 7:00-де аяқталатын температуралық минимумды білдіреді. *М* әрпі жетіспейтін мәліметтерді білдіреді.

Жауын-шашын картасы

Америка Құрама Штаттарында жауын-шашын туралы мәліметтер таңдаулы ауа райы станцияларымен жазылады. Егер осы станцияның біреуінде EST бойынша таңғы сағат 7:00-де аяқталатын 24 сағаттық кезеңде жауын жауса, дюйм және жүздік бөлшекпен есептелетін жалпы мөлшер станция нүктесінің үстіне белгіленеді. Егер жауын-шашын мөлшері туралы мәліметтер толық болмаса, ол мөлшердің картада асты сызылып тұрады. *T* әрпі жауын-шашын іздеріне нұсқаса (0,01 дюймнен аз), *M* әрпі жетіспейтін мәліметтерді білдіреді. 24 сағат ішінде EST бойынша таңғы 7:00-де аяқталған жауын-шашынды географиялық аймақтар картада штрихтеледі. Пунктир сызықтар EST бойынша таңғы 7:00-де аяқталған қардың қалыңдығын көрсетеді.

В-КЕСТЕСІ. Бұлттың қысқартулары

St	Қабатты бұлттар
Fra	Жырымдалған бұлттар
Sc	Қабатты-бұдақ бұлттар
Ns	Қабатты-жауынды бұлттар
As	Биік қабатты бұлттар
Ac	Биік бұдақ бұлттар
Ci	Шарбы бұлттар
Cs	Шарбы-қабатты бұлттар
Cc	Шарбы-бұдақты бұлттар
Cu	Бұдақ бұлттар
Cb	Бұдақты-жауынды бұлттар

D-КЕСТЕСІ. Ең төменгі бұлттың негізінің биіктігі

Кодтар	Фут	Метр
0	0–149	0–49
1	150–299	50–99
2	300–599	100–199
3	600–999	200–299
4	1000–1999	300–599
5	2000–3499	600–999
6	3500–4999	1000–1499
7	5000–6499	1500–1999
8	6500–7999	2000–2499
9	8000 немесе жоғарылау немесе бұлт жоқ	2500 немесе жоғарылау немесе бұлт жоқ

Қосымша Б Шық нүктесінің мәні. Салыстырмалы ылғалдылық мәні

С.1-КЕСТЕСІ. Салыстырмалы ылғалдылық (Пайыз)

Құрғақ термометр (°C)	Ылғалды термометр депрессиясы (Құрғақ термометр температурасы – Ылғалды термометр температурасы = Ылғалды термометр депрессиясы)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-20	28																					
-18	40																					
-16	48	0																				
-14	55	11																				
-12	61	23																				
-10	66	33	0																			
-8	71	41	13																			
-6	73	48	20	0																		
-4	77	54	32	11																		
-2	79	58	37	20	1																	
0	81	63	45	28	11																	
2	83	67	51	36	20	6																
4	85	70	56	42	27	14																
6	86	72	59	46	35	22	10	0														
8	87	74	62	51	39	28	17	6														
10	88	76	65	54	43	38	24	13	4													
12	88	78	67	57	48	38	28	19	10	2												
14	89	79	69	60	50	41	33	25	16	8	1											
16	90	80	77	62	54	45	37	29	21	14	7	1										
18	91	81	72	64	56	48	40	33	26	19	12	6	0									
20	91	82	74	66	58	51	44	36	30	23	17	11	5									
22	92	83	75	68	60	53	46	40	33	27	21	15	10	4	0							
24	92	84	76	69	62	55	49	42	36	30	25	20	14	9	4	0						
26	92	85	77	70	64	57	51	45	39	34	28	23	18	13	9	5						
28	93	86	78	71	65	59	53	45	42	36	31	26	21	17	12	8	4					
30	93	86	79	72	66	61	55	49	44	39	34	29	25	20	16	12	8	4				
32	93	86	80	73	68	62	56	51	46	41	36	32	27	22	19	14	11	8	4			
34	93	86	81	74	69	63	58	52	48	43	38	34	30	26	22	18	14	11	8	5		
36	94	87	81	75	69	64	59	54	50	44	40	36	32	28	24	21	17	13	10	7	4	
38	94	87	82	76	70	66	60	55	51	46	42	38	34	30	26	23	20	16	13	10	7	5
40	94	89	82	76	71	67	61	57	52	48	44	40	36	33	29	25	22	19	16	13	10	7

С.2-КЕСТЕСІ. Шық нүктесінің температурасы (°C)

Құрғақ термометр (°C)	Ылғалды термометр депрессиясы (Құрғақ термометр температурасы – Ылғалды термометр температурасы = Ылғалды термометр депрессиясы)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-20	-33																					
-18	-28																					
-16	-24																					
-14	-21	-36																				
-12	-18	-28																				
-10	-14	-22																				
-8	-12	-18	-29																			
-6	-10	-14	-22																			
-4	-7	-12	-17	-29																		
-2	-5	-8	-13	-20																		
0	-3	-6	-9	-15	-24																	
2	-1	-3	-6	-11	-17																	
4	1	-1	-4	-7	-11	-19																
6	4	1	-1	-4	-7	-13	-21															
8	6	3	1	2	-5	-9	-14															
10	8	6	4	1	-2	-5	-9	-14	-18													
12	10	8	6	4	1	-2	-5	-9	-16													
14	12	11	9	6	4	1	-2	-5	-10	-17												
16	14	13	11	9	7	4	1	-1	-6	-10	-17											
18	16	15	13	11	9	7	4	2	-2	5	10	-19										
20	19	17	15	14	12	10	7	4	2	-2	-5	-10	-19									
22	21	19	17	16	14	12	10	8	5	3	-1	-5	-10	-19								
24	23	21	20	18	16	14	12	10	8	6	2	-1	-5	-10	-18							
26	25	23	22	20	18	17	15	13	11	9	6	3	0	-4	-9	-18						
28	27	25	24	22	21	19	17	16	14	11	9	7	4	1	-3	-9	16					
30	29	27	26	24	23	21	19	18	16	14	12	10	8	5	1	-2	-8	-15				
32	31	29	28	27	25	24	22	21	19	17	15	13	11	8	5	2	-2	-7	-14			
34	33	31	30	29	27	26	24	23	21	20	18	16	14	12	9	6	3	-1	-5	-12	-29	
36	35	33	32	31	29	28	27	25	24	22	20	19	17	15	13	10	7	4	0	-4	-10	
38	37	35	34	33	32	30	29	28	26	25	23	21	19	17	15	13	11	8	5	1	-3	9
40	39	37	36	35	34	32	31	30	28	27	25	24	22	20	18	16	14	12	9	6	2	-2

Қосымша В Газдарға қатысты заңдар

Кинетикалық энергия

Барлық қозғалатын объектілер өз қозғалыстары арқылы жұмыс істеуге қабілетті. Біз бұны қозғалу энергиясы немесе *кинетикалық энергия* деп атаймыз. Жылжымалы объектінің кинетикалық энергиясын оның массасының (M) жартысы мен оның квадратталған жиілігінің көбейтіндісіне тең. Математика тілімен төмендегідей тұжырымдалады:

$$\text{Кинетикалық энергия} = \frac{1}{2} Mv^2$$

Осылайша, жылжымалы объектінің жиілігін екі есе арттыру арқылы объектінің кинетикалық энергиясы төрт есе өседі.

Термодинамиканың бірінші заңы

Термодинамиканың бірінші заңы энергия өздігінен туындап немесе жойыла алмайды, ол не бары бір пішіннен екінші пішінге ауысады деген қағидаға негізделген энергияның сақталу заңының қарапайым жылу нұсқасына саяды. Метеорологтар атмосфералық құбылыстарды термодинамиканың бірінші заңын кинетикалық қуат қағидасымен бірге сараптау кезінде кеңінен қолданады. Кинетикалық теорияға сәйкес, газдың температурасы жылжымалы молекулалардың кинетикалық қуатына пропорционал. Газ қызған кезде, оның кинетикалық қуаты молекулалардың қозғалысы өсуі себебінен артады. Өз кезегінде, газ сығылған кезде де, кинетикалық қуат артып, газдың температурасы өседі. Бұл байланыстар термодинамиканың бірінші заңында былайша тұжырымдалады: газдың температурасы жылудың қосылуы немесе кемуі арқылы немесе қысымды өзгерту (қысу немесе созу) немесе екеуін де үйлестіру нәтижесінде өзгере алады. Мұны жылудың артуы мен жоғалуына байланысты атмосфераның қалайша жылып немесе салқындайтына қарап түсіну қиын емес. Алайда, біз көтеріліп және түсіп келе жатқан ауа туралы сөз қозғаған жағдайда, температура мен қысым арасындағы байланыс маңыздырақ бола түседі. Бұл жерде температураның көтерілуі жылудың қосылуы арқылы емес, газға әсер ету үдерісін орындау себебінен жүзеге асады. Бұл құбылыс термодинамиканың бірінші заңының *адиабаттық формасы* деп аталады.

Бойль заңы

Шамамен 1600 жылы ағылшындық Роберт Бойль егер де қысым газға әсер еткен кезде температура тұрақты қалпында сақталса, ол көтеріліп, ал көлемі азаятынын көрсетті. Бұл қағида *Бойль заңы* деп аталады. Ол былайша ашықталады: Тұрақты температурада газдың берілген массасының көлемі қысыммен кері бағытта өзгереді. Математика тілімен төмендегідей тұжырымдалады:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

P_1 және V_1 символдары бастапқы қабатты қысым мен көлемді, ал P_2 және V_2 , сәйкесінше, өзгеріс жүзеге асқаннан кейінгі жаңа қысым мен көлемді білдіреді. Бойль заңы бойынша егер де газдың берілген көлемі жартысына дейін қысқаратындай сығылса, қысым газ әсерінен екі еселенеді. Қысымның былайша артуы кинетикалық теориямен

түсіндіріледі. Ол газдың көлемі жартысына дейін қысқарған кезде, молекулалардың контейнер қабырғаларымен соқтығысуы екі есе жиі болатындығын алдын ала болжайды. Көлем бірлігіне шаққандағы масса тығыздық ретінде анықталатындықтан, қысымның артуы тығыздықтың да өсуіне әкеледі.

Чарльз заңы

Газдың температурасы мен көлемі (демек, тығыздық) арасындағы байланысты 1787 жылы француз ғалымы Жак Чарльз анықтады және 1802 жылы Гей-Люссак тарапынан ресми түрде жарияланды. *Чарльз заңы* былайша баяндалады: тұрақты қысым кезінде берілген массаның көлемі абсолютті температураға тікелей пропорционалды. Басқаша айтқанда, газдың мөлшері тұрақты қысымда сақталған кезде, температураның көтерілуі көлемнің де артуына әкеледі және керісінше. Математика тілімен төмендегідей тұжырымдалады:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Бұл жердегі V_1 және T_1 бастапқы көлем мен температураны көрсетсе, ал V_2 және T_2 , сәйкесінше, соңғы көлем мен температураны білдіреді. Бұл заң газдың қызған кезде жайылуын түсіндіреді. Кинетикалық теорияға сәйкес, қызған кезде, бөлшектер тезірек қозғалып, нәтижесінде жиі соқтығысады.

Мінсіз газ заңы немесе күй теңдеуі

Атмосфераны сипаттауда үш ауыспалы шама ескерілуі қажет: қысым, температура және тығыздық (көлем бірлігіне шаққандағы масса). Бұл шамалар арасындағы байланыс Бойль және Чарльз заңдарын біріктіру арқылы көрініс табады:

$$PV = RT \text{ немесе } P = \rho RT$$

бұл жердегі P – қысым, V – көлем R – пропорционалдылық коэффициенті, T – абсолютті температура және ρ – тығыздық. Бұл заң *мінсіз газ заңы* деп аталады. Ол төмендегідей баяндалады:

1. Көлем тұрақты қалыпты сақталған кезде, газдың қысымы оның абсолютті температурасына тікелей пропорционалды.
2. Температура тұрақты қалыпта сақталған кезде, газдың қысымы оның тығыздығына пропорционалды, ал оның көлеміне кері пропорционалды.
3. Қысым тұрақты қалыпта сақталған кезде, газдың абсолютті температурасы оның көлеміне пропорционалды, ал оның тығыздығына кері пропорционалды.

Ньютонның динамика заңы

Ауа атомдар мен молекулалардан тұратындықтан, олардың қозғалысы барлық нәрселерге қатысты қолданылатын табиғат заңына бағынады. Басқаша айтқанда, ауаға қатысты күш жұмсаған кезде, ол өзінің бастапқы орнын өзгертеді. Күштің қай бағыттан жұмсалғанына байланысты, ауа горизонталь бағытта қозғалып жел тудыруы немесе кей кездері вертикаль бағытта қозғалып, конвекция ағынына себепші болуы мүмкін. Әлем бойынша желдерді тудыратын күштерді жақсырақ түсіну үшін Ньютонның қозғалысқа қатысты алғашқы екі заңымен танысу өте пайдалы болады.

Ньютонның қозғалысқа арналған алғашқы заңы бойынша егер дене тыныштық күйде болса, ол бұл күйін сақтайды, ал қозғалыстағы денеге күш ықпал етпейінше, ол өз қозғалысын бірқалыпты жылдамдықта және түзу сызық бойымен жалғастырады. Қарапайым тілмен айтқанда, бұл заңға сәйкес, тыныштықтағы дене тыныштық күйін сақтауға бейім келеді, ал қозғалыстағы денелер дәл сол жылдамдықта, әрі бір бағытта қозғалуға бейім болады. Заттардың қозғалыс кезіндегі өзгерістерге қарсы тұру тенденциясы (соның ішінде, бағыттың өзгеруі) инерция ретінде танымал.

Егер де сіз тәжірибенізде тұрып қалған автокөлікті тегіс жер бетімен итеріп көрсеңіз, Ньютонның бірінші заңына тап болдыңыз деген сөз. Автокөлікті орнынан қозғалту үшін оның инерциясын басып түсетіндей жеткілікті дәрежеде күш жұмсалуын талап етеді (өзгеріске қарсы тұру). Алайда, көлік қозғалған соң, күш дөңгелектер мен жол арасындағы үйкеліс күшімен теңеседі, ендігі жерде, жол көлікті қозғалыста ұстауға жеткілікті болады.

Қозғалыстағы денелер жиі тура жолынан ауып кетеді немесе тыныштық күйге түседі, ал тыныштықтағы денелер болса, керісінше, қозғала бастайды. Біз күнделікті өмірде бақылап жүрген қозғалыс кезіндегі өзгерістер бір немесе одан да көп жұмсалған күштердің нәтижесі.

Ньютонның қозғалысқа қатысты екінші заңы денелерге ықпал ететін күштер мен бақылау үдеулері нәтижелері арасындағы байланысты сипаттайды. Ньютонның екінші заңы бойынша денеде туындайтын үдеу оған әрекет етуші жалпы күшке тура пропорционал, ал оның массасына кері пропорционал. Ньютонның екінші заңының бірінші бөлігі денеде туындайтын үдеу жұмсалатын күштің көлемі өзгерген сайын ол да өзгередінін білдіреді.

Біз үдеуді жиілік өзгерісінің қарқыны ретінде анықтаймыз. Жиілік қозғалыстағы дененің жылдамдығы мен бағытын қатар сипаттайтындықтан, бір нәрсенің жиілігін оның жылдамдығын немесе оның бағытын немесе екеуін бірге өзгерту арқылы өзгертуге болады. Сонымен қатар, үдеудің жиіліктің кемуі мен өсуіне қатысы бар.

Мәселен, біз автокөліктің газ басқышын басқан кезде, оң үдеуді (жиіліктің өсуі) сезінетінімізді білеміз. Бір жағынан, тежегішпен үдеуді (жиіліктің кемуі) бәсеңдетеміз.

Атмосферада жел қозғалысы күйінің өзгеруіне үш күш жауапты. Олар қысым градиентінен туындаған күш, Кориолис күші және үйкеліс күші. Алдын айтылып кеткен мәліметтерден осы аталған күштердің салыстырмалы мықтылығы ауа ағынын тудыруда әрқайсысының атқаратын рөлі үлкен екендігін көрсетеді. Сонымен қатар, бұл күштерді ауа ағынының жылдамдығын арттыру не кеміту немесе көптеген жағдайларда ауа ағынының бағытын өзгерту үшін бағыттауға болады.

Қысым градиентінен туындаған күш

Қысым градиентінен туындаған күштің көлемі екі нүкте мен ауа тығыздығы арасындағы қысым айырмасының функциясы. Оны былайша көрсетуге болады:

$$F_{PG} = \frac{1}{d} \times \frac{\Delta p}{\Delta n}$$

бұл жерде:

F_{PG} = масса бірлігіне шаққандағы Қысым градиентінен туындаған күш

d = ауа тығыздығы

p = екі нүкте арасындағы қысым айырмасы

n = екі нүкте арасындағы қашықтық

Мысал ретінде, Арканзас штатындағы Литл-Рок қаласынан 5 шақырым жоғары жатқан қысым 540 миллибарға тең, ал Миссури штатындағы Сент-Луис қаласынан 5 шақырым жоғарыдағы қысым 530 миллибар деп алайық. Екі қала арасындағы ара-қашықтық 450 шақырым және 5 шақырымдағы ауа тығыздығы 0.75 кг/м^3 . Қысым градиенті теңдеуін қолдану үшін біз үйлесімді бірліктерді пайдалануымыз қажет. Біз алдымен миллибармен берілген қысымды паскальға, басқа да қысымның өлшем бірліктеріне ауыстыруымыз керек.

Осы мысалдағы екі қала арасындағы қысым айырмасы 10 миллибарды немесе 1000 ($1000 \text{ кг} / \text{м} \cdot \text{с}^{-2}$) паскальды құрайды.

Осылайша, біз келесі теңдеуді шығарамыз:

$$F_{PG} = \frac{1}{0.75} \times \frac{1000}{450,000} = 0.0029 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ньютонның екінші заңы бойынша күш масса мен үдеудің көбейтіндісіне тең екендігін көрсетеді ($F = m \times a$). Біз келтірген мысалда біз қысым градиентінен туындаған күшті *масса бірлігіне шағып* қарастырдық; осылайша, біздің нәтиже үдеу болды ($F / m = a$). Кіші бірліктер көрсетілгендіктен, қысым градиентінен туындаған үдеу жиі квадратталған секундке шаққандағы сантиметрмен беріледі. Қарастырылған мысалда үдеу – 0.296 см/с^2 .

Кориолис күші жел жылдамдығы мен ендіктің функция ретінде

6.15-суретте жел жылдамдығы мен ендіктің Кориолис күшіне әсер ету мақсатында қалайша бірлесе етіп жатқандығы көрсетілген. Батыс желін төрт түрлі ендікте қарастырайық (0° , 20° , 40° және 60°). Бірнеше сағаттан кейін, Жердің айнала қозғалысы жел оңға қарай соғатындай экватордан өзге барлық аймақтардағы ендік пен бойлықтың бағытын өзгертеді. Берілген ендіктегі ауытқу деңгейі жел жылдамдығымен артады, себебі, қарастырылып отырған уақыт аралығында ауқымды ара-қашықтықты қамтып жатыр.

Кориолис күшіне әсер ететін ендік пен жел жылдамдығының маңыздылығын математикалық жолмен көрсете аламыз:

$$F_{CO} = 2v \Omega \sin \phi$$

бұл жерде:

F_{CO} = ауа массасы бірлігіне шаққандағы Кориолис күші;

v = жел жылдамдығы;

Ω = Жердің айналу қозғалу қарқыны немесе айналу жиілігі

(ол дегеніміз 7.29×10^{-5} рад/с);

ϕ = ендік.

$\sin 0^\circ$ – бұрышта (экватор) нөлге және $\phi = 90^\circ$ болған кезде 1-ге (полюстер) тең болатын тригонометриялық функция екендігін ескеріңіз.

Мысалы: желдің соғуы секундына 10 метр деп қарастырылатын масса бірлігіне шаққандағы Кориолис күші 40° -та былайша есептелінеді:

$$\begin{aligned}
 F_{CO} &= 2\Omega \sin \phi v \\
 F_{CO} &= 2\Omega \sin 40^\circ \times 10 \text{ m/s} \\
 F_{CO} &= 2 (7.29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}) 0.64 (10 \text{ m/s}) \\
 F_{CO} &= 0.00094 \text{ шаршы метр секундына} \\
 &= 0,094 \text{ см } s^{-2}
 \end{aligned}$$

Нәтижесі ($0,094 \text{ см} / s^{-2}$) үдеумен берілген, себебі, біз масса бірлігіне шаққандағы күшті қарастырып отырмыз және $Kүш = Масса \times \text{Үдеу}$.

Бұл теңдеуді қолданып, кез келген ендіктегі және жел жылдамдығындағы Кориолис күшін есептеп шығаруға әбден болады. Масса бірлігіне шаққандағы Кориолис күшінің әр түрлі ендіктердегі үш нақты белгіленген жел жылдамдықтарын көрсететін **Е.1-кестені** қарастырыңыз. Барлық көрсеткіштер квадратталған секундқа шаққандағы сантиметрлермен берілген ($\text{см} / s^{-2}$) Қысым градиентінен туындаған күш және Кориолис күші геострофикалық жағдайларда шамамен тепе-теңдікті ұстайтындықтан, біз кестемізден қысым градиентінен туындаған күштің (масса бірлігіне шаққанда) $0.296 \text{ см} / s^{-2}$ екендігін көреміз. Алдын айтып кеткендей қысым градиентінен туындаған күш салыстырмалы қатты желдерді тудырады.

Е.1-КЕСТЕСІ. Өртүрлі ендіктердегі үш жел жылдамдығына арналған Кориолис күші

Жел жылдамдығы		Ендік (ϕ)			
(m/s)	(км/сағ)	0°	20°	40°	60°
		Кориолис күші ($\text{см}/s^2$)			
5	18	0	0.025	0.047	0.063
10	36	0	0.050	0.094	0.126
25	90	0	0.125	0.235	0.316

Қосымша F Саффира-Симпсон құйын шкаласы

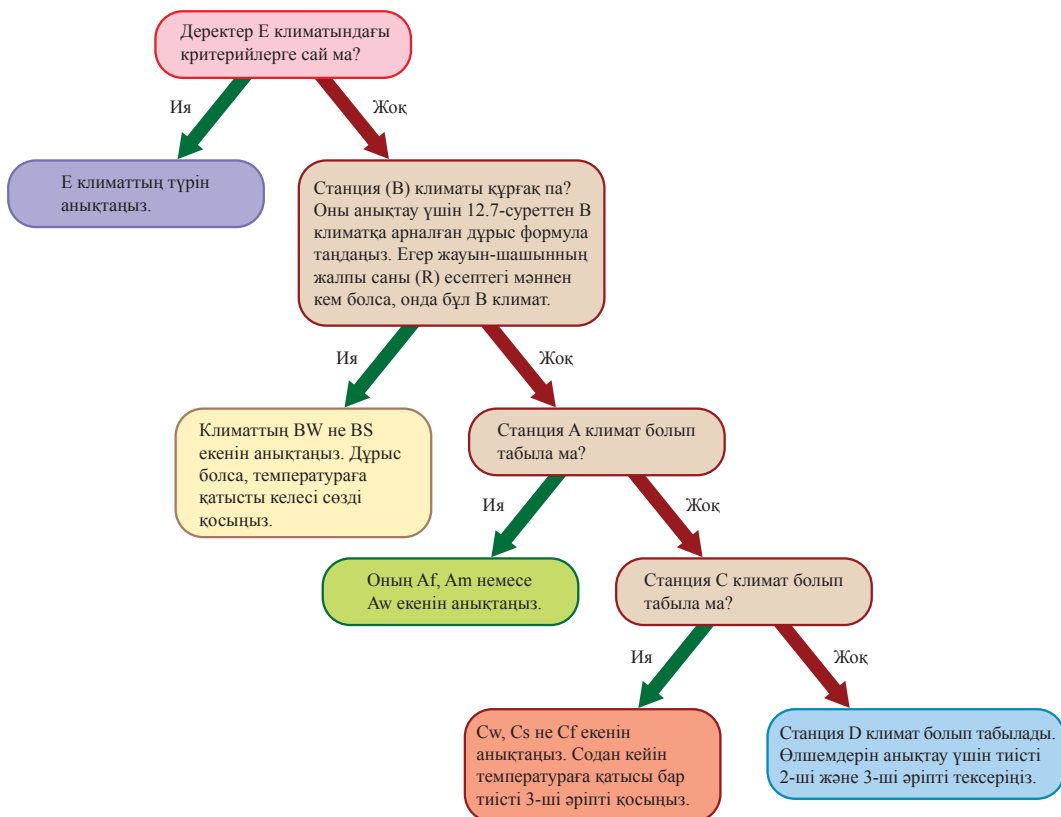
Масштабтық көбейткіш (категория)	Орталық қысым (миллибар)	Жел жылдамдығы (км/сағ)	Жел жылдамдығы (ми/сағ)	Дауылды желқума (метр)	Дауылды желқума (фут)	Шығын
1	≥980	119–153	74–95	1.2–1.5	4–5	<i>Минималды.</i> Құрылыс құрылымдарына нақты зиян тимеген. Көбіне бекітілмеген көшпелі үйлер, бұталар мен ағаштарға нұқсан келген. Сонымен қатар, бірнеше жағалау жолдарын су басқан.
2	965–979	154–177	96–110	1.6–2.4	6–8	<i>Орташа.</i> Ғимараттың бірнеше жабындық материалдары, есік пен терезелеріне зақымданған. Бірнеше ағаштар құлаған. Көшпелі үйлерге айтарлықтай нұқсан келген. Жағалауда және төмен орналасқан эвакуациялау жолдарын дауыл орталығы жетпес бұрын 2-ден 4 сағатта су басқан. Ашық жатқан зәкірмен бекітілген тұрақтардағы кішкене кемелер айлақтарды қиратқан.
3	945–964	178–209	111–130	2.5–3.6	9–12	<i>Кең ауқымды.</i> Шағын тұрғын үйлер мен қосалқы жүйе ғимараттарына біраз құрылымдық нұқсан келген. Үлкен ағаштар құлаған. Көшпелі үйлер қиратылған. Жағалау жанындағы су тасқыны кішірек құрылымдарды бұзып, қалқымалы бөлшектер арқылы қатты соққы алған ірі құрылымдар зиян шеккен. Теңіз деңгейінен 2 метрден төмен жатқан территория ішкі құрлыққа қарай 13 шақырым немесе одан да көп жер көлемі суға батуы мүмкін. Төмен орналасқан жағалау бойымен жатқан бірнеше қабатты тұрғын үйлерді эвакуациялау қажеттігі тұндауы мүмкін.
4	920–944	210–250	131–155	3.7–5.4	13–18	<i>Төтенше жағдай.</i> Біршама шағын тұрғын үйлердің шатыр құрылымына толығымен ақау келген. Есіктер мен терезелерге ауқымды көлемде зиян тиген. Төмен орналасқан эвакуация маршруттарынан дауыл орталығы жетпес бұрын 3-тен 5 сағатта судың көтерілуі салдарынан қол үзіп қалу мүмкін. Жағада жатқан құрылымдардың төменгі қабаттарына айтарлықтай зиян келген. Теңіз деңгейінен 3 метрден төмен жатқан территория суға батуы мүмкін және бұл жағдай ішкі құрлыққа қарай 10 шақырым қашықтықта жатқан тұрғын үй аймақтарын жаппай көшіруді талап етеді.
5	<920	>250	>155	>5.4	>18	<i>Апатты жағдай.</i> Көптеген тұрғын үйлер мен өндірістік ғимараттардың шатырлары толығымен бұзылған. Кейбір жарамды ғимараттар қираған. Терезе мен есіктерге жойқын зиян келген. Төмен орналасқан эвакуация маршруттарынан дауыл орталығы жетпес бұрын 3-тен 5 сағатта судың көтерілуі салдарынан қол үзіп қалу мүмкін. Теңіз деңгейінен 5 метрден төмен орналасқан және жаға бойынан 500 метрде жатқан барлық құрылымдардың төменгі қабаттарына апатты залал тиген. Жағадан 8-ден 16 шақырымда жатқан төменде орналасқан тұрғын үй аймақтарын жаппай көшіру талап етіледі.

Қосымша Д Климат деректері

Д.1-кестесі көптеген әртүрлі климат түрлерін білдіретін бүкіл әлем бойынша 51 станциялары бойынша деректерді қамтиды. Температура Цельсия градусында және жауын-шашын миллиметрде келтірілген. Атаулары мен орындары Д.2-кестедегі берілген, сондай-ақ әрбір станцияның биіктігі (метр) және оның Кёппен жіктемесімен бірге. Бұл пішім сіздің климатты басқару элементтері мен климаттың жіктелуі туралы түсінігіңізді күшейту жаттығуларына деректерді пайдалана алатындай жасалған.

Тиісті Кёппен жіктелуін анықтау үшін 15.2-суретті пайдаланыңыз. Д.1-дегі сызба жіктеу барысында көмектеседі. Станцияларды жіктегеннен кейін, орташа жылдық температура, жылдық температура диапазоны, жалпы жауын-шашын мөлшері және маусымдық бөліну сияқты факторларға негізделген ықтимал орналасқан жерін анықтаңыз. Сіздің орналасқан жеріңіз нақты қала болуы міндетті емес, ол «орта ендік құрлықтық» немесе «күшті муссондық ықпалы бар субтропика» деген сияқты станциясының параметрлік сипаттамасы болуы мүмкін. Сондай-ақ, сіздің таңдау себептеріңізді атасаңыз жақсы идея болар еді. Сіз Д.2-кестедегі станциялар тізімімен танысу арқылы өз жауабыңызды тексеруге болады.

Егер сіз жай ғана белгілі бір орынға қатысты немесе нақты климат түріне байланысты деректерді қарастырып шыққыңыз келсе, Д.2-кестенің мазмұнымен танысып шығыңыз.



▲ Д.1-сурет. 15.2-суретті пайдалана отырып климатты жіктеу.

Д.1-КЕСТЕСІ. Өлем бойынша таңдалған климат деректері

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	Қ
1	1.7	4.4	7.9	13.2	18.4	23.8	25.8	24.8	21.4	14.7	6.7	2.8	13.8
	10	10	13	13	20	15	30	32	23	18	10	13	207
2	-10.4	-8.3	-4.6	3.4	9.4	12.8	16.6	14.9	10.8	5.5	-2.3	-6.4	3.5
	18	25	25	30	51	89	64	71	33	20	18	15	459
3	10.2	10.8	13.7	17.9	22.2	25.7	26.7	26.5	24.2	19.0	13.3	10.0	18.4
	66	84	99	74	91	127	196	168	147	71	53	71	1247
4	-23.9	-17.5	-12.5	-2.7	8.4	14.8	15.6	12.8	6.4	-3.1	-15.8	-21.9	-3.3
	23	13	18	8	15	33	48	53	33	20	18	15	297
5	-17.8	-15.3	-9.2	-4.4	4.7	10.9	16.4	14.4	10.3	3.3	-3.6	-12.8	-0.3
	58	58	61	48	53	61	81	71	58	61	64	64	738
6	-8.2	-7.1	-2.4	5.4	11.2	14.7	18.9	17.4	12.7	7.4	-0.4	-4.6	5.4
	21	23	29	35	52	74	39	40	35	29	26	21	424
7	12.8	13.9	15.0	15.0	17.8	20.0	21.1	22.8	22.2	18.3	17.2	15.0	17.6
	69	74	46	28	3	3	0	0	5	10	28	61	327
8	18.9	20.0	21.1	22.8	25.0	26.7	27.2	27.8	27.2	25.0	21.1	20.0	23.6
	51	48	58	99	163	188	172	178	241	208	71	43	1520
9	-4.4	-2.2	4.4	10.6	16.7	21.7	23.9	22.7	18.3	11.7	3.8	-2.2	10.4
	46	51	69	84	99	97	97	81	97	61	61	51	894
10	-5.6	-4.4	0.0	6.1	11.7	16.7	20.0	18.9	15.5	10.0	3.3	-2.2	7.5
	112	96	109	94	86	81	74	61	89	81	107	99	1089
11	-2.1	0.9	4.7	9.9	14.7	19.4	24.7	23.6	18.3	11.5	3.4	-0.2	10.7
	34	30	40	45	36	25	15	22	13	29	33	31	353
12	12.8	13.9	15.0	16.1	17.2	18.8	19.4	22.2	21.1	18.8	16.1	13.9	15.9
	53	56	41	20	5	0	0	2	5	13	23	51	269
13	-0.1	1.8	6.2	13.0	18.7	24.2	26.4	25.4	21.1	14.9	6.7	1.6	13.3
	50	52	78	94	95	109	84	77	70	73	65	50	897
14	2.7	3.2	7.1	13.2	18.8	23.4	25.7	24.7	20.9	15.0	8.7	3.4	13.9
	77	63	82	80	105	82	105	124	97	78	72	71	1036
15	12.8	15.0	18.9	21.1	26.1	31.1	32.7	33.9	31.1	22.2	17.7	13.9	23.0
	10	9	6	2	0	0	6	13	10	10	3	8	77
16	25.6	25.6	24.4	25.0	24.4	23.3	23.3	24.4	24.4	25.0	25.6	25.6	24.7
	259	249	310	165	254	188	168	117	221	183	213	292	2619
17	25.9	25.8	25.8	25.9	26.4	26.6	26.9	27.5	27.9	27.7	27.3	26.7	26.7
	365	326	383	404	185	132	68	43	96	99	189	143	2433
18	13.3	13.3	13.3	13.3	13.9	13.3	13.3	13.3	13.9	13.3	13.3	13.9	13.5
	99	112	142	175	137	43	20	30	69	112	97	79	1115
19	25.9	26.1	25.2	23.9	22.3	21.3	20.8	21.1	21.5	22.3	23.1	24.4	23.2
	137	137	143	116	73	43	43	43	53	74	97	127	1086
20	13.8	13.5	11.4	8.0	3.7	1.2	1.4	2.9	5.5	9.2	11.4	12.9	7.9
	21	16	18	13	25	15	15	17	12	7	15	18	171
21	1.5	1.3	3.1	5.8	10.2	12.6	15.0	14.7	12.0	8.3	5.5	3.3	7.8
	179	139	109	140	83	126	141	167	228	236	207	203	1958
22	-0.5	0.2	3.9	9.0	14.3	17.7	19.4	18.8	15.0	9.6	4.7	1.2	9.5
	41	37	30	39	44	60	67	65	45	45	44	39	556
23	6.1	5.8	7.8	9.2	11.6	14.4	15.6	16.0	14.7	12.0	9.0	7.0	10.8
	133	96	83	69	68	56	62	80	87	104	138	150	1126
24	10.8	11.6	13.6	15.6	17.2	20.1	22.2	22.5	21.2	18.2	14.4	11.5	16.6
	111	76	109	54	44	16	3	4	33	62	93	103	708
25	-9.9	-9.5	-4.2	4.7	11.9	16.8	19.0	17.1	11.2	4.5	-1.9	-6.8	4.4
	31	28	33	35	52	67	74	74	58	51	36	36	575
26	8.0	9.0	10.9	13.7	17.5	21.6	24.4	24.2	21.5	17.2	12.7	9.5	15.9
	83	73	52	50	48	18	9	18	70	110	113	105	749

Д.1-КЕСТЕСІ. (Жалғасы)

	Қ	А	Н	С	М	М	Ш	Т	Қ	Қ	Қ	Ж	Қ
27	-9.0	-9.0	-6.6	-4.1	0.4	3.6	5.6	5.5	3.5	-0.6	-4.5	-7.6	-1.9
	202	180	164	166	197	249	302	278	208	183	190	169	2488
28	-2.9	-3.1	-0.7	4.4	10.1	14.9	17.8	16.6	12.2	7.1	2.8	0.1	6.6
	43	30	26	31	34	45	61	76	60	48	53	48	555
29	12.8	13.9	17.2	18.9	22.2	23.9	25.5	26.1	25.5	23.9	18.9	15.0	20.3
	66	41	20	5	3	0	0	0	3	18	46	66	268
30	24.6	24.9	25.0	24.9	25.0	24.2	23.7	23.8	23.9	24.2	24.2	24.7	24.4
	81	102	155	140	133	119	99	109	206	213	196	122	1675
31	21.1	20.4	20.9	21.7	23.0	26.0	27.3	27.3	27.5	27.5	26.0	25.2	24.3
	0	2	0	0	1	15	88	249	163	49	5	6	578
32	20.4	22.7	27.0	30.6	33.8	34.2	33.6	32.7	32.6	30.5	25.5	21.3	28.7
	0	0	0	0	0	2	1	11	2	0	0	0	16
33	17.8	18.1	18.8	18.8	17.8	16.2	14.9	15.5	16.8	18.6	18.3	17.8	17.5
	46	51	102	206	160	46	18	25	25	53	109	81	922
34	20.6	20.7	19.9	19.2	16.7	13.9	13.9	16.3	19.1	21.8	21.4	20.9	18.7
	236	168	86	46	13	8	0	3	8	38	94	201	901
35	11.7	13.3	16.7	18.6	19.2	20.0	20.3	20.5	20.5	19.1	15.9	12.9	17.4
	20	41	179	605	1705	2875	2455	1827	1231	447	47	5	11437
36	26.2	26.3	27.1	27.2	27.3	27.0	26.7	27.0	27.4	27.4	26.9	26.6	26.9
	335	241	201	141	116	97	61	50	78	91	151	193	1755
37	-0.8	2.6	5.3	8.5	13.1	17.0	17.2	17.3	15.3	11.5	5.7	0.3	9.4
	0	0	1	1	18	72	157	151	68	4	1	0	473
38	24.5	25.8	27.9	30.5	32.7	32.5	30.7	30.1	29.7	28.1	25.9	24.6	28.6
	24	7	15	25	52	53	83	124	118	267	308	157	1233
39	-18.7	-18.1	-16.7	-11.7	-5.0	0.6	5.3	5.8	1.4	-4.2	-12.3	-15.8	-7.5
	8	8	8	8	15	20	36	43	43	33	13	12	247
40	-21.9	-18.6	-12.5	-5.0	9.7	15.6	18.3	16.1	10.3	0.8	-10.6	-18.4	-1.4
	15	8	8	13	30	51	51	51	28	25	18	20	318
41	-4.7	-1.9	4.8	13.7	20.1	24.7	26.1	24.9	19.9	12.8	3.8	-2.7	11.8
	4	5	8	17	35	78	243	141	58	16	10	3	623
42	24.3	25.2	27.2	29.8	29.5	27.8	27.6	27.1	27.6	28.3	27.7	25.0	27.3
	8	5	6	17	260	524	492	574	398	208	34	3	2530
43	25.8	26.3	27.8	28.8	28.2	27.4	27.1	27.1	26.7	26.5	26.1	25.7	27.0
	6	13	12	65	196	285	242	277	292	259	122	37	1808
44	3.7	4.3	7.6	13.1	17.6	21.1	25.1	26.4	22.8	16.7	11.3	6.1	14.7
	48	73	101	135	131	182	146	147	217	220	101	60	1563
45	-15.8	-13.6	-4.0	8.5	17.7	21.5	23.9	21.9	16.7	6.1	-6.2	-13.0	5.3
	8	15	15	33	25	33	16	35	15	47	22	11	276
46	-46.8	-43.1	-30.2	-13.5	2.7	12.9	15.7	11.4	2.7	-14.3	-35.7	-44.5	-15.2
	7	5	5	4	5	25	33	30	13	11	10	7	155
47	19.2	19.6	18.4	16.4	13.8	11.8	10.8	11.3	12.6	16.3	15.9	17.7	15.2
	84	104	71	109	122	140	140	109	97	106	81	79	1242
48	28.2	27.9	28.3	28.2	26.8	25.4	25.1	25.8	27.7	29.1	29.2	28.7	27.6
	341	338	274	121	9	1	2	5	17	66	156	233	1562
49	21.9	21.9	21.2	18.3	15.7	13.1	12.3	13.4	15.3	17.6	19.4	21.0	17.6
	104	125	129	101	115	141	94	83	72	80	77	86	1205
50	-7.2	-7.2	-4.4	-0.6	4.4	8.3	10.0	8.3	5.0	1.1	-3.3	-6.1	0.7
	84	66	86	62	89	81	79	94	150	145	117	79	1132
51	-4.4	-8.9	-15.5	-22.8	-23.9	-24.4	-26.1	-26.1	-24.4	-18.8	-10.0	-3.9	-17.4
	13	18	10	10	10	8	5	8	10	5	5	8	110

Д.2-КЕСТЕСІ. Д.1-кестеге арналған жер мен климат жіктемесі

Станция нөмірі	Қала	Орналасқан жері	Биіктігі (м)	Коппен жіктемесі
Солтүстік Америка				
1	Альбукерке, Н.М.	35°05' N 106°40' W	1593	BWk
2	Калгари, Канада	51°03' N 114°05' W	1062	Dfb
3	Чарльстон, С.Т.П.	32°47' N 79°56' W	18	Cfa
4	Фэрбенкс, Аляска	64°50' W 147°48' W	134	Dfc
5	Гус Бей, Канада	53°19' N 60°33' W	45	Dfb
6	Летбридж, Канада	49°40' N 112°39' W	920	Dfb
7	Лос-Анджелес, Калифорни- яштаты	34°00' N 118°15' W	29	BSk
8	Майами, Флоридаштаты	25°45' N 80°11' N	2	Am
9	Пеория, III	40°45' N 89°35' W	180	Dfa
10	Портленд, Ме.	43°40' N 70°16' W	14	Dfb
11	Солт-Лейк-Сити, Юта штаты	40°46' N 111°52' W	1288	BSk
12	Сан-Диего, Калифорни- яштаты	32°43' N 117°10' W	26	BSk
13	Сент-Луис, Миссуриштаты	38°39' N 90°15' W	172	Cfa
14	Вашингтон, Д.С.	38°50' N 77°00' W	20	Cfa
15	Юма, Аризонаштаты	32°40' N 114°40' W	62	BWh
Оңтүстік Америка				
16	Икитос, Перу	3°39' S 73°18' W	115	Af
17	Манаус, Бразилия	3°01' S 60°00' W	60	Am
18	Кито, Эквадор	0°17' S 78°32' W	2766	Cfb
19	Рио-де-Жанейро, Бразилия	22°50' S 43°20' W	26	Aw
20	Санта-Круз, Аргентина	50°01' S 60°30' W	111	BSk
Еуропа				
21	Берген, Норвегия	60°24' N 5°20' E	44	Cfb
22	Берлин, Германия	52°28' N 13°26' E	50	Cfb
23	Брест, Франция	48°24' N 4°30' W	103	Cfb
24	Лиссабон, Португалия	38°43' N 9°05' W	93	Csa
25	Маскеу, Ресей	55°45' N 37°37' E	156	Dfb
26	Рим, Италия	41°52' N 12°37' E	3	Csa

Д.2-КЕСТЕСІ. (Жалғасы)

Станция нөмірі	Қала	Орналасқан жері	Биіктігі (м)	Коппен жіктемесі
27	Сантис, Швейцария	47°15' N 9°21' E	2496	ET
28	Стокгольм, Швеция	59°21' N 18°00' E	52	Dfb
Африка				
29	Бенгази, Ливия	32°06' N 20°06' E	25	BSh
30	Кокийявиль, Заир	0°01' N 18°17' E	21	Af
31	Дакар, Сенегал	14°40' N 17°28' W	23	BSh
32	Фая, Чад	18°00' W 21°18' E	251	BWh
33	Найроби, Кения	1°16' S 36°47' E	1791	Csb
34	Хараре, Зимбабве	17°50' S 30°52' E	1449	Cwb
Азия				
35	Черрапунджи, Үндістан	25°15' N 91°44' E	1313	Cwb
36	Джакарта, Индонезия	6°11' S 106°45' E	8	Am
37	Лхаса, Тибет	29°40' N 91°07' E	3685	Cwb
38	Мадрас, Үндістан	13°00' N 80°11' E	16	Aw
39	Новая Земля, Ресей	72°23' N 54°46' E	15	ET
40	Омск, Ресей	54°48' N 73°19' E	85	Dfb
41	Пекин, Қытай	39°57' N 116°23' E	52	Dwa
42	Рангун, Мьянма	16°46' N 96°10' E	23	Am
43	Хошимин, Вьетнам	10°49' N 106°40' E	10	Aw
44	Токио, Жапония	35°41' N 139°46' E	6	Cfa
45	Үрімші, Қытай	43°47' N 87°43' E	912	Dfa
46	Верхоянск, Ресей	67°33' N 133°23' E	137	Dfd
Австралия және Жаңа Зеландия				
47	Окленд, Жаңа Зеландия	37°43' S 174°53' E	49	Csb
48	Дарвин, Австралия	12°26' S 131°00' E	27	Aw
49	Сидней, Австралия	33°52' S 151° 179E	42	Cfb
Гренландия				
50	Инвитуут, Гренландия	61°12' N 48° 109W	29	ET
Антарктида				
51	Станция Мак Мердо Антарктида	77°53' S 167°00' E	2	EF

Глоссарий

- Абсолют ылғалдылық** Ауа массасына сейкес буланған судың массасы (әдетте ауаның бір метр кубында буланған бір грамм сумен белгіленеді).
- Абсолют тұрақсыздық** қоршаған орта қысымы құрғақ адиабата мөлшерінен жоғары болғандағы ауаның күйі (1°C әрбір 100 метрге).
- Абсолют тұрақтылық** Қоршаған орта қысымы адиабаталық ылғалдықтан төмен болғанда орын алатын ауа құбылысы (күйі).
- Абсолют нөл** Келвин температура мөлшерімен нольге тең шама, барлық молекулалардың қозғалысы тоқтайды деп есептелетін температура.
- Абсорбтивтік** Субстанция сіңіре алатын радиациялық энергияның мөлшері.
- Ауа әсерлесуі** Айналадағы ауаның вертикаль қозғалыстағы ауа бағанасына енуі. Мысалыға, салқын ауа ағыны, құрғақ ауа төмен қарай қабатты бұлттарға бағытталған; төмен бағытталған процесті тездетеді.
- Қышқыл жауын** Ластанбаған жауыннан рН көрсеткіші төмен жауын не қардың түсуі.
- Температураның адиабаттық өзгерісі** Ауаның қыздыру не салқындатусыз, көлемінің қысылып не кеңею арқылы жылынып не салқындауы.
- Адвекция** жел сияқты конвективті көлденең қозғалыс.
- Адвективті тұман** Тұман жылы және ылғал ауа салқын беттен немесе шық түзілу нүктесінен төмен түскенде түзіледі.
- Аэрозоль** Атмосферада орналасқан қытты не сұйық бөлшектер.
- Аэрован** Соңғы жағында желбағар сияқты құрылысы бар құрал. Желдің бағыты мен жылдамдығын анықтауға қолданылады.
- Ауа** Көптеген дискретті газдардың қосындысы, оның көп бөлігін азот пен оттегі құрайды, онда әртүрлі қатты және сұйық бөлшектер араласқан.
- Ауа массасы** Ауаның 1600 шақырым не одан биікте орналасқан үлкен денесі, ол әртүрлі биіктікте бірдей физикалық қасиеттерге ие болады.
- Найзағайлы ауа массасы** Орналасқан найзағайлы масса жылы, ылғал және тұрақсыз ауа массасын түзеді, дауылдың бұл түрі көбінесе көктем мен жазда таңғы уақыттырда болады.
- Ауа массасына тиісті ауа райы** Ауа массасының өтіп бара жақан жері. Өйткені ауа массасы үлкен және бірқалыпты болып келеді, сондықтан ол түзетін ауа райы тұрақтылау болады.
- Ауа ластаушылары** Қоршаған орта, организмдердің денсаулығына не қалыпты өмір сүруіне әсер ететін ауадағы зиянды бөлшектер мен газдар.
- Ауа қысымы** Аталған нүкте үстінен түзілген ауа бағанының әсер етіп тұрған салмағы.
- Ауа сапасының индексі. Көпшілікке жарияланатын күнделікті ауа сапасының индексі.** Ол Таза ауа туралы заңмен реттелетін бес ластаушы затқа есептелген.
- Альbedo** Заттың, субстанцияның түскен сәулені шағылыстыру қабілеттілігі.
- Алеут төмен** Тынық мұхитының солтүстік бөлігінің Алеут аралдарында қысқы уақытта болатын төмен қысымның үлкен ұяшығы.
- Алтиметр** қысымның орнына биіктікті көрсететін анероидты барометр.
- Алтитуда (Күннің теңіз деңгейінен биіктігі)** Көкжиекке шаққандағы күннің бұрышы.
- Аналогты әдіс** Ауа райының статистикалық көрсеткіштерін ескере отырып қазіргі уақытта да сәйкес жағдайлар қайталанғанда сондай кезекте жүреді деген болжам жасау.
- Анемометр** Желдің жылдамдығын анықтайтын құрал.

Анероидты барометр ауа қысымын өлшейтін құрал; ауа қысымының өзгерісіне сезімтал вакуумды метал қуыстардан құралған.

Жылдың орташа температурасы 12 айдың температурасының орташасы.

Жылдық температура ауытқу аралығы айлық ең жылы жоғары және төмен температураларының айырмашылығы.

Антициклон Жоғары ауа қысымы аумағы ол жерде желдер таралып айналып қозғалумен сипатталады.

Антициклондық ағын Солтүстік жарты шарда сағат тілімен сыртқа қарай соғатын желдер, ал Оңтүстік жарты шарда сағат тіліне қарсы.

Афелион Күннен ең алыс орналасқан ғаламшардың орбитасының нүктесі.

Аппарентті температура Тұлғаның өзіндік сезінетін температурасы.

Арктикалық ауа массасы Арктика теңізінің үстінде түзілетін қатал, суық ауа.

Арктикалық теңіз түтіні Тығыз және қалың булы тұман ол мұхиттың биік аймақтарында қыста болады.

Арид Қараңыз Шөл.

Атмосфера Ғаламшардың газды бөлігі, ғаламшардың ауа қабаты; Жер бетінің дәстүрлі физикалық бөлігі.

Атмосфералық терезе жердің шағылыстыруының 8 бен 11 микрометр ұзындық аралығындағы тропосфераның мөлдір бөлігі.

Аврора Күннің поляр аймақтардың жоғарғы бөлігімен әсерлесетін жарық сәулесінің түсу себепті пайда болатын үнемі өзгеріп тұратын жарық. Бұл *аврора (солтүстік шұғыла) деп солтүстік жарты шарда, ал оңтүстік жарты шарда австралиялық шұғыла (оңтүстік шұғыласы) деп аталады.*

Автоматты жер бетін бақылайтын жүйе (ASOS) Кеңінен қолданылатын стандартталған автоматты жер бетіндегі ауа райын бақылайтын құрал.

Азор биіктігі Субтропикалық антициклонға берілетін ат, ол Солтүстік Атлант мұхитының шығыс бөлігінде орын алса.

Барограф Барометр көрсеткіштерін жазатын құрал.

Барометрлік тенденция *қараңыз* Қысым тенденциясы.

Бофорт өлшемі Анемометр қолжетісіз болғанда нақты желдің жылдамдығын есептеу үшін қолданылатын шама.

Бержеон үрдісі Қатты салқын бұлттардан, мұздатылған ұяшықтардан, және мұз бен судың әртүрлі қаныққан деңгейінен жауын болу теориясы.

Бермуд шыңы жаз бойына байқалатын Солтүстік Атлант мұхитының Бермуд аралдарындағы субтропикалық максимум температура.

Биметалды түтік Жылу өткішгіш қабілеті әртүрлі жіңішке екі металл түтікшелерінен құралған термометр, Температура өзгерген кезде екі металл екі түрлі қысылып элемент қисықтығын өзгертеді. Әдетте термографтарда қолданылады.

Биосфера Жердің барлық тірі формалары.

Боран Күшті және өте салқын жел, ол жерден көтерілген қармен жүктелген.

Бора Адриат көлінің шығыс аймағындағы салқын, құрғақ тау жақтан соғатын солтүстік шығыс желі.

Байс Баллот заңы бойынша, егер Солтүстік жарты шар желіне арқамен тұрсаң, төмен қысым сол жағында, ал жоғарғы қысым оң жағында болады.

Желдің резервті жылжуы Жел сағат тіліне қарсы бағытта жылжуы, мысалға шығыстан солтүстікке қарай.

Жоғарғы шек (Потолок) Бұлттардың төменгі шегі немесе қараңғылық құбылысы биіктігі, бұл кезде аспаннан жауын түспейді, күн күңірттеніп бұлттар жұқа не таралған түріне жатпайтын кезін айтады. Потолок аталған сипаттар болмаған кезде *шексіз* деп аталады.

Цельсий шкаласы 1742 жылы, Фаренгейт шкаласы ойлап табылғаннан 28 жылдан кейін Андерс Цельсий, швед астрономы, мұздың қату нүктесі 0° және судың қайнау нүктесі 100° болатын ондық шкаласын ойлап тапты.

Жарықтану шеңбері Үлкен шеңбер Жердің күн мен түні арасындағы сызық.

Шарбы (Cirrus [Ci]) бұлттар құрылым нәзік, жіңішке талшық тәрізді. Бұл ұлпа мұз түйіршіктерінен тұратын талшықтар жел әсерінен шиыршықталады. Шарбыбұлттар ілмектелген жіп немесе қауырсын тәріздес.

Калория 1 грам судың температурасын 1°C көтеруге қажет температура мөлшері.

Кейінгі салқын фронт Салқын ауа фронты Атлант мұхиты жағалауымен батыс не оңтүстік батысқа қарай жылжуы.

Климат аймақтың не жердің белгілі бөлігіндегі ауа райы жағдайының сипаттамасы, соған қатысты көмек беретін статистикалық ақпараттың жиынтығы.

Климат өзгерісі Уақыт аралығы мен миллион жылдар аралығындағы ауа райы көрсеткіштерінің ауытқуын және олардың қандай себеп тудыратынын зерттеу.

Климаттың кері жауап механизмі Атмосфералық элементтің біреуі өзгерген кезде пайда болуы мүмкін бірнеше әртүрлі нәтижелер.

Климат жүйесі Атмосфера, гидросфера, литосфера, биосфера мен криосфера арасындағы энергия мен ылғал алмасуы.

Бұлт судың тамшылары не мұз кристалдарының араласқан конденсаттарының концентрациясы.

Конденсацияланған ядро Судың бу тамшыларын ұстап тұратын кішкентай бөлшектер.

Күзгі күннің теңесуі *Қараңыз* Күн мен түннің теңесуі.

Бұлттарды себу Бұлттарға кішкентай бөлшектер енгізу (көбінесе құрғақ мұз не күміс иодиді) бұлттардың табиғи түзілуін өзгерту мақсатында қолданылады.

Вертикаль дамидын бұлттар Негізі төмен биіктікте түзіліп және орта мен жоғары биіктіктерге таралатын бұлттар.

Салқын фронт *Өз жолында жылы ауа фронтын ығыстырып шығаратын салқын ауа массасы.*

Салқын фронт окклюзиясы Салқын ауа фронтының артындағы ауа одан да салқын болған кезде ол жылы ауа фронтын озып кетуі.

Салқын толқын Температураның жылдам және қатты түсуі. Ұлттық Ауа райы Қызметі бұлай деп температура 24 сағат ішінде белгілі температура градустарынан асып кетіп минимал температураға жетсе не одан да төмен болса айтады. Бұл көрсеткіш жыл мерзімі мен аймақтарға әртүрлі болады.

Соқтығысу-коалесценция үдерісі жылы бұлттарда (бұлттардың температурасы 0°C -ден жоғары боласа) жауын-шашынды қалыптастыратын негізгі үрдіс болып табылады. Жалпы айтқанда, соқтығысу-коалесценция үдерісі бұл, бұлттағы ұсақ тамшылардың соқтығысып, бір-бірімен бірігуі арқылы жеткілікті мөлшердегі жаңбыр тамшысына айналуы.

Конденсация Газ формадан сұйық формаға ауысу.

Шартты тұрақсыздық Адиабаталық жылдамдыққа қатысты ылғал ауаның қоршаған градиентке шаққандағы қалпы.

- Кондукция** Жылудың материя арқылы молекулалық белсенділік арқылы өтуі. Энергия молекулалар бір-бірімен соқтығысқанда беріледі.
- Бұрыштық сәттің сақталу заңы** Бұл заң айналу орталығы айналасындағы (білік) объектінің жылдамдығы қалыптастыруы мен объектінің біліктен қашықтығы тұрақты екенін мәлімдейді.
- Беткі қабаттың константа қысымы** Атмосфералық қысым беттің барлық жерінде алынған уақытта бірдей болуы.
- Континенталды ауа массасы** Жер бетінде түзілетін салыстырмалы түрдегі құрғақ ауа.
- Континенталды климат** теңіз әсері болмайтын экстрималды температурамен сипатталатын климат, жылдық температура диапазоны кең болады.
- Конденсация ізі** бұлттәріздес сызық, әдетте ашық, салқын және ылғал ауада ұшып бара жатқан ұшақтардың артында байқалады, ол шығып жатқан газдарымен су буының шығуына байланысты.
- Температураны бақылау** Жерден жерге температураның өзгерісіне себепші факторлар, мысалға ендіктер мен бойлықтар секілді.
- Конвекция** Жылудың масса не заттың жылжуы арқылы берілуі. Ол тек сұйықтықтарда орын алады.
- Конвекциялық ұяшық** Сұйық ортаның бірқалыпты емес таралуы себепті пайда болатын айналым; сұйықтықтың ыстық бөлігі кеңейеді де бетіне шығады ал салқын бөлігі төмен түседі.
- Конвергенция** желдің аталған аумақ көлемінде ауаның біркелкі горизонтал таралуына әкеледі. Аласа биіктіктерде конвергенция ауаның көтерілуімен байланысты болғандықтан, ол бұлттар мен жауын түзілуіне ыңғайлы аймақ болып табылады.
- Тәуліктің салқындау деңгейі** 65°F-тен жоғары тәуліктің орташа температурасын есептеумен анықталады. Гимаратта белгілі бір температураны ұстап тұру үшін қажетті жылу мөлшері тәуліктің жылыну деңгейінің жалпы мөлшеріне тура пропорционалды. Бұл қатынас жылыну деңгейін жоғарылатуға жағылатын отын шығынын еселейді
- Кориолис әсері** ауа ағысы бағытының өзгеруіне себеп болады. Солтүстік жарты шарда Кориолис күші желдерді оңтүстікке қарай ауытқыта түсуге себеп болады.
- Тәж** Күн не айдың айналасындағы ақ жарық, бұл объект жұқа қабат бұлпен жабылған кезде дифракция салдарынан пайда болады.
- Жергілікті бриз** Қалаға қарай жақын орналасқан аймақтардан самал желдің соғуы, бұл әсіресе кешкі уақыттарда қалалық ыстық айқын болған кездерде еседі.
- Криосфера** Жер бетінде бар қар мен мұзды біріктіріп айтатын термин. Климаттық жүйенің бәр бөлігі.
- Будақ бұлттар «Cumulus» (шоғыр бұлттар)** – көбінесе суық ауа массаларында көтерілме бұлттар түрінде пайда болады, үйіліп жатқан жүнге немесе мақтаға ұқсайды.
- Будақ бұлт кезеңі** Найзағайлы дауылдың басталуы, бұл кезде жоғары бағытталған бұлттар басым болады.
- Тостағаншалы анемометр қараңыз** анемометр.
- Циклогенез** Жаңа циклонның пайда болуы немесе даму үдерісі; әдетте алдын пайда болған циклонды күшейтеді.
- Циклон** айналмалы желдер және жоғары бағытталған ауа ағыны бар төмен атмосфералық қысым аумағы.
- Циклондық ағын** Жер шарының айналу бағытымен бір: Солтүстік жарты шарда сағат тіліне қарсы және Оңтүстік жарты шарда сағат тілі бойымен.

Күннің орташа температурасы күннің температураларының орташа шамасы, ол көбінесе максимал және минимал температураларының орта шамасымен есептеледі.

Күннің температура ауытқуы Күндік температураның максимумы мен минимумы арасындағы айырмашылық.

Дарт көшбасшы қараңыз Көшбасшы.

Депозиция Судың буы скһұйық күйге өтпей бірден мұз болуы.

Шөл Құрғақ климаттың екеуінің бірі, құрғақтық құрғағы.

Шық Конденсацияның бір түрі, жерге жақын шөптерде не заттардың бетінде болатын ұсақ су тамшылары, ол беткі қабат температурасы шық түзілу нүктесінен төмен болғанда пайда болады. Әдетте күн сәулесінің салқын және ашық түн болатынын сипатталады.

Шық нүктесі Қанығуы жеткілікті болатындай температураның түсуі.

Жұтылған жарық Күн энергиясының таралып және шағылысуынан қалғаны Жер бетіне бұлттардан диффузиялық көк түсті болып өтуі.

Үзілу Метеорологиялық элементтердің салыстырмалы түрде жылдам өтуімен сипатталады.

Дисперсия Түстердің рефракция арқылы сүзілуі.

Таралу кезеңі Найзағайлы дауылдың соңғы кезеңі – төмен бағытталған және бұлттардың таралуына алып келеді.

Диурнал Күнделікті, әсіресе 24 сағат ішінде аяқталып және қайта 24 сағаттан кейін қайталанатын әрекеттерге қатысты.

Дивергенция Дивергенция барлық бағыттағы ағынды сыртқа шығармайды. Оның орнына, жоғарыда орналасқан желдер, қағида бойынша, бязиязы бұрылыстардың маңында батыстан шығысқа қарай ағады.

Долдрамс (Экваториялдық тыныштық белдігі) екі пассат белдіктерінің ортасында орналасқан самал желдер мен штиль аймағы.

Допплер радары Қимылды анықтайтын радардың бір түрі.

Ұсақ жауын (Drizzle) Қабатты бұлттардан жауатын ұсақ тамшылы жауын.

Құрғақ адиабаталық көрсеткіш Қанықпаған ауаның адиабаталық сууы не жылыну жылдамдығы. Температура өзгерісі 1°C 100 метрге.

Құрғақ климат жылдық жауын шашын мөлшері мүмкін болатын судың булануынан аз болатын жағдайдағы климат.

Құрғақ линия Атмосфераның ылғалдылығының күрт өзгеретін жіңішке аймағы, континентал тропикалық ауа ылғал теңіз тропикалық ауасымен жақындасқан кезде тығыз ауа сТ ауаны көтереді ал тығыздығы төмен mT ауа бұлттар мен дауыл түзеді.

Жаздың құрғақ субтропикалық климаты Континенттің батыс бөлігінде 30° бен 45° арасындағы ендікте орналасқан климат. Бұл қысқы мерзімде жауын шашыны көп болатын жалғаз ылғал климат.

Динамикалық шашу Бұлттардың кеңінен таралуын болдыратын, жасырын жылуды бөле оытрып бұлттарды одан бетер ұлғайуына алып келетін бұлттың түрі.

Шығыстық толқын Толқын тәріздес үлкен көшпелі пассаттардың қозғалысы, кейде олар дауылдарды тудырады.

Чинук Жартасты таулар жақтағы желдің аты.

Эксцентриситет Шеңбердің эллипсінің өзгеруі.

Электромагнитті радиация қараңыз Радиация.

Элементтер (атмосфералық) Ауа райы мен климатты сипаттауға арналған атмосфераның саны мен сипаты.

- Эль Ниньо** Тынық мұхитының орталық және шығыс жағалауында болатын кезеңді жылынулар. Негізінде Эль-Ниньо жер шарының біраз жерінде қатаң ауа райын туғызады. Ла-Ниньяға қарама-қарсы.
- Температураның биіктікпен өзгерісі** Тропосфера биіктігі артқан сайын температураның түсуі деңгейі.
- Экваториялық шек** Субторпикалық максимумдар мен экваторға жақын орналасқын төмен қысымның квазишексіз белдігі.
- Күннің теңесуі** Күннің сәулелері экваторға тиетін нүкте. Солтүстік жартышардан наурыздың 20 не 21 көктемгі немесе күн мен түннің теңесуі және Қыркүйектің 22 не 23 күзгі күн мен түннің теңесуі. Күн мен түннің ұзақтығы барлық ендіктерде бірдей.
- Булану (эвапорция)** Сұйық заттың бу түріне айналу үдерісі.
- Көз** Дауыл ортасында болатын салыстырмалы түрде ақырын желі мен ашық ауа райы аумағы.
- Көздің қабырғасы** Көздің айналасында түзілетін будақ-жаңбыр бұлттары мен өте қатты желдер аумағы.
- Фаренгейт шкаласы** 1714 жылы, Габриэль Дэниел Фаренгейт, неміс физигі, Фаренгейт шкаласын ойлап тапты. Қалыпты атмосфералық қысымда мұздың қату және судың қайнау нүктелерінің аралығын 180 бөлікке бөлу арқылы алынған температуралық шкала. Ол бойынша мұздың қату нүктесі 32°F, судың қайнау нүктесі 212°F мәндеріне теңестіріледі.
- Күзгі жел қараңыз** Катабатикалық жел.
- Феррел торы** Жаһандық айналым үштік торындағы орта тор; Уильям Феррел атағына қойылған.
- Бекітілген нүктелер** Температура мөлшерін жасауға арналған қайнау нүктесі, мұз қату нүктесі сияқты референс нүктелер.
- Жарқыл** Жарықтың бірнешеуінің жинақталған жарық сызығының ұруы ретінде байқалады, әдетте көптеген жарықтардан құралады. *Қараңыз Найзағай.*
- Фена (Foehn)** Таулы қыраттың желді жағында есетін жылы және құрғақ жел, төмен түскен сайын салыстырмалы түрде адиабаталық жылуға алып келеді.
- Тұман** Жер бетінде неменсе оған өте жақын орналасқан бұлт.
- Ауа райын болжау шеберлігі** *Қараңыз* Шеберлік.
- Мұздату** Сұйық түрінен қатты түрге ауысу.
- Мұзды ядро** Мұз тәріздес кристалл пішінді қатты бөлшектер; олар мұз түзілуге қажет ядро болып қызмет атқарады.
- Қарлы жаңбыр** *Қараңыз* Мұзтайғақ.
- Фронт** Үздіксіз ауа массаларын тығыздығы бойынша айырып тұрған шекара, әдетте біреуі жылы және ылғардырақ болып келеді.
- Алдыңғы беткі тұман** Жауынның суық фронт қабаты арқылы өткен кезде булануы.
- Фронтты бөліну** Салқын ауамен кездескен жылы ауаның жеңіл болуы себепті жоғары көтерілуі.
- Фронттогенез** Фронттың пайда болуы немесе басталуы.
- Фронттолизис** Фронттың таралуы немесе жоюлуы.
- Мұз кристаллдары** Температура 0°C-не одан төмен түскен кезде түзіледі. *Қосымша қараңыз* Ақ мұз кристаллы.
- Интенсивтіліктің Фудзита шкаласы (F-scale)** Т. Теодор Фуджита ойлап тапқан шкала, желдің жылдамдығы мен жойқындық күшінің арасындағы корреляциясы арқылы торнадоны классификациялауға арналған.

Геосфера Жердің қатты бөлігі, жердің 4 сфераларының ең үлкені.

Геостационарлы жерсерік Жердің айналу жылдамдығымен тең болғандықтан бір орныда тұратын жерсерік. Бұл жерсерік жерден 35,000 шақырымда орналасқандықтан одан алынған сурет полярлық жерсеріктермен салыстырғанда нақты емес.

Геострофикалық жел Әдетте 600 метрден жоғары соғатын жел, изобараларға параллель соғады.

Мұзтайғақ Объектінің бетін мұз басуы, ол қатты салқын болған кезде жауын тиген бетінде қатып қалады. Мұзтайғақ тударатын боран «мұзды дауыл» деп аталады.

Жаһандық айналым Атмосфераның негізгі айналымы; жерді айналып өтетін ауа ағынының орташасы.

Глория (Glory) Түрлі түсті жарықтың сақиналары, көбінесе ұшақтың айналасында бұлттан төмен проекцияланады.

Градиент жел Грандиент күш, Кориолис күші мен центрден тепкіш күштің арасындағы тепе-теңдік салдарынан қысым ортасында болатын иілген ауа ағыны.

Көктемелік әсер (парниковый эффект) Күннің қысқа толқынды сәулелері мен жерде ұзын толқынды сәулелердің жұтылуы салдарынан температура көтерілуі, су буланады және көмірқышқыл газы мөлшері көбейеді.

Өсіп өну өлшем күні (Growing Degree-Days) Температуралық ақпараттарды өнім беретін уақыттың қашан келетінін салыстырмалы түрде есептеуге арналған қолданабалы әдіс.

Ұйытқу фронты Төмен бағытталған найзағайлы дауылдың салқын ағыны мен жоғары бағытталған жылы ауа ағынының арасы. Бұл шекара бойымен көтерілу күн күркіреуін тударады.

Хэдлей торы Жер шары циркуляциясының классикалық үлгісі жайлы алғашқы мақала 1735 жылы Джордж Хэдлимен жарияланды. Күн энергиясы желді қуатыны анық, Хэдлидің пайымдауынша экватор және полюстер температурасындағы үлкен айырмашылық Солтүстік және Оңтүстік жарты шарда үлкен *конвекциялық тор* қалыптастырады деді.

Бұршақ Қатты, гранула немесе мұз түйірлері тәріздес жауын, олар судың біртіндеп қатуы себепті түзіледі.

Тәж күнді айналып орналасқан жіңішке ақ шеңбер. Бақылаушы 22°-*тықтәжді* өзі 22° бұрышпен орналасқанда байқайды.

Жылу Кездейсоқ молекулалардың қозғалысының кинетикалық энергиясы.

Жылу балансы күн радиациясының келуі мен кетуі.

Тәуліктің жылыну деңгейі Энергия қажеттілігі мен қолданылуын бағалау үшін кең түрде қолданатын тәсілдердің бірі тәуліктің жылыну деңгейін анықтау. Бұл индекс далада күнделікті орташа температура 65°F (18,3 °C) немесе одан жоғары болған кезде ғимаратты жылыту талап етілмейді деген болжамнан туындап отыр.

Гетеросфера Атмосферада 80 шақырымда биіктікте орналасқан, ол жерде газдар 4 сфералық қабатпен қапталған және әрқайсынына өзіндік құрамы тән.

Биік бұлттар Негізі 6000 метрде жатқан бұлттар; жоғары ендіктер мен қысқы мерзімде негізі төмен орналасуы мүмкін.

Таулы климат Таумен байланысты күрделі климаттың комплексі. Қысқа аралықта болатын өте үлкен айырмашылықпен сипатталады.

Гомосфера Жер бетінен бастап 80 шақырымға дейінгі аралық, құрама газдар компоненттері салыстырмалы түрде бірдей аймақ.

Жылқы ендігі Субтропикалық максимумның маңында орналасқан штиль мен жеңіл желдер аралығы.

Ылғал континенталды климат Солтүстік ендіктің 40° пен 50° аралығында орналасқан салыстырмалы түрде қатал климат. Мұхиттар басым болатын Оңтүстік жартышарда бұл климат байқалмаған.

Ылғалдылық Ауада буланған судың мөлшеріне қатысты термин.

Ылғал субтропикалық климат Континенттің шығысына қарай орналасқан ыстық жазбен және салқан қыспен сипатталады.

Дауыл Желінің жылдамдығы кем дегенде 119 км/сағ болатын тропикалық шторм; әдетте *тифон* (Тынық мұхитының батыс бөлігі) және *циклон* (Үнді мұхитында).

Дауылды ескерту Алдағы 24 сағат ішінде ұзақ уақыт жылдамдығы 119 км/сағ не одан көп болатын желдер келетін алдындағы ескерту.

Дауылды бақылау Хабарландыру нақты жағалау аймақтарына алдағы 36 сағат ішінде болатын қауіп тудыруы мүмкін дауыл туралы аңдатпа.

Ылғал циклі Мұхиттан атмосфераға судың тоқтаусыз көшуі (эвапорация - булану), атмосферадан жерге қарай (конденсация мен жауын-шашын), және жерден қайта суға құйылу (судың ағысымен).

Гидрофобты ядро Конденсация жүре алмайтын ядро, олардың бетіне кішкене тамшылар 100 процент ылғал болған кезде ғана отырады.

Гидросфера Ғаламшардың сулы бөлігі; Жердің физикалық суббірілігі.

Гидростатикалық тенесу Ауырлық күші мен вертикаль қысым градиенті арасында тенесу орнаған кезде ауа космосқа өте алмайтын құбылыс.

Гигрометр Нақты ылғалдылықты өлшеуге арналған құрал.

Гигроскопты ядро Суд өзіне қондыруға жоғары қабілеті бар зат, мысалға тұз.

Гипотеза Бар болуын айқындау үшін тексерілетін алдын ала тұжырым.

Мұзды климат айлар бойы қатып мұз тұратын климат, кейбір биік аймақтарынан басқа жерде жасыл жабыны болмайды, мәңгі қары мен мұзы бар аймақ, Гренландия және Антарктидамен шектеледі.

Исландия минимумы Қыс бойы оңтүстік Гренландия мен Солтүстік Атлант мұхиты арасындағы төмен қысымның үлкен ұяшығы.

Мұз нүктесі Мұз еритін температура.

Газдың мінсіз заңы Ісер ететін газ қысымы оның тығыздығы мен температурасына пропорционал.

Жер осінің жантаю бұрышы Жер орбитасының жазықтығына перпендикуляр осьтің арасындағы бұрышы, қазір ол перпендикулярдан $23 \frac{1}{2}^\circ$ орналасқан.

Төменгі сағым (мираж) Заттың орналасуынан төмен көрінетін сағым.

Инфрақызыл сәулелену Сәуленің толқын ұзындығы 0.7 ден 200 микрометр аралығында болғанда.

Интерфейс Жүйенің әртүрлі бөліктері бірге жұмыс істейтін шекара.

Интерференция тұрақты және жиіліктері бірдей толқындардың қосылуы жарық толқындарының өзара әрекеттесуіндегі көңіл аударатын жағдай. Мұнда кеңістіктің кейбір нүктелерінде толқындардың қабаттасуынан бір-бірін күшейтетін, ал басқа бір нүктелерінде керісінше бір-бірін әлсірететін интерференция құбылысы байқалады.

Ішкі шағылысу мөлдір денеден өткен жарық келесі бетіне жетіп қайта затқа шағылысуы. Бұл оптикалық құбылыс кемпірқосақтың пайда болуының негізгі факторы.

Интероптикалық конвергенция аймағы (ITCZ) Солтүстік және оңтүстік пассаттардың жанасу аймақтары.

- Ионосфера** Атмосферада иондалған газдардың 80 және 400 шақырым аралығында орналасқан комплексі, осылайша ол төменгі термосфера және гетеросфера ортасында орналасқан.
- Изобара** Біркелкі барометрлік қысым нүтелерін байланыстыратын сызық, әдетте теңіз деңгейімен түзеледі.
- Изогиета** Бірдей жауын мөлшері бар аймақтарды байланыстыратын сызық.
- Изотаха** Бірдей жел жылдамдығы бар аймақтарды байланыстыратын сызық.
- Изотерма** Бірдей ауа температурасы бар аймақтарды байланыстыратын сызық.
- ITCZ қараңыз**Интероптикалық конвергенция аймағы.
- Желдің белдігі** Желдің жылдамдығы үлкен аймақ.
- Қатты жел** Тропосфераның жоғарғы бөлігінде болатын жіңішке белдіктерде көшіп жүретін геострофикалық ауа ағыны.
- Джунгли** Лоза, бұтақтар мен ағаштардың қалың өтуге қиын өскен орманы; әдетте тропикалық жауында орман.
- Катабатикалық жел** Салқын, тығыз ауа ағыны ауырлық күші әсерінен төмен бағытталған; желдің бағыты негізінен топографиямен бақыланады. әдетте *желдердің құлауы деп аталады*.
- Кельвин шкаласы** Бұл шкаланың ең төменгі температурасы абсолюттік ноль (0°K) және бір ғана тұрақты нүктеге сүйенеді. Ол тұрақты нүкте – судың үштік нүктесі, яғни судың үш күйінің (қатты, сұйық, газ) теңдік қалыпта тұратын нүктесі.
- Көппен бойынша топтастыру** температура мен жауын-шашынның орташа айлық пен жылдық көлеміне негізделген.
- Көл әсерлі қар** Қар мен жауын ауа массасының көл үстінен өткен кезінде *с*Рылғал және жылы ауаның төменнен қосылуы (мысалға Ұлы Көлдер), ол ауа массасын ылғал және тұрақсыз қылады.
- Жергілікті бриз** Жағалау аймақтарда жергілікті жел түнімен теңізге қарай соғады.
- Ла Нинья** Тынық мұхитының орталық және шығыс бөлігінде бетінің таңғажайып салқын температура аймағынан соғатын қатты пассат желдері. Эль Ниньоға қарама-қарсы.
- Температураның биіктікке қатысты өзгеруі** *қараңыз*Қоршаған орта темп. өзгеруі; Қалыпты темп. өзгеруі.
- Латентті жылу** Қалыптың өзгерген кезде энергияның жұтылып не шығарылуы.
- Конденсацияның латентті жылуы** Будың сұйық күйге өткендегі босаған энергия. Булану кезінде кеткен энергия мөлшеріне тең.
- Буланудың латентті жылуы** Булану кезінде судың молекулалары жұтқан энергия. Ол бір грам суға 600 калория 0°C -ден 540 калория 100°C -де болғанда жұмсалады.
- Көшбасшы (Лидер) найзағай** соғардың алдында бұлттардың төменгі шегінде түзілетін иондаушы ауа жолы. Бастаушы өткізгіш сызық *адым көшбасшысы деп аталады*, өйткені ол жерге қарай жолды кеңейтеді, ал *дротик көшбасшы*үздіксіз және аз таралған болып келеді, әрбір келесі адым дәл сол жолмен жүреді.
- Жоғарылайтын конденсация деңгейі** Көтеріліп келе жатқан ауа адиабаталық құрғақ жылдамдықта салқындатылып, қанығып, конденсация басталатын биіктік.
- Найзағай** Қарама-қарсы орналасқан будақ жаңбыр бұлттарының арасындағы әртүрлі зарядталған бөлшектер мен жердің арасындағы ағыны себепті лезде болатын жарқыл.
- Шыны ішіндегі сұйық термометр** Түтіктің бір шетінде ішіне сұйықтық құйылған колбасы бар температураны өлшеуге арналған құрал. сұйықтықтың кеңеюі не сығылуы температураны көрсетеді .

Ұзақ мерзімді ауа райын болжау 3 пен 5 күн ұзақтығына арналған жауын-шашын мен температураға баға беру, әдетте 30 күн периодта. Қысқа мерзімдімен салыстырғанда мұндай ауа райы болжамы нақта және сенімді болмайды.

Ұзын толқынды сәулелену Жерден шығатын сәулелер. Толқын ұзындығы күннен шығатын сәулелерден 20 есе ұзын.

Көкжиектің кенеюі (Looming) көкжиектен төмен орналасқан объектілердің көрінбеуіне себеп болатын сағым.

Аласа бұлттар 2000 метрден төмен қалыптасқан бұлттар.

Макромасштабты желдер Циклон мен антициклондар сияқты құбылыстар, олар бірнеше күннен бірнеше аптаға дейін сақталады көлденең ұзындығы жүздеген шақырымнан басталып мыңдаған шақырымға дейін жетеді; сонымен қоса, атмосфералық айналымның ерекшелігі бәрнеше апта мен айларға дейін созылады да көлденең өлшемі 10,000 шақырымға жетеді.

Теңіз климаты Мұхиттарда басым болады; судың ұстап тұруға қабілеті болғандықтан бұл аймақ климаты салыстырмалы түрде жұмсақ болып есептеледі.

Батыс жағалаудың теңіз климаты 40° пен 65° ендік аралығындағы жел соғатын жағалау климаты, ол теңіз ауа массалырына тәуелді. Бұл климатта қысы жұмсақ, жазы салқын.

Теңіз маңы (m) ауа массасы Мұхит үстінде пайда болатын ауа массасы. Бұл ауа массасы салыстырмалы түрде ылғалды.

Дамыған кезең Найзағайлы дауылдың үш кезеңінің екіншісі. Қатты жоғарыдан төменге қарай жан жақтан соғатын желдермен сипатталатын зорлық көрсететін кезеңі.

Максимал термометр Уақыт аралығында ең максимум температура өлшемі, әдетте 24 сағат ішінде. Сынаптың сығылуы түтік бойымен жоғары жылжып, бірақ оны шайқап не сілкімесе төмен түсуіне мүмкіндік бермейді.

Жерорта теңізі климаты Құрғақ жаздық субтропикалық климатқа берілетін ортақ атау.

Еру Қатты күйден сұйық күйге өту.

Сынап барометрі Сынаппен толтырылған түтікше, бұл жерде сынап биіктігі ауа қысымының өлшемі болып келеді.

Мезоциклон Циклондық айналмалы ауаның вертикаль цилиндрі (3 тен 10 шақырымға дейін диаметрі болады) ол найзағайлы дауылдың жоғары бағытталған күшті ағынында дамып, бұршақтың немесе торнадонның тууна алып келеді.

Мезопауза мезосфера мен термосфера арасындағы шекара.

Мезомасштабты конвективті комплекс (МСС) Ақырын қозғалатын найзағайлы көздердің бір бірімен әсерлесіп, мыңдаған шақырым ауданды алатын, 12 сағат не одан көп сақталатын комплекс.

Мезомасштабты желдер Желдің кішкентай конвективті ұяшықтары, олар бірнеше минут немесе сағаттар бойы сақталады, оларға найзағай, торнадо және құрлық пен теңіз бриздері жатады. Горизонтал ұзындығы 1-ден 100 шақырымға дейін.

Метеорология Атмосфера мен атмосфералық құбылыстарды ғылыми зерттеу; ауа райы мен климатты зерттеу.

Микромасштабты желдер Турбуленттілік сияқты құбылыс, өмір сүру ұзақтығы бірнеше минут, кішкене аймаққа әсер етеді және жергілікті температураға қатты байланысты.

Орта бұлттар 2000 мен 6000 метр аралығын алып жатқан бұлттар.

Ортаөндік циклондар ол диаметрі 1000 шақырымнан (600 миль) асатын төменгі қысымның үлкен жүйелері, әдетте олар батыстан шығысқа қарай қозғалады. Олар

бірнеше күн бойы жалғасады, солтүстік жартышарда сағат тіліне қарсы циркуляция үлгісі бар және төменгі қысымның орталық аумағына өтетін жылы фронт пер садқын фронтқа ие

Ортаендік желдің ағыны 30° бен 70° ендіктер аралығында болатын желдер.

Миллибар Ұлттық Ауа райы Қызметі қолданатын қысымның стандартты өлшемі. Бір миллибар (mb) 100 ньютонға шаршы метрге тең.

Минимум термометрі Уақыт аралығында минимум температураны көрсететін термометр, әдетте 24 сағат гантель тәріздес индексті тексеру арқылы минимум температураны табамыз.

Сағым Атмосфералық оптикалық әсер, объектінің шағылысу нүктесі сынып нақты орналасқан жерінен оның басқа жерде орналасуы.

Мистраль Жерортатеңізінің солтүстік батыс бөлігінде соғатын салқын жел, солтүстікке қарай күшейеді.

Араласу тереңдігі конвективті қозғалыс Жер бетінен жоғары болатын биіктік. Араласу тереңдігі үлкен боған сайын ауа сапасы жақсы болады.

Араласу деңгейі Құрғақ ауа массасына буланған судың массасы; әдетте килограмм құрғақ ауаға буланған грам судың мөлшері.

Муссон Жел бағытының үлкен континенттерге байланысты маусымдық өзгерісі, әсіресе Азияда. Қыста жел құрлықтан теңізге қарай, ал жазда керісінше соғады.

Айдың орташа температурасы әрбір күннің орташаларынан есептеліп шығарылған орта температура.

Таудың бризі Таулы жазықтарда кездесетін таудан соғатын жел.

Көптеген айналмалы торнадо Үлкен айналмалы торнадо ортасының айналасында болатын көптеген ұсақ ортаға тартушы құйындар.

Ұлттық Ауа райы Қызметі (NWS) Ауа райының қауіпті жағдайларын, мәселен найзағай, топан су, дауыл, торнадо, қатты аяз бен аптап ыстықты ескерту болып табылады.

Кері жауаптың жағымсыз байланысы Климат өзгерісінде қолданылады, бастапқы өзгеріске қарсы келетін кез келген құбылыс.

Ньютон Физикалық күштің өлшем бірлігі. Бір ньютон күші 1 килограмм затты секундына 1 шаршы метрге үдетеді.

Шығыс Нор Солтүстік шығыс пен Солтүстік Атлант мұхитынан келетін қатал ауа райын сипаттайтын термин; қатты солтүстік шығыс желдері, мұздатып не соған жақын температураға түсіретін, қалыпсыз ауа райы өзгерістеріне алып келетін жағдай.

Қалыпты температура деңгейі Тропосфера биіктігі өскен сайын температураның төмендеуі; 6.5°C әрбір шақырымға.

Нақты мерзімді ауа райын болжау Қысқа мерзімді ауа райын болжау техникасы қатан ауа райы жағдайларын болжауға көмектеседі.

Сандық ауа райын болжау (NWP) Гидродинамиканың іргелі теңдіктерін қолдана отырып атмосфералық өзгерістерді болжау, бастапқы шарттар бақыланған кезде ғана. Есептеулердің саны үлкен болғандықтан суперкомпьютерлер қолданылады.

Жантаю Жердің экватор жазықтығы мен орбитаның арасындағы бұрыш.

Окклюзия фронты салқын ауа фронт жылы ауа фронтын қуып жеткен болады.

Окклюзия Бір фронты екінші фронтың озып өтуі.

Мұхит ағыны Мұхит суларының массивті қозғалысы, ол желдің әсерінен не теңіз тұздылығының өзгері себепті тығыздық өзгеруі салдарынан болады.

Орографты көтерілу Ауа ағынының жүруіне таулардың не таулы аймақтың кедергі болуы себепті жоғары көтерілуі. Ауа адиабаталық салқындап бұлттар түзіліп, жауын шашын болуы мүмкін.

Газдардың бөлінуі Еріген породадан газдардың босап шығуы.

Ағып келу Жылы ауа салқын ауаның бетінен сырғанауы.

Оттегінің изотоптық анализі Өткен температураны оттегінің ^{16}O және ^{18}O изотоптарын зерттеу арқылы нақты анықтау. Анализ теңіз түбінен немесе мұздықтар арасынан алынған материалда жасалады.

Озон Үш атомы бар оттегі молекуласы.

Палеоклиматология Бұрынғы заман климатын құралдармен есептеу пайда болған уақытқа дейін прокси ақпаратты қолдану арқылы зерттеу.

Палеотопырақ Ескі, көмілген топырақ өткен уақыттың ауа райы туралы біраз маңызды ақпарат береді.

Парсель Ойша жұқа эластикалық жабынмен қапталған ауа көлемі, әдетте оның көлемі бірнеше жүздеген куб метрмен есептеледі және қоршаған ортаға тәуелсіз болады.

Перигелий Жер орбитасының күнге ең жақын нүктесі.

Мәңгі мұздық Тундра жерінің мәңгі қатып жатқан бөлігі.

Тұрақты болжам Ауа райы құбылысы жоғары жақта болып және сол бетімен өтіп бара жатқан аймақ ауа райына әсер етеді деп есептеледі. Тұрақты ауа райы болжамы ауа райы жүйесінде болатын өзгерістерді ескермейді.

pH шамасы 0-ден-14 ке дейінгі ерітіндінің қышқылдығы мен сілтілігін (негізділігін) көрсетуге арналған шкала. pH 7 бейтарап ерітінді. 7-ден төмен шама қышқыл, ал 7-ден жоғары болса сілтілік болады.

Фотохимиялық реакция Күн сәулесінің әсерінен атмосферада болатын химиялық реакция, екіншілік ластаушы ретінде жиі болады.

Фотосинтез өсімдіктердің ауа, су мен күн жарығын және хлорофилдерді қолдану арқылы қанттар мен крахмал синтездеуі бұл үдеріс кезінде көмірқышқыл газы сіңіріліп оттегі бөлініп шығады.

Эклиптика жазықтығы Жердің орбитасының күнге қатысты жазықтығы.

Тектоникалық төсеме теориясы Жердің беткі қабаты бірнеше тақта (плато) деп аталатын бөліктерден құралғандығы туралы теория. Тақталардың жылжуы бұрында ауа райының қалай өзгергенін түсіндіруге мүмкіндік береді.

Полярлы (P) ауа массасы биік ендіктер аймағында түзілетін суық ауа фронты.

Полярлы климат Айдың ең жылы температурасы 10°C төмен болатын климат; ағаштардың өсуі үшін де өте салқын климат.

Полярлы шығыс желдері Жаһандық құрылымды басыңқы желдер, олар полярлы биіктіктен субполярлы еңіске қарай соғады. Бұл желдер пассаттар сияқты үнемі болмайды.

Полярлы фронт Полярлы ауа массаларын тропикалық ауа массаларынан ажыратып тұратын дауылды тұтас зона.

Полярлы ауа аймағы теориясы Дж. Бьеркнес пен басқа да скандинавиялық метеорологтар полярлы және тропикалық ауа массаларын ажыратып тұратын полярлы ауа аймағының аймақта күшейе қозғалысын жалғастырып, кезеңдердің реттілігінен өтетін циклондық ауытқулар тудыратыны баяндалған теорияның негізін салды.

- Полярлы антициклон** Ішкі полярлы аймақтарды алып жатқан және кем дегенде жартылай термиялық индукцияланған деп болжанған антициклондар
- Полярлы орбитадағы серік** Айтарлықтай бірнеше жүздеген шақырым төмен биіктікте полюсті айнала қозғалатын және әр айналымға 100 минут қажет ететін серіктер.
- Оң кері байланыс механизмі** Климаттық өзгерістерде қолданылатын, бастапқы өзгерісті күшейтуге ықпал ететін кез-келген әсер.
- Потенциалды энергия** Дененің орналасу орны арқылы гравитация есебінен туындайтын энергия.
- Прецессия** 26 000 жыл бойы конус пішінін сала қозғалып келе жатқан Жер осінің баяу орын ауыстыруы.
- Жауын-шашын тұманы** *Қараңыз* Тұтас тұман.
- Қысым градиенті** Берілген ара қашықтықта көрініс табатын қысым өзгерісінің мөлшері.
- Барикалық үрдіс** Соңғы бірнеше сағат ішінде атмосфералық қысымдағы өзгеріс түрі. Бұл қысқа мерзімге арналған ауа-райы болжамына пайдалы болуы мүмкін.
- Үстемдік ететін батыс желдері** Атмосфераның батыстан шығысқа қарай басымдылық танытатын қозғалысы; ол субтропикалық антициклонның полюске қарай жатқан аймақтарына тән.
- Басым жел** Басқа бағыттарға қарағанда, үнемі бір бағыттан көбірек соғатын жел.
- Бастапқы ластаушы** Ұқсас қайнар көзден тікелей бөлініп шыққан ластаушы заттек.
- Болжам картасы** Алдағы берілген нақты уақыт ішінде күтіліп отырған қысым көрсеткішін беретін компьютер арқылы жасалатын болжам. Аумақтардың болжамдалатын орналасу орындары да қамтылған. Олар әдетте ауа-райы болжамының сандық үлгісіне арналған графикалық қорытындыны ұсынады.
- Алдын ала деректер** Климаттың құбылмалығын «тіркеп отыратын» табиғаттан жинақталған деректер. Мәселен, ағаш сақиналары, мұз өзектері және теңіз асты шөгінділері.
- Психрометр** Зырылдап айналатын және кестелерді қолданып, салыстырмалы ылғалдылық пен булану нүктесін беретін екі термометрден тұратын (ылғалды шар және құрғақ шар) құрылғы.
- Сауле тарату** жылуы бар кез келген заттан бөлінетін толқын тәрізді энергия. Бұл энергия кеңістікте секундына 300 000 шақырымға дейін таралады (жарықтың жылдамдығы).
- Радияциялық тұман** Жер мен оның айналасындағы ауаның сәулеленумен салқындауы барысында туындайтын тұман. Бұл көбіне түн мезгілі мен таңертеңгілік уақытқа тән құбылыс.
- Радиометеограф** Метеорологиялық құрал-саймандармен бірге радио хабарын таратқышы бар және үрмелі баллонмен жоғары көтеріп тасымалданатын жеңіл салмақты қорап.
- Кемпіркосақ** Су тамшыларында жарық сәулесінің сынуы мен шағылуы арқылы пайда болған жарқыраған доға.
- Жанбыр көлеңкесіндегі шөлейт** Тау жоталарының ық жағында жатқан құрғақ аймақ.
- Радиозонды бар ұшқыш-шар** Жоғары атмосферадағы желдер туралы деректер алу үшін радиолокациялық қондырғымен қадағалап отыратын радиозонд.
- Шағылу заңы** Түсу бұрышының (кіруші сәуле) шағылу бұрышымен (шығушы сәуле) тең екендігін баяндайтын заң.
- Шағылу** Бір саф ортадан басқаға көлбеу өткен кездегі жарықтың иілігі.

Салыстырмалы ылғалдылық Ауадағы су буы құрамының су буы сыйымдылығына арақатынасы.

Кері соққы Электрондардың біртіндеп жоғары деңгейлерден төменге қарай найзағайдың тоқ жүретін жерінен (жерге қарай) бағытталған қозғалысынан туындайтын электрикалық зарядтың бітуі.

Айналу Жердің Күнді айнала қозғалғаны тәрізді бір дененің басқаға қатысты қозғалысы.

Тау жотасы Жоғары атмосфералық қысымның кең аймағы.

Ұсақ бұршақ Шамадан тыс суып кеткен тұман немесе бұлт тамшыларының объектілермен байланысқа түскен кездегі пайда болатын мұз кристаллдарының әдемі шоғырлануы.

Россби толқындары Ұзындығы 4000-нан 6000 шақырымға дейінгі орташа ендіктегі орташа және жоғары тропосферадағы жоғары атмосферадағы ауа толқындары реттеуші толқындардың параметрлеріне арналған теңдеуді ойлап тапқан метеорологтың құрметіне Дж. Россби деп аталынады.

Айнала қозғалу Өз осін айнала қозғалатын Жер тәрізді дененің айналуы.

Саффир-Симпсон шкаласы Дауылдың салыстырмалы қарқындылығын 1-ден 5-ке дейін бағалау үшін қолданылатын шкала.

Санта Ана Солтүстік Калифорнияда соғатын фенге (желдің түрі) берілген жергілікті атау.

Қанықтылық Кез-келген берілген температура мен қысымда ауаның құрамында болатын су буының максималды мүмкін көлемі.

Қанық будың қысымы Су буы таза су немесе мұз бетімен тепе-тең күйде болған кездегі берілген температурадағы бу қысымы.

Саванна Сирек ағаштары мен бұталары кездесетін тропикалық көгал.

Теңіз бризі Жағалауда түс мезгілінде теңізден құрлыққа қарай соғатын жергілікті жел.

Екінші қайтара ластаушы Бастапқы ластаушы заттектер арасында жүретін химиялық реакциялар әсерінен атмосферада пайда болатын ластаушы зат.

Жартылай қуаң Қараңыз Айдала.

Физикалық жылу Біз сезе алатын және термометрмен өлшенетін жылу.

Қатты найзағай Жиі нажағай, жергілікті түрде нұқсан тигізетін жел немесе диаметрі 2 сантиметр немесе одан да үлкен бұршақтарды тудыратын найзағай. Орташа ендіктерде найзағайдың көпшілігі суық фронттардың бойын немесе алдыңғы бөлігін құрайды.

Қысқа толқынды радиация Күннен таралатын сәуле. Radiation emitted by the Sun.

Сібір максимумы Қаңтарда Азияның ішкі аймақтарын құрайтын және құрлықтың көп бөлігінде құрғақ қысқы муссонды тудыратын жоғары қысым орталығы.

Біліктілік Ауа-райы болжамы жинағының ықтималдылық немесе климаттық деректер тәрізді бірқатар стандарттарға негізделген басқа да ауа-райы болжамдарымен салыстырғандағы нақтылық деңгейінің индексі.

Жаңбыр аралас қар Жаңбыр тамшыларының ауаның қату нүктесінен төмен қабатынан өткен кезде пайда болатын мұзды немесе жартылай мұзды жаңбыр.

Тұмша Бұл сөз қазірде жалпы ауаның ластануына синоним ретінде қолданылады. Шығу тегі екі сөздің қосындысы болып табылады: «түгін» және «тұман».

Қар Ақ немесе жартылай мөлдір мұз кристаллдары пішінінде түсетін, әсіресе тармақталған гексагональды пішіндердің жинағын құрап, әдетте қар ұшқындарына топтасатын жауын-шашын түрі.

- Күн тоқырау** Күннің вертикальды сәулелері Шаян тропигіне (Солтүстік жарты шарда жазғы күн тоқырауы) немесе Тауешкі тропигіне (қысқы күн тоқырауы) түскен кездегі уақыт мезеті. Күн тоқырауы жылдың ең ұзақ немесе ең қысқа күнін көрсетеді.
- Ауа массаларының ошағы** Ауа массаларының өзіне тән температура мен ылғалдылықты иемденетін аймағы.
- Оңтүстік ауытқу** Тынық мұхитының шығысы мен батысы арасында орын алатын атмосферадағы қысым өзгерісінің құбылмалы сипаты. Осы ерекшелік пен Эль-Ниньо-дағы жағдай арасындағы өзара байланыс әлемнің көптеген жерлерінде төтенше ауа-райы құбылыстарының орын алуына себепші болуы мүмкін.
- Үлестік жылу сыйымдылығы** Заттектің 1 граммын теңіз деңгейі бойынша атмосфера-лық қысымда 1°C-ге көтерілуіне қажет жылудық мөлшері.
- Үлестік ылғалдылық** Ауа массасы бірлігіне шаққандағы, су буын қоса алған кездегі, су буының массасы (әдетте ауа килограммасына шаққандағы су буының грамымен өрнектеледі).
- Найзағай аймағы** Белсенді найзағайлардың кез келген шептік емес сызығы немесе тар зонасы.
- Тұрақты ауа ағыны** Вертикальды орын ауыстыруға қарсылық білдіретін ауа. Ол көтерілсе, адиабаттық салқындау оның температурасының қоршаған ортамен салыстырғанда төменірек болуына себепші болады; ал бұндай жағдай орын алса, ол өзінің бастапқы күйіне дейін түседі.
- Стандартты жауын өлшегіш** Диаметрі шамамен 20 сантиметр болатын және де аз көлемдегі жаңбырды нақты өлшеуге мүмкіндік беретін, жауын-шашын мөлшерін 10 есе көбейтетін цилиндрге жаңбырды құятын құйғышы бар өлшейтін құрал.
- Тұрақты бұлттарды егу** Ең жиі қолданылатын бұлттарды егу әдісі. Ол ұшпа бұлттарда сублимация өзектері тапшы және де бұл өзектерді қосу арқылы қосымша жауын-шашын тудыруға болады деген пікірге негізделген.
- Тұрақты аймақ (фронт)** Аймақ (фронт) бетінің орны қозғалыссыз тұруы; мұндай шекараның екі жағындағы ағын аймақтың (фронттың) орналасуына параллель жатады.
- Статистикалық әдістер** (Ауа-райын болжау) Бірқатар зерттеу жұмыстары нәтижесінде дайындалған кестелер немесе графиктерден тұратын әдістер. Олар қысымның, температура немесе жел бағытының белгілі бір жағдайында белгілі бір ауа-райы құбылысының орын алу ықтималдылығын анықтау үшін жасалады.
- Булану тұманы** Сырт келбеті буға келетін және жылы су бетінен суық ауаға таралатын булану нәтижесінде пайда болатын тұман.
- Судың қайнау нүктесі** Су қайнайтын температура.
- Лидер интервалы** Қараңыз Лидер (найзағай дәрежелері).
- Айдала** Екі типті құрғақ климаттың бірі; өзін ылғалды климаттардан бөліп тұратын шөлейттермен салыстырғанда сәл ылғалды келетін климат түрі. Жартылай қуаң климаты болғандықтан, айдала қысқа шөптерімен ерекшеленеді.
- Дауылды желқума** Қатты желдің әсерінен теңіздегі су деңгейінің оқыс түрде көтерілуі.
- Стратопауза** Стратосфера мен мезосфера арасындағы шекара.
- Стратосфера** Тропосферадан жоғары жатқан атмосфералық аймақ. Ол алдымен изотермиялық жағдайларымен және де температураның біртіндеп көтерілуімен ерекшеленеді. Жердің озон газы осы жерде шоғырланған.

- Қабатты бұлттар** Үш негізгі бұлт пішіндерінің бірі; сонымен бірге, төменгі бұлттардың атауына да саяды. Қабатты бұлттар аспанның көп бөлігін немесе толық қамтитын қабаттар болып табылады.
- Такт** Нажағайдың жарқылын жасайтын жеке компоненттердің бірі. Әдетте әр жарқылға шаққанда арасына шамамен 50 миллисекунд салатын 3-4 такттан келеді.
- Субарктикалық климат** Ылғалды континенттік климаттың солтүстігі мен полярлы климаттың оңтүстігінен табылған климат түрі. Ол суық қыстары мен қысқа салқын жазымен сипатталады. Бұл климаттық зонадағы жерлер Жер бетіндегі ең жоғары жылдық температура көрсеткішіне ие.
- Сублимация** Қатты заттардың сұйықтыққа айналмастан тікелей газға өту үдерісі.
- Барометрлік қысымы төмен субполярлы аймақ** Шамамен Арктика мен Антарктида ендіктеріндегі төменгі қысым. Солтүстік жарты шарда төменгі қысым теңіздің тек кейбір ғана тұстарын алып жатыр; Оңтүстік жарты шарда төменгі қысымның терең және үздіксіз қойнауы бар.
- Шөгу** Көбіне антициклондарда орын алатын ауаның ауқымды көлемде төмендеуі. Шөгуші ауа сығылу арқылы жылытылып, тұрақтана түседі.
- Субтропикалық антициклон** Шамамен 25° және 35° ендіктер арасындағы төмендеу мен ауытқу арқылы сипатталатын бірнеше жартылай тұрақты антициклондық орталықтар.
- Жазғы күн тоқырауы** *Қараңыз* Күн тоқырауы.
- Паргелий** Кейде «жалған күн» деп аталатын жарықтың екі жарқыраған нүктесі. Ол Күннің екі жағында 22° қашықтықта орналасқан.
- Күн бағанасы** Мұз кристаллдарынан шағылу арқылы пайда болып, жоғары қарай немесе Күн көкжиекке жақындаған кезде, Күннен төмен таралған жарықтың жарқылдары.
- Күн дағы** Күн бетінен ішкі аймақтарға таралатын қатты магнит боранымен байланысты пайда болған Күндегі қара аймақ.
- Көп торлы найзағай** жеке, тұрақты және өте мықты тордан (көтерілетін және төмен түсетін ауа қозғалысы) тұратын найзағай түрі. Олар әдетте бұршақ және торнадо тәрізді апатты ауа-райы құбылыстарын тудырады.
- Аса суып кетушілік** Су тамшыларының сұйықтық күйінде 0°C төмен температурада сақталуы.
- Жоғарғы сағым** Дененің шынайы орналасуы үстінен бейне көрінетін сағым.
- Синоптикалық ауа-райы болжамы** Бірнеше жылдар бойы синоптикалық ауа-райы картасын мұқият зерттеуге негізделген болжамдар жүйесі; бұл жерде ауа-райындағы өзгерістердің бағытын, деңгейін бағалауда синоптикке көмектесетін эмперикалық заңдылықтар ұсынылған.
- Синоптикалық ауа-райы картасы** Берілген уақыт аралығында ауқымды аймақтағы атмосфераның жай-күйін сипаттайтын ауа-райы картасы.
- Тайга** Солтүстікте орналасқан қылқан жапырақты қалың орман; бұл атау, сонымен қатар, субарктикалық климатқа да қолданылады.
- Температура** Заттектің ыстық мен суықтық деңгейінің өлшемі.
- Температура градиенті** Ара-қашықтық бірлігіне шаққандағы температураның өзгеру көлемі.
- Температураның өзгеруі** Шектеулі тереңдік атмосферасындағы қабат. Бұл жерде температура биіктікпен төмендегеннен гөрі өседі.

- Теория** Белгілі бір бақылаудағы фактілерді түсіндіретін, жақсы тексерілген және көпшілік мойындаған пікір.
- Термиялық ағын** Жылы, әрі тығыздығы аз келетін ауаны жоғары қарай бағыттайтын конвекция мысалы. Мұндай жағдайда, жылу жоғары биіктіктерге тасымалданады.
- Термиялық төмен қысым** Қалыпты жағдайдан тыс жер бетінің қызуы салдарынан пайда болған атмосфералық қысымның төмен аймағы.
- Термистор** Өткізгіші бар элетрлік термометр. Оның ағынға тойтарыс беруі температураға тәуелді. Идетте радиозондтарда қолданылады.
- Термоэлемент** Тізбектегі екі бірдей емес метал сымдарының қосындысы арасындағы температура айырмашылығы ағынның пайда болуына итермелейді деген қағида негізінде жұмыс істейтін электрлік термометр.
- Термограф** Температураны үздіксіз тіркеп отыратын құрылғы.
- Термометр** Температураны өлшейтін құрал; метеорологияда термометр әдетте ауа температурасын өлшеу кезінде қолданылады.
- Термосфера** Мезосферадан кейін келетін атмосфера зонасы. Бұл жерде температураның биіктікпен тез көтерілуі байқалады.
- Күн күркіреу** Найзағай арнасы бойымен газдардың тез таралуынан туындайтын дыбыс.
- Найзағай** Ұшпа-жаңбырлы бұлттардың тудыратын дауылы және әрқашан жарқылдап, күннің күркіреуімен қатар келеді. Бұл құбылыс қысқа уақытқа қана созылады және әдетте қатты желдің ұйытқуы, қатты нөсер мен кейде бұршақтың түсуі байқалады.
- Өздігінен аударылатын жаңбыр өлшегіш** екі арнайы камералардан («арбалар») тұратын жаңбыр өлшейтін құрылғы. Олардың әрқайсысы 0.025 сантиметр суды ұстай алады. Бір камера толған кезде, ол аударып тастайды да, екіншісі өз орнына жайғасады.
- Торнадо** Бой бермей айнала қозғалатын ауа; арасында ұшпа-жаңбырлы бұлттардан төмен қарай таралған құйғыш немесе құбыр пішінді бұлттардың қатысуы орын алады.
- Торнадоны алдын ала ескерту** Торнадо аймақта байқалған кезде немесе радарда көрінген уақытта берілетін ескерту.
- Торнадоны бақылау** Торнадоның басталуына қолайлы жағдайлар туындап отырғандығын көрсететін, шамамен 65,000 шаршы шақырым аймақтарға берілетін ауа-райы болжамы; торнадоны бақылау адамдарды олардың орын алу ықтималдылығы жөнінде хабардар етуді көздейді.
- Мұнара тәріздес** Объектінің көлемі ұлғаятын сағым.
- Жауын-шашын ізі** 0.025 сантиметрден аз жауын шашын көлемі.
- Пассат** Шамамен үздіксіз шығыс бағыттан соғатын желдердің екі белдеуі және субтропикалық антициклондардың экватор жағында орналасқан.
- Транспирация** Өсімдіктердің атмосфераға су буын бөліп шығаруы.
- Даму беталысын болжау** Ауа-райының ағынмен жоғары бағытталуы табанды түрде жалғасын тауып, өз жолында аймаққа ықпал ету үшін қозғалады деген тұжырымға негізделген қысқа мерзімге арналған ауа-райы болжамы.
- Шаян тропигі** Ендіктің параллелі, $23\ 1/2^\circ$ солтүстік ендік, Күннің ветикаль сәулелерінің солтүстік шекарасын білдіреді.
- Тауешкі тропигі** Ендіктің параллелі, $23\ 1/2^\circ$ оңтүстік ендік, Күннің ветикаль сәулелерінің оңтүстік шекарасын білдіреді.
- Тропикалық (Т) ауа массалары** Субтропиктерде пайда болатын жылы, ыстық ауа массалары.

- Тропикалық депрессия** Халықаралық келісімге сәйкес, сағатына 61 шақырымнан аспайтын ең жоғарғы деңгейдегі желдері бар тропикалық циклон.
- Тропикалық дауыл** Қалыптасу сатысындағы тропиктердегі циклондық желдерге қатысты Ұлттық Ауа-райы Қызметінің қолданатын ұғымы.
- Тропикалық ылғал орман** Қысы жазы жасыл болып тұратын, ерекше әдемі, қау жапырақты орман; бұл атау осындай өсімдіктерімен сипатталатын климатқа да қолданылады.
- Тропикалық циклон** Халықаралық келісімге сәйкес, сағатына 61 және 115 шақырым аралығында соғатын ең жоғарғы деңгейдегі желдері бар тропикалық циклон.
- Тропикалық ылғалды және құрғақ климат** Ылғалды тропиктер мен субтропикалық айдала арасындағы өтпелі климат атауы.
- Тропопауза** Тропосфера мен стратосфера арасындағы шекара.
- Тропосфера** Атмосфераның ең төменгі қабаты; айтарлықтай турбуленцияның болуымен және жалпы алғанда, температураның түсіп, биіктіктің артуымен ерекшеленеді.
- Барикалық қойнау** Төменгі атмосфералық қысымның ұзартылған аймағы.
- Тундра климаты** Солтүстік жарты шарда ғана және көптеген таулы аймақтардың жоғары биіктіктерінде кездесетін климат. Ағашсыз сипатталатын бұл зонада мүк, қияқ, шөп пен қына көптеп кездеседі, ал қысы болса ұзақ, әрі суық келеді.
- Ультракүлгін сәуле** Толқын ұзындығы 0.2-ден 0.4 микрометр болатын сәуле.
- Тұрақсыз ауа** Вертикаль жылжуға қарсылық білдірмейтін ауа. Ол көтерілген кезде, оның температурасы қоршаған орта тәрізді тез салқындамайды, осылайша, ол өздігінен көтеріле беруін жалғастыра береді.
- Еңісті жерлердегі тұман** Ауа еңіспен жоғары көтерілген кезде пайда болатын тұман және ол адиабаттық жолмен салқындайды.
- Апвеллинг** Терең, салқын және биогенді заттармен байытылған судың жер бетіне, әдетте, суды жағадан итеріп тастайтын жағалау ағындары арқылы төмен түсу үдерісі.
- Қалалық жылу аралы** Айналасындағы ауылдық жерлермен салыстырғанда температура-сы жоғары келетін қала аймағы.
- АҚШ Стандартты атмосферасы** Атмосферадағы орташа көрсеткіштерді білдіретін атмосфералық қысымның, температураның және тығыздықтың мінсіз вертикаль таралуы.
- Алқап бризі** Таулы алқаптарда көбіне кездесетін еңіс бойымен жоғары соғатын күнделікті желдер.
- Бу қысымы** Құрамында су буы бар болуымен түсіндірілетін жалпы атмосфералық қысымның бір бөлігі.
- Сағат тілі бағымен ауысып отыратын жел** Сағат тілінің бағытымен ауысып отыратын жел; мәселен, шығыстан оңтүстікке ауысқан жел.
- Көктемгі күн мен түннің теңелуі** *Қараңыз* Күн мен түннің теңелуі.
- Вирга** Бұлттан түсетін, бірақ Жер бетіне жетпей буланып кететін су немесе мұз бөлшектері.
- Көзге көрінетін** Объектілер жақсы көрінетін, еш көмексіз қарапайым көзбен анықтауға болатын алыс қашықтық.
- Көрінетін жарық** Толқын ұзындығы 0.4-тен 0.7 микрометр болатын сәуле.
- Жылы аймақ (фронт)** Өз жолында суық ауаны ығыстырып тастайтын алға жылжып келе жатқан жылы ауа массаларының алдыңғы шепте үзілуі.

Жылы типті бітелу аймағы (фронты) Суық фронттың артындағы ауа жылы фронттың негізінде жатқан ауаға қарағанда жылырақ болған кезде пайда болатын фронт.

Мұхит жарты шары Жер бетінің 81 пайызын мұхит алып жатқан Оңтүстік жартышарға қатысты қолданылатын атау (салыстырмалы түрде алса, Солтүстік жарты шарда бұл көрсеткіш 61 пайыз).

Толқын ұзындығы Кезектегі жоталарды немесе койнауларды бөліп тұратын горизонталь ара-қашықтық.

Ауа-райы Кез-келген берілген уақыт мезетіндегі атмосфераның күйі.

Синоптикалық анализ Ауа-райы болжамын дайындау алдын жасалатын жұмыс түрі.

Бұл кезең бақылаудағы деректерді жинақтау, құрастыру тәрізді жұмыстардан тұрады.

Ауа-райы болжамы Атмосфераның болашақтағы күйін болжамдау.

Ауа-райы құбылыстарына жасанды түрде әсер ету Атмосфералық үдерістерге әсер ету мен жақсарту мақсатында адам баласының әдейі араласуы.

Салмақты өлшеу құралы Динамометрге орнатылған цилиндрі бар жауын-шашынды тіркеп отыратын құрылғы.

Батыс желдері Басым батыс желдері.

Ылғалды адиабаттық жылдамдық Ылғалға қанық ауадағы адиабаттық температура өзгерісінің жылдамдығы. Температура өзгерісінің жылдамдығы құбылмалы келеді, бірақ, ол әрқашан құрғақ адиабаттық жылдамдықтан төмен болады.

Қырау Конденсация нүктесі қату нүктесінен төмен болған кезде, шықтың орнына жер бетінде пайда болатын мұз кристаллдары.

Жел Жер бетіне қарай ауаның горизонтальды қозғалысы.

Желмен салқындау коэффициенті Адам денесін салқындату жылдамдығы барысында желдің әсері мен температураны қолданатын айқын температура өлшемі. Желмен салқындау коэффициентінің кестесі атмосфераның салқындау күшін желмен бірге тыныштық жағдайдағы температураға өзгертеді.

Флюгер Жел бағытын анықтау үшін қолданылатын құрал.

Қысқы күн тоқырауы *Қараңыз* Күн тоқырауы.

Дүниежүзілік метеорология ұйымы (ДМҰ) Біріккен Ұлттар Ұйымы тарапынан құрылған, 130-дан астам ұлттан тұратын ұйым және бақылау үстіндегі деректерді жинақтау мен бірқатар жалпы болжамдар картасын жасауға жауапты.

**Фредерик К. Лутгенс, Едвард Дж. Гарбак
Безендірген Деннис Таса**

АТМОСФЕРА

Оқулық

Пішіні 70x100^{1/16}. Қағазы офсеттік.
Қаріп түрі Times New Roman, Arial. Баспа табағы 49.
Таралымы: Мемлекеттік тапсырыс бойынша – 800 дана.
Тапсырыс №