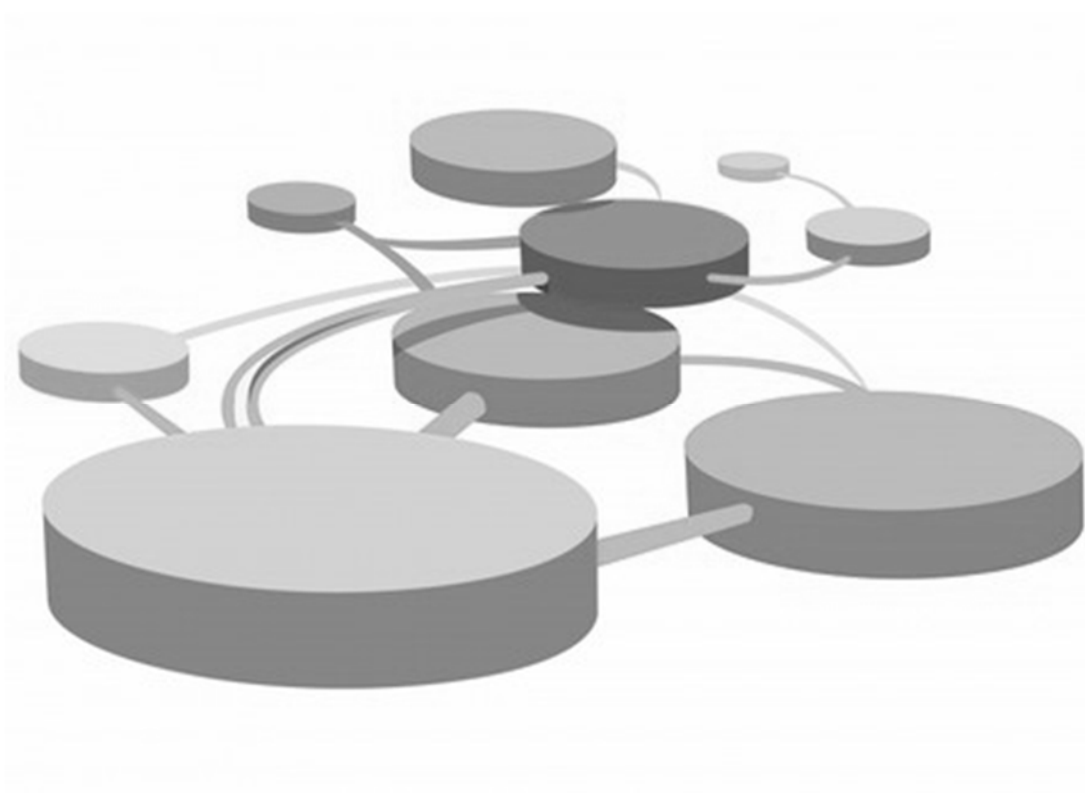


Н.Н. Горлушкина

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ**



**Санкт-Петербург
2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Н.Н. Горлушкина

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И
СИСТЕМ**

Учебное пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2016

Горлушкина Н.Н. Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 120 с.

Учебное пособие содержит наиболее важные сведения теоретического, методического и информационно-справочного характера о содержании и структуре дисциплины, содержит сведения о тех работах, которые должны быть выполнены студентами по дисциплине для ее эффективного усвоения. Использование учебного пособия позволит закрепить теоретические знания, полученные студентами в ходе изучения дисциплины, полноценно организовать самостоятельную работу студентов в течение всего периода обучения.

Для магистрантов образовательных программы подготовки магистров 09.04.02 «Информационные системы и технологии» (магистерские программы «Информационные системы в гуманитарной сфере», «Мобильные и сетевые технологии»), 09.04.03 «Прикладная информатика» (магистерская программа «Прикладные интеллектуальные системы в гуманитарной сфере»), 45.04.04 «Интеллектуальные системы в гуманитарной среде» (магистерская программа «Интеллектуальные системы в гуманитарной среде»)

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета инфокоммуникационных технологий, 20 декабря 2016, протокол №10/16.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2016

© Горлушкина Н.Н., 2016

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ	8
1.1 Системы и процессы. Общесистемные закономерности	8
1.2 Основные положения системного анализа	12
2 МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ.	20
2.1 Модели и моделирование	20
2.2 Проблемы принятия решения. Формализация моделей принятия решений	22
2.3 Системный подход – основа методологии системного анализа	25
2.4 Модели ERP, MRP, PLM систем	29
3 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	36
3.1 Классификация методов моделирования	36
3.2 Этапы системного анализа	46
4 МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ	50
4.1 Методология функционального моделирования IDEF0	51
4.2 Диаграммы	55
4.3 Построение моделей	56
4.4 Методология описания бизнес-процессов IDEF3	60
4.5 Структурный анализ потоков данных DFD	67
4.6 Стандарт онтологического исследования IDEF5	73
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ	81
ПРИЛОЖЕНИЕ А ИЛЛЮСТРАЦИИ	86
ПРИЛОЖЕНИЕ Б МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ (ПРОЕКТА) ПО ДИСЦИПЛИНЕ	94
ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ	114
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ	119

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по дисциплине "Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем" предназначено для студентов, обучающихся в магистратуре по направлениям подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии», 09.04.03 «Прикладная информатика» и 45.04.04 «Интеллектуальные системы в гуманитарной среде».

Основная цель учебного пособия - предоставить студентам наиболее важные сведения теоретического, методического и информационно-справочного характера о содержании и структуре дисциплины, ее связях с другими дисциплинами учебного плана указанных направлений. Также в пособии содержатся сведения о тех работах теоретического, практического и организационного характера, которые должны быть выполнены студентами по этой дисциплине для ее эффективного усвоения и достижения поставленных задач.

Использование учебного пособия позволит интенсифицировать учебный процесс, закрепить теоретические знания, полученные студентами в ходе изучения дисциплины на лекциях и лабораторных работах, полноценно организовать самостоятельную работу студентов в течение всего периода обучения.

Учебное пособие "Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем" включает следующие материалы, различного характера и назначения:

- теоретические материалы дисциплины;
- тематический план дисциплины;
- задания для выполнения самостоятельной работы;
- материалы для контроля и оценки знаний магистрантов;
- справочно-информационные материалы.

Теоретические материалы пособия включают теорию по разделам рабочей программы дисциплины "Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем". Построен таким образом, что дает возможность вспомнить уже изученный ранее материал, уточнить основное, что давалось на лекциях, и систематизировать получаемые знания.

Включение в учебное пособие контрольных вопросов и контрольных заданий позволяет магистрантам своевременно и качественно выполнить необходимый объем работ, более эффективно планировать время для подготовки к экзамену.

Тематический план дисциплины содержит перечень изучаемых тем с указанием объема часов, отводимых на лекции, лабораторные работы и самостоятельную работу. План позволяет магистрантам самостоятельно ориентироваться в структуре изучаемого материала, заранее определять

наиболее сложные темы и вопросы, а также темы, представляющие особый интерес для магистерского исследования.

Материалы для самостоятельной работы содержат задания, которые служат для закрепления знаний, умений, навыков, полученных на лекциях и лабораторных работах. Оптимальное сочетание аудиторной и самостоятельной работы позволяют обеспечить эффективное изучение дисциплины.

Справочно-информационные материалы содержат перечень литературы по дисциплине, ссылки на источники информации Интернет, справочные материалы.

Список литературы содержит обязательную литературу, изучение которой необходимо для приобретения знаний в заданном объеме, и дополнительную литературу, предназначенную для расширения и углубления знаний по системному анализу и моделированию информационных процессов и систем.

В справочных материалах представлены терминологический словарь, в котором даны пояснения к терминам, используемым в пособии, и методические рекомендации по выполнению итогового задания по дисциплине, в котором обобщается материал лабораторных работ.

В пособии используются обозначения, которые могут помочь найти необходимую информацию.

!

Этот знак ставиться тогда, когда на информацию нужно обратить особое внимание.

?

Этот знак применяется тогда, когда в пособии приводятся вопросы для повторения и задания для закрепления материала.

ИФ

Этот знак применяется тогда, когда в пособии приводятся исторические факты.

ИФ

Революционным прорывом в области строения вещества явилось открытие в 1869 г. периодической системы элементов Д. И. Менделеевым (1834-1907). В работе «Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве» ученый заложил принципиально новый подход к пониманию системности как всеобщего и основополагающего принципа материи.[35]

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины "Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем" по направлению магистерской подготовки «Информационные системы и технологии» является достижение следующих результатов образования (РО):

знания на уровне представлений: методы, модели и методики системного анализа; методологию и средства структурного анализа; методологию реинжиниринга; механизмы интеграции систем; модели ERP, MRP, PLM систем; стандарты IDEF1, IDEF3, IDEF5;

знания на уровне воспроизведения: построения формальных моделей систем; модели бизнес-процессов; методы оценки бизнес-процессов;

знания на уровне понимания: основные модели объекта информатизации, их параметры, характеристики и особенности их применения; методы анализа и синтеза информационных систем;

теоретические умения: анализировать и выбирать методологии и инструментальные средства для моделирования предметной области разработки;

практические умения: использовать методологии и инструментальные средства для анализа и моделирования предметной области разработки; разрабатывать модели предметных областей; использовать стандарты IDEF1, IDEF3, IDEF5;

навыки: анализа и разработки требований к продукту, создания сценариев использования продукта; применения методов анализа и синтеза информационных систем; применения методов разработки математических моделей информационных систем.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций, которые наряду с другими дисциплинами магистерской подготовки должны быть у магистрантов:

для направления 09.04.02 Информационные системы и технологии:

ОПК–2 способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

ПК–6 умением проводить разработку и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования информационных систем и технологий.

ПК–10 способностью прогнозировать развитие информационных систем и технологий.

для направления 09.04.03 Прикладная информатика:

ОК–2 способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения;

ОПК–1 способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;

ПК–2 способностью формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок;

ПК–3 способностью ставить и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения;

ПК–4 способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований;

ПК–14 способностью анализировать данные и оценивать требуемые знания для решения нестандартных задач с использованием математических методов и методов компьютерного моделирования.

для направления 45.04.04 Интеллектуальные системы в гуманитарной среде:

ОК–1 способность приобретать с большой степенью самостоятельности новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

ОПК–2 готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа, логики и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в информатике и гуманитарных науках

ОПК–10 способность осваивать и применять документацию к программным системам и стандартам в области программирования и информационных систем в практической деятельности

ПК–13 готовность применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений

ПСК–3 способностью использовать математические методы в задачах моделирования процессов обработки информации.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основ теории систем, их развития, приобретенные в бакалавриате, умения применять математическое моделирование и теорию принятия решений, использовать техническую документацию к программным системам и стандартам в области программирования информационных и интеллектуальных систем.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математическое моделирование и теория принятия решений», «Методология организации проектирования и разработки информационных систем» и служит основой для освоения дисциплин вариативной части.

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ

1.1 Системы и процессы. Общесистемные закономерности

В Большой Советской Энциклопедии даётся следующее определение: «Система – объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе»[12]. В понятии **система** объективное и субъективное составляют диалектическое единство. Следовательно, систему надо рассматривать как единое целое, и исследовать ее функции также необходимо в совокупности, во взаимовлиянии. Любая система не может быть изолирована, она всегда является составной частью другой более крупной системы.

Для того, чтобы однозначно воспринимать дальнейшую информацию о системном анализе, остановимся, прежде всего, на определениях, с помощью которых можно составить представление о системах вообще, и конкретной системе в частности.



Понятия, характеризующие строение системы – это элемент, подсистема, компонент, связь, структура.

Под **элементом** принято понимать простейшую, неделимую часть системы. Но до какого состояния необходимо делить систему на части, чтобы получить элемент, т.е. неделимую часть?

Например, в качестве элементов информационной образовательной системы можно выделить информационно-справочный элемент, элемент управления, элемент контроля, но понятно, что каждый из этих элементов можно разделить еще на более мелкие, например, теоретическая часть, глоссарий, библиотеки, которые в свое время можно детализировать, в зависимости от того, какая задача стоит перед исследователем, который рассматривает информационно-образовательную систему.

Поэтому целесообразнее использовать следующее определение: **элемент** – это предел членения системы с точки зрения аспекта рассмотрения, решения конкретной задачи, поставленной цели [4]. Тогда в каждом конкретном случае будет применяться требуемый принцип расчленения, который может изменяться, что позволит выделять другие элементы и получать с помощью нового расчленения более адекватное представление об анализируемом объекте или проблемной ситуации.

При многоуровневом расчленении сложной системы принято выделять подсистемы и компоненты. Понятие **подсистема** подразумевает, что выделяется относительно независимая часть системы, обладающая свойствами системы, и в частности, имеющая подцель, на достижение которой ориентирована подсистема, а также свои специфические свойства. Если же части системы не обладают такими свойствами, а представляют

собой просто совокупности однородных элементов, то такие части принято называть **компонентами** [4].

Понятие **связь** входит в любое определение системы и обеспечивает возникновение и сохранение её целостных свойств. Это понятие одновременно характеризует и строение (статику), и функционирование (динамику) системы. Связь определяет как ограничение степени свободы элементов. Действительно, элементы, вступая во взаимодействие (связь) друг с другом, утрачивают часть своих свойств, которыми они потенциально обладали в свободном состоянии [4]. Связи могут быть прямыми и обратными.

Большими системами называют системы, включающими значительное число элементов с однотипными связями.

Сложными системами называют системы с большим числом элементов различного типа и с разнородными связями между ними.

Определения эти весьма условны. Более конструктивным является определение большой сложной системы как системы, на верхних уровнях управления которой не нужна и даже вредна вся информация о состоянии элементов нижнего уровня.

Системы, содержащие активные элементы (подсистемы), то есть такие элементы, которые имеют возможность самостоятельно принимать решения относительно своего состояния, называются организационными системами (оргсистемами, организациями).

Структура отражает взаиморасположение составных частей систем, её устройство, строение. Представление структуры системы является одним из средств исследования этой системы. Упорядоченность отношений, связывающих элементы системы, определяют структуру системы как совокупность элементов, функционирующих в соответствии с установившимися между элементами системы связями. Связи определяют важный для системы порядок обмена между элементами веществом, энергией, информацией.

Структурные единицы системы можно объединить внутри системы локально в модули (подсистемы). Такое объединение происходит в зависимости от сложности самой системы, а так же от цели исследования. Модули подсистемы могут иметь различную основу (алгоритмическую, информационную и др.). Такое объединение позволяет исключить лишнюю детализацию структуры системы и эффективно управлять объектами.



Понятия, характеризующие функционирование системы: состояние, равновесие, поведение, устойчивость, развитие.

Состояние. Сиюминутное видение системы, «здесь и сейчас», рассматривают через входные воздействия и выходные сигналы.

Понятие **равновесие** определяют как способность системы в отсутствии внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранять своё состояние сколь угодно долго. Это состояние называют состоянием равновесия. Под **устойчивостью** понимают способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних (или в системах с активными элементами – внутренних) возмущающих воздействий. Состояние равновесия, в которое система способна возвращаться, называют устойчивым состоянием равновесия.

Поведение – переход системы из одного состояния в другое. Когда неизвестны закономерности такого перехода, то выясняют его характер и определяют алгоритм этого перехода. Функции системы – это ее свойства, приводящие к достижению цели. Функционирование системы проявляется в ее переходе из одного состояния в другое или в сохранении какого-либо состояния в течение определенного периода времени. То есть, поведение системы – это ее функционирование во времени. Целенаправленное поведение ориентировано на достижение системой предпочтительной для нее цели.

Развитие – совокупное изменение во взаимосвязи количественных, качественных и структурных категорий в системе. Рассмотрим более подробно эти изменения. Количественные изменения, как отмечают Кучин Б.Л. и Якушева Е. В. [23], – это увеличение или уменьшение составных частей данного целого, выражаемое увеличениями или уменьшениями их числовых значений, приводящими на определенных этапах своего изменения к качественному скачку.

Структурные изменения – это изменения взаимоотношения составных частей, которые совсем не обязательно должны сопровождаться увеличением или уменьшением их числа. Напротив, число составных частей может оставаться неизменным. Между тем структурные изменения также могут приводить к качественному скачку. Поэтому можно считать, что как количественные, так и структурные изменения играют причинную роль в качественных изменениях. Но согласно диалектике движущей силой всяких изменений в системе являются противоречия. Там, где нет внутренних или внешних противоречий, там не может быть изменений. Что касается количественных изменений, то они обусловлены, прежде всего, противоречиями, существующими у рассматриваемой системы с окружающей ее средой, в структурных же изменениях главную роль играют внутренние противоречия между элементами системы. Хотя следует отметить, что и внешние противоречия не абсолютно безразличны для структурных изменений, но их роль здесь не так велика. Среди главных противоречий современного развития в условиях научно-технического прогресса следует выделить два процесса: интеграцию и дифференциацию производства. Единство и борьба этих двух

противоположных процессов порождают в обществе многообразие различных технико-экономических, политических и социальных структур.

Признаки системы:

– целостность – определённая независимость системы от внешней среды и от других систем;

– связанность, т.е. наличие связей, которые позволяют посредством переходов по ним от элемента к элементу соединить два любых элемента системы, простейшими связями являются последовательное и параллельное соединения элементов, положительная и отрицательная обратные связи;

– наличие целей (функций, возможностей), не являющихся простой суммой подцелей (подфункции, возможностей) элементов, входящих в систему;

– эмерджентность – несводимость (степень несводимости) свойств системы к сумме свойств ее элементов.

Классификация систем. Системы разделяются на классы по различным признакам, и в зависимости от поставленной задачи можно выбрать разные основания для классификации. Например, системы можно классифицировать по сложности, по взаимодействию со средой. Системы по взаимодействию со средой различают открытые и закрытые. Закрытые системы имеют четко очерченные, жесткие границы. Для их функционирования необходима защита от воздействия среды. Открытые системы обмениваются с окружающей средой энергией, информацией и веществом. Обмен с внешней средой, способность приспосабливаться к внешним условиям является для открытых систем непременным условием их существования. Все организации являются открытыми системами.

Связь системы с окружающей средой. Все системы не могут существовать сами по себе, они существуют в окружающей среде. Можно говорить о том, что окружающей средой является все, что не относится к рассматриваемой системе.

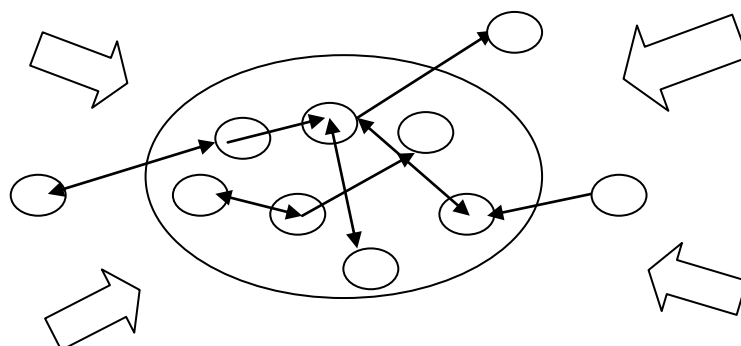


Рисунок 1 – Графическое изображение системы и внешней среды

Окружающая среда – это совокупность объектов, которые окружают исследуемый объект и прямо или косвенно взаимодействуют с ним [17].

! При изучении системы очень важно четко определять границы системы (объекта) и окружающей среды. Необходимо определить, что в окружающей среде влияет на функционирование системы, определить их взаимосвязи.

Поэтому можно говорить о целевой среде системы как о совокупности условий и факторов, действующих в непосредственном окружении системы и оказывающих прямое воздействие на установление целей и способов их реализации.

Взаимосвязи системы и окружающей среды условно представляют в виде точек входа и выхода системы. На вход системы подаются ресурсы (информационные, природные, людские и т.д.), которые в соответствии с целями системы преобразуются и через выход поступают в окружающую среду.

1.2 Основные положения системного анализа

1.2.1 Определения, принципы системного анализа

Системный анализ: в узком смысле – совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, экономического, научного, технического характера; в широком смысле термин "системный анализ" иногда (особенно в англоязычной литературе) употребляют как синоним системного подхода [12].

Основой системного анализа считают общую теорию систем и системный подход. На их основе строятся общие исходные представления и предпосылки.

Системный анализ, как многие современные относительно новые науки и научные направления, не имеет четких границ и оформления в строгую и законченную теорию. Однако, системный анализ располагает основными чертами прикладных направлений современной методологии: детализированными методами и процедурами, почерпнутыми из современной науки и созданными специально для него.

Основные принципы системного анализа заключаются в следующем:

- перед началом проведения системного анализа необходимо четко определить конечные цели;
- необходимо рассматривать всю проблему как целое, как единую систему и выявлять все последствия и взаимосвязи каждого частного решения;

- необходимы выявление и анализ возможных альтернативных путей достижения цели;
- при детализации программы ее составные части, их цели и методы, не должны вступать в конфликт со всей программой.

Принцип системности является основным исходным положением системного анализа, не зависящий от характера рассматриваемого объекта.

1.2.2 Предпосылки создания обобщенной модели

Рассматривать объект следует как систему с совокупностью элементов, находящихся в определенном взаимодействии между собой и с окружающим миром, а также в понимании системной природы знаний. Совокупность познавательных средств, методов и приёмов являются общей методологией системных исследований. Именно их совокупность является методологической функцией принципа системности.

Поскольку истоки принципа системности лежат в области философии, то первые системные представления о сути вещей имели место в древнегреческом философском направлении. Воспринимать системный анализ как точную науку и использовать строгие формализованные методы и процедуры в решении поставленных задач не всегда допустимо. Зачастую опытные специалисты принимают решения, основываясь на личном опыте и интуиции, собирая воедино все внешние и внутренние факторы исследуемой системы. Переосмысления самого понятия «система» происходило на протяжении всей истории под влиянием религиозных учений, развитием научно-технического прогресса или освоение новых территории и пр. Понятие «система» необходимо, когда идет речь об исследуемом или проектируемом объекте как о нечто целом (едином).

Разрабатывать методику системного анализа применимого к объекту следует в пределах одной из целей и, как следствие, чтобы не возникло терминологических и иных разногласий между исследователями или разработчиками системы, нужно, прежде всего, четко оговорить, о какой именно цели рассмотрения идет речь. При анализе этапов представления объекта специалисты могут столкнуться с различной трактовкой некоторых терминов или расхождение терминологии в описании тех или иных процессов и объектов. При переходе объекта исследования или проектирования на другую из целей представление об объекте должно уточняться.

Специалисту системного анализа необходимо представить допустимые исходы принятия того или иного решения, используя терминологию и представления об объекте на том этапе, на котором находится компетентное лицо, отвечающее за принятие решения. Для наиболее четкого представления этих исходов создается обобщенная модель системы, процесса, организации, того, что исследуется в процессе системного анализа.

Обобщённая модель отображает все факторы и взаимосвязи реальной ситуации, которые могут проявиться в процессе осуществления решения. Благодаря применению обобщенной модели, возможно оценить систему в состоянии равновесия и степень чувствительности модели к различным нежелательным внешним воздействиям, а так же исследовать устойчивость и поведение во время перехода системы из одного состояния в другое.

На обобщенной модели отрабатываются альтернативные варианты действий для достижения цели, каждому из которых составляется полная характеристика, включая затраты ресурсов по каждому из них, внешние и внутренние риски на пути достижения цели.

1.2.3 Анализ объекта исследования

Выбор методологических средств зависит от нескольких факторов, которые должны учитываться в общем контексте. Факторы, влияющие на выбор методологических средств, это:

- единство или совокупность нескольких целей;
- принятие решения единолично или коллегиально и пр.

В процессе принятия решений при наличии факторов, не поддающихся строгой количественной оценке, приходится осуществлять выбор в условиях неопределённости. В этом случае применяются методы системного анализа, которые предназначены, прежде всего:

- для поиска альтернативных вариантов решения проблемы;
- для выявления и анализа масштабов неопределённости по каждому из вариантов;
- для анализа возможных вариантов по тем или иным критериям эффективности.

На основе системного анализа специалисты дают рекомендации по принятию того или иного варианта решения. Окончательное решение с учетом всех рисков принимает соответствующее должностное лицо, которое берет на себя ответственность за последствия.

При этом следует учитывать, что адаптация терминологии неизбежно повлияет на осмысление самой системы. Данный факт может привести к изменению функциональности системы и ее взаимодействия со средой.

Прогнозирование состояния среды, в которой находится система, не уступает по значимости прогнозированию состояния самой системы. Важно провести анализ состояния среды с учетом всех факторов, способных повлиять на состояния системы.

При системном анализе систему выделяет из среды наблюдатель, который в свою очередь определяет элементы, включаемые в систему, от остальных, т.е. от среды, в соответствии с целями исследования (проектирования) или предварительного представления о проблемной ситуации.

Наблюдатель может трактовать свое положение и рассматривать взаимодействие с системой и средой по трем вариантам.

Таблица 1.1 – Взаимодействие наблюдателя с внешней средой и системой

Положение наблюдателя	Система	Среда
Наблюдатель находится в среде	Изолирована от внешнего воздействия (замкнутые модели)	Не играет важную роль в системном анализе
Наблюдатель в системе	Подвержена влиянию наблюдателя	Не играет важную роль в системном анализе
Наблюдатель вне системы и среды	Открытая, постоянно взаимодействующую со средой	Играет важную роль в системном анализе

При системном анализе значительную роль играет структура системы, то, что есть форма представления некоторого объекта в виде составных частей. Влияние среды на объект и его структуру демонстрирует следующий закон кибернетики.

Закон необходимого разнообразия. По определению У.Р. Эшби, первый фундаментальный закон кибернетики заключается в том, что разнообразие сложной системы требует управления, которое само обладает некоторый разнообразием. Иначе говоря, значительное разнообразие воздействующих на большую и сложную систему возмущений требует адекватного им разнообразия ее возможных состояний. Если же такая адекватность в системе отсутствует, то это является следствием нарушения принципа целостности составляющих ее частей (подсистем), а именно – недостаточного разнообразия элементов в организационном построении (структуре) частей [34].

Существуют законы природы, которым подчиняется поведение больших многосвязных систем любого характера: биологических, технических, социальных и экономических.

Законы природы тождественны не только законом внешней среды, но и законам которым подчиняется объект (например: физические, статистические, уголовные законы).

Не зависимо от того, каким законам подчиняется система, ее основной целью является – выживание во внешней среде. Поэтому, с точки зрения кибернетики, многие системы одинаковы, так как подчиняются общим принципам процесса саморегуляции и самоорганизации.

Выживание во внешней среде системы подразумевает наличие динамической структуры, способной организовать взаимосвязь отдельных частей единого целого.

Для отображения структуры системы необходимо не только выделить ее составные единицы, но и отобразить связи (зависимости) между ними и механизмы условных вероятностей, которые и обеспечивают саморегулирование, самообучение и самоорганизацию системы.

Воздействие на связи между составными единицами системы и механизмы условных вероятностей должно привести к поставленным целям.

Изменение структуры системы неизбежный процесс. Под воздействие внешних факторов изменения системы может быть революционным и эволюционным.

Революционный вариант изменения структуры системы предполагает насильственное уничтожение (разрушение) прежней структуры. После чего происходит формирование новой структуры. Во время перехода (от момента уничтожения старой структуры и создания новой структуры системы) эффективность системы и ее деятельность резко снижаются.

При эволюционном воздействии происходит более глубокое изучение системы и воздействие на нее путем сохранения и поддержания необходимых результатов ее деятельности и уничтожение или изменение тех структурных единиц, которые несут в себе отрицательные тенденции. Результаты воздействия контролируются обратными связями.

При эволюционном воздействии с накоплением достаточных единиц изменений возможен скачкообразный переход в новое состояние системы. Указанный фактор происходит тогда, когда структурные единицы системы не противоречат, а способствуют этому скачку. Для определения предпочтительной траектории из числа допустимых вводится критерий качества функционирования системы – в общем случае в виде некоторой целевой функции. На предпочтительной (оптимальной) траектории целевая функция достигает экстремального значения. Целенаправленное вмешательство в поведение системы, обеспечивающее выбор системой оптимальной траектории, называется управлением.

1.2.4 Определение целей объекта исследования



Причиной и движущей силой любой деятельности является наличие **противоречия** между имеющимся и желаемым состоянием объекта.

Если пути устранения противоречия не являются очевидными, то противоречие становится **проблемой** [5].

Цель – идеальное, мысленное предвосхищение результата деятельности и путей его достижения с помощью определенных средств.

Цель выступает способом интеграции в единую систему различных действий одного человека или действий различных людей [27].

Цели можно ранжировать по уровням:

- оперативный;
- тактический;
- стратегический.

Оперативные цели – повседневные, сиюминутные цели, носящие подчиненный характер по отношению к тактическим целям и обеспечивающие достижение тактических целей. Оперативные цели редко специально ставятся сами по себе, скорее это конкретизация действий по достижению тактических целей.

Тактические цели – цели, которые ставятся, исходя из стратегических ориентиров, и конкретизируют ценностные компоненты цели. Тактические цели – это, по сути, шаги и задачи, направленные на реализацию стратегических целей.

Стратегические цели – это наиболее значимые жизненные цели-ценности, подчиняющие и определяющие жизненный цикл системы или жизненный путь человека, группы или организации. Спутанность, неясность стратегических целей приводит к неясности во всех областях жизни человека и влечет за собой фрустрации и депрессии.

Целеполагание – процесс творческий, и тем более творческий, чем выше уровень целей. Если на оперативном и отчасти тактическом уровне целеполагание больше связано с логикой и аналитическим мышлением, и часто связано с декомпозицией, то на стратегическом – с творческими способностями и синтетическим мышлением [34].

Правильно сформулированные цели должны удовлетворять следующим основным требованиям.

Конкретность – при определении цели необходима точность отражения ее содержания, объема и времени. Удовлетворение цели может принести только конкретный результат, полученный с помощью конкретных средств в конкретных условиях.

Измеримость – цель должна быть представлена количественно или каким-либо другим способом для оценки степени ее достижения.

Достижимость – цели должны быть реальными, не выходящими за рамки возможности исполнителей.

Согласованность – цели следует рассматривать не изолированно, а во взаимосвязи.

Приемлемость – необходимость учитывать потребности, желания, традиции, сложившиеся в обществе.

Гибкость – возможность внесения корректировки по мере происходящих в среде изменений.



Любая деятельность является направленной и имеет какую-то цель.

Когда имеется одна достаточно четко выраженная цель, степень достижения которой можно оценить на основе одного критерия, используются методы математического программирования.

Если степень достижения цели должна оцениваться на основе нескольких критериев, применяют аппарат теории полезности, с помощью которого проводится упорядочение критериев и определение важности каждого из них.

Когда развитие событий определяется взаимодействием нескольких лиц или систем, из которых каждая преследует свои цели и принимает свои решения, используются методы теории игр.

Методы, которые используются в системном анализе, и их выбор рассмотрим во второй главе.

1.2.5 Обобщение

Исходя из выше изложенного, системный анализ можно описать следующей последовательностью действий:

1. Анализ объекта: выявление основных характеристик.
2. Формирование конечных целей объекта (цели исследования).
3. Определение стратегии развития систем: выбор критерия для оценки качества развития системы.
4. Реализация решения при управлении системой.

В процессе исследования объекта используются такие средства изучения как разработка модели, адекватной системе и решаемой задаче и разработка возможных путей развития системы.

Проблемы можно разделить на три класса:

- хорошо структурированные (well-structured), или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;
- неструктурированные (unstructured), или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;
- слабо структурированные (ill-structured), или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать.



Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите понятия, которые характеризуют функционирование системы.
2. Перечислите понятия, которые характеризуют строение системы.
3. Перечислите признаки системы и раскройте их сущность.
4. Перечислите принципы системного анализа и раскройте их суть.
5. Каким требованиям должна удовлетворять формулировка цели?
6. В чем суть целеполагания?
7. В чем заключается значение четко сформулированной цели?

Задания по первому разделу:

1. Изобразите графически во взаимодействии понятия система, элемент, подсистема, компонент, основываясь на приведенных определениях.
2. Составьте таблицу понятий большая система, сложная система, изучив также материалы второго раздела.
3. Изобразите графически взаимосвязь системы с окружающей средой.
4. Составьте таблицу для классификации проблем принятия решений.
5. Постройте «дерево целей».

ИФ

Классическим примером недооценки внешних факторов, действующих на систему, является одно из семи чудес света — 35-40-метровая статуя бога солнца Гелиоса, сооруженная на входе в гавань острова Родос, т. н. Колосс Родосский. Она простояла 50 лет (некоторые исследователи называют более точную цифру — 66 лет) и рухнула во время землетрясения в 225 г. до н.э. Самым уязвимым местом оказались колени — выше колен статуя согнулась таким образом, что голова и плечи уперлись в землю. Обломки почти 1000 лет лежали на берегу бухты уроком нарушения принципа системности, закрепив в сознании людей сентенцию «Колосс на глиняных ногах» [35].

2 МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ. МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

2.1 Модели и моделирование

Широкое применение в современной жизни получил термин «модель». Его обобщенное понятие вышло за рамки естественных наук и стало общеупотребимым в быту. К примеру: модель автомобиля, модель платья, модель декорации. Так же в различных направлениях деятельности само понятие уточняется или дополняется в зависимости от специфики направления. Не стало исключением и направление системного анализа.

В системном анализе под **моделью** будем понимать некоторое представление о системе (объекте), отражающее наиболее существенные закономерности ее структуры и процесса функционирования и зафиксированное на некотором языке или в другой форме [5].

Примером модели в этом направлении может стать любая модель системы, подлежащей исследованию, не зависимо от ее физического происхождения: модель избирательной компании, модель двигателя внутреннего сгорания, модель колебательной системы.

При построении модели есть возможность отобразить элементы модели и детализировать ее так, что бы выделить необходимые признаки и особенности системы для наиболее лучшего понимания ее работы и возможности управления.

Процесс построение модели системы получил название моделирования. Термин "моделирование" имеет довольно много смысловых оттенков, например, моделирование одежды или моделирование природного явления. При системном анализе информационных систем и процессов рассмотрение связано с вопросами логического или информационного моделирования систем.

Модель «черного ящика» описывает общее представление системы и создается на начальном этапе моделирования. Этот вид модели не позволяет специалисту отобразить, а аналитику увидеть внутреннее устройство системы, ее структурные единицы. Модель «черного ящика» призвана отобразить входные и выходные воздействия системы с внешней средой или другими системами. Эти связи обобщенно отображаются на модели и дают общее представление о положении системы и ее значении.



Рисунок 2 – Графическое изображение модели системы в виде "черного ящика"

Для многих ценность модели «черного ящика» может остаться весьма спорной, однако с помощью такой модели возможен общий анализ системы, а так же на ее основе строятся детальные модели системы. Дальнейшая конкретизация модели системы происходит за счет определенных методологических средств, разработанных в рамках системного анализа.

Впервые сформулированный С.Т. Биром третий принцип кибернетики гласит: любая система управления нуждается в «черном ящике» – определенных резервах, с помощью которых компенсируются неучтенные воздействия внешней и внутренней среды. Степень реализации этого принципа и определяет качество функционирования управляющей подсистемы. Действительно, в любом, даже самом детальном и тщательно разработанном плане нельзя учесть все многочисленные факторы, воздействующие на управляемую подсистему в процессе его реализации. Например, это может проявляться в недостаточной разработке каких-либо плановых показателей, в неполном учете при планировании и управлении всех факторов развития того или иного производства, в недостаточно качественном уровне информации, циркулирующей в системе, и т.п.[34].

Процесс разработки адекватных моделей и их последующего конструктивного применения требует не только знания общей методологии системного анализа, но и наличия соответствующих изобразительных средств или языков для фиксации результатов моделирования и их документирования. Очевидно, что естественный язык не вполне подходит для этой цели, поскольку обладает неоднозначностью и неопределенностью. Для построения моделей были разработаны достаточно серьезные теоретические методы, основанные на развитии математических и логических средств моделирования, а также предложены различные формальные и графические нотации, отражающие специфику решаемых задач. Важно представлять, что унификация любого языка моделирования тесно связана с методологией системного моделирования, т. е. с системой воззрений и принципов рассмотрения сложных явлений и объектов как моделей сложных систем.

В дальнейшем графическое изображение моделей систем будет рассмотрено в главе 4. Изображение на рисунке А5 Приложения 1 можно рассматривать, как модель «черного ящика», который в дальнейшем раскрывается и раскрывается, и эта модель перестает быть «черным ящиком».

Сложность системы и, соответственно, ее модели может быть рассмотрена с различных точек зрения. Прежде всего, можно выделить сложность структуры системы, которая характеризуется количеством элементов системы и различными типами взаимосвязей между этими элементами. Если количество элементов превышает некоторое пороговое значение, которое не является строго фиксированным, то такая система

может быть названа сложной. Например, если программная СУБД насчитывает более 100 отдельных форм ввода и вывода информации, то многие программисты сочтут ее сложной. Транспортная система современных мегаполисов также может служить примером сложной системы.

Вторым аспектом сложности системы является сложность процесса функционирования системы. Это может быть связано как с непредсказуемым характером поведения системы, так и невозможностью формального представления правил преобразования входных воздействий в выходные. В качестве примеров сложных программных систем можно привести современные операционные системы, которым присущи черты сложности как структуры, так и поведения. О структуре систем мы уже говорили в главе 1.

2.2 Проблемы принятия решения. Формализация моделей принятия решений

2.2.1 Постановка задачи

Реализация процесса моделирования основана на формализованном представлении системы и решение задачи принятия решений. Применение таких методов способствует созданию адекватной модели системы.

Наиболее распространенная формула принятия решений

$$\{\Phi\} *$$

где { } – множество альтернатив;

Φ – принцип выбора;

* – выбранная альтернатива, одна или несколько в каком-то смысле равноценных.

Если рассматривать принцип выбора, то, в свою очередь, он зависит от двух составляющих – это:

- внешние воздействия окружающей среды;
- информационные показатели системы.

Внешние воздействия окружающей среды, способные оказывать влияние на систему на протяжении всего цикла жизни, необходимо учитывать при принятии решения. Воздействия окружающей среды способны, как ограничивать действия системы (например, температура окружающей среды является одним из показателей, ограничивающих действие систем имеющих физические характеристики: аэродинамический двигатель и пр.), так и привести новые возможные варианты развития системы (например, в игровых задачах внешние условия могут быть описаны множеством возможных стратегий противодействующей стороны или множеством состояний природы).

Внешние воздействия окружающей среды и информационные показатели системы могут иметь различную классификацию.

Классификация информационных показателей может быть приведена в следующем виде:

- известны априорные вероятности состояния внешней среды;
- известен вид распределения вероятностей состояний среды, но параметры распределения не известны, необходима их оценка;
- имеет место активное сопротивление внешней среды принимаемым решениям;
- состояние среды характеризуется нечетким множеством.

Тем самым получаем четыре возможных варианта принятия решений. Введем следующие значения: $\{\chi\}$ – множество альтернатив и Φ – принцип выбора.

Вариант 1: Оптимальный выбор.

Множество альтернатив $\{\chi\}$ и принцип выбора Φ определены. Приложение Φ к $\{\chi\}$ не зависит от субъективных обстоятельств.

Вариант 2: Выбор

Множество альтернатив $\{\chi\}$ достоверно определено, принцип выбора Φ не может быть формализован. Результат выбора зависит от того, кто и на основе какой информации принимает решение.

Вариант 3: Общая задача принятия решения

Множество альтернатив $\{\chi\}$ не имеет определенных границ, принцип выбора Φ не определен и даже не может быть зафиксирован. Разные субъекты могут принимать различные решения при одинаковом наборе альтернатив или даже рассматривать различные альтернативы. Действие системы и ее взаимодействие с внешней средой дают неограниченное количество альтернатив. Вариант 3 является наиболее распространенным при моделировании.

Однако можно ограничить множество альтернатив с помощью естественных ограничений:

- фиксация множества альтернатив $\{\chi\} \rightarrow \{\chi\} \rightarrow \dots \rightarrow \{\chi\}$;
- любая альтернатива из множества всех выдвинутых может быть оценена с точки зрения полезности ее включения в некоторое более узкое множество;
- множества не формализованных принципов выбора, используя которые можно приблизиться к желаемому результату.

Решение должно приниматься на основе выбора одного из нескольких вариантов. Там, где принятие решения строится на анализе одного варианта, имеется субъективное управление. Разработка же многовариантных реакций в ответ на конкретную ситуацию, привлечение коллективного разума для разработки вариантов решений, безусловно, обеспечит принятие оптимального решения для конкретного случая.

2.2.2 Декомпозиция задачи принятия решения и оценка свойств альтернатив

В процессе выбора лучшего решения происходит непосредственный переход к сравнению свойств альтернатив. Выделение свойств альтернатив наиболее приемлемо путем представления иерархии характеристик. Каждое свойство 1-го уровня делится на набор свойств 2-го уровня и так далее до такого уровня, на котором свойства оказываются легко сравнимыми. Такая декомпозиция позволяет сравнить характеристики на основе естественных числовых характеристик свойств, или на основе искусственно введенных характеристик свойств, или по определенному свойству.

Сравнение характеристик по определенному свойству или попарно осуществляется на основе бинарных отношений, когда бинарная операция по признаку $R()$ означает, что согласно признаку R альтернатива предпочтительней альтернативе.

Числовые характеристики, используемые при сравнении характеристик структурных единиц модели системы, могут быть введены как естественным, так и искусственным путем. При вводе искусственных характеристик следует учитывать их объективность и актуальность для созданной модели. Например, при сравнении образовательных Интернет-ресурсов выделено свойство «удобство пользования интерфейса», которое в свою очередь разбивается на свойства следующего уровня: цветовая гамма, шрифт текста, расположение управляющих кнопок и пр. Каждое из этих свойств может быть оценено количественно.



При этом критериями называют свойства, для которых известны числовые характеристики.

Для сравнения, измерения, анализа необходимо однозначно определять характеристики и шкалы для их идентификации. О шкалах и шкалировании смотрите в информационно-справочных материалах.

Процесс моделирования подразумевает формализацию задачи. Специалист должен в свою очередь четко описать все характеристики системы и формализовать задачу в зависимости от количества специалистов, участвующих в принятии решения, в зависимости от количества критериев, используемых для оценки исходов, в зависимости от внешней среды и конечных целей.

Влияние внешней среды может выражаться в следующем:

- в условиях определенности (неопределенные факторы отсутствуют);
- в условиях риска;
- в условиях неопределенности (имеются случайные факторы с неизвестными законами распределения);

– в условиях противодействия (параметр характеризует активные действия противника).

В зависимости от количества равноправных специалистов принимающих решение, различают:

- задачи индивидуального принятия решения или выбора;
- задачи группового принятия решения или выбора.

В зависимости от количества критериев, используемых для оценки исходов, различают:

- однокритериальные задачи;
- многокритериальные задачи.

В зависимости от конечных целей, различают задачи:

- выбора единственного варианта;
- выбора подмножества вариантов;
- упорядочения вариантов;
- классификации вариантов.

2.3 Системный подход – основа методологии системного анализа

Методология системного анализа включает в себя:

- системный подход к решению поставленных задач;
- общее представление о свойствах системы;
- набор средств исследования системы;
- терминологию.



В самом общем виде системный подход – это рассмотрение и исследование непрерывно развивающейся системы любой степени сложности, находящейся во взаимодействии с окружающей средой или другими системами.

При рассмотрении системы посредством системного подхода стоит выделить некоторые особенности, которые коррелируются с принципами системного анализа и дополняют его [4].

1. Целостность системы. Система рассматривается как неделимое целое. При этом рассматриваются функциональные связи ее с внешней средой, другими системами.

2. Связность системы. Рассмотрение функциональных связей частей системы с другими частями. Количество частей зависит от уровня декомпозиции.

3. Изменение системы в процессе ее развития. Фиксация и анализ результатов работы системы на определенных этапах развития. Так же учитывается внешнее влияние и изменение внешних факторов в зависимости от состояния системы.

4. Превосходство общей (глобальной) цели. Достижение общей цели для системы может подразумевать не конкретные параметры или

выходные данные, которые можно подсчитать или измерить (например: повысить эффективность работы филиала). Специалист, в свою очередь, используя системный подход, предлагает варианты, максимально удовлетворяющие ожиданиям заказчика, как правило, выраженные в числовых значениях (например: эффективность работы сотрудников повысилась на 20%, а материальные затраты уменьшились на 10%)

5. Приоритетность структуры. При анализе структуры и разработке альтернатив, учитывается приоритетность структуры системы и ее функциональности. Зачастую функциональность системы ставится выше, чем ее структура, но окончательный выбор в пользу того или иного фактора делается на основе цели и задач системного анализа.

6. Децентрализация и централизация. При децентрализации часть процессов системы переводится на более низкий уровень (например: создание таких условий в системе, чтобы участники обладали равными правами пользователя, а информация хранилась распределено на компьютере пользователя, тогда как итог – отсутствие необходимости в сервере). При централизации процессы переводятся на более высокий уровень.

7. Модульность структуры системы. Рассмотрение системы, как совокупность модулей и функциональных связей между ними. Этот принцип противоположен принципу целостности системы, но их применение не исключает друг друга.

8. Структурность системы. Создание иерархии системы в процессе моделирования позволяет рассмотреть структуру системы более подробно и выявить зависимости между структурными единицами.

9. Направление свертки: информация и управляющие воздействия свертываются, укрупняются при движении по иерархии снизу вверх.

10. Минимизация неопределенности переходов системы. Учет неопределенности переходов и состояний системы возможно осуществить путем уменьшения неопределенности структурных единиц, прогнозированием возможных ситуаций и расширением методов изучения системы. Неопределенность структурных единиц можно минимизировать за счет уточнение структуры системы. Применяя методы статистических оценок, возможно прогнозировать переходы и состояния системы как изолированную от внешней среды, так и с учетом воздействия внешних факторов. Использование методов изучения системы может быть пересмотрено в зависимости от области исследования. Применение узконаправленных методов должно бы обоснованно.

11. Достоверность информации. Специалист, исследующий систему, должен получать достоверную информацию о состоянии системы и все ее характеристики. Соответственно он должен обладать соответствующими полномочиями. Получая только часть информации, специалист не способен составить полную модель системы и спрогнозировать возможные альтернативы

12. Исполняемость команд. Система должна поддаваться воздействию на нее специалистом, в свою очередь специалист должен получать от системы ответный сигнал.

Некоторыми особенностями можно пренебречь, а некоторые взаимоисключить – это действие зависит от характеристик системы. Однако, не соблюдение некоторых рекомендаций (особенностей) (например 11, 12) при системном анализе может привести к бесполезности самого анализа и свести эффективность работы специалиста к нулю.

Проанализировав каждую особенность и применив ее к системе, возможно, более подробно проанализировать систему и осмыслить суть исследования.

! Для применения принципов, правил, особенностей системного подхода специалист должен обладать определенными качествами, знаниями и интуицией.

Безусловно, что происхождение системы играет большую роль, и оно важно при подборе специалиста. Вряд ли человек без знаний и пониманий законов физики, сможет провести системный анализ системы двигателя внутреннего сгорания. Конечно, есть возможность, что он начнет изучать все с нуля, но на это необходимо будет потратить время и силы. При системном анализе необходимо учитывать специфику системы и ее внешней среды. Халатность в прогнозировании альтернатив системы может привести к серьезным трудностям.

Правило минимизации неопределенности переходов системы применяется ко всем моделям системы, поскольку необходимо учесть неопределенности и случайности. При неполной информации о системе или о внешней среде вне зависимости от причин принцип минимизации неопределенности переходов системы способен свести множество возможных вариантов развития системы к конечному числу альтернатив.

Во всех случаях неполноты знаний о предмете исследования, нечёткой или стохастической входной информации и результаты исследований будут носить нечёткий или вероятностный характер, а принятые на основании этих исследований решения приведут к неоднозначным последствиям. В случае нечёткой (по своей природе) или неполной (при ограниченных возможностях исследователя) информации, как раз очень важно, учитывать законы кибернетики об устойчивых состояниях и устойчивых траекториях системы. Эти понятия рассматривались в первой главе. Необходимо стремиться выявить и оценить все возможные, в том числе кажущиеся маловероятными последствия принимаемых решений, хотя бы на интуитивном уровне, а также предусмотреть обратные связи, которые обеспечат своевременное вскрытие и локализацию нежелательного развития событий.

Системный подход предполагает исследование системы любой природы. При этом система представляется взаимосвязанной группой моделей, имеющих влияние на окружающую среду и подвергающуюся ее

влиянию. В главе 4 будут рассмотрены способы построения моделей в нотациях IDEF0 и IDEF3.

Системный подход основывается на единстве системы, взаимодействия всех ее модулей и изменения системы во времени под воздействием внешних факторов или функциональных характеристик структурных единиц.

Методы системного анализа. Существующий набор методов системного анализа достаточно широк, и каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки. Можно привести следующие системные методы и процедуры:

- абстрагирование и конкретизация;
- анализ и синтез, индукция и дедукция;
- формализация и конкретизация;
- композиция и декомпозиция;
- линеаризация и выделение нелинейных составляющих;
- структурирование и ре структурирование;
- макетирование;
- реинжинеринг,
- алгоритмизация;
- моделирование и эксперимент;
- программное управление и регулирование;
- распознавание и идентификация;
- кластеризация и классификация;
- экспертное оценивание и тестирование;
- верификация и др.

Однако нет, единого метода, который позволил бы проводить системную оценку системы, процесса, организации. Методы различаются по области применения как по отношению к типу объекта, так и по отношению к этапу его исследования. К сожалению, нет единой общепринятой классификации методов системного анализа. В качестве примера можно привести следующие классификации в работе [30] методы системного исследования делятся на четыре группы: неформальные, графические, количественные и моделирования. С.А. Саркисян, В.М. Ахундов, Э.С. Минаев в книге [13] также предлагают четыре группы методов, но совсем другого содержания: экономико-статистические, экономико-математические, экономической кибернетики и теории принятия решений. В третьей главе рассмотрим наиболее полную, на наш взгляд, классификацию методов системного анализа и дадим им краткую характеристику.

2.4 Модели ERP, MRP, PLM систем

Системы планирования ресурсов предприятий ERP (Enterprise Resource Planning) [26] – это системы планирования ресурсов предприятия, которые позволяют осуществлять:

- прогнозирование;
- управление проектами и программами;
- ведение информации о продукции и технологии;
- управление затратами, финансами, кадрами и т.д.

В основе ERP-систем лежит принцип создания единого хранилища (репозитория) данных, содержащего всю корпоративную бизнес-информацию:

- финансовую информацию;
- производственные данные;
- данные по персоналу
- и др.

ERP-система – это набор интегрированных приложений, позволяющих создать интегрированное информационное пространство для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-операций предприятия (организации).

В ERP-системах реализованы следующие основные функциональные блоки.

Планирование продаж и производства. Результатом действия блока является разработка плана производства основных видов продукции.

Управление спросом. Данный блок предназначен для прогноза будущего спроса на продукцию, определения объема заказов, которые можно предложить клиенту в конкретный момент времени, определения спроса дистрибьюторов, спроса в рамках предприятия и др.

Укрупненное планирование мощностей. Используется для конкретизации планов производства и определения степени их выполнимости.

Основной план производства (план-график выпуска продукции). Определяется продукция в конечных единицах (изделиях) со сроками изготовления и количеством.

Планирование потребностей в материалах. Определяются виды материальных ресурсов (сборных узлов, готовых агрегатов, покупных изделий, исходного сырья, полуфабрикатов и др.) и конкретные сроки их поставки для выполнения плана.

Спецификация изделий. Определяет состав конечного изделия, материальные ресурсы, необходимые для его изготовления, и др. Фактически спецификация является связующим звеном между основным планом производства и планом потребностей в материалах.

Планирование потребностей в мощностях. На данном этапе планирования более детально, чем на предыдущих уровнях, определяются производственные мощности.

Маршрутизация/рабочие центры. С помощью данного блока конкретизируются как производственные мощности различного уровня, так и маршруты, в соответствии с которыми выпускаются изделия.

Проверка и корректировка цеховых планов по мощностям.

Управление закупками, запасами, продажами.

Управление финансами (ведение Главной книги, расчеты с дебиторами и кредиторами, учет основных средств, управление наличными средствами, планирование финансовой деятельности и др.).

Управление затратами (учет всех затрат предприятия и калькуляция себестоимости готовой продукции или услуг).

Управление проектами/программами.

Наиболее распространенные в России системы класса ERP: SAP R/3, Oracle Applications, Baan, Галактика, Парус, 1С: Предприятие 8, Dynamics Ax, Cognos, Navision Attain и Navision Axapta.

Основные отличия систем класса ERP от MRPII заключаются в следующем.

Поддержка различных типов производств (сборочного, обрабатывающего и др.) и видов деятельности предприятий и организаций (например, ERP–системы могут быть установлены не только на промышленных предприятиях, но и в организациях сферы услуг – банках, страховых и торговых компаниях и др.).

Поддержка планирования ресурсов по различным направлениям деятельности предприятия (а не только производства продукции).

ERP–системы ориентированы на управление "виртуальным предприятием" (отражающим взаимодействие производства, поставщиков, партнеров и потребителей) в рамках ИП.

В ERP–системах больше внимания уделено финансовым подсистемам.

Добавлены механизмы управления транснациональными корпорациями.

Повышенные требования к инфраструктуре (Интернет/интранет), масштабируемости (до нескольких тысяч пользователей), гибкости, надежности и производительности ПО и различных платформ.

Повышены требования к интегрируемости ERP–систем с приложениями, уже используемыми предприятием

Больше внимания уделено программным средствам поддержки принятия решений и средствам интеграции с хранилищами данных (иногда включаемых в ERP–систему в виде нового модуля).

В ряде ERP–систем разработаны развитые средства настройки (конфигурирования), интеграции с другими приложениями и адаптации (в том числе, применяемые динамически в процессе эксплуатации систем).

К преимуществам ERP–систем относятся также:

Интегрирование различных видов деятельности фирмы

Процессы планирования ресурсов предприятий являются межфункциональными, заставляющими фирму выходить за традиционные, функциональные и локальные рамки.

Данные, хранившиеся ранее на различных неоднородных системах, сейчас интегрированы в единую систему.

Данные о несостоявшихся и бывших клиентах и о причинах отказов не пропадают [26].

Система класса MRP (Material Requirements Planning) [25] – система, работающая по алгоритму, регламентированному MRP методологией, позволяющую оптимально регулировать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства.

Цели использования стандарта MPR:

- планирование поставок всех комплектующих, чтобы исключить простои производства и минимизировать запасы на складе;
- уменьшение запасов материалов-комплектующих, кроме очевидной разгрузки складов;
- уменьшения затрат на хранение дает ряд неоспоримых преимуществ, главное из которых – минимизация замороженных средств, вложенных в закупку материалов.

Входными элементами MRP-модуля являются следующие информационные ресурсы.

Описание состояния материалов (Inventory Status File) – является основным входным элементом MRP-модуля. В нем должна быть отражена максимально полная информация обо всех типах сырья и материалах-комплектующих, необходимых для производства конечного продукта. Также должны быть указаны статус каждого материала, определяющий, имеется ли он на руках, на складе, в текущих заказах или его заказ только планируется, а также описания, его запасов, расположения, цены, возможных задержек поставок, реквизитов поставщиков.

Программа производства (Master Production Schedule) – оптимизированный график распределения времени для производства необходимой партии готовой продукции за планируемый период или диапазон периодов.

Перечень составляющих конечного продукта (Bills of Material File) – список материалов и их количество, требуемое для производства конечного продукта. Кроме того, здесь содержится описание структуры конечного продукта.

Принцип работы MRP-модуля. Для каждого отрезка времени создается полная потребность в материалах. Она представляет собой интегрированную таблицу, выражающую потребность в каждом материале, в каждый конкретный момент времени.

Вычисляется чистая потребность (какое количество материалов нужно заказать или произвести, в случае внутреннего производства комплектующих) в каждый конкретный момент времени.

Чистая потребность в материалах конвертируется в соответствующий план заказов на требуемые материалы и, в случае необходимости, вносятся поправки в уже действующие планы.

Результатами работы MRP-модуля являются:

- план Заказов (Planned Order Schedule) – какое количество каждого материала должно быть заказано в каждый рассматриваемый период времени в течение срока планирования;
- изменения к плану заказов (Changes in planned orders) – модификации к ранее спланированным заказам.

В концепции MRP есть серьезный недостаток. При расчете потребности в материалах не учитываются производственные мощности, их загрузка и стоимость рабочей силы и т.д. Поэтому. MRP-система с замкнутым циклом была трансформирована в систему планирования производственных ресурсов (manufacture resource planning), которая получила название MRPII. Это система совместного планирования запасов и производственных ресурсов, характеризующаяся:

- бизнес планированием;
- планированием продаж;
- планированием производства;
- планированием материальных потребностей;
- планированием производственных мощностей;
- различными системами управления.

Стандарт MRPII был разработан в США и поддерживается Американским обществом по управлению производством и запасами – American Production and Inventory Control Society (APICS).

Требования к системам класса MRPII – должно выполнять определенный объем этих основных функций:

- Планирование продаж и производства (Sales and Operation Planning).
- Управление спросом (Demand Management).
- Составление плана производства (Master Production Scheduling).
- Планирование материальных потребностей (Material Requirements Planning).
- Спецификации продуктов (Bill of Materials).
- Управление складом (Inventory Transaction Subsystem).
- Плановые поставки (Scheduled Receipts Subsystem).
- Управление на уровне производственного цеха (Shop Flow Control).

- Планирование производственных мощностей (Capacity Requirement Planning).
- Входной / выходной контроль (Input/output control).
- Материально техническое снабжение (Purchasing).
- Планирование распределения ресурсов (Distribution Resource Planning).
- Планирование и контроль производственных операций (Tooling Planning and Control).
- Управление финансами (Financial Planning).
- Моделирование (Simulation).
- Оценка результатов деятельности (Performance Measurement).

Суть концепции MRPII: прогнозирование, планирование и контроль производства осуществляется по всему жизненному циклу продукции, начиная от закупки сырья и заканчивая отгрузкой продукции потребителю.

В результате применения MRPII-систем должны быть реализованы:

- оперативное получение информации о текущих результатах деятельности предприятия, как в целом, так и с полной детализацией по отдельным заказам, видам ресурсов, выполнению планов;
- долгосрочное, оперативное и детальное планирование деятельности предприятия с возможностью корректировки плановых данных на основе оперативной информации;
- оптимизация производственных и материальных потоков со значительным сокращением непроизводственных затрат и реальным сокращением материальных ресурсов на складах;
- отражение финансовой деятельности предприятия в целом.

Примеры систем класса MRPII: Галактика 7.1, SunSystems, Concorde XAL, Platinum, Microsoft Dynamics, Scala.

Недостатки MRP-II:

- ориентация только на заказ;
- слабая интеграция конструирования и проектирования;
- слабая интеграция системы технологических процессов;
- слабая интеграция планирования кадров и управления финансами [25].

Другие классы систем поддержки производственно-коммерческого цикла:

- PDM (Product Data Management) – системы управления производственными данными.
- APS (Advanced Planning/Scheduling) – развитие системы планирования; расширенное планирование производственных заданий.
- SCM (supply chain management) – автоматизированные системы управления цепочками поставок.

Системы PLM (Product Lifecycle Management) – это системы управления жизненным циклом продуктов, которые позволяют осуществлять:

- стратегический подход к бизнесу, предлагающий непрерывный набор бизнес-решений, который поддерживает единый режим создания, управления, распределения и использования интеллектуальных активов предприятия;

- поддержка "расширенного представления о предприятии" (extended enterprise), в том числе поддержка процессов проектирования, пользователей и партнеров;

- действие во времени от момента рождения концепции изделия до снятия его с производства и окончания сервисного периода;

- интеграция людей, процессов, систем и информации [24].

Система PLM рассматривается как бизнес-подход, цель которого состоит в поиске ответов на вопросы: "Как работает бизнес?" и "Что создается?" Главное достоинство этого бизнес-подхода – в возможности увидеть проблемы производства в целом. Он позволяет интегрировать всех участников жизненного цикла изделия – от инженеров до вспомогательных служащих. На основании этого можно сформулировать три основные концепции PLM:

- возможность универсального, безопасного и управляемого способа доступа и использования информации, определяющей изделие;

- поддержание целостности информации, определяющей изделие, на протяжении всего его жизненного цикла;

- управление и поддержка бизнес-процессов, используемых при создании, распределении и использовании подобной информации.

В любом случае система PLM включает в себя несколько обязательных элементов: базовые стандарты и технологии (например, XML, средства визуализации, совместной работы и интеграции производственных приложений); средства авторинга – такие, как CAD, CAM и т.д.; основные приложения для управления информацией, контент-менеджмента, документооборота и т.д.; функциональные приложения для управления конфигурациями; специализированные отраслевые решения. Эта система делает доступной информацию о продукте на любой его стадии для всех подразделений предприятия, поставщиков, партнеров, а также заказчиков и клиентов [24].

ИФ

Термин "системный анализ" впервые появился в разработках корпорации RAND в 1948 г. Первой разработкой, представленной как "система", стало проектирование сверхзвукового бомбардировщика B-58, начавшееся в 1952 г.



Вопросы для самопроверки:

1. Что такое модель?
2. Какие бывают виды моделей?
3. Что такое моделирование?
4. Дайте определение системному анализу.
5. Что включает методология системного анализа?
6. Назовите принципы системного анализа.
7. Назовите особенности системного анализа.
8. Перечислите модели системного анализа.

Задания по второму разделу:

1. Составьте таблицу по характеристикам систем поддержки производственно-коммерческого цикла.
2. Предложите классификацию моделей системного анализа. Предложите свою классификацию методов моделирования, предварительно изучив раздел 3.
3. Составьте матрицу системных характеристик объекта управления.

ИФ

Революционным прорывом в области строения вещества явилось открытие в 1869 г. периодической системы элементов Д. И. Менделеевым (1834-1907). В работе «Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве» ученый заложил принципиально новый подход к пониманию системности как всеобщего и основополагающего принципа материи. Дальнейшее развитие науки привело к построению модели атома как системы, а также так называемых элементарных частиц, которые сами оказались довольно сложными системами [35].

ИФ

В 1948 г. вышла знаменитая книга Норберта Винера "Кибернетика", в которой провозглашается единство принципов управления в биологических, технических и социальных системах. В своих работах Н. Винер использовал достижения во многих областях науки: математики, логики, статистики, биологии, медицины, физиологии, нейрофизиологии, психологии, социологии, теории связи, теоретической электротехники и электроники [36].

3 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

3.1 Классификация методов моделирования

Методы моделирования систем разнообразны по сути, по возможностям и по способам их применения. Предлагается множество классификаций, естественно, в каждом случае есть свои положительные моменты, и есть свои недостатки. Остановимся на классификации, предложенной в работе Волковой В. Н., Денисова А. А. [4].

Методы моделирования систем по этой классификации можно разделить на три группы:

- методы, направленные на активизацию интуиции и опыта специалистов;
- методы формализованного представления систем;
- специальные методы постепенной формализации задачи.

Класс «Методы, направленные на активизацию интуиции и опыта специалистов» включает такие методы, как:

- методы организации сложных экспертиз;
- метод экспертных оценок;
- морфологические методы;
- методы структуризации;
- методы типа «Дельфи»;
- методы типа «сценариев»;
- методы типа «мозгового штурма» и выработки коллективных решений;
- методы диалектической логики.

Класс «Методы формализованного представления систем» включает такие методы, как:

- графические методы;
- семиотические методы;
- лингвистические методы;
- логические методы;
- теоретико-множественные методы;
- статистические методы;
- аналитические методы оптимизации.

Класс «Специальные методы постепенной формализации задачи» включает такие методы, как:

- имитационное динамическое моделирование;
- ситуационное моделирование;
- структурно-лингвистическое моделирование;
- когнитивный подход;
- формализация моделей принятия решений;

– информационный подход к анализу систем.

При этом большинство представленных методов в реальных исследованиях взаимно дополняют и проникают друг в друга.

Для того, чтобы описать в полной мере все методы, потребуется большой объем, что не предполагает формат настоящего пособия. Чтобы студентам было возможно изучить все необходимые для его исследования методы, предлагается перечень методов и источники, где можно найти исчерпывающую информацию о каждом методе.

Класс «Методы, направленные на активизацию интуиции и опыта специалистов» как следует из названия, направлены на использование интуиции и опыта специалистов.

Методы экспертных оценок

Основа этих методов – различные формы экспертного опроса с последующим оцениванием и выбором наиболее предпочтительного варианта. Возможность использования экспертных оценок, обоснование их объективности базируется на том, что неизвестная характеристика исследуемого явления трактуется как случайная величина, отражением закона распределения которой является индивидуальная оценка эксперта о достоверности и значимости того или иного события. При этом предполагается, что истинное значение исследуемой характеристики находится внутри диапазона оценок, полученных от группы экспертов и что обобщенное коллективное мнение является достоверным. Наиболее спорным моментом в данных методиках является установление весовых коэффициентов по высказываемым экспертами оценкам и приведение противоречивых оценок к некоторой средней величине. Эта группа методов находит широкое применение в социально-экономических исследованиях.

Шишкова Г.А., Козлов А.В. Управленческие решения: Учебное пособие. М.: РГГУ, 2012, 208 с.

Методы организации сложных экспертиз

К ним относятся методы организации индивидуальных экспертиз, когда обращаются к квалифицированному специалисту в исследуемой области – эксперту. В этой методике выделяются группы критериев оценки и рекомендуется ввести весовые коэффициенты критериев. Введение критериев позволяет организовать опрос экспертов более дифференцированно, а весовые коэффициенты – повышают объективность результирующих оценок.

Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учебное пособие. – М.: Проспект, 2012. – 176 с.

Морфологические методы

Основная идея морфологического подхода – систематически находить все возможные варианты решения проблемы путем комбинирования выделенных элементов или их признаков. В

систематизированном виде метод морфологического анализа был впервые предложен Ф. Цвикки и часто так и называется "метод Цвикки". Известны три основные схемы метода:

– **метод систематического покрытия поля**, основанный на выделении так называемых опорных пунктов знаний в исследуемой области и использование для заполнения поля некоторых сформулированных принципов мышления;

– **метод отрицания и конструирования**, который заключается в формулировке некоторых предположений и замене их на противоположные с последующим анализом возникающих несоответствий;

– **метод морфологического ящика**, который состоит в определении всех возможных параметров, от которых может зависеть решение проблемы. Выявленные параметры формируют матрицы, содержащие все возможные сочетания параметров по одному из каждой строки с последующим выбором наилучшего сочетания.

На рисунке 3 приведена когнитивная карта про морфологические методы.

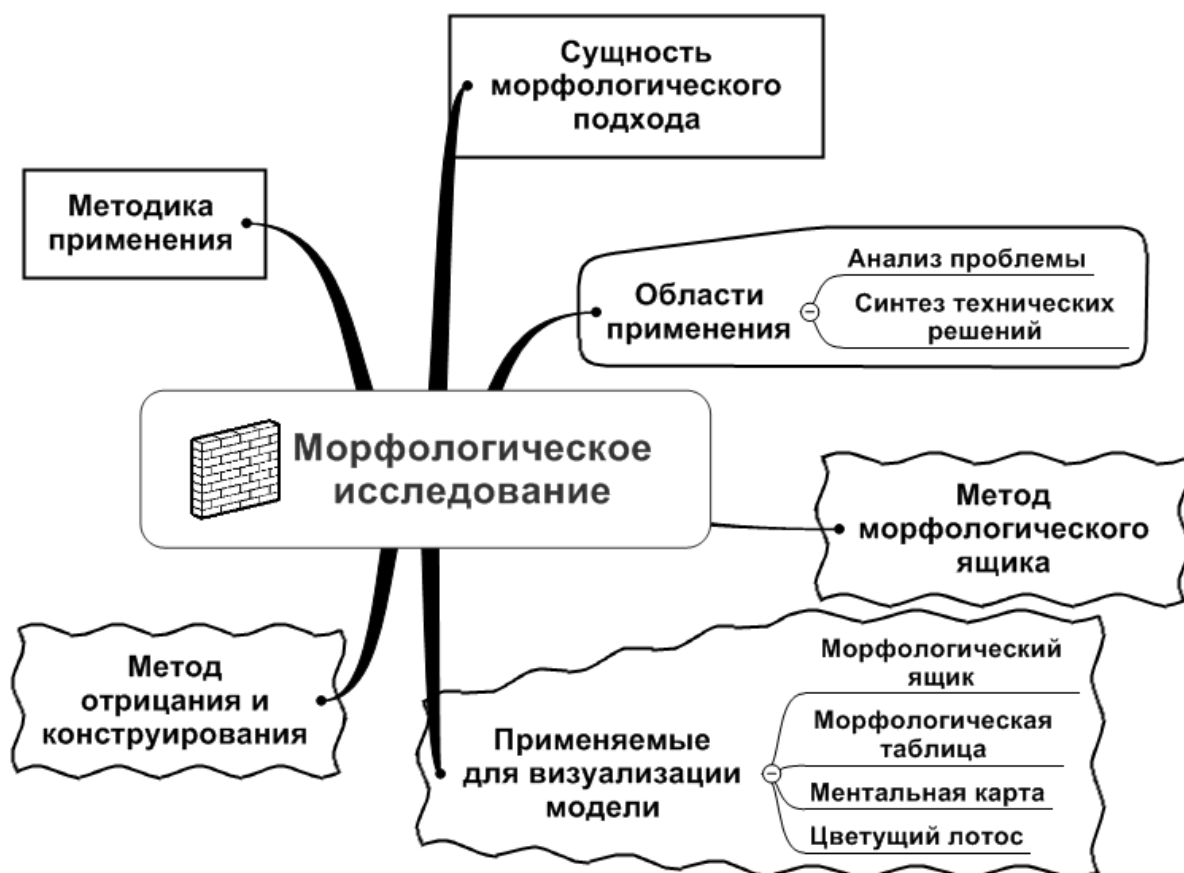


Рисунок 3 – Интеллект-карта морфологических исследований
[\[http://skachate.ru/astromoiya/1967/index.html\]](http://skachate.ru/astromoiya/1967/index.html)

Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические

и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций /.— Изд. 2-е.— М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013.— 304 с.

Методы структуризации

Для успешной подготовки решений особенно важно то, что метод структуризации позволяет расчленять сложную, трудноразрешимую задачу на совокупность относительно простых, для решения которых существуют проверенные приемы и методы.

Термин "дерево" предполагает использование иерархической структуры, полученной путем разделения общей цели на подцели. Для случаев, когда древовидный порядок строго по всей структуре не выдерживается, В. И. Глушков ввел понятие "прогнозного графа". Метод "дерева целей" ориентирован на получение относительно устойчивой структуры целей проблем, направлений. Для достижения этого при построении первоначального варианта структуры следует учитывать закономерности целеобразования и использовать принципы формирования иерархических структур.

При использовании метода «дерево целей» в качестве средства принятия решений часто вводят термин «дерево решений». При применении «дерева» для выявления и уточнения функций управления говорят о «дереве целей и функций». При структуризации тематики научно-исследовательской организации удобнее пользоваться термином «дерево проблемы», а при разработке прогнозов – термином «дерево направления развития (или прогнозирования развития)» или термином «прогнозный граф».

Метод «дерево целей» ориентирован на получение полной и относительно устойчивой структуры целей, проблем направлений, то есть такой структуры, которая на протяжении какого-то периода времени мало изменялась при неизбежных изменениях, происходящих в любой развивающейся системе. Для достижения этого при построении вариантов структуры следует учитывать закономерности целеобразования и использовать принципы и методики формирования иерархических структур целей и функций.

<http://www.studmed.ru/docs/document32873/content>

Методы типа «Дельфи»

Первоначально метод "Дельфи" был предложен как одна из процедур при проведении мозговой атаки и должен был помочь снизить влияние психологических факторов и повысить объективность оценок экспертов. Затем метод стал использоваться самостоятельно. Его основа – обратная связь, ознакомление экспертов с результатами предшествующего тура и учет этих результатов при оценке значимости экспертов.

Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учебное пособие. – М.: Проспект, 2012. – 176 с.

Методы типа «сценариев»

Метод «сценариев» предполагает подготовку группой специалистов специального текста, содержащего логическую последовательность событий и/или возможные варианты решения проблемы. Роль специалистов по системному анализу при подготовке сценариев состоит в следующем:

- помощь в выявлении общих закономерностей развития системы;
- анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на развитие системы и формулирование целей;
- анализ источников научно-технической информации;
- создание вспомогательных информационных фондов, способствующих решению имеющейся проблемы.

Баринов, В.А. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учебное пособие / В.А. Баринов, Л.С. Болотова; Под ред. В.Н. Волкова, А.А. Емельянов. – М.: ФиС, ИНФРА-М, 2012. – 848 с.

Методы типа «мозгового штурма» и выработки коллективных решений

Методы данного типа преследуют основную цель – поиск новых идей, их широкое обсуждение и конструктивную критику. Основная гипотеза заключается в предположении, что среди большого числа идей имеются, по меньшей мере, несколько хороших. При проведении обсуждений по исследуемой проблеме применяются следующие правила:

- сформулировать проблему в основных терминах, выделив единственный центральный пункт;
- не объявлять идею ложной и не прекращать исследование ни одной идеи;
- поддерживать идею любого рода, даже если ее уместность кажется вам в данное время сомнительной;
- оказывать поддержку и поощрение, чтобы освободить участников обсуждения от скованности.

При всей кажущейся простоте данные обсуждения дают неплохие результаты.

Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций /.— Изд. 2-е.— М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013.— 304 с.

Методы диалектической логики

Ориентиры разумного мышления, обеспечивающие развитие познания, его движение к истине, дает диалектическая логика. Диалектическая логика – это диалектика в действии, в ее применении к мышлению, познанию, практике. Диалектическая логика изучает способы мышления, обеспечивающие совпадение содержания знания с объектом,

т.е. достижение объективной истины. Таким образом, диалектическая логика существенно отличается от логики формальной и математической, которые, пользуясь методом формализации, исследуют формы мышления в отвлечении от его содержания и исторического развития. Диалектическая логика исследует именно содержательную сторону мышления в процессе его углубления в сущностные связи объекта. Она формулирует свои результаты в виде принципов развития мышления и познания.

К основным принципам диалектической логики относятся:

1. Всесторонность рассмотрения объекта.
2. Исторический подход к объекту, рассмотрение его в развитии.
3. Выделение главного (решающего) звена, определяющего характер объекта.
4. Выявление сущностных оснований объекта через раскрытие его коренных противоречий.
5. Конкретность истины.
6. Достижение развитой целостности объекта на основе диалектического синтеза.

<http://e-lib.kemtipp.ru/uploads/23/fp134.pdf>

Баринов, В.А. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учебное пособие / В.А. Баринов, Л.С. Болотова; Под ред. В.Н. Волкова, А.А. Емельянов. – М.: ФиС, ИНФРА-М, 2012. – 848 с.

Класс «Методы формализованного представления систем» включает такие методы, как:

Графические методы

Графики представляют собой масштабное изображение показателей, чисел с помощью геометрических знаков (линий, прямоугольников, кругов) или условно-художественных фигур). Графический способ не имеет в анализе самостоятельного значения, а используется для иллюстрации измерений. Для наглядного представления рекомендуется отображать в графической форме результаты факторного анализа. [<http://www.cfin.ru/management/controlling/fsa/bp.shtml>]

Долятовский В.А., Долятовская В.Н. Исследование систем управления – Учебно-практическое пособие. М.: Март, 2003, 256 с.

Семиотические методы

Как всякая научная методика, структурно-семиотический анализ перспективен в одних и ограничен в других направлениях, одни объекты для него более, а другие менее проницаемы. Само собой разумеется, что структурный анализ более всего подходит для синхронных описаний культурных объектов, относительно однородных и устойчивых к изменению во времени, и что он целесообразен прежде всего как инструмент изучения механизмов функционирования определенных идеологических или художественных систем как систем "работающих", в

известном отвлечении от их генезиса и от воздействия тех инфраструктурных факторов, которые приводят в конце концов к разрушению этих систем или их коренному преобразованию.

Мелетинский Е.М. Избранные статьи. Воспоминания /Отв. ред Е С Ноник М.:Российск. гос. гуманитар. ун-т, 1998. —576с

Лингвистические методы

Лингвистические методы можно разделить на когнитивные и семантико-стилистические подгруппы. Анализируются ментальный и языковой феномены. А также проводятся исследования языковых, текстовых или дискурсивных феноменов. В первом случае предметом внимания становится использование единиц, относящихся к тому или иному языковому уровню (лексика, фразеология, морфология, синтаксис). Наиболее заметны изменения в лексике и фразеологии. Каждый новый поворот в историческом развитии государства приводит к языковой "перестройке", создает свой лексико-фразеологический тезаурус, включающий также концептуальные метафоры и символы. Во втором случае предметом исследования становятся текстовые единицы: при таком подходе специалисты изучают жанровые особенности текстов, их композицию, средства связи между частями, текстовые средства акцентирования смыслов и т.п. В третьем случае единицами исследования становятся коммуникативные стратегии, тактики и роли.

Как правило, значимые единицы языка распределяются в речи не произвольно, а по определенным закономерностям, которые могут иметь детерминистический (логический, точно предсказуемый) или, что гораздо чаще, вероятностный характер. В основе обоих видов закономерностей распределения лежат семантические свойства языковых единиц. В свою очередь, эти семантические свойства подразделяются на общие грамматические и индивидуальные смысловые. В то время, как грамматическая сочетаемость подчиняется преимущественно детерминистическим правилам, лексическая сочетаемость определяется главным образом вероятностными правилами. Такой вид распределения слов в связном тексте, как совместная встречаемость, фактически полностью подчиняется вероятностным закономерностям.

Шалак В.И. Современный контент–анализ. Приложения в области: политологии, рекламы, социологии, экономики, культурологии: монография / В.И. Шалак. – М.: Омега-Л, 2009. – 272 с.

Логические методы

Логические методы исследования базируются на применении в процессе исследований формальной логики.

Формальная логика – наука о законах выводного знания, т.е. знания, полученного из ранее установленных и проверенных истин, без обращения в каждом конкретном случае к опыту, а только в результате применения законов и правил мышления. Формальная логика включает: традиционную логику; математическую логику.

Традиционная логика при получении новых (выводных) знаний использует следующие логические методы.

Анализ – логический метод расчленения целого на отдельные элементы с рассмотрением каждого из них в отдельности.

Синтез – объединение всех данных, полученных в результате анализа. Синтез не простое суммирование результатов анализа. Его задача состоит в мысленном воспроизведении основных связей между элементами анализируемого целого.

Индукция – процесс движения мысли от частного к общему, от ряда факторов к закону. Индуктивный прием обычно используется в тех случаях, когда на основе частного факта можно сделать вывод, установить взаимосвязь между отдельными явлениями и каким-либо законом.

Дедукция – процесс движения мысли от общего к единичному, от закона к отдельным его проявлениям.

Обобщение – метод научного познания, его можно рассматривать, как логический процесс перехода от единичного к общему, от менее общего к более общему знанию, установления общих свойств и признаков предметов, или как результат этого процесса: обобщенное понятие, суждение, закон, теория. Получение обобщенного знания означает более глубокое отражение действительности, проникновение в ее сущность. По мнению С.И. Ожегова, обобщить – сделать вывод, выразить основные результаты в общем положении, придать общее значение чему-либо. Обобщение тесно связано с абстрагированием

Абстрагирование – способность отвлечься от всей совокупности факторов и сосредоточить внимание на каком-либо одном вопросе.

Конкретизация – увязка того или иного явления с конкретными условиями обстановки. Конкретное понятие есть своего рода совокупность различных абстракций, или абстрактных понятий, отражающих определенные свойства, стороны и связи данного предмета. Конкретные понятия возникают в результате последовательного дополнения и уточнения, расширения и синтеза отдельных абстракций, отражающих различные стороны и связи конкретных вещей.

Аналогия (традукция) – прием, в котором из сходства двух явлений в одних условиях делается вывод о сходстве этих явлений в других условиях. В логике аналогия рассматривается как форма получения выводного знания, как умозаключение, в котором на основании сходства предметов в одних признаках делается вывод о сходстве этих предметов в других признаках. Метод аналогии широко используется в моделировании, так как модель – аналог объекта, изучаемого посредством моделирования.

Сравнение – установление сходства или различия явлений, процессов и объектов в целом или в каких-либо признаках. Сравнение – метод, позволяющий обнаружить тенденции общего хода процесса развития, вскрыть изменения, происходящие в развитии явления.

Математическая (символическая) логика возникла в результате применения к проблемам формальной логики строгих методов, сходных с теми, которые используются в математике. С помощью специального языка формул достигается адекватное описание логической структуры доказательства и осуществляется построение строгих логических теорий. Математическая логика базируется на логике высказываний (описание суждений) и ее расширении – логике предикатов (описание умозаключений).

http://www.e-college.ru/xbooks/xbook192/book/index/index.html?go=part-009*page.htm

Долятовский В.А., Долятовская В.Н. Исследование систем управления – Учебно-практическое пособие. М.: Март, 2003, 256 с.

Теоретико-множественные методы

Теоретико-множественные представления базируются на понятиях: множество, элементы множества и отношения на множествах. Сложную систему можно отобразить в виде совокупности разнородных множеств и отношений между ними и названием характеристического свойства (именем, отражающим это свойство) – например, множество А. В основе большинства теоретико-множественных преобразований лежит переход от одного способа задания множества к другому.

Во множестве могут быть выделены подмножества. Из двух и более множеств или подмножеств можно, установив отношения между их элементами, сформировать новое множество, состоящее из элементов, качественно отличающихся от элементов исходных множеств.

При теоретико-множественных представлениях можно вводить любые отношения. При конкретизации применяемых отношений и правил их использования можно получить одну из алгебр логики, один из языков математической лингвистики. Можно также создать язык моделирования сложных систем, который затем может развиваться как самостоятельное научное направление.

При применении теоретико-множественных представлений для отображения сложных систем и процессов в них наиболее общими формальными характеристиками являются абстрактные знаковые формулы, с помощью которых удобно отображать многоуровневое строение систем.

Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов : /.— М. : Юрайт, 2010 .— 678 с

Статистические методы

Это методы, в основе которых лежат отображения явлений и процессов с помощью случайных (стохастических) событий и их поведений, которые описываются соответствующими вероятностными характеристиками и статистическими закономерностями.

Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов : /.— М. : Юрайт, 2010 .— 678 с

Аналитические методы оптимизации

Аналитическими методами можно назвать методы, которые отображают реальные объекты и процессы в виде точек, совершающих какие-либо перемещения в пространстве или взаимодействующих между собой.

Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ : учебник для вузов : /.— М. : Юрайт, 2010 .— 678 с

Класс «Специальные методы постепенной формализации задачи» включает такие методы, как:

- имитационное динамическое моделирование;
- ситуационное моделирование;
- структурно-лингвистическое моделирование;
- когнитивный подход;
- формализация моделей принятия решений;
- информационный подход к анализу систем.

Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций /.— Изд. 2-е .— М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013 .— 304 с.

Одна из наиболее полных классификаций, базирующаяся на формализованном представлении систем, т.е. на математической основе, включает следующие методы:

- аналитические (методы как классической математики, так и математического программирования);
- статистические (математическая статистика, теория вероятностей, теория массового обслуживания);
- теоретико-множественные, логические, лингвистические, семиотические (рассматриваемые как разделы дискретной математики);
- графические (теория графов и пр.).

Классу плохо организованных систем соответствует в представленной классификации статистические представления. Для класса самоорганизующихся систем наиболее подходящими являются модели дискретной математики и графические модели, а также их комбинации.

Прикладные классификации ориентированы на экономико-математические методы и модели и в основном определяются функциональным набором задач, решаемых системой.

3.2 Этапы системного анализа

Основные этапы системного анализа по В.С. Симанкову [32] представлены в Приложение А рисунок А1 и А2. Представлены эти этапы в технологии IDEF0, которая будет изложена в разделе 4.

Схема системного анализа, ориентированного на интеграцию с когнитивными технологиями [32] представлена в Приложении А рисунок А3.

Этапы когнитивного анализа по В.И. Максимову и Е.К. Корноушенко [32] приведены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Этапы когнитивного анализа

Пример методики системного анализа системы

за основу взята методика, описанная в книге Качала В. В. *Основы теории систем и системного анализа* : /.— [2-е изд., испр.] .— М. : Горячая линия – Телеком, 2012 .— 210 с.

Предлагается следующий перечень процедур системного анализа, который может быть рекомендован специалистам по информационным системам.

1. Определить границы исследуемой системы. Выделить исследуемую систему из окружающей среды.

1.1 Определить объект исследования.

1.2 Цель, для реализации которой формируется система.

1.3 Субъект наблюдения («наблюдатель»), формирующий систему.

1.4 Входные и выходные переменные, отражающие взаимосвязь системы с окружающей средой.

2. Определить все надсистемы, в которые входит исследуемая система в качестве части.

2.1 Иерархичность. Любую систему можно представить в виде иерархического образования. Более высокий иерархический уровень объединяет элементы нижестоящего и оказывает на них направляющее воздействие.

2.2 Полисистемность. Любой объект окружающего мира принадлежит в качестве элемента одновременно многим системам и его следует изучать в качестве составной части многих систем.

2.3 Определить перечень заинтересованных лиц:

– заказчика, который ставит проблему, заказывает и оплачивает системный анализ,

– лица, принимающие решения, от полномочий которых непосредственно зависит решение проблемы,

– участников, как активных, т. е., тех, чьи действия потребуются при решении проблемы, так и пассивных — тех, на ком скажутся последствия решения проблемы (положительным или отрицательным образом),

– самого системного аналитика и его сотрудников, главным образом для того, чтобы предусмотреть возможность минимизации его влияния на остальных заинтересованных лиц — своеобразная мера безопасности.

Можно для наглядности построить таблицу

№ п. п	Заинтересованное лицо	В чем заинтересовано?	Какие изменения хотят внести?	Почему хотят внести?	Степень влияния

3. Определить основные черты и направления развития всех надсистем, которым принадлежит данная система, а в частности, сформулировать их цели и противоречия между ними.

Можно для наглядности построить таблицу.

4. Определить роль исследуемой системы в каждой надсистеме, рассматривая эту роль как средство достижения целей надсистемы.

Следует рассмотреть идеализированную, ожидаемую роль системы с точки зрения надсистемы, т.е. функции, которые следовало бы выполнять, чтобы реализовать цели надсистемы, и реальную роль системы в достижении целей надсистемы.

5. Выявить состав системы, т.е. определить части, из которых она состоит.

Изобразить схематично.

6. Определить структуру системы, представляющую собой совокупность связей между ее компонентами.

Изобразить схематично.

7. Определить функции активных элементов системы, их «вклад» в реализацию роли системы.

Принципиально важным является гармоническое, непротиворечивое сочетание функций разных элементов системы. Эта проблема особенно актуальна для подразделений, недостаточно подчиненных общему замыслу.

8. Выявить причины, объединяющие отдельные части в систему, в целостность.

Интегрирующие факторы. Исходным первичным интегрирующим фактором является цель. Цель в любой сфере деятельности представляет собой сложное сочетание различных противоречивых интересов. В пересечении подобных интересов, в своеобразной их комбинации заключается истинная цель. Всестороннее познание ее позволяет судить о степени устойчивости системы, о ее непротиворечивости, целостности, предвидеть характер ее дальнейшего развития.

9. Определить все возможные связи, коммуникации системы с внешней средой.

Необходимо познать такие системы во внешней среде, которым принадлежат компоненты исследуемой системы.

10. Рассмотреть исследуемую систему в динамике, в развитии.

Для глубокого понимания любой системы нельзя ограничиваться рассмотрением коротких промежутков времени ее существования и развития. Целесообразно по возможности исследовать всю ее историю, выявить причины, побудившие создать эту систему, определить иные системы, из которых она выросла и строилась. Также важно изучать не только историю системы или динамику ее нынешнего состояния, но и попытаться, используя специальные приемы, увидеть развитие системы в будущем, т.е. спрогнозировать ее будущее состояние, проблемы, возможности.

Целесообразно многократно возвращаться в ходе исследования к каждой из описанных процедур. Рассматривать ее влияние на остальные параметры.

?

Задание по третьему разделу

1. Определить методику системного анализа для исследования «своей» системы.
2. Провести системный анализ по заданным преподавателем параметрам, используя приведенную в разделе методику.
3. Составить сравнительную таблицу методов, использующихся в системном анализе, по следующим критериям, как показано в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Характеристика методов, применяемых для системного анализа

Название метода	Описание метода	Плюсы метода	Минусы метода	Когда следует использовать этот метод? В сочетании с какими методами, группами методов?

ИФ

«Целое объясняется свойствами его составляющих»

Галилео Галилей.

4 МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

*Материалы раздела написаны на основе работы Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 188 с.
<http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/papers.html>*

В методологии системного анализа, как было рассмотрено выше, заложены два основных принципа:

- принцип детализации;
- принцип иерархического упорядочивания.

Понимание этих принципов, знание предметной области и общей логики научного анализа вполне достаточно для решения прикладных задач системного анализа.

Эти принципы воплощаются в разбиении исследуемого процесса на функциональные блоки – подпроцессы, а также декомпозиции требующих детализации подпроцессов. Эта детализация реализуется в иерархических структурах. Это разбиение выполняется в графической форме по определенным правилам, которые известны для всех.

Рассмотрим графические формы представления процессов известными методологиями, которые также позволяют анализировать эти процессы:

- IDEF0–технология структурного анализа и проектирования. Согласно этой технологии анализируемый процесс представляется в виде совокупности множества взаимосвязанных действий, работ (Activities), которые взаимодействуют между собой на основе определенных правил (Control), с учетом потребляемых информационных, человеческих и производственных ресурсов (Mechanism), имеющих четко определенный вход (Input) и не менее четко определенный выход (Output);

- IDEF3–технология сбора данных, необходимых для проведения структурного анализа системы, дополняющая технологию IDEF0. С помощью этой технологии уточняется процесс, анализируется очередность выполнения функций и бизнес-процессов в целом, что не делается с помощью IDEF0. Логика технологии IDEF3 позволяет строить и анализировать альтернативные сценарии развития изучаемых бизнес-процессов (модели типа "Что – если?");

- DFD (Data Flow Diagram) – структурный анализ потоков данных. Диаграммы DFD позволяют описать процесс обмена информацией между элементами изучаемой системы, что нельзя проанализировать с помощью технологий IDEF0 и IDEF3. DFD отображает источники и адресаты данных, идентифицирует процессы и группы данных, связывающие в потоки одну функцию с другой, а также, что важно,

определяет накопители (хранилища) данных, которые используются в исследуемом процессе;

– IDEF5–технология онтологического описания данных. Методология IDEF5 обеспечивает наглядное представление данных, полученных в результате обработки онтологических запросов в простой естественной графической форме.

4.1 Методология функционального моделирования IDEF0

Методология функционального моделирования IDEF0 – это технология описания системы в целом как множества взаимозависимых действий или функций. Для исследования системы или процесса применяем функциональную направленность IDEF0 – функции системы исследуются независимо от объектов, которые обеспечивают их выполнение. Пример типовой диаграммы IDEF0 приведен в Приложении А, рисунок А4.

Технология IDEF0 применяется как технология исследования и проектирования систем на логическом уровне. Используется на ранних этапах разработки проекта, до IDEF3 моделирования для сбора данных и моделирования процесса "как есть". Результаты IDEF0 анализа могут применяться при проведении проектирования с использованием моделей IDEF3 и диаграмм потоков данных.

4.1.1 Синтаксис и семантика моделей IDEF0

Модели IDEF0. Графическая нотация IDEF0 лаконична, она содержит только два обозначения: блоки и стрелки со строгими и четко определенными рекомендациями, что служит для построения качественной и понятной модели системы, показаны на рисунке 5.

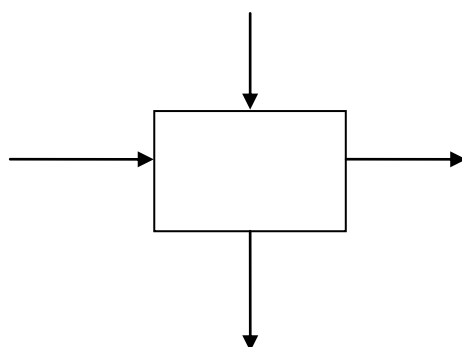


Рисунок 5 – Два обозначения: блоки и стрелки

Первый шаг при построении модели IDEF0 заключается в определении назначения модели – набора вопросов, на которые должна отвечать модель. Например, для приведенной на рисунке А4 Приложения А модели: Какие действия надо совершить, чтобы провести индивидуальную работу со студентами?

Границы моделирования предназначены для обозначения ширины охвата предметной области и глубины детализации и являются логическим продолжением уже определенного назначения модели. Как читающий модель, так и непосредственно ее автор должны понимать степень детальности ответов на поставленные в назначении модели вопросы. Например, для осуществления индивидуальной работы со студентами куратора необходимо проводить кураторские часы, организовывать внеучебный досуг, определять проблемы студентов и помогать в их решении, тестировать и анкетировать студентов.

Следующим шагом указывается предполагаемая целевая аудитория, для нужд которой создается модель. Зачастую от выбора целевой аудитории зависит уровень детализации, с которым должна создаваться модель. В нашем случае целевая аудитория – кураторы студенческих групп.

Прежде чем строить модель надо собрать весь исходный материал о предмете моделирования, определить, какие дополнительные материалы и (или) техническая документация для понимания модели могут быть необходимы целевой аудитории, какие язык и стиль изложения являются наиболее подходящими.

Под точкой зрения понимается перспектива, с которой наблюдалась система при построении модели. Точка зрения выбирается таким образом, чтобы учесть уже обозначенные границы моделирования и назначение модели. Однажды выбранная точка зрения остается неизменной для всех элементов модели. При необходимости могут быть созданы другие модели, отображающие систему с других точек зрения. Вот несколько примеров точек зрения при построении моделей: студент, куратор, администрация, преподаватель.

Действия. Как было сказано выше, в графической нотации IDEF0 существуют два обозначения: блок и стрелки. В блоках описывается действие, которое называется функцией. Действие направлено на обработку или перевод входных параметров (сырье, информацию и т.п.) в выходные. Поскольку модели IDEF0 представляют систему как множество иерархических (вложенных) функций, в первую очередь должна быть определена функция, описывающая систему в целом – контекстная функция.

Функции изображаются на диаграммах как поименованные прямоугольники, или функциональные блоки. Имена функций в IDEF0 подбираются с использованием глаголов или отглагольных существительных. Именовывать функции нужно кратко, точно, отражать процесс (или систему) с точки зрения выбранного персонажа.

Пример функционального блока приведен на рисунке А5 в Приложении А.

IDEF0 модель есть иерархическое множество вложенных блоков. Основным контекстным блоком (рисунок А5 Приложение А) декомпозирован

на составляющие его блоки на рисунке А4 Приложение А. «Декомпозицию часто ассоциируют с моделированием "сверху вниз", однако это не совсем верно. Функциональную декомпозицию корректнее определять как моделирование "снаружи вовнутрь", в котором мы рассматриваем систему наподобие луковицы, с которой последовательно снимаются слои» [29].

Границы и связи. Второе обозначение – стрелки имеют также конкретные назначения. Блоки помимо названия имеют описание, которое должно включать в себя описание того, что на входе и выходе, т.е. объектов, которые блок потребляет или преобразует ("вход") и создает в результате своей работы ("выход").

В IDEF0 также моделируются управление и механизмы исполнения. Под управлением понимаются объекты, воздействующие на способ, которым блок преобразует вход в выход. Механизм исполнения – объекты, которые непосредственно выполняют преобразование входа в выход, но не потребляются при этом сами по себе.

Для отображения категорий информации, присутствующих на диаграммах IDEF0, существует аббревиатура ICOM, отображающая четыре возможных типа стрелок:

- I (Input) – вход – нечто, что потребляется в ходе выполнения процесса;
- C (Control) – управление – ограничения и инструкции, влияющие на ход выполнения процесса;
- O (Output) – выход – нечто, являющееся результатом выполнения процесса;
- M (Mechanism) – исполняющий механизм – нечто, что используется для выполнения процесса, но не потребляется само по себе.

Рисунок 6 показывает четыре возможных типа стрелок в IDEF0, каждый из типов соединяется со своей стороной функционального блока.



Рисунок 6 – Типы стрелок и направления их соединения со своей стороной функционального блока

Для названия стрелок, как правило, употребляются имена существительные. Описание стрелки может представлять собой

профессии, законы, места, вещи, информацию или события. Как и в случае с функциональными блоками, присвоение имен всем стрелкам на диаграмме является только необходимым условием для понимания читателем сути изображенного. Отдельное описание каждой стрелки в текстовом виде может оказаться критическим фактором для построения точной и полезной модели.

Стрелки входа. Вход представляет собой сырье, или информацию, потребляемую или преобразуемую функциональным блоком для производства выхода. Стрелки входа всегда направлены в левую сторону прямоугольника, обозначающего в IDEF0 функциональный блок. Входные стрелки на диаграмме могут отсутствовать, так как возможно, что некоторые блоки ничего не преобразуют и не изменяют. Примером блока, не имеющего входа, может служить "принятие решения руководством", где для принятия решения анализируется несколько факторов, но ни один из них непосредственно не преобразуется и не потребляется в результате принятия какого-либо решения.

Стрелки управления. Стрелки управления отвечают за регулирование того, как и когда выполняется функциональный блок, и, если он выполняется, какой выход получается в результате его выполнения. Так как управление контролирует поведение функционального блока для обеспечения создания желаемого выхода, каждый функциональный блок должен иметь, как минимум, одну стрелку управления. Стрелки управления всегда входят в функциональный блок сверху.

Управление часто существует в виде правил, инструкций, законов, политики организации, набора необходимых процедур или стандартов. Влияя на работу блока, оно непосредственно не потребляется и не трансформируется в результате. Однако, может оказаться, что целью функционального блока является как раз изменение того или иного правила, инструкции, стандарта и т.п. В этом случае стрелка, содержащая соответствующую информацию, должна рассматриваться не как управление, а как вход функционального блока.

Управление можно рассматривать как специфический вид входа. В случаях, когда неясно, относить ли стрелку к входу или к управлению, предпочтительно относить ее к управлению до момента, пока неясность не будет разрешена.

Стрелки выхода. Выход – это продукция или информация, получаемая в результате работы функционального блока. Каждый блок должен иметь, как минимум, один выход. Действие, которое не производит никакого четко определяемого выхода, не должно моделироваться вообще (по меньшей мере, должно рассматриваться в качестве одного из первых кандидатов на исключение из модели).

При моделировании непроизводственных предметных областей выходами, как правило, являются данные, в каком-либо виде

обрабатываемые функциональным блоком. В этом случае важно, чтобы названия стрелок входа и выхода были достаточно различимы по своему смыслу. Например, блок "Выявление проблем студентов" может иметь стрелку "Информация об успеваемости" как на входе, так и на выходе. В такой ситуации входящую стрелку можно назвать "Предварительная информация об успеваемости", а исходящую – "Корректированная информация об успеваемости".

Стрелки механизма исполнения. Механизмы являются ресурсом, который непосредственно исполняет моделируемое действие. С помощью механизмов исполнения могут моделироваться ключевой персонал, техника и (или) оборудование. Стрелки механизма исполнения могут отсутствовать в случае, если оказывается, что они не являются необходимыми для достижения поставленной цели моделирования.

Не смотря на то, что было отмечена возможность отсутствия стрелок входа и механизмов, желательно наличие всех четырех стрелок.

4.2 Диаграммы

На рисунке А4 Приложение А была представлена типовая диаграмма IDEF0 вместе с находящейся на ее полях служебной информацией. Служебная информация состоит из хорошо выделенных верхнего и нижнего колонтитулов (заголовка и "подвала"). Элементы заголовка используются для отслеживания процесса создания модели. Элементы "подвала" отображают наименование модели, к которой относится диаграмма, и показывают ее расположение относительно других диаграмм модели.

Все элементы заголовка диаграммы перечислены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Элементы заголовка диаграммы IDEF0

Поле	Назначение
USED AT	Используется для отражения внешних ссылок на данную диаграмму (заполняется на печатном документе вручную)
Author, date, project	Содержит ФИО автора диаграммы, дату создания, дату последнего внесения изменений, наименование проекта, в рамках которого она создавалась
Notes 1 ... 10	При ручном редактировании диаграмм пользователи могут зачеркивать цифру каждый раз, когда они вносят очередное исправление
Status	Статус отражает состояние разработки или утверждения данной диаграммы. Это поле используется для реализации формального процесса публикации с шагами пересмотра и утверждения
Working	Новая диаграмма, глобальные изменения или новый автор для существующей диаграммы

Продолжение Таблицы 4.1

Поле	Назначение
Draft	Диаграмма достигла некоторого приемлемого для читателей уровня и готова для представления на утверждение
Recommended	Диаграмма одобрена и утверждена. Какие-либо изменения не предвидятся
Publication	Диаграмма готова для окончательной печати и публикации
Reader	ФИО читателя
Date	Дата знакомства читателя с диаграммой
Context	Набросок расположения функциональных блоков на родительской диаграмме, на котором подсвечен декомпозируемый данной диаграммой блок. Для диаграммы самого верхнего уровня (контекстной диаграммы) в поле помещается контекст TOP

Все элементы «подвала» диаграммы перечислены в табл. 4.2

Таблица 4.2. Элементы «подвала» диаграммы IDEF0

Поле	Назначение
Node	Номер диаграммы, совпадающий с номером родительского функционального блока
Title	Имя родительского функционального блока
Number (еще называют C-Number)	Уникальный идентификатор данной версии данной диаграммы. Таким образом, каждая новая версия данной диаграммы будет иметь новое значение в этом поле. Как правило, C-Number состоит из инициалов автора (которые предполагаются уникальными среди всех аналитиков проекта) и последовательного уникального идентификатора, например SDO005. При публикации эти номера могут быть заменены стандартными номерами страниц. Если диаграмма замещает другую диаграмму, номер заменяемой диаграммы может быть заключен в скобки – SDO005 (SDO004). Это обеспечивает хранение истории изменений всех диаграмм модели

4.3 Построение моделей

Прежде чем приступить к созданию модели необходимо определить целесообразность этого построения.



Выбранное определение цели моделирования должно отвечать на следующие вопросы:

- Почему моделируется именно этот процесс?
- Что позволит выявить модель?
- Какая реакция может последовать при анализе этой модели?

– Как могут быть применимы результаты моделирования?

Следует отметить, что технология IDEF0 позволяет провести анализ процесса на основе диаграмм, которые наглядно показывают функциональные блоки. Однако, как и в случае с определением цели моделирования, четкое определение точки зрения необходимо для обеспечения внутренней целостности модели и предотвращения постоянного изменения ее структуры. Может оказаться необходимым построение моделей с разных точек зрения для детального отражения всех особенностей выделенных в системе функциональных блоков.

Границы моделирования имеют два компонента: ширину охвата и глубину детализации. Ширина охвата обозначает внешние границы моделируемой системы. Глубина детализации определяет степень подробности, с которой нужно проводить декомпозицию функциональных блоков.

Чтобы облегчить правильное определение границ моделирования при разработке моделей IDEF0, существенные усилия затрачиваются на разработку и рецензирование контекстной диаграммы IDEF0 (диаграммы «самого верхнего» уровня). Иногда даже прибегают к построению дополнительной диаграммы для отображения уровня, более высокого, чем контекстный, для данной модели, что позволяет обозначить систему, внутри которой располагается объект для моделирования.

Существенные затраты на разработку контекстной диаграммы вполне оправданы, поскольку она является своего рода «точкой отсчета» для остальных диаграмм модели и вносимые в нее изменения каскадом отражаются на все лежащие ниже уровни.

Когда границы моделирования понятны, становятся ясными и причины, по которым некоторые объекты системы не вошли в модель.

Выбор наименования контекстного блока

Рекомендуемой последовательностью действий при построении модели «с нуля» являются: формулирование цели моделирования, выбор точки зрения, определение границ моделирования. Наименование контекстного блока – функционального блока самого высокого уровня – обобщает определение границ моделирования.

Правила подбора имени для контекстного блока в целом не отличаются от общих правил наименования функциональных блоков, поэтому для них обычно подбирают обобщающие названия, типа «Управление отделом по работе с клиентами», «Обработка заказов» и т.п.

Определение стрелок на контекстной диаграмме. Рекомендуется проектировать стрелки диаграмм IDEF0 в следующем порядке: выход, вход, механизм исполнения, управление. Каждый функциональный блок обозначает отдельную функцию, и эта функция часто имеет ясно и кратко описываемые результаты работы.

Наличие неясностей при анализе выходов того или иного функционального блока – возможный сигнал необходимости проведения реинжиниринга рассматриваемого бизнес-процесса.

Определение выходов. После идентификации возможных выходов полезно провести анализ модели на предмет покрытия ею всех возможных сценариев поведения процесса. Это означает, что если существует вероятность возникновения той или иной ситуации в ходе процесса, модель отражает возможность возникновения такой ситуации.

Многие начинающие аналитики забывают отразить негативные результаты работы функциональных блоков. Например, блок «Провести экзамен по дисциплине» определенно произведет поток сдавших экзамен, но вполне правомерно ожидать и потока лиц, не сдавших экзамен. Негативные результаты часто используются в качестве обратных связей, анализ на их наличие должен проводиться для каждого блока. Важным также является необходимость включения в модель спорных стрелок, принятие решения, о наличии которых в модели, вполне можно переложить на плечи рецензирующих модель экспертов.

Определение входов. Входы можно рассматривать как особым образом преобразуемые функциональными блоками для производства выхода сырье или информацию. В производственных отраслях определить, как входное сырье преобразуется в готовую продукцию, обычно довольно просто. Однако при моделировании информационных потоков входной поток данных может представляться не потребляемым и не обрабатываемым вообще. Как было отмечено выше, случаи, когда входящие и исходящие стрелки называются в точности одинаково, крайне редки и в основном указывают на бесполезность данного блока для системы в целом или на некорректный выбор имени для исходящей стрелки.

Определение механизмов исполнения. После создания входов и выходов можно приступить к рассмотрению механизмов исполнения, или ресурсов, относящихся к функциональному блоку. В понятие механизма исполнения входят персонал, оборудование, информационные системы и т.п. Например, функциональный блок «Сформировать отчет» может потребовать использования какого-либо персонала, например куратора. При сборке декораций потребуются как персонал, так и специальный инструмент.

Определение управления. Должно быть определено управление, контролирующее ход работы функционального блока. Все функциональные блоки в IDEF0 должны иметь хотя бы одно управление. Например, функциональному блоку «Сформировать отчет» может в качестве управления быть стрелка «Правила оформления отчета». В случаях, когда не ясно, относить ли стрелку к входу или к управлению, следует ее рисовать как управление. Важно помнить, что управление можно рассматривать как особую форму входа функционального блока.

Когда контекстная диаграмма представляется завершенной, попробуйте задать следующие вопросы:

Обобщает ли диаграмма моделируемый бизнес-процесс?

Согласуется ли диаграмма с границами моделирования, точкой зрения и целью моделирования?

Подходит ли выбранный уровень детализации стрелок для контекстного блока?



Правило. Обычно на контекстной диаграмме рекомендуется рисовать не более шести стрелок каждого типа.

Нумерация блоков и диаграмм. Все функциональные блоки IDEF0 нумеруются. В номерах допускается использование префиксов произвольной длины, но в подавляющем большинстве моделей используется префикс А. Номер блока проставляется за префиксом. Контекстный блок всегда имеет номер АО.

Префикс повторяется для каждого блока модели. Номера используются для отражения уровня декомпозиции, на котором находится блок. Блок АО декомпозируется в блоки А1, А2, А3 и т.д. А1 декомпозируется в А11, А12, А13 и т.д. А11 декомпозируется в А111, А112, А113 и т.д. Для каждого уровня декомпозиции в конец номера добавляется одна цифра.

Связь между диаграммой и ее родительским функциональным блоком. Функциональный блок декомпозируется, если необходимо детально описать его работу. При декомпозиции блока полезно рассмотреть его жизненный цикл, это поможет определить функциональные блоки получающейся "дочерней" диаграммы.

При моделировании IDEF0 важно иметь в виду, что граница дочерней диаграммы есть граница родительского функционального блока. Это означает, что вся работа выполняется блоками самого нижнего уровня. В отличие от иерархии, применяемой в структурном программировании, блоки верхнего уровня не являются субъектами управления для блоков нижнего уровня. Это означает, что в IDEF0 «дети» – это те же объекты, что и их «родители», только показанные с большей детализацией.

При необходимости дальнейшей детализации отдельных процессов могут быть использованы диаграммы IDEF3.

Другие диаграммы IDEF0. В дополнение к контекстным диаграммам и диаграммам декомпозиции при разработке и представлении моделей могут применяться другие виды IDEF0-диаграмм.

Для более полного представления действий функционального блока можно создать отдельные модели IDEF3 для каждого из этих действий, что будет описано дальше.

Итак, методология функционального моделирования IDEF0 – это технология описания системы в целом как множества взаимозависимых действий, или функций. IDEF0 имеет функциональную направленность.

Однако в технологии IDEF0 – функции системы исследуются независимо от объектов, которые обеспечивают их выполнение. Одной из основных идей моделей IDEF0 является построение двух видов моделей: "как есть" и "как должно быть". Это нужно при проведении реинжиниринга бизнес-процессов организации. Кроме того, IDEF0 обеспечивает удобный язык обмена информацией о моделируемой системе. Моделировать деловой процесс в IDEF0 можно исходя из различных перспектив и временных рамок. С функциональной точки зрения можно абстрагироваться от проблем физической реализации модели.

4.4 Методология описания бизнес-процессов IDEF3

IDEF3 – способ описания процессов, позволяющий описать процесс в виде упорядоченной последовательности действий, событий с учетом объектов, имеющих непосредственное отношение к процессу.

Технология IDEF3 позволяет качественно проводить структурный анализ системы, что очень важно при системном анализе системы или процесса. Эта технология показывает временную последовательность действий в процессе, что не отражается в других технологиях. Технология хорошо приспособлена для сбора данных, требующихся для проведения того или иного действия. Также ее отличает от большинства технологий моделирования бизнес-процессов отсутствие жестких синтаксических или семантических ограничений, которые влияют на описание неполных или нецелостных систем. «Кроме того, автор модели (системный аналитик) избавлен от необходимости смешивать свои собственные предположения о функционировании системы с экспертными утверждениями в целях заполнения пробелов в описании предметной области» [29]. На рис. 7 изображен пример описания процесса с использованием методологии IDEF3.

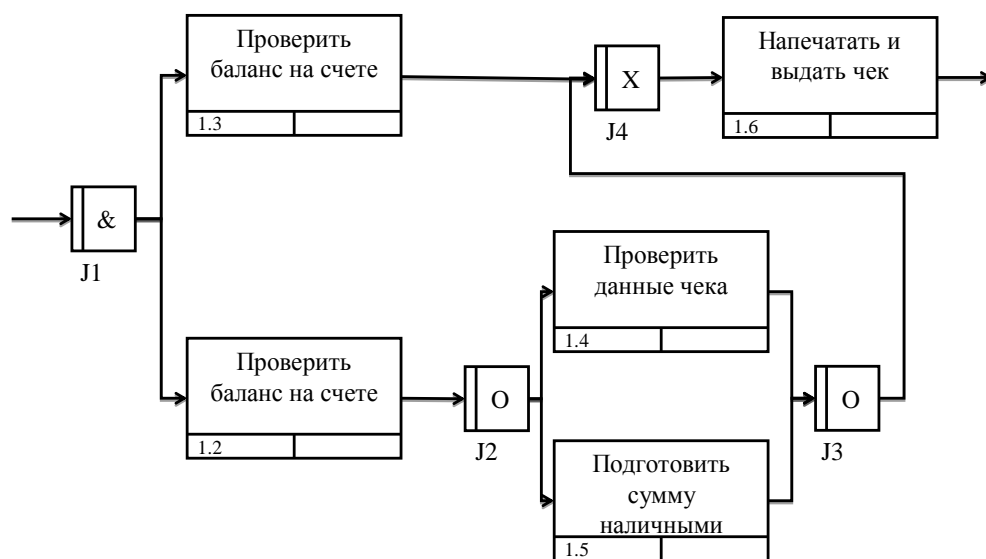


Рисунок 7 – Описание процесса в методологии IDEF3

4.4.1 Синтаксис и семантика моделей IDEF3

Основой модели IDEF3 служит сценарий процесса, который описывает последовательность действий или подпроцессов анализируемой системы. Поскольку сценарий определяет назначение и границы модели системы, необходимо тщательно проводить подбор наименования для обозначения действий. Для подбора необходимого имени применяются стандартные рекомендации по предпочтительному использованию глаголов и отглагольных существительных. Например, "Изготовление декораций для спектакля" или "Изменить топологию интеграционной системы нового поколения". Как уже указывалось ранее, важно определить, через кого, через какое «действующее лицо» будет рассматриваться процесс. Точка зрения для большинства моделей должна быть явным образом документирована. Обычно это название набора должностных обязанностей человека, являющегося источником информации о моделируемом процессе.

Для системного аналитика также важно понимание цели моделирования – набора вопросов, ответами на которые будет служить модель, границ моделирования (какие части системы войдут в модель, а какие не будут в ней отображены) и целевой аудитории (для кого разрабатывается модель) [29].

Диаграммы. Главной организационной единицей модели IDEF3 является диаграмма, отражающая взаимную последовательность диаграмм внутри модели. Информационное наполнение диаграмм должно быть таким, чтобы каждая из них была самостоятельной и в то же время понятной специалисту.

Единица работы. Действие. Аналогично другим технологиям моделирования действие, или в терминах IDEF3 "единица работы" (Unit of Work – UOW) – другой важный компонент модели. В диаграммах IDEF3 отображают действие в виде прямоугольника. Действия именуются с использованием глаголов или отглагольных существительных, каждому из действий присваивается уникальный идентификационный номер.



Правило: идентификационный номер не используется повторно, даже если в процессе построения модели действие удаляется.



Рисунок 8 – Изображение и нумерация действия в диаграмме IDEF3

В диаграммах IDEF3 номер действия обычно предваряется номером его родителя (рис. 8).

Связи. Связи определяют существенные взаимоотношения между действиями.



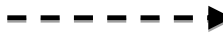


Правило: Все связи в IDEF3 являются однонаправленными.

Стрелка связи может начинаться или заканчиваться на любой стороне блока, обозначающего действие. Но следует помнить, что диаграммы IDEF3 обычно организовываются слева направо таким образом, что стрелки начинаются на правой и заканчиваются на левой стороне блоков. В табл. 4.3 приведены три возможных типа связей.

Связь типа "Временное предшествование". Как видно из названия, связи этого типа отражают, что исходное действие должно полностью завершиться, прежде чем начнется выполнение конечного действия. Связь должна быть поименована таким образом, чтобы специалисту, просматривающему модель, была понятна причина ее появления. Во многих случаях завершение одного действия инициирует начало выполнения другого, как показано на рис. 7.

Таблица 4.3. Типы связей в модели IDEF3

Изображение	Название	Назначение
	Временное предшествование (Temporal precedence)	Исходное действие должно завершиться прежде, чем конечное действие сможет начаться.
	Объектный поток (Object flow)	Выход исходного действия является входом конечного действия. Из этого, в частности, следует, что исходное действие должно завершиться прежде, чем конечное действие сможет начаться.
	Нечеткое отношение (Relationship)	Вид взаимодействия между исходным и конечным действиями задается аналитиком отдельно для каждого случая использования такого отношения.

Соединения. Завершение одного действия может инициировать начало выполнения сразу нескольких других действий, или, наоборот, определенное действие может требовать завершения нескольких других действий для начала своего выполнения. Соединения разбивают или соединяют внутренние потоки и используются для описания ветвления процесса.

1 Разворачивающие соединения используются для разбиения потока. Завершение одного действия вызывает начало выполнения нескольких других.

2 Сворачивающие соединения объединяют потоки. Завершение одного или нескольких действий вызывает начало выполнения только одного другого действия.

В таблице 4.4 приведены три типа соединений и их описания.

Таблица 4.4. Типы соединений в модели IDEF3




Графическое обозначение	Название	Вид	Правила инициации
&	Соединение "И"	Разворачивающее	Каждое конечное действие обязательно иницируется
		Сворачивающее	Каждое исходное действие обязательно должно завершиться
X	Соединение "Эксклюзивное ИЛИ"	Разворачивающее	Одно и только одно конечное действие иницируется
		Сворачивающее	Одно и только одно исходное действие должно завершиться
O	Соединение "ИЛИ"	Разворачивающее	Одно (или более) конечное действие иницируется
		Сворачивающее	Одно (или более) исходное действие должно завершиться

Примеры разворачивающих и сворачивающих соединений приведены на рис. 9.



Рисунок 9 – Два вида соединений

Таблица 4.5. Синхронные соединения модели IDEF3

Графическое обозначение	Тип	Вид	Правила инициации
	И	Разворачивающее	Все действия начнутся одновременно
		Сворачивающее	Все действия закончатся одновременно
	ИЛИ	Разворачивающее	Может быть, несколько действий начнутся одновременно
		Сворачивающее	Может быть, несколько действий закончатся одновременно
	Эксклюзивное ИЛИ	Разворачивающее	Одновременное начало действий невозможно
		Сворачивающее	Одновременное окончание действий невозможно

! **Правило:** синхронное разворачивающее соединение не обязательно должно иметь парное себе сворачивающее соединение.

Очень редко начинающиеся одновременно действия оканчиваются также одновременно. Также возможны ситуации синхронного окончания асинхронно начавшихся действий. Зрители, направляющиеся в театр, начинают свое действие из разных точек города, разными маршрутами, но спектакль смотреть они начинают одновременно.

! **Правило:** все соединения на диаграммах должны быть парными.

! **Правило:** типы соединений вовсе не обязательно должны совпадать.

Из этого правила следует, что любое разворачивающее соединение имеет парное себе сворачивающее.

На рис. 10 разворачивающее "И"-соединение имеет парное сворачивающее "ИЛИ"-соединение. Соединение J2 интерпретируется следующим образом: после включения пожарной сигнализации и (или) вызова пожарных и (или) начала тушения производится запись в журнал.

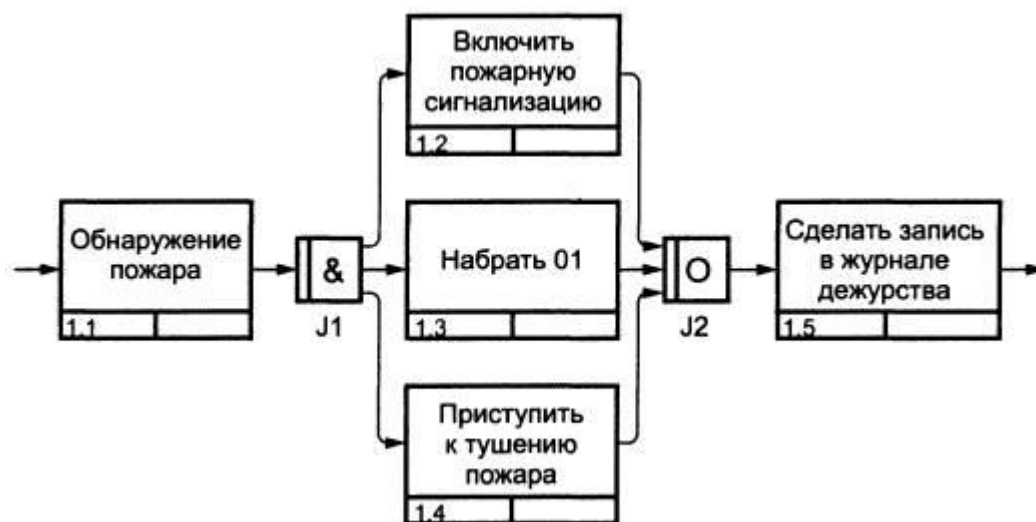


Рисунок 10 – Пример комбинации двух типов соединений

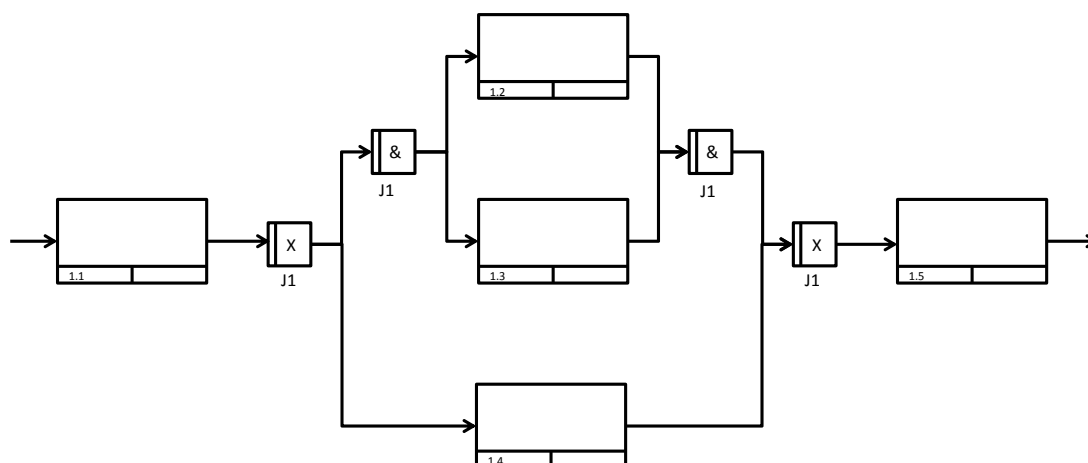


Рисунок 11 – Диаграмма IDEF3 с комбинацией соединений

Комбинации соединений. Соединения могут комбинироваться для создания более сложных правил ветвления (рис. 11). Комбинации соединений следует использовать с осторожностью, поскольку перегруженные ветвлением диаграммы могут оказаться сложными для восприятия.

Указатели – это специальные символы, которые ссылаются на другие разделы описания процесса. Они выносятся на диаграмму для привлечения внимания читателя к каким-либо важным аспектам модели.

Указатель изображается на диаграмме в виде прямоугольника, похожего на изображение действия. Имя указателя обычно включает его тип (например, ОБЪЕКТ, UOB и т.п.) и идентификатор.

Декомпозиция действий. Действия в IDEF3 могут быть декомпозированы, или разложены на составляющие, для более детального анализа. Декомпозировать действие можно несколько раз. Это позволяет документировать альтернативные потоки процесса в одной модели.

Таблица 4.6. Типы указателей модели IDEF3

Тип указателя	Назначение
ОБЪЕКТ (OBJECT)	Для описания того, что в действии принимает участие какой-либо заслуживающий отдельного внимания объект
ССЫЛКА (GOTO)	Для реализации цикличности выполнения действий. Указатель ССЫЛКА может относиться и к соединению
ЕДИНИЦА ДЕЙСТВИЯ (Unit of Behavior – UOB)	Для помещения на диаграмму дополнительного экземпляра уже существующего действия без заикливания. Например, если действие "Подсчет наличных" выполняется несколько раз, в первый раз оно создается как действие, а последующие его появления на диаграмме оформляются указателями UOB
ЗАМЕТКА (NOTE)	Для документирования любой важной информации общего характера, относящейся к изображенному на диаграммах. В этом смысле ССЫЛКА служит альтернативой методу помещения текстовых заметок непосредственно на диаграммах
УТОЧНЕНИЕ (Elaboration – ELAB)	Для уточнения или более подробного описания изображенного на диаграмме. Указатели УТОЧНЕНИЕ обычно используются для описания логики ветвления у соединений

Для корректной идентификации действий в модели с множественными декомпозициями схема нумерации действий расширяется и наряду с номерами действия и его родителя включает в себя порядковый номер декомпозиции. Например, в номере действия 1.2.5: 1 – номер родительского действия, 2 – номер декомпозиции, 5 – номер действия.

Определение сценария, границ моделирования, точки зрения.

Перед тем как попросить экспертов предметной области подготовить описание моделируемого процесса, должны быть документированы границы моделирования, чтобы экспертам была понятна необходимая глубина и полнота требуемого от них описания. Кроме того, если точка зрения аналитика на процесс отличается от обычной точки зрения для эксперта, это должно быть ясно и аккуратно описано.

Вполне возможно, что эксперты не смогут сделать приемлемое описание без применения формального опроса автором модели. В таком случае автор должен заранее приготовить набор вопросов таким же образом, как журналист заранее подготавливает вопросы для интервью.

Определение действий и объектов. Результатом работы экспертов обычно является текстовый документ, описывающий интересующий аналитика круг вопросов. В дополнение к нему может иметься письменная документация, позволяющая пролить свет на природу изучаемого процесса. Вне зависимости от того, является ли информация текстовой или вербальной, она анализируется и разделяется частями речи для идентификации списка действий (глаголы и отглагольные существительные), составляющих процесс, и объектов (имена существительные), участвующих в процессе.

В некоторых случаях возможно создание графической модели процесса в присутствии экспертов. Такая модель также может быть разработана после сбора всей необходимой информации, что позволяет не отнимать время экспертов на детали форматирования получающихся диаграмм.



Таким образом, методология IDEF3 – это методология моделирования, предназначенная для обеспечения структурированного подхода к описанию бизнес-процесса как упорядоченной последовательности событий одновременно с описанием любых участвующих в бизнес-процессе объектов и относящихся к ним правил.

Создание диаграмм потоков работ – техника, хорошо подходящая для сбора данных о системе и применяющаяся как часть структурного подхода к анализу и проектированию системы. В отличие от других методов моделирования бизнес-процессов, IDEF3 требует строгого использования синтаксиса и семантики во избежание получения неполного или противоречивого описания системы.

Диаграммы IDEF3 применяются:

- для улучшения понимания результатов моделирования бизнес-процессов;
- для определения момента окончания моделирования;
- для сбора информации о схеме работы моделируемой компании.

Построение моделей IDEF3 иногда позволяет упростить функциональное моделирование системы по методологии IDEF0, что позволяет использовать ее как удобный способ анализа потенциальных усовершенствований системы. Диаграммы IDEF3 обеспечивают дискретность моделирования процесса, что может использоваться для контроля за ходом выполнения работ.

4.5 Структурный анализ потоков данных (DFD – Data Flow Diagrams)

4.5.1 Назначение диаграмм потоков данных

Диаграммы потоков данных моделируют систему как набор действий, соединенных друг с другом стрелками. Диаграммы потоков данных могут содержать два новых типа объектов:

объекты, собирающие и хранящие информацию – хранилища данных;

объекты, моделирующие взаимодействие с теми частями системы (или другими системами), которые выходят за границы моделирования – внешние сущности.

На рис. 12 приведен внешний вид диаграммы потоков данных.

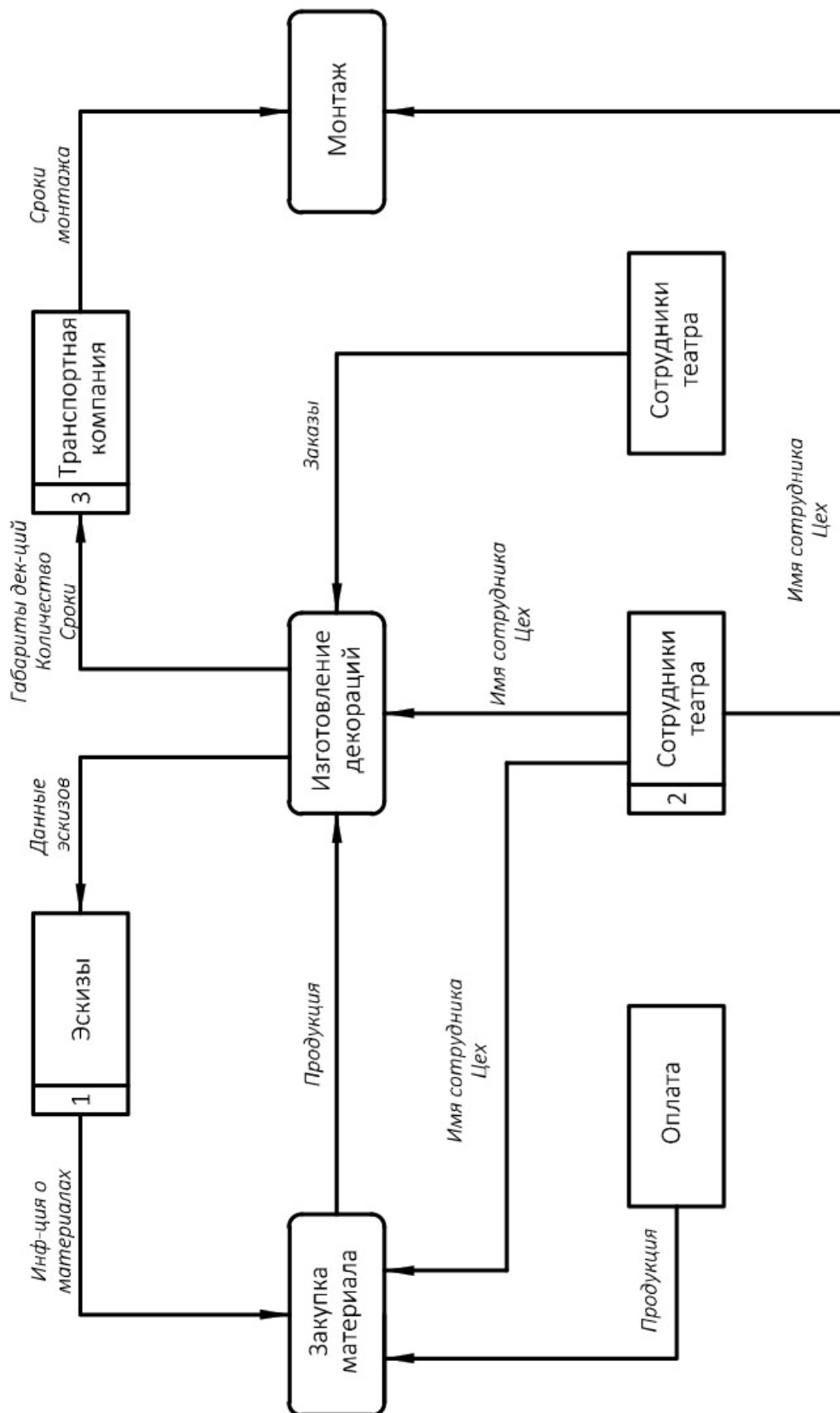


Рисунок 12 – Пример диаграммы DFD вставить рисунок пришлю
вместо этого

В отличие от стрелок в IDEF0, которые иллюстрируют отношения, стрелки в DFD показывают, как объекты (включая и данные) реально перемещаются от одного действия к другому. Это представление потока вместе с хранилищами данных и внешними сущностями обеспечивает отражение в DFD-моделях физических характеристик системы:

- движение объектов (потoki данных),
- хранение объектов (хранилища данных),
- источники и потребители объектов (внешние сущности).

4.5.2 Синтаксис и семантика диаграмм потоков данных

В отличие от IDEF0, рассматривающего систему как множество взаимопересекающихся действий, в названиях объектов DFD-диаграмм преобладают имена существительные. Контекстная DFD-диаграмма может представлять собой один функциональный блок и нескольких внешних сущностей. Тогда функциональный блок обычно имеет имя, совпадающее с именем всей системы (рис. 13).

Добавление на диаграмму внешних ссылок не изменяет фундаментального требования, что модель должна строиться с единственной точки зрения и должна иметь четко определенные цель и границы, что уже обсуждалось ранее.



Рисунок 13 – Контекстная диаграмма DFD

Функциональные блоки. Функциональный блок DFD моделирует некоторую функцию, которая преобразует какое-либо сырье в какую-либо продукцию (или, в терминах IDEF, вход в выход). Хотя функциональные блоки DFD и изображаются в виде прямоугольников с закругленными

углами, они почти идентичны функциональным блокам IDEF0 и действиям IDEF3. Как и действия IDEF3, функциональные блоки DFD имеют входы и выходы, но не имеют управления и механизма исполнения как IDEF0.

Внешние сущности. Внешние сущности обеспечивают необходимые входы для системы и/или являются приемниками для ее выходов. Одна внешняя сущность может одновременно предоставлять входы (функционируя как поставщик) и принимать выходы (функционируя как получатель). Внешние сущности изображаются как прямоугольники и обычно размещаются у краев диаграммы.

! **Правило:** одна внешняя сущность может быть размещена на одной и той же диаграмме в нескольких экземплярах.

Этот прием полезно применять для сокращения количества линий, соединяющих объекты на диаграмме.

Стрелки (потоки данных). Стрелки описывают передвижение (поток) объектов от одной части системы к другой. Поскольку все стороны обозначающего функциональный блок DFD прямоугольника равнозначны (в отличие от IDEF0), стрелки могут начинаться и заканчиваться в любой части блока. В DFD также используются двунаправленные стрелки, которые нужны для отображения взаимодействия между блоками (например, диалога типа приказ – результат выполнения). На рис. 14 двунаправленная стрелка обозначает взаимный обмен информацией между департаментами информационного сопровождения и маркетинга и рекламы.

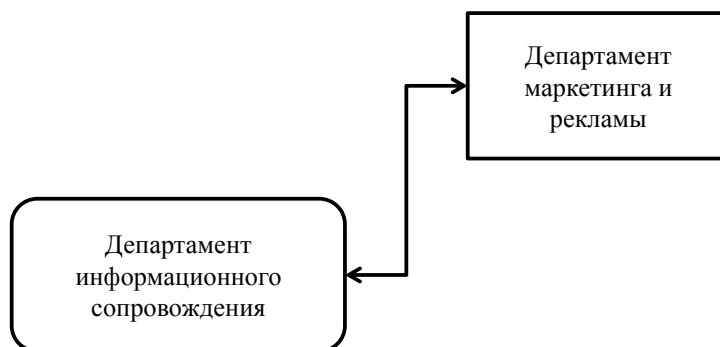


Рисунок 14 – Двунаправленный поток между блоком и внешней сущностью

Хранилища данных. В то время как потоки данных представляют объекты в процессе их передвижения, хранилища данных моделируют их во всех остальных состояниях. При моделировании производственных систем хранилищами данных служат места временного складирования, где хранится продукция на промежуточных стадиях обработки. В информационных системах хранилища данных представляют любой механизм, который поддерживает хранение данных для их промежуточной

обработки. На рис. 15 приведен пример обозначения хранилища данных на DFD-диаграммах.

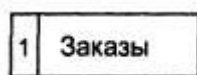


Рисунок 15 – Обозначение хранилища данных на DFD-диаграмме

Ветвление и объединение. Стрелки на DFD-диаграммах могут быть разбиты (разветвлены) на части, и при этом каждый получившийся сегмент может быть переименован таким образом, чтобы показать декомпозицию данных, переносимых данным потоком (рис. 16).

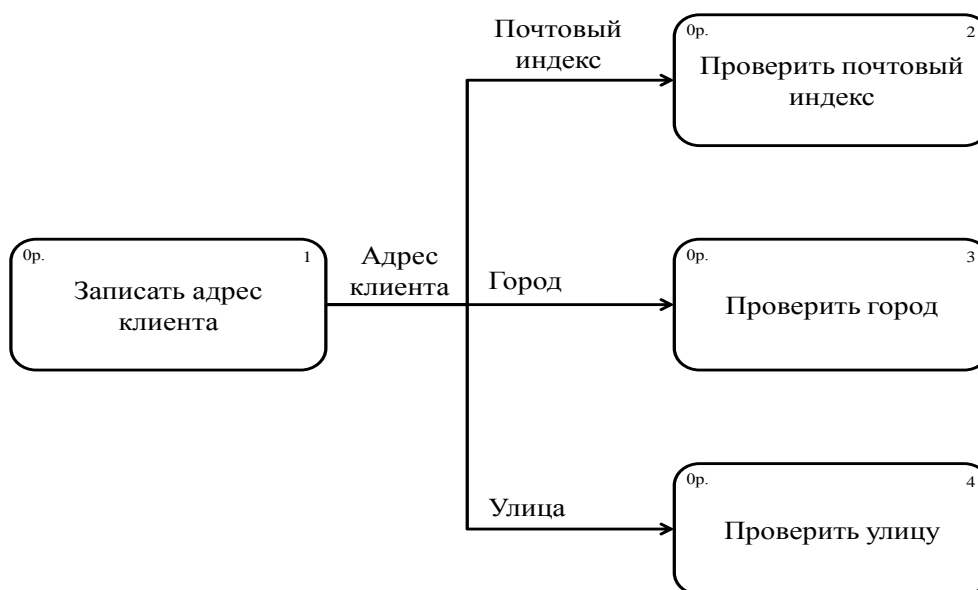


Рисунок 16 – Разветвление стрелки, иллюстрирующее декомпозицию данных

Стрелки могут и соединяться между собой (объединяться) для формирования так называемых комплексных объектов.

4.5.3 Построение диаграмм потоков данных

В работе [29] рассматриваются два подхода к построению DFD-моделей. Диаграммы DFD можно строить с использованием подхода, аналогичного структурному методу анализа и проектирования, применяемому в IDEF0. Вначале строится модель физической реализации реальной системы, которая используется пользователями в настоящее время. Затем создается логическая модель текущего состояния системы для моделирования основных требований существующей системы. После этого создается новая логическая модель для отражения основных параметров предлагаемой разрабатываемой системы. Наконец, создается

новая физическая модель, реализующая логическую модель новой системы.

В настоящее время при разработке информационных систем завоевывает все большую популярность альтернативный подход, известный как разделение событий, в котором для моделирования системы строится несколько моделей DFD. Вначале строится логическая модель, отображающая систему как набор действий и описывающая, что должна делать система. Затем строится модель окружения, описывающая систему как объект, отвечающий на события, порождаемые внешними сущностями. Такая модель обычно состоит из описания назначения системы, одной диаграммы контекстного уровня и списка событий. Контекстная диаграмма содержит один функциональный блок, представляющий систему в целом, и внешних сущностей (окружения), с которыми система взаимодействует [29].

На заключительном этапе создается модель поведения, показывающая, как система обрабатывает те или иные события. Эта модель начинается с единственной диаграммы с одним функциональным блоком на каждый ответ системы на событие, описанное в модели окружения. Хранилища данных в модели поведения используются для моделирования данных, которые должны сохраняться в промежутках между обработкой событий. Поток применяется для соединения элементов диаграмм между собой и для проверки согласованности моделей поведения и окружения.

Итак, диаграммы потоков данных (DFD) обеспечивают удобный способ описания передаваемой информации как между частями моделируемой системы, так и между системой и внешним миром. Это качество определяет область применения DFD – они используются для создания моделей информационного обмена организации, например модели документооборота. Кроме того, различные вариации DFD широко применяются при построении корпоративных информационных систем.

Стрелки в DFD показывают, как объекты (данные) фактически взаимодействуют между собой. Это представление, объединяющее хранимые в системе данные и внешние для системы объекты, дает DFD-моделям большую гибкость для отображения физических характеристик системы, таких, как проблемы обмена данными, разработка схем их хранения и обработки.

Методология IDEF3 – это методология моделирования, предназначенная для обеспечения структурированного подхода к описанию бизнес-процесса как упорядоченной последовательности событий одновременно с описанием любых участвующих в бизнес-процессе объектов и относящихся к ним правил.

Создание диаграмм потоков работ – техника, хорошо подходящая для сбора данных о системе и применяющаяся как часть структурного подхода к анализу и проектированию системы. В отличие от других

методов моделирования бизнес-процессов, IDEF3 требует строгого использования синтаксиса и семантики во избежание получения неполного или противоречивого описания системы.

Диаграммы IDEF3 применяются:

- для улучшения понимания результатов моделирования бизнес-процессов;
- для определения момента окончания моделирования;
- для сбора информации о схеме работы моделируемой компании.

Построение моделей IDEF3 иногда позволяет упростить функциональное моделирование системы по методологии IDEF0 и получило заслуженное признание как довольно удобный способ анализа потенциальных усовершенствований системы. Диаграммы IDEF3 обеспечивают дискретность моделирования процесса, что может использоваться для контроля за ходом выполнения работ. Временная шкала использования разных методологий моделирования показана на рис. 17.

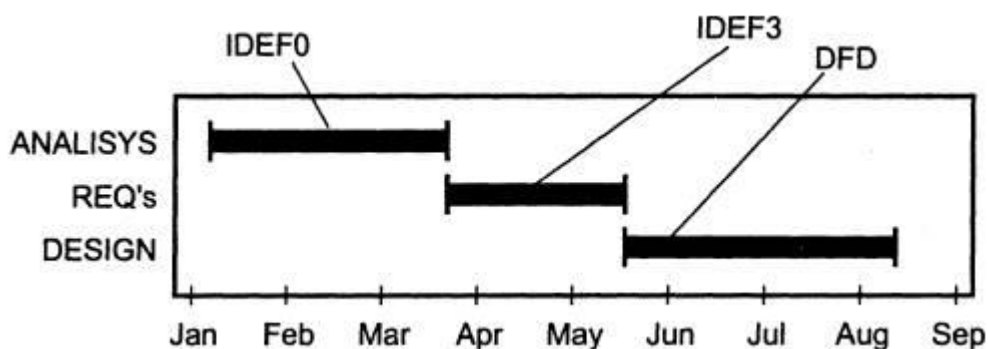


Рисунок 17 – Временная шкала использования разных методологий моделирования

4.6 Стандарт онтологического исследования IDEF5

Параграф написан по материалам работ Бабак В.Ф., Рыженко И.Н. Совершенствование методологии проектирования информационных систем. <http://emanual.ru/download/1638.html>; Верников Г. Стандарт онтологического исследования IDEF5 / <http://www.itrealty.ru>

Стандарт онтологического исследования IDEF5 (INTEGRATED DEFinition) представитель семейства государственных стандартов США IDEFx включающих 14 стандартов, представляющих методологии исследования систем в различных отраслях знаний [32].

Исторически, понятие онтологии появилось в одной из ветвей философии, называемой метафизикой, которая изучает устройство реального мира. Основной характерной чертой онтологического анализа является, в частности, разделение реального мира на составляющие и классы объектов (at its joints) и определение их онтологий, или же

совокупности фундаментальных свойств, которые определяют их изменения и поведение. Таким образом, естественная наука представляет собой типичный пример онтологического исследования. Например, атомная физика классифицирует и изучает свойства наиболее фундаментальных объектов реального мира, таких как элементарные частицы, а биология, в свою очередь, описывает характерные свойства живых организмов, населяющих планету.

Однако фундаментальные и естественные науки не обладают достаточным инструментарием для того, чтобы полностью охватить область, представляющую интерес для онтологического исследования. Например, существует большое количество сложных формаций или систем, созданных и поддерживаемых человеком, таких как производственные фабрики, военные базы, коммерческие предприятия и т.д. Эти формации представляют собой совокупность взаимосвязанных между собой объектов и процессов, в которых эти объекты тем или иным образом участвуют. Онтологическое исследование подобных сложных систем позволяет накопить ценную информацию об их работе, результаты анализа которой будут иметь решающее мнение при проведении процесса реорганизации существующих и построении новых систем.

Методология IDEF5 обеспечивает наглядное представление данных, полученных в результате обработки онтологических запросов в простой естественной графической форме.

4.6.1 Основные принципы онтологического анализа

Онтологический анализ обычно начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов. Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими введенным терминам понятиями. В дальнейшем мы не будем делать различия между понятиями и терминами. Результатом этого анализа является онтология системы, или же совокупность словаря терминов, точных их определений взаимосвязей между ними.

Таким образом, онтология включает в себя совокупность терминов и правила, согласно которым эти термины могут быть скомбинированы для построения достоверных утверждений о состоянии рассматриваемой системы в некоторый момент времени. Кроме того, на основе этих утверждений, могут быть сделаны соответствующие выводы, позволяющие вносить изменения в систему, для повышения эффективности её функционирования.

В любой системе существует две основные категории предметов восприятия, такие как сами объекты, составляющие систему (физические и интеллектуальные) и взаимосвязи между этими объектами,

характеризующие состояние системы. В терминах онтологии, понятие взаимосвязи, однозначно описывает или, другими словами, является точным дескриптором зависимости между объектами системы в реальном мире, а термины – являются, соответственно, точными дескрипторами самих реальных объектов.



Таким образом, онтология представляет собой некий словарь данных, включающий в себя терминологию и модель поведения системы.

Процесс построения онтологии, согласно методологии IDEF5 состоит из пяти основных действий:

1. Изучение и систематизирование начальных условий. Это действие устанавливает основные цели и контексты проекта разработки онтологии, а также распределяет роли между членами проекта
2. Сбор и накопление данных. На этом этапе происходит сбор и накопление необходимых начальных данных для построения онтологии
3. Анализ данных. Эта стадия заключается в анализе и группировке собранных данных и предназначена для облегчения построения терминологии.
4. Начальное развитие онтологии. На этом этапе формируется предварительная онтология, на основе отобранных данных.
5. Уточнение и утверждение онтологии – заключительная стадия процесса.

При построении онтологии, в первую очередь происходит создание списка или базы данных дескрипторов и с помощью них, если их набор достаточен, создается модель системы. Таким образом, на начальном этапе должны быть выполнены следующие задачи:

1. Создание и документирования словаря терминов.
2. Описание правил и ограничений, согласно которым на базе введенной терминологии формируются достоверные утверждения, описывающие состояние системы.
3. Построение модели, которая на основе существующих утверждений, позволяет формировать необходимые дополнительные утверждения.

Что мы имеем в виду под необходимыми дополнительными утверждениями? Дело в том, что при рассмотрении каждой системы существует огромное количество утверждений, достоверно отображающих ее состояние в различных разрезах, а построенная онтологическим способом модель должна выбирать из них наиболее полезные для эффективного рассмотрения в том или ином контексте. Дополнительно, эта модель помогает описывать поведение объектов и соответствующее изменение взаимосвязей между ними, или, другими словами, поведение системы.

Таким образом, онтология представляет собой некий словарь данных, включающий в себя и терминологию, и модель поведения системы.

4.6.2 Язык описания онтологий в IDEF5

Для поддержания процесса построения онтологий в IDEF5 существуют специальные онтологические языки: **схематический язык (Schematic Language-SL)** и **язык доработок и уточнений (Elaboration Language-EL)**. SL является наглядным графическим языком, специально предназначенным для изложения компетентными специалистами в рассматриваемой области системы основных данных в форме онтологической информации. Этот несложный язык позволяет естественным образом представлять основную информацию в начальном развитии онтологии и дополнять существующие онтологии новыми данными. EL представляет собой структурированный текстовый язык, который позволяет детально характеризовать элементы онтологии.

Язык SL позволяет строить разнообразные типы диаграмм и схем в IDEF5. Основная цель всех этих диаграмм – наглядно и визуально представлять основную онтологическую информацию.

Таблица 4.7 – Схематические графические изображения IDEF5

Обозначения классов, отдельных элементов	Обозначение взаимосвязей и изменения состояния	Обозначение процессов, соединений и перекрестков
<p>Обозначение класса:</p>  <p>Обозначение отдельного элемента:</p> 	<p>Обозначение первичных взаимосвязей:</p> <p>1) Взаимосвязь многие со многими</p>  <p>2) Взаимосвязь двух классов</p>  <p>Обозначение вторичных взаимосвязей между двумя классами:</p>  <p>Обозначения изменения состояния:</p> <p>1) Медленное изменение</p>  <p>2) Быстрое изменение</p>  <p>3) Мгновенное изменение</p> 	<p>Обозначение процесса</p>  <p>Обозначение соединений:</p>    <p>Обозначение перекрестков:</p> 

Несмотря на кажущееся сходство, семантика и обозначения схематического языка SL существенно отличается от семантики и обозначений других графических языков. Дело в том, что часть элементов графической схемы SL может быть изменен или вовсе не приниматься во

внимание языком EL. Причина этого состоит в том, что основной целью применения SL является создание лишь вспомогательной структурированной конструкции онтологии, и графические элементы SL не несут достаточной информации для полного представления и анализа системы, тем самым они не предназначены для сохранения при конечном этапе проекта. Тщательный анализ, обеспечение полноты представления структуры данных, полученных в результате онтологического исследования, являются задачей применения языка EL.

4.6.3 Виды схем и диаграмм IDEF5

Как правило, наиболее важные и заметные зависимости между объектами всегда являются преобладающими, когда конкретные люди высказывают свои знания и мнения, касающиеся той или иной системы. Подобные взаимосвязи явным образом описываются языками IDEF5. Всего существует четыре основных вида схем, которые наглядно используются для накопления информации об онтологии в достаточно прозрачной графической форме.

Диаграмма классификации. Диаграмма классификации обеспечивает механизм для логической систематизации знаний, накопленных при изучении системы. Существует два типа таких диаграмм:

диаграмма строгой классификации (Description Subsumption – DS)

диаграмма естественной или видовой классификации (Natural Kind Classification – НКК).

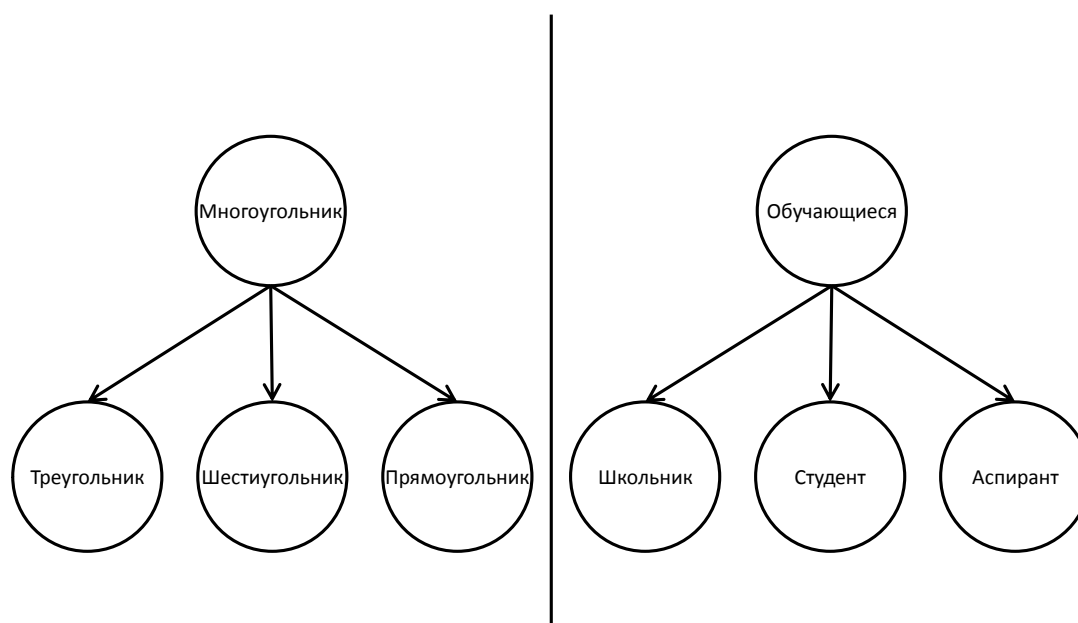


Рисунок 18 – Виды диаграмм IDEF5: диаграмма строгой классификации (слева) и диаграмма естественной классификации (справа)

Основное отличие диаграммы DS заключается в том, что определяющие свойства классов высшего и всех последующих уровней

являются необходимым и достаточным признаком принадлежности объекта к тому или иному классу. На рисунке 18 приведен пример такой диаграммы, построенной на основе тривиальной возможности классификации многоугольников по количеству углов.

Из геометрии известно точное математическое определение многоугольника, суть определяющих свойств родительского класса. Определяющим свойством каждого дочернего класса дополнительно является количество углов в многоугольнике. Очевидно, зная это определяющее свойство для любого многоугольника, можно однозначно отнести его к тому или иному дочернему классу. С помощью диаграмм DS, как правило, классифицируются логические объекты.

Диаграммы естественной классификации или же диаграммы НКС, наоборот, не предполагают того, что свойства класса являются необходимым и достаточным признаком для принадлежности к ним тех или иных объектов. В этом виде диаграмм определение свойств класса является более общим. Пример такой диаграммы также приведен на рис.18.

Композиционная схема. Композиционные схемы (Composition Schematics) являются механизмом графического представления состава классов онтологии и фактически представляют собой инструменты онтологического исследования по принципу "Что из чего состоит". В частности, композиционные схемы позволяют наглядно отображать состав объектов, относящихся к тому или иному классу. На рисунке 19 изображена композиционная схема шариковой ручки, относящейся к классу шариковых *автоматических* ручек. В данном случае шариковая ручка является системой, к которой применяем методы онтологического исследования. С помощью композиционной схемы можно наглядно документировать, что авторучка состоит из нижней и верхней трубки,

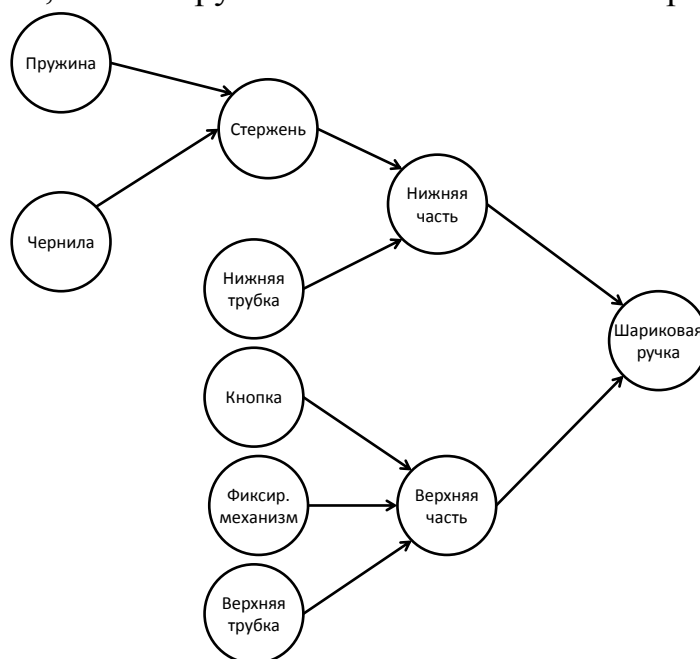


Рисунок 19 – Пример композиционной схемы

нижняя трубка в свою очередь включает в себя кнопку и фиксирующий механизм, а верхняя трубка включает в себя стержень и пружину.

Схема взаимосвязей. Схемы взаимосвязей (Relation Schematics) позволяют разработчикам визуализировать и изучать взаимосвязи между различными классами объектов в системе. В некоторых случаях схемы взаимосвязей используются для отображения зависимостей между самими же классовыми взаимосвязями. Мотивацией для развития подобной возможности послужило то тривиальное правило, что все вновь разработанные концепции всегда базируются на уже существующих и изученных. Это тесно согласуется с теорией Новака и Гоуэна (Novak & Gowin, 1984), суть которой в том, что изучение любой системы часто происходит от частного к общему, то есть, происходит изыскание и исследование новой частной информации, влияющее на конечные характеристики более общей концепции, к которой эта информация имела прямое отношение. Исходя из этой гипотезы, естественным образом изучения новой или плохо понимаемой взаимосвязи является соотнесение ее с достаточно изученной взаимосвязью, для исследования характеристик их сосуществования.

Диаграмма состояния объекта. Диаграмма состояния объекта (Object State Schemantic) позволяет документировать тот или иной процесс с точки зрения изменения состояния объекта. В происходящих процессах могут произойти два типа изменения объекта: объект может поменять свое состояние или класс. Между этими двумя видами изменений по сути не существует принципиальной разницы: объекты, относящиеся к определенному классу К в начальном состоянии в течение процесса могут просто перейти к его дочернему или просто родственному классу. Например, полученная в процессе нагревания теплая вода, уже относится не к классу ВОДА, а к его дочернему классу ТЕПЛАЯ ВОДА. Однако при формальном описании процесса, во избежание путаницы, целесообразно разделять оба вида изменений, и для такого разделения используется обозначения следующего вида: "класс: состояние". Например, теплая вода будет описываться следующим образом: "вода: теплая", холодная – "вода: холодная" и так далее. Таким образом, диаграммы состояния в IDEF5 наглядно представляют изменения состояния или класса объекта в течение всего хода процесса. Пример такой диаграммы приведен на рис.20.

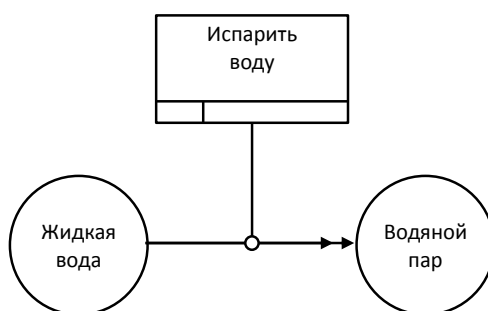


Рисунок 20 – Пример диаграммы состояния

Суммируя вышеизложенное, еще раз отметим, что строение и свойства любой системы могут быть эффективно исследованы и задокументированы при помощи следующих средств: словаря терминов, используемых при описании характеристик объектов и процессов, имеющих отношение к рассматриваемой системе, точных и однозначных определений всех терминов этого словаря и классификации логических взаимосвязей между этими терминами.

Набор этих средств, по сути, и является онтологией системы, а стандарт IDEF5 предоставляет структурированную методологию, с помощью которой можно наглядно и эффективно разрабатывать, поддерживать и изучать эту онтологию.

?

Вопросы по четвертому разделу.

1. Когда и для чего используют технологии IDEF0, IDEF3, DFD?
2. Расскажите о синтаксисе и структуре технологий IDEF0.
3. Расскажите о синтаксисе и структуре технологий IDEF3.
4. Расскажите о синтаксисе и структуре технологий DFD.
5. Что из себя представляет онтология?
6. Назовите типы онтологических диаграмм.

ИФ

Вопрос о научном подходе к управлению сложными системами впервые в конкретном виде был поставлен А. М Ампером (1735 – 1876) в его работе «Исследование философии наук, или аналитическое изложение классификации всех человеческих знаний», в которой была выделена наука об управлении государством, названная кибернетикой [36].

ИФ

Полноценные системные идеи появились вместе с возникновением новой науки – социологии. Так, французский мыслитель Огюст Конт (1851-1854) одним из первых социологов широко применял термины «социальная система» для обозначения социальной реальности наряду с терминами «общество», «социальный организм», «социальные явления», «социальное существование» и т.п. [36].

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина "Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем" относится к общепрофессиональному модулю базовой части дисциплин по направлениям подготовки магистров «Информационные системы и технологии», «Прикладная информатика», «Интеллектуальные системы в гуманитарной среде». На нее отводится 144 часа, что составляет 4 зачетные единицы. Эти часы распределяются на лекции – 16 часов, на лабораторные работы – 68 часов и самостоятельную работу магистрантов – 60 часов.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основ теории систем, их развития, приобретенные в бакалавриате, умения применять математическое моделирование и теорию принятия решений, использовать техническую документацию к программным системам и стандартам в области программирования интеллектуальных систем.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математическое моделирование и теория принятия решений», «Методология организации проектирования и разработки информационных систем» и служит основой для освоения дисциплин вариативной части.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС	Всего часов
1	Системы и процессы. Общесистемные закономерности. Классификации систем	4	16	0	16	36
2	Методы и модели в системном анализе. Методология системного анализа.	4	18	0	14	36
3	Математические и эвристические методы системного анализа. Интеллектуальные методы и системы поддержки принятия решений.	4	16	0	16	36
4	Методы и инструментальные средства моделирования информационных процессов и систем.	4	18	0	14	36
ИТОГО:		16	68		60	144

Объем контактной работы по дисциплине составляет 90 часов.

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Системы и процессы. Общесистемные закономерности. Классификации систем	1.1 Система. Основные понятия и определения. Общесистемные закономерности. 1.2 Классификация систем. 1.3 Связь системы с окружающей средой. 1.4 Система как средство достижения цели. 1.5 Основные положения системного анализа.
2	Методы и модели в системном анализе. Методология системного анализа.	2.1 Модели и моделирование. 2.2 Проблемы принятия решения. Формализация моделей принятия решений. 2.3 Методы теории принятия решений. 2.4 Методология системного анализа. 2.5 Модели ERP, MRP, PLM систем.
3	Математические и эвристические методы системного анализа. Интеллектуальные методы и системы поддержки принятия решений.	3.1 Методы кластерного анализа. 3.2 Методы на основе морфологических таблиц. 3.3 Эвристические методы системного анализа. 3.4 Интеллектуальные методы поддержки принятия решений.
4	Методы и инструментальные средства моделирования информационных процессов и систем.	4.1 Методология функционального моделирования IDEF0. 4.2 Методология описания бизнес-процессов IDEF3. 4.3 Структурный анализ потоков данных DFD. 4.4 Стандарт онтологического исследования IDEF5.

При реализации дисциплины используются следующие интерактивные формы, методы и технологии обучения:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, размещенный в системе AcademicNT) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям

Работа в команде: совместная работа студентов в группе на лабораторных занятиях при выполнении групповых заданий по разделу 1 Системы и процессы. Общесистемные закономерности. Классификации систем, разделу 2 Методы и модели в системном анализе. Методология системного анализа, разделу 3 Математические и эвристические методы системного анализа. Интеллектуальные методы и системы поддержки принятия решений, разделу 4 Методы и инструментальные средства моделирования информационных процессов и систем.

Case-study: анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место при системном анализе информационных процессов и систем, и поиск вариантов лучших решений при выполнении заданий по разделу 1 Системы и процессы. Общесистемные закономерности. Классификации

систем, разделу 2 Методы и модели в системном анализе. Методология системного анализа, разделу 3 Математические и эвристические методы системного анализа. Интеллектуальные методы и системы поддержки принятия решений, разделу 4 Методы и инструментальные средства моделирования информационных процессов и систем.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи в рамках представления лекционного материала по разделу 1 Системы и процессы. Общесистемные закономерности. Классификации систем.

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы по разделу 2 Методы и модели в системном анализе. Методология системного анализа, разделу 3 Математические и эвристические методы системного анализа. Интеллектуальные методы и системы поддержки принятия решений.

При разработке материалов дисциплины особое внимание уделялось принципам научности, связи теории с практикой, а также междисциплинарной направленности дисциплины, ее синергетичности.

Темы лабораторных работ:

1. Задание целей исследования, анализа.
2. Определить систему, ее элементы, подсистемы, надсистемы по заданным материалам
3. Определить внутренние и внешние связи системы по заданным материалам
4. Построение измерительных шкал.
5. Методы экспертного оценивания значимости мероприятий для достижения поставленной цели.
6. Провести системный анализ объекта на основе матрицы системных характеристик
7. Модели ERP, MRP, PLM систем
8. Разработка методики системного анализа
9. Метод «мозгового штурма» принятия решений
10. Применение методов принятия решений в системном анализе
11. Исследования структур и процессов организации
12. Применение методов в конкретных случаях
13. Построение моделей на основе технологии IDEFO
14. Построение моделей на основе технологии IDEF3
15. Построение моделей на основе технологии DFD
16. Стандарт онтологического исследования IDEF5
17. Обобщение результатов системного исследования

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

В рамках изучения теоретического материала дисциплины и подготовки к лабораторным работам студентам предлагается выполнение домашних заданий, которые взаимосвязаны единой темой.

Задание по дисциплине «Системный анализ и моделирование информационных систем» включает в себя следующие разделы:

1. Предварительный системный анализ организации (процесса, информационной системы) на основе матрицы системных характеристик.
2. Анализ внутренней среды организации на основе ее функций.
3. Исследование внешней среды организации.
4. Исследование эффективности функционирования организации.
5. Исследование проблем организации.
6. Исследование целей и стратегий организации.
7. Исследование структур организации.
8. Исследование процессов в организации.
9. Обобщение результатов системного исследования.

В рамках изучения теоретического материала дисциплины студентам предлагается выполнение домашнего задания – подготовка доклада на тему:

1. Цели и трудности целеполагания. Цели и проблемы. Множественность целей.
2. Формирование критериев. Критерии как модели целей.
3. «Деревья» в целеполагании.
4. Модели и моделирование. Описательное моделирование. Нормативное моделирование.
5. Модели и моделирование. Классификация моделей.
6. Измерительные шкалы. (Множество обозначений, используемых для регистрации состояний наблюдаемого объекта, называется измерительной шкалой.)
7. Системы. Объект, предмет. Связь объекта с окружающей средой. Объект и система. Система как совокупность элементов. Связи. Структура. Система как средство достижения цели.
8. Состояние и функционирование систем. Классификация систем.
9. Общесистемные закономерности. Часть и целое. Закономерности иерархической упорядоченности систем. Закономерности развития. Общесистемные закономерности.
10. Модели в системном анализе. Выбор критерия оценки качества модели. Оценивание параметров модели.
11. Методы теории принятия решений. Метод анализа иерархий
12. Методы теории принятия решений. Метод аналитических сетей
13. Методы теории принятия решений. Методы принятия решений на основе теории нечетких множеств

14. Методы кластерного анализа
15. Методы комбинаторно-морфологического анализа и синтеза инноваций
16. Эвристические методы синтеза систем
 - a. Метод мозгового штурма
 - b. Методы ассоциаций и аналогий
 - c. Методы контрольных вопросов
 - d. Алгоритм решения изобретательских задач
 - e. Системотехнический метод синтеза
 - f. Метод синтеза систем «человек-машина»
 - g. Метод анализа взаимосвязанных областей решения
 - h. Проектирование нововведений путем смещения границ
17. Компьютерная поддержка процессов стратегического проектирования
18. Интеллектуальные методы и системы для поддержки процедур принятия стратегических решений.
19. Системный подход к прогнозированию.
20. Методология системного анализа.

Требования к докладу. Доклад должен быть продолжительностью 7-10 минут, должен раскрывать суть метода, его достоинства и недостатки, необходимо показать, в каких случаях следует применять этот метод, в сочетании с какими другими методами он даст наибольший эффект. Доклад должен сопровождаться презентацией (10 – 14 слайдов).

Требования к итоговой работе.

Отчет по работе должен быть выполнен в соответствии с требованиями к оформлению научных работ. Объем работы примерно 15 - 20 страниц (зависит от тематики исследования). Выполнен в печатном виде (кегель 12-14, интервал 1,5, поля стандартные). Отчет должен содержать:

- описание проблемы, которую нужно решить, ее актуальность;
- выбор методики системного исследования, описание методов и причину их выбора;
- описание самого системного исследования;
- описание полученных результатов;
- выводы, прогнозы;
- список использованных источников.

Защита итоговой работы происходит перед сокурсниками в форме доклада и ответов на вопросы. Доклад желательно сопровождать презентацией. Продолжительность доклада 5-7 минут.

Выполненная итоговая работа в соответствии с требованиями показывает сформированность компетенций в рамках дисциплины.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИЛЛЮСТРАЦИИ

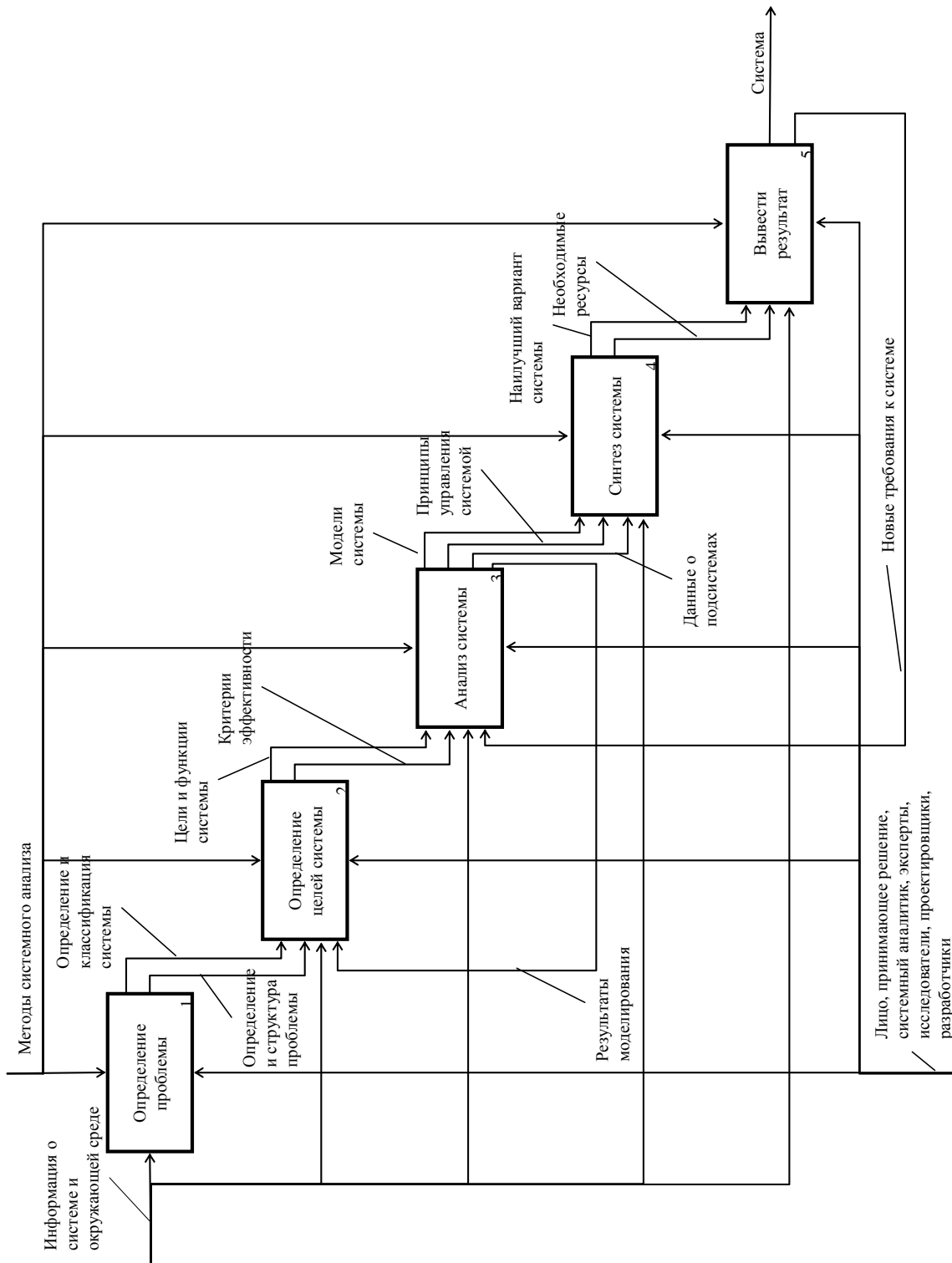


Рисунок А.1 Основные этапы системного анализа по В.С. Симанкову [33]

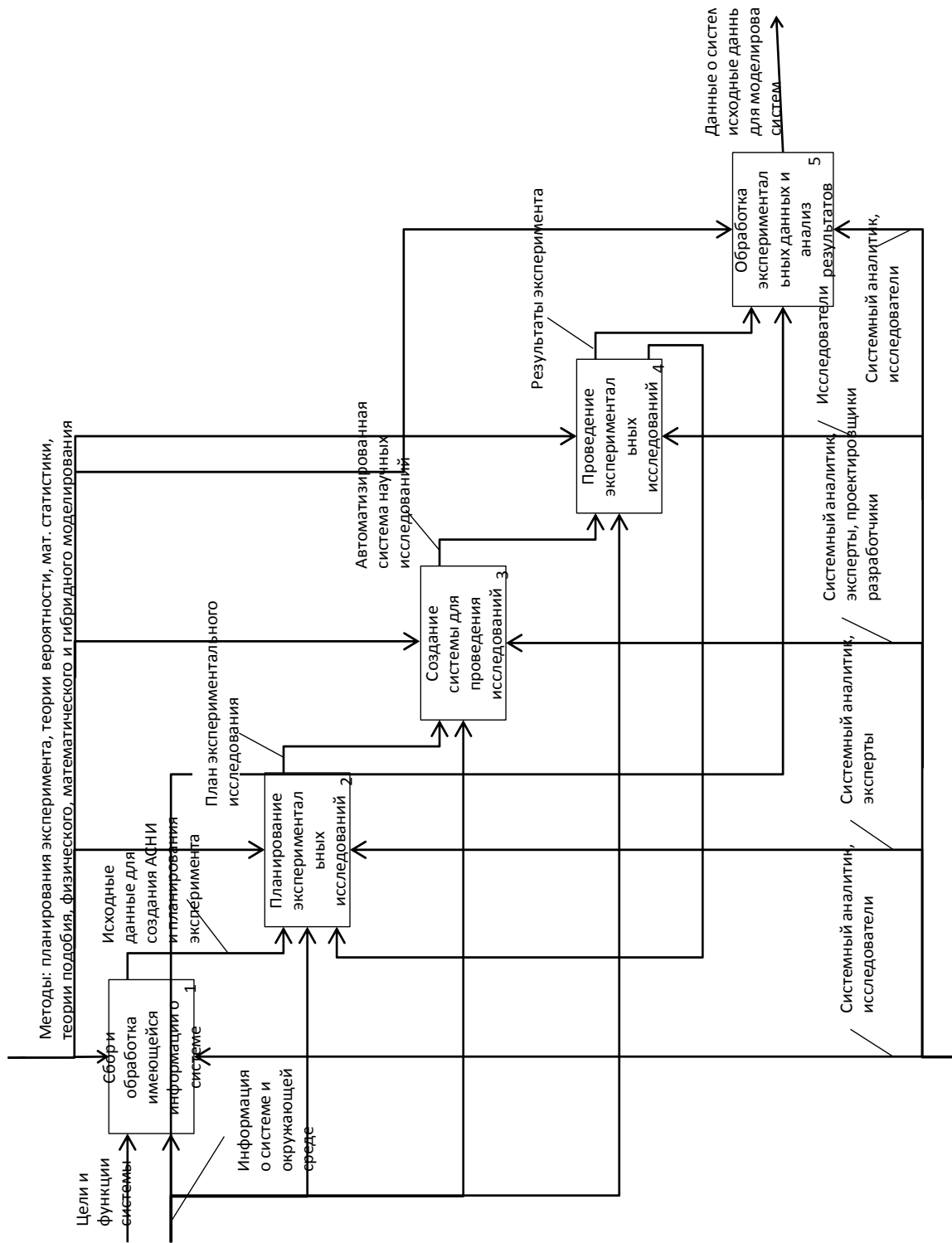


Рисунок А2. Основные этапы системного анализа по В.С. Симанкову [33]

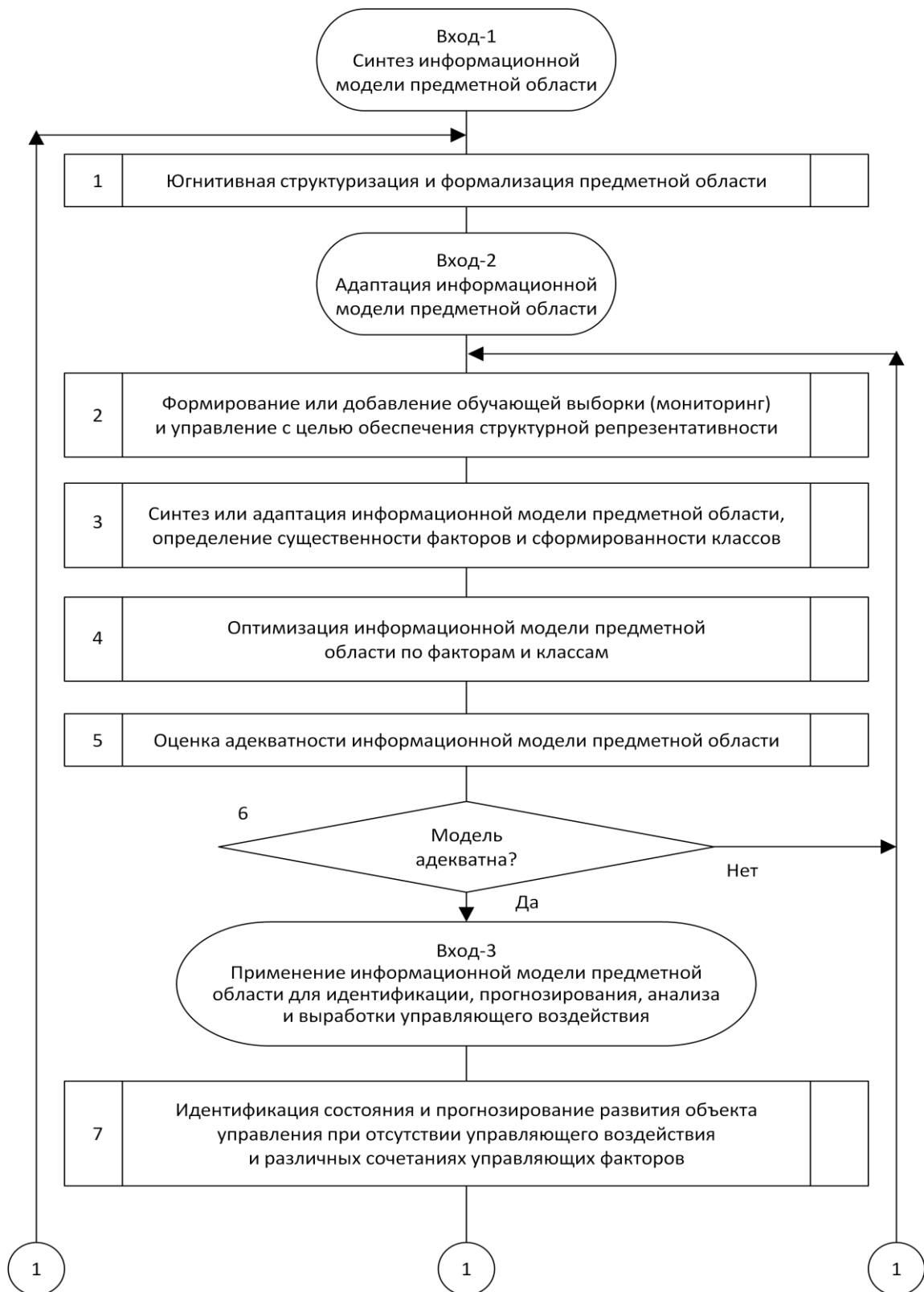


Рисунок А3. Схема системного анализа, ориентированного на интеграцию с когнитивными технологиями [33], часть 1

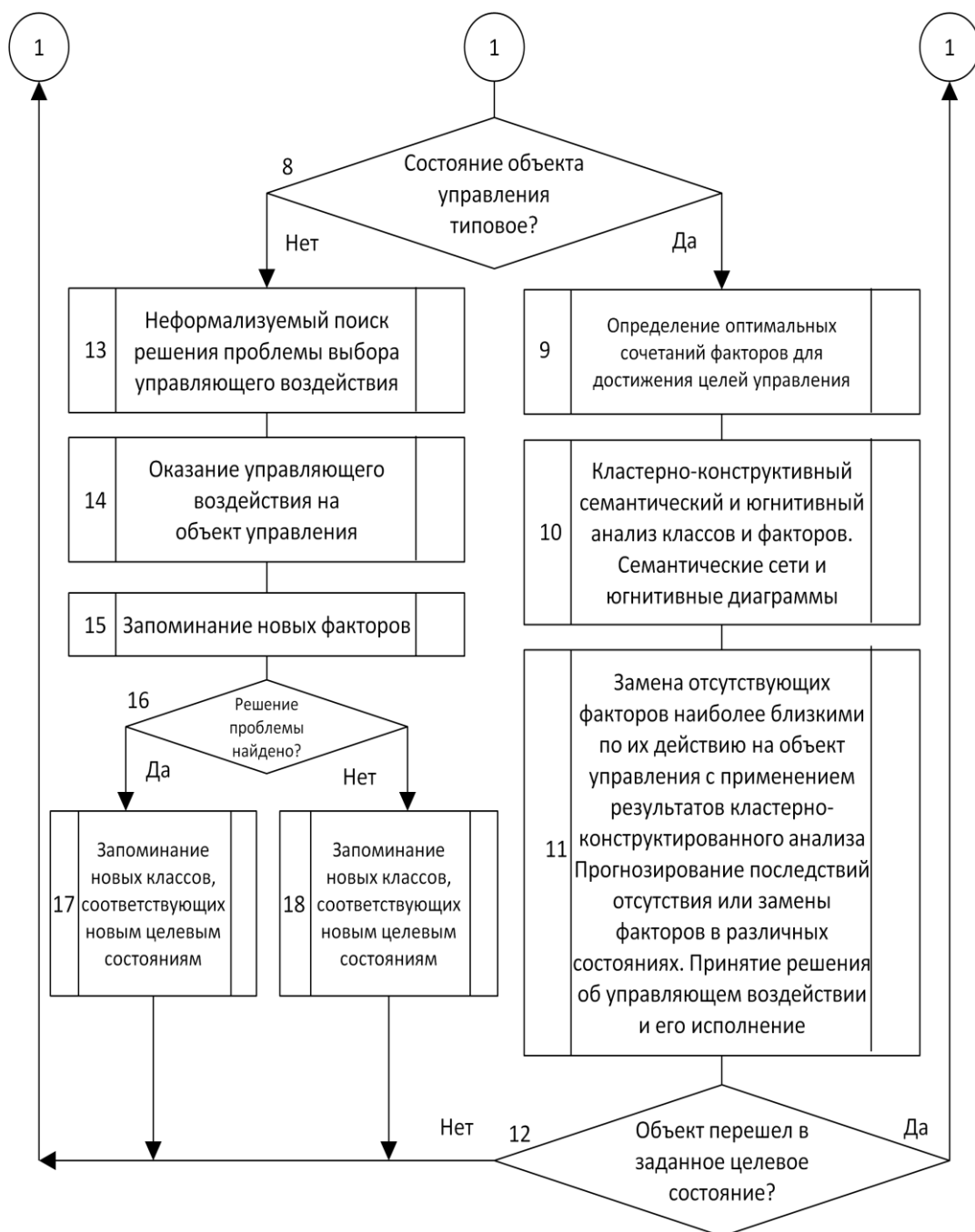
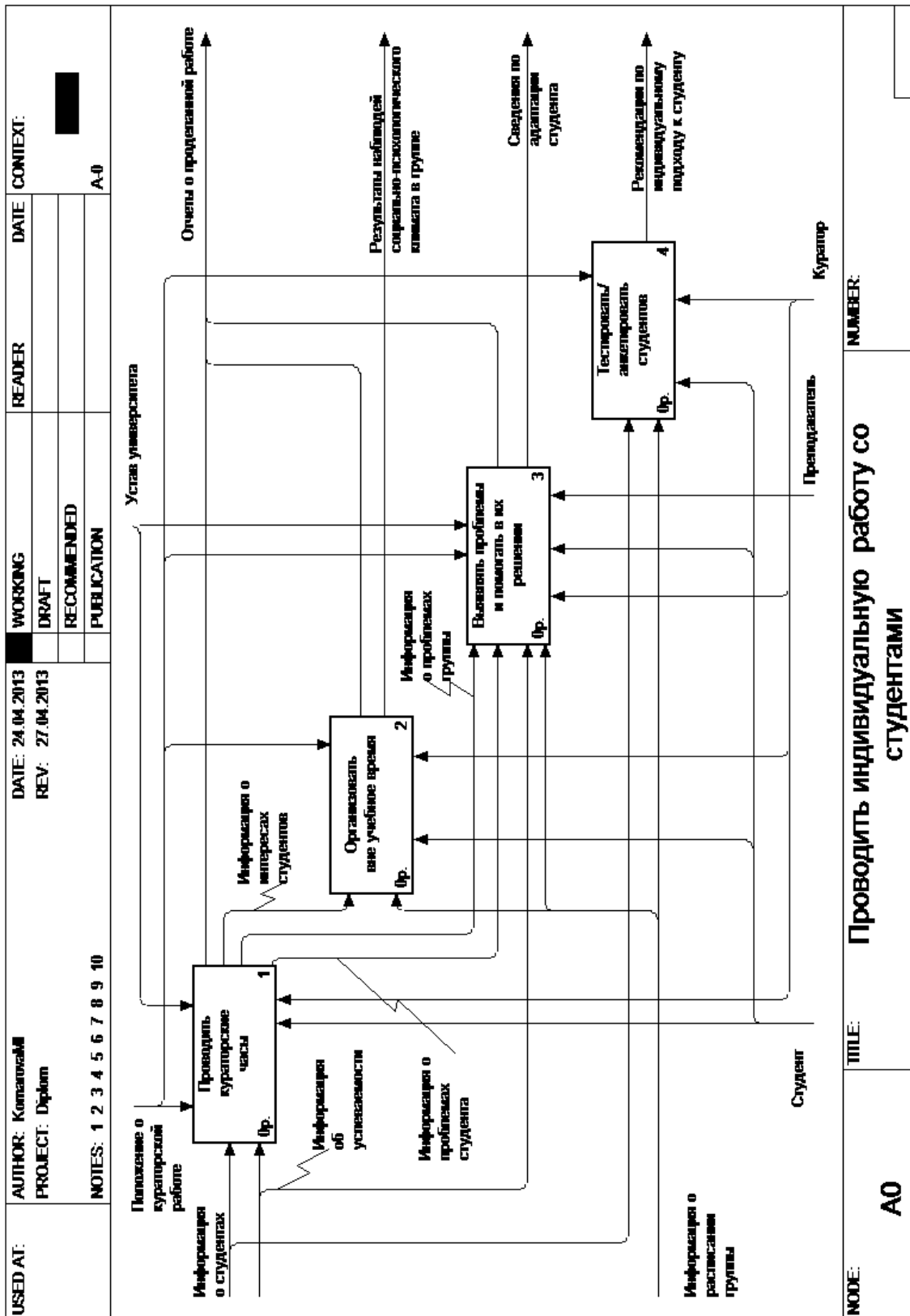


Рисунок А3. Схема системного анализа, ориентированного на интеграцию с когнитивными технологиями [33], часть 2



NODE: **A0** TITLE: **Проводить индивидуальную работу со студентами** NUMBER:

Рисунок А.4. Пример диаграммы IDEFO

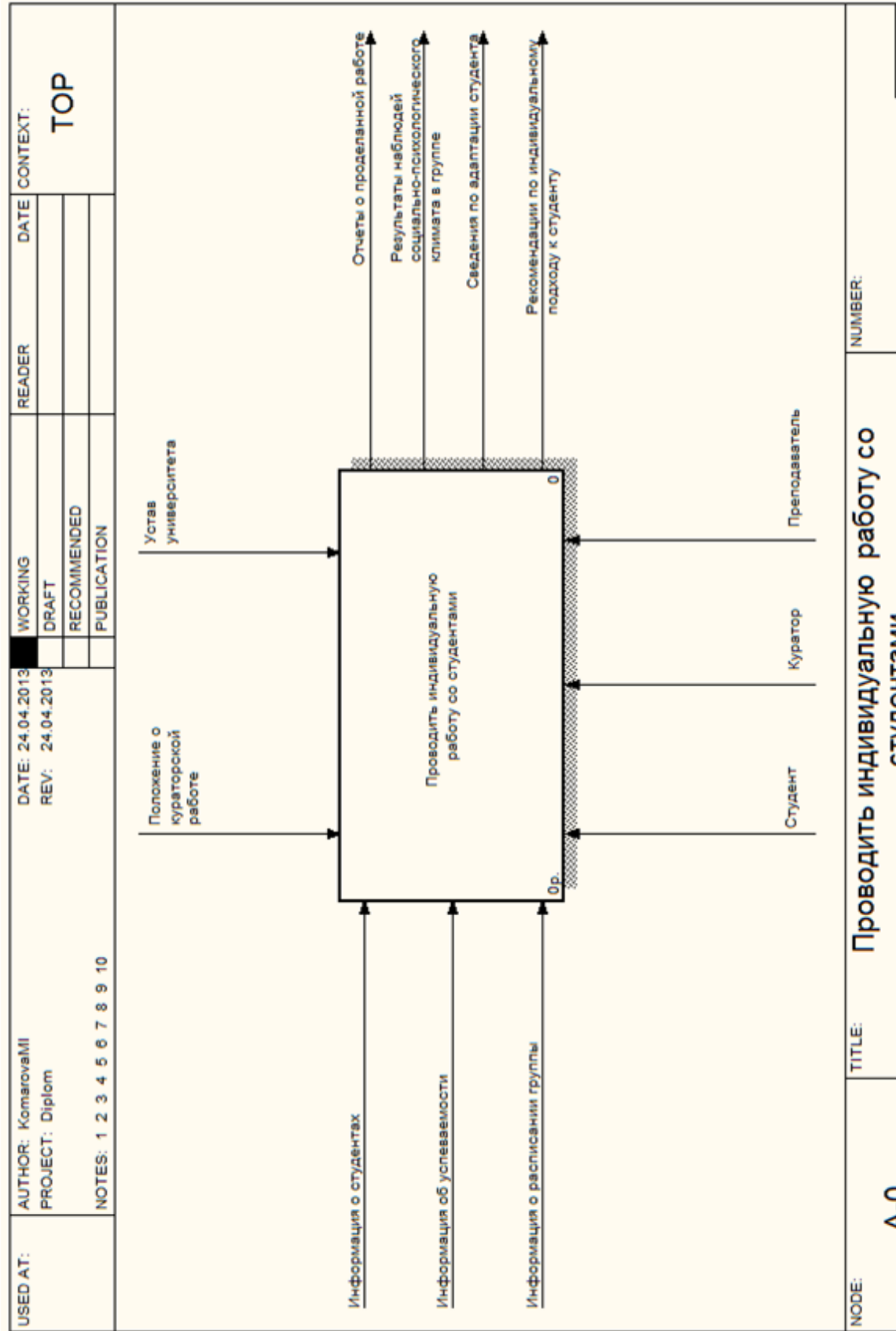


Рисунок. А.5 – Функциональный блок IDEFO

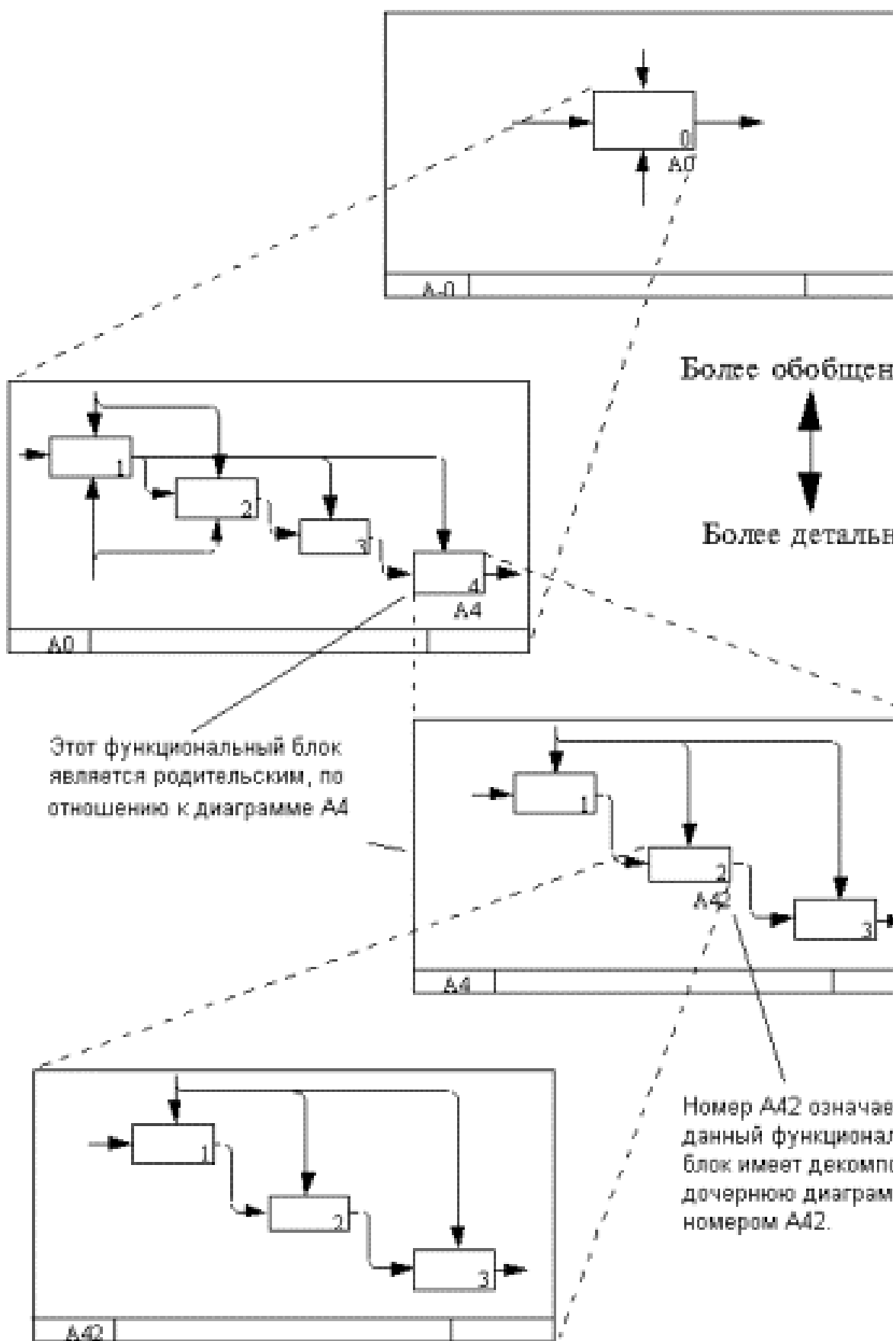


Рисунок А6 – Декомпозиция функциональных блоков

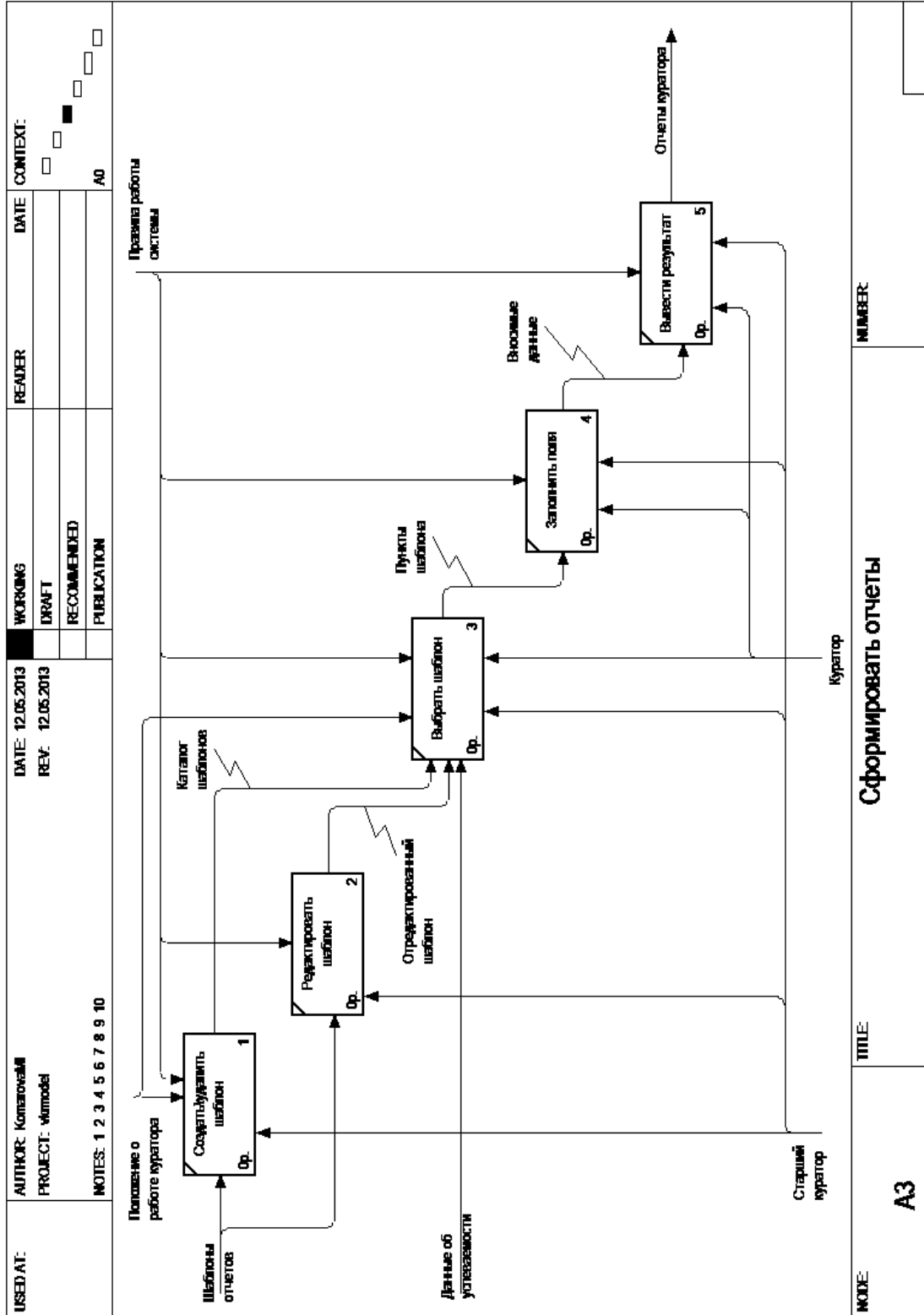


Рисунок. А.7 Пример детализации

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ
(ПРОЕКТА) ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ»

Рекомендации написаны на основе работы Заграновская А.В. Системное исследование организации : практикум /. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 123 с.

Введение

Работа включает в себя следующие разделы:

1. Предварительный системный анализ организации на основе матрицы системных характеристик.
2. Анализ внутренней среды организации на основе ее функций.
3. Исследование внешней среды организации.
4. Исследование эффективности функционирования организации.
5. Исследование проблем организации.
6. Исследование целей и стратегий организации.
7. Исследование структур организации.
8. Исследование процессов в организации.
9. Обобщение результатов системного исследования.

Требования к оформлению работы:

1. Наличие титульного листа, на котором указывается следующее:
 - 1.1. Кафедра, название учебной дисциплины.
 - 1.2. Название проекта: «Проект системного исследования (наименование объекта исследования) (и его системы управления)».
 - 1.3. Фамилии и номер группы студентов.
2. Наличие оглавления.
3. Содержание проекта: введение (постановка задачи), ход выполнения исследования, полученные выводы, рекомендации.
4. Список источников.

Раздел 1. Предварительный системный анализ организации на основе матрицы системных характеристик

Задание:

1. Описать организацию: виды деятельности, размер организации, форма собственности, время образования и основные этапы развития.
2. Провести системный анализ объекта на основе матрицы системных характеристик (МСХ).
3. Составить МСХ для системы управления организации.

Целостное представление об организации позволяет получить матрица системных характеристик (табл. Б.1). МСХ может рассматриваться в качестве информационной модели системы [16]. Она

представляет собой описание системных элементов в четырех измерениях: физическом, динамическом, контрольном и прогнозном.

Физическое измерение должно содержать количественное и/или качественное описание системных элементов на текущий момент времени. Например, для «выхода» можно привести перечень выпускаемой организацией в настоящее время продукции с указанием удельного веса каждого вида в общей выручке.

Динамическое измерение содержит количественную и/или качественную информацию о том, как состояние системных элементов на текущий момент времени отличается от прошлого периода. Например, для «выхода» можно указать на изменение ассортимента, а также показать, на сколько процентов изменился объем продаж готовой продукции в текущем периоде (за месяц, квартал, полугодие, год) по сравнению с прошлым годом, в том числе по видам продукции.

Таблица Б.1 Матрица системных характеристик объекта управления

Системные элементы	Системные измерения			
	физическое	динамическое	контрольное	прогнозное
Функция	Виды деятельности компании			
Выходы	Например, перечень продукции с указанием удельного веса каждого вида в общей выручке			
Входы	Например, перечень сырья, материалов и прочих предметов труда с указанием удельного веса каждого вида в полной себестоимости			
Оснащение	Используемые средства труда, например: 1. Территория 2. Здания и сооружения 3. Оборудование 4. Прочие средства труда			
Последовательность	Используемая технология, последовательность этапов основной деятельности			
Субъект труда	Например, указание категорий персонала (рабочие, служащие) с их количеством и/или удельным весом в общей численности			
Катализатор	Виды мотивирования персонала: 1. Материальное стимулирование. 2. Нематериальное стимулирование 3. Обучение			

Контрольное измерение содержит количественную и/или качественную информацию о том, как состояние системных элементов на

текущий момент времени отличается от эталона, в качестве которого могут выступать существующие нормативы, планы компании, среднеотраслевой уровень, ведущие конкуренты, передовые компании мира. Например, на «выходе» можно отметить высокое качество выпускаемой продукции, которое подтверждается медалями, полученными на различных тематических выставках и конкурсах. Можно указать на разнообразие ассортимента, а также сказать о занимаемой компанией доле рынка по сравнению с ведущими конкурентами.

Контрольное измерение позволяет выявить проблемы организации, определить, насколько эффективно функционирует рассматриваемая система.

Прогнозное измерение включает в себя прогноз/план состояния системных элементов на определенный момент в будущем. Например, для «выхода» можно указать планируемое изменение ассортимента и объема продаж на определенный момент в будущем.

Матрица системных характеристик системы управления организации по форме аналогична МСХ объекта управления (табл. Б.1). Что касается содержания, то если МСХ объекта управления отражает движение материально-вещественных, энергетических и информационных потоков, связанных с основной деятельностью организации, то МСХ системы управления описывает управленческую деятельность. Соответственно, на ее «входе» отражается информация, поступающая из других отделов, структурных подразделений и из внешней среды. На «выходе» содержится обработанная информация в виде приказов, распоряжений, планов, отчетов и т.д. В состав «оснащения» входит, в первую очередь, оргтехника. В «последовательности» нужно указать, как осуществляются внутриорганизационные процессы, такие как координация (непосредственное руководство действиями в виде распоряжений, приказов и предложений или опосредованная координация действий путем создания системы норм и правил, касающихся деятельности организации, постановка задач и т.п.), принятие решений («снизу вверх» или «сверху вниз»), коммуникации (преимущественно письменная или устная форма, степень использования Internet и Intranet). «Субъект труда» представляют различными категориями служащих, такими как руководители, специалисты и непосредственно служащие (агенты, кассиры, секретари и т.д.).

В МСХ системы управления нужно отразить работу управленческого персонала организации. Можно составить также МСХ для функционального отдела (финансовый отдел, юридический, отдел маркетинга, технический отдел и т.д.), если у исследователя возникают сомнения по поводу эффективности работы соответствующих служб.

Заполнять матрицы стоит творчески, пытаясь избегать избытка и недостатка приводимой по конкретной компании информации. Все системные элементы и измерения в матрицах должны быть охвачены

исследователем. Это необходимо для целостного видения организации, предварительного выявления ее сильных и слабых сторон (проблем), вывод о которых должен завершать первый раздел исследования.

Раздел 2. Анализ внутренней среды организации на основе ее функций

Задание:

1. Проанализировать функции организации.
2. Провести анализ функций системы управления организации.
3. Сделать вывод о сильных и слабых сторонах организации.

Можно выделить пять групп функциональных процессов, которые присущи любой организации и которые являются объектом управления со стороны менеджмента (функции организации, сферы управленческой деятельности) [8]:

1. Производство.
2. Маркетинг.
3. Финансы.
4. Работа с кадрами.
5. Эккаунтинг (учет и анализ хозяйственной деятельности).

Содержание указанных функциональных сфер организации уточняется в документах рассматриваемой организации.

Все виды управленческой деятельности можно сгруппировать в четыре основные функции управления [8].

1. Планирование, заключающееся в установлении целевых показателей и выработке плана действий по их достижению.

2. Функция организации, посредством которой происходит распределение задач между отдельными подразделениями и работниками и установление взаимодействия между ними.

3. Руководство, состоящее в мотивировании исполнителей к осуществлению запланированных действий и решению поставленных задач.

4. Контроль, заключающийся в соотнесении реально достигнутых результатов с запланированными целевыми показателями.

В проекте требуется выявить сильные и слабые стороны организации и ее системы управления на основе анализа выполняемых функций.

Раздел 3. Исследование внешней среды организации

Задание:

1. Проанализировать внешнюю среду макроуровня.
2. Проанализировать внешнюю среду микроуровня.
3. Провести профильный анализ внешней среды организации.

4. Составить сценарии развития внешней среды организации.

Организация является открытой системой. Она связана множеством коммуникаций со средой, представляющей собой, в свою очередь, сложное и неоднородное образование, содержащее надсистему (систему более высокого порядка, задающую требования и ограничения исследуемой системе), подсистемы (нижележащие, подведомственные системы) и системы одного уровня с рассматриваемой [4].

Другими словами, при рассмотрении организации можно выделить следующие виды сред:

1. Внутренняя среда организации.

2. Внешняя среда организации, включающая в себя следующие уровни:

2.1. Микросреда (ближняя среда, непосредственное окружение, среда прямого действия).

2.2. Макросреда (дальняя среда, среда косвенного действия).

Внешний анализ обычно проводится для того, чтобы выявить, какие факторы окружающей среды оказывают наибольшее влияние на существование рассматриваемой организации и ее дальнейший рост.

Х. Виссема предложил следующую схему внешних факторов развития организации, фирмы (рис. Б.1) [4].



Рисунок Б.1. Схема внешних факторов развития фирмы

Факторы внешней среды макроуровня (демографические, социокультурные, экономические, политические, технологические, экологические, институциональные) для удобства были сгруппированы в четыре блока (политические, экономические, социальные, технологические) (рис. Б1). В такой группировке факторов вы можете узнать PEST (ПЭСТ, СТЭП)–анализ – средство исследования внешней среды макроуровня.

Проводя изучение различных компонент макроокружения, важно иметь в виду два следующих момента:

Во-первых, все компоненты макроокружения находятся в состоянии сильного взаимовлияния. Изменения в одной из компонент обязательно приводят к тому, что происходят изменения в других

компонентах макроокружения. Поэтому их изучение должно вестись не по отдельности, а системно, с отслеживанием не только собственно изменений в отдельной компоненте, но и с уяснением того, как эти изменения скажутся на других компонентах макроокружения.

Во-вторых, степень воздействия отдельных компонент макроокружения на различные фирмы различна. В частности, степень влияния проявляется по-разному в зависимости от размера фирмы, ее отраслевой принадлежности, территориального расположения и т.д.

Среда непосредственного воздействия (микроуровня) – те группы сил, которые отмечены внутри овала, а именно: блок ресурсов, которые организация закупает, непосредственный круг потребителей и потребителей 2-й степени, а по краям – конкуренты, государственные законы и постановления различных уровней власти, которые воздействуют на деятельность фирмы.

По всем элементам внешней среды макро- и микроуровня выбираются наиболее значимые факторы, что определяется экспертно по степени их влияния на конкурентоспособность организации (табл. Б2, табл. Б3). Затем оценивается, например по 5-балльной шкале, текущее состояние этих факторов, которое создает возможности (ставится положительная оценка) и угрозы (ставится отрицательная оценка) для компании. Стоит заметить, что одни и те же факторы, одновременно, могут создавать как возможности, так и угрозы для фирмы. При этом необходимо отдельно выделить положительное и отрицательное влияние факторов, а не их результирующую. Вместо двух таблиц можно представить четыре таблицы: возможности и угрозы для организации со стороны внешней среды макро- и микроуровня.

Рассмотрим элементы таблицы Б.2.

В графу «Наименование факторов» вносятся, с вашей точки зрения, наиболее значимые факторы внешней среды по рассматриваемым блокам.

В графе «Состояние факторов» дается описание текущего состояния факторов и их влияния (благоприятное или неблагоприятное) на организацию.

В графе «Оценка влияния факторов» приводится оценка степени влияния факторов на организацию, например, по пятибалльной шкале. Исходная информация для анализа внешней среды берется из статистических сборников, книг, СМИ. Кроме того, полезно участие в профессиональных конференциях, анализ опыта деятельности организации, изучение мнения сотрудников организации, проведение внутриорганизационных собраний и обсуждений.

Таблица Б.2 Анализ внешней среды макроуровня (PEST-анализ)

Наименование факторов	Возможности (+) / Угрозы (-) для бизнеса	
	состояние факторов	оценка влияния факторов, балл
1. Экономическая среда		
1.1. Личный доход, потребительские расходы		
1.2. Инфляция		
1.3. Уровень безработицы		
1.4. Состояние банковского сектора		
1.5. Динамика производства		
1.6. Объемы строительства		
1.7. Состояние рассматриваемой отрасли		
1.8. Хозяйственная структура региона		
1.9. Внешнеэкономическая деятельность в регионе		
1.10. Общее состояние экономики региона (подъем, спад, стагнация)		
1.11. Таможенный режим		
1.12. Курсы валют		
1.13. Налоговая нагрузка на бизнес		
1.14. и т.д.		
2. Социальная среда		
2.1. Численность и средний возраст населения региона		
2.2. Механическое и естественное движение населения, структура населения		
2.3. Географическое распределение населения		
2.4. Работа		
2.5. Преобладающее отношение к частной собственности		
2.6. Организованность работников в регионе, сила профсоюзного движения		
2.7. и т.д.		
3. Политическая среда		
3.1. Склонность к национализации имущества		
3.2. Прочность государственных институтов (насколько часто меняются)		
3.3. Преимущество политической власти в стране, регионе		

Продолжение таблицы Б.2

Наименование факторов	Возможности (+) / Угрозы (-) для бизнеса	
	состояние факторов	оценка влияния факторов, балл
3.4. Степень государственного вмешательства в экономику		
3.5. Эффективность работы государственного аппарата		
3.6. и т.д.		
4. Технологическая среда		
4.1. Научные исследования в сферах, связанных с деятельностью рассматриваемой организации		
4.2. Инновации в сферах, связанных с деятельностью рассматриваемой организации		
4.3. Степень распространения новшеств в рассматриваемой отрасли		
4.4. и т.д.		
5. Экологическая среда		
5.1. Состояние физических ресурсов, таких как земля, воздух, вода		
5.2. Состояние флоры и фауны		
5.3. Жесткость законодательства в области охраны окружающей среды		
5.4. и т.д.		
6. Институциональная среда		
6.1. Транспортная инфраструктура: дороги, железнодорожные и водные пути		
6.2. Электро-, энерго-, водоснабжение		
6.3. Коммуникации: почта, телефон, Internet и т.д.		
6.4. и т.д.		

Таблица Б.3 Анализ внешней среды микроуровня

Наименование факторов	Возможности (+) / Угрозы (-) для бизнеса	
	Состояние факторов	Оценка влияния факторов, балл
1. Экономическая среда		
1. Ресурсы		
1.1. Наличие ресурсов требуемого качества		
1.2. Динамика цен на ресурсы		
1.3. Наличие посредников		
1.4. и т.д.		
2. Потребители		
2.1. Емкость рынка		
2.2. Структура спроса на продукцию рассматриваемой отрасли		
2.3. Динамика рынка: рост, падение, стагнация		
2.4. Удаленность потребителей		
2.5. Наличие посредников		
2.6. и т.д.		
3. Конкуренция		
3.1. Соперничество между имеющимися конкурентами		
3.2. Угроза появления новых конкурентов		
3.3. Угроза появления товаров и услуг-заменителей		
3.4. Способность поставщиков торговаться		
3.5. Способность покупателей торговаться		
3.6. и т.д.		
4. Государственные законы и постановления		
4.1. Программы поддержки данной отрасли, предприятия		
4.2. Льготы, предоставленные предприятиям данной отрасли		
4.3. и т.д.		
5. Прочие характеристики отрасли		
5.1. Потенциал роста отрасли		
5.2. Будущее отрасли		
5.3. и т.д.		

Целостное представление о состоянии среды организации (как внешней, так и внутренней) дает метод профильного анализа. Его суть, применительно к внешней среде организации, состоит в следующем: выбираются те из наиболее значимых факторов внешней среды макро- и микроуровня, которые своим текущим состоянием создают существенные возможности и угрозы для фирмы (факторы, которые получили оценку +/- 5, +/- 4, +/- 3). Далее, на основании полученных оценок каждого из факторов, составляется профиль состояния внешней среды организации (рис. Б.2). Эти же факторы применяются для составления сценариев развития внешней среды и в SWOT-анализе.

Ключевые факторы среды	Оценки факторов										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
1) х			х								
2) х									х		
... х		х									

Рисунок Б.2. Профильный анализ среды организации

Достоинства профильного анализа:

- 1) наглядность;
- 2) можно строить во времени, например, каждый год;
- 3) можно проводить по разным объектам, подразделениям фирмы.

Изучение компонент окружения не должно заканчиваться описанием их текущего состояния. Необходимо попытаться предсказать направление развития отдельных важных факторов с тем, чтобы предвидеть то, какие угрозы могут ожидать фирму и какие возможности могут открыться перед ней в будущем. С этой целью применяют методы прогнозирования. Один из них – метод построения сценариев, который используется в условиях неопределенности, т.е. когда существует множество факторов, влияние которых на результат трудно или невозможно описать функциональной зависимостью [5].

Сценарий – это схема всех значимых факторов и возможные последующие результаты их действия [4].

Как правило, разрабатывают три вида сценариев: оптимистический, пессимистический, наиболее вероятный.

Обычно руководители принимают свои решения на основе наиболее вероятного сценария. Рассмотрение крайних вариантов помогает менеджменту идентифицировать факторы, которые имеют важное значение для будущего фирмы.

Возможны различные способы составления сценариев развития внешней среды. Мы остановимся на морфологическом методе, в соответствии с которым формирование сценариев осуществляется

следующим образом: выделяются наиболее значимые факторы внешней среды с их возможными состояниями; из них составляется морфологическая таблица (табл. Б.4); далее рассматриваются возможные комбинации значений факторов (морфологические цепочки); из них выбираются те, которые соответствуют оптимистическому, пессимистическому и наиболее вероятному развитию событий для объекта исследования.

Таблица Б.4 Морфологическая таблица возможных состояний внешней среды

Ключевые факторы внешней среды	Возможные состояния факторов		
	1.	1.1.	1.2.
2.	2.1.	2.2.	2.3.
...			

Результатом выполнения третьего раздела проекта должны быть выводы о возможностях и угрозах со стороны окружения, а также профиль и сценарии развития внешней среды организации.

Раздел 4. Исследование эффективности функционирования организации

Задание:

1. Оценить эффективность функционирования организации с помощью коэффициента рентабельности затрат.
2. Оценить эффективность функционирования организации с помощью линейного динамического норматива.
3. Провести анализ эффективности функционирования хозяйственной системы.

Источником информации для выполнения первого задания служит «Отчет о прибылях и убытках» организации. Коэффициент рентабельности затрат рассчитывается как отношение прибыли (чистой или до налогообложения) к общим издержкам.

При построении линейного динамического норматива необходимо основываться на прошлогоднем плане развития организации либо на сложившемся представлении об эталонном режиме функционирования хозяйственной системы.

Динамический норматив (ДН) – это совокупность показателей, упорядоченных по темпам роста так, что поддержание этого порядка на длительном интервале времени обеспечивает наилучший режим функционирования хозяйственной системы [15].

Приведем пример линейного динамического норматива (табл. Б5) [11].

Таблица Б.5 Линейный динамический норматив

Нормативный ранг	Показатели
1	Прибыль
2	Реализованная продукция
3	Стоимость основных производственных фондов
4	Фонд заработной платы промышленно-производственного персонала (ФЗП ППП)
5	Численность ППП

Как видно из таблицы Б5, наивысший (первый) ранг присваивается прибыли. Это означает, что данный показатель по темпам роста должен опережать все нижестоящие. Вслед за прибылью идет объем реализованной продукции и т.д. Практически каждая пара из представленных показателей обоснована содержательно. Например, рост реализованной или товарной продукции по отношению к численности свидетельствует о росте в данной организации производительности труда; рост стоимости основных производственных фондов по отношению к численности – о росте фондовооруженности труда и т.д.

Динамический норматив составляется из абсолютных показателей (не относительных).

Итак, данная модель (табл. Б.5) отражает эталонный (нормативный, желаемый) режим деятельности исследуемой системы. Любой фактический порядок роста показателей можно сравнить с нормативным. Чем больше отклонение факта от норматива, тем ниже эффективность функционирования организации.

Рассмотрим пример применения линейного динамического норматива для оценки эффективности работы организации (табл. Б.6) [11].

Количество выполненных нормативных соотношений (a_i) находятся следующим образом: для каждого показателя определяется, сколько раз фактический ранг нижестоящих показателей больше фактического ранга рассматриваемого показателя.

Чтобы найти количество инверсий (m_i), нужно определить, сколько раз фактический ранг нижестоящих показателей меньше фактического ранга рассматриваемого показателя.

Таблица Б.6 Оценка эффективности функционирования организации на основе линейного динамического норматива

Показатель	Нормативный ранг	Темп роста показателей	Фактический ранг	Выполненные нормативные соотношения (ai)	Инверсии (mi)
1. Прибыль	1	0,96	5	0	4
2. Реализованная продукция	2	1,07	3	1	2
3. Стоимость основных производственных фондов	3	1,25	1	2	0
4. ФЗП ППП	4	1,2	2	1	0
5. Численность ППП	5	1,0	4	0	0
Итого				4	6
Оценка эффективности				0,4	0,4

Обобщающая оценка эффективности может быть получена по следующим формулам (Б.1, Б.2):

$$\text{Эф.} = 1 - 2 \cdot \sum m_i / n(n-1) \quad (\text{Б.1})$$

$$\text{Эф.} = 2 \cdot \sum a_i / n(n-1), \quad (\text{Б.2})$$

где $i = 1 \dots n$;

Эф. – оценка эффективности функционирования хозяйственной системы;

n – число показателей в ДН;

m_i – количество инверсий (перестановок) в фактическом порядке по сравнению с ДН;

a_i – выполненные нормативные соотношения в фактическом режиме.

Оценка Эф. меняется в диапазоне от 0 до 1. Чем ближе она к 1, тем ближе фактический темп роста показателей к нормативному порядку, т.е. выше эффективность работы организации.

В нашем примере обобщающая оценка эффективности составила 0,4. Это свидетельствует о том, что эффективность работы организации ниже среднего уровня.

Далее необходимо выявить факторы довольно низкой эффективности функционирования организации, изучив причины отклонения фактического порядка роста показателей от нормативного.

Результатом выполнения четвертого раздела проекта должны быть выводы о том, насколько эффективно функционирует организация и каковы причины того или иного положения дел.

Раздел 5. Исследование проблем организации

Задания:

1. Дать целостное представление о ключевой проблеме организации с помощью модели типа «черного ящика».
2. Построить «дерево проблем» и выявить наиболее значимые причины проблемы, ликвидация которых станет первоочередной задачей организации.

Проблемой, или проблемной ситуацией, называют расхождение между желаемым и действительным состоянием некоторого объекта (явления, процесса), которое может быть преодолено не единственным образом [12].

Ранее проведенный анализ внутренней и внешней среды организации позволил выявить ряд проблем, которые стоит проанализировать, чтобы принять соответствующие решения по устранению причин их возникновения.

Целостное представление о сложной проблеме позволяет получить модель типа «черного ящика» (рис. Б.3) [12].



Рисунок Б.3. Модель проблемной ситуации

Сложные проблемы требуют структуризации (декомпозиции). При этом возможны два направления: 1 – декомпозиция в пространстве (по компонентам проблемы); 2 – декомпозиция во времени (по этапам развития проблемы). Для этого применяют соответствующие методы, например, построение «дерева проблем», сценариев [12].

«Дерево проблем» (диаграмма Исикавы, модель «рыбья кость») позволяет получить определенную структуру проблемы путем деления общей проблемы на «подпроблемы» (факторы, причины проблемы) (рис. Б.4).

В соответствии с известным принципом Парето (20/80), среди множества потенциальных причин (причинных факторов), порождающих проблемы (следствие), лишь две-три являются наиболее значимыми, их поиск и должен быть организован. Это требует выполнения следующих этапов:

Сбор и систематизация всех причин, прямо или косвенно влияющих на исследуемую проблему.

Группировка этих причин по смысловым и причинно-следственным блокам.

Ранжирование их внутри каждого блока.

Анализ получившейся картины. Целесообразно провести оценку полученной системы «подпроблем», которая позволит установить степень приоритетности их решения. Это может быть сделано экспертным путем.

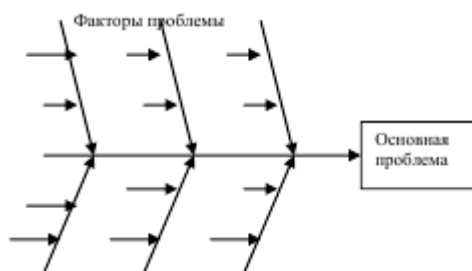


Рисунок Б.4. «Дерево проблем» (диаграмма Исикавы, модель «рыбья кость»)

Результатом выполнения пятого раздела проекта должны быть выводы о ключевых факторах основной проблемы, ликвидация которых для организации является первоочередной задачей.

Раздел 6. Исследование целей и стратегий организации

Задание:

1. Провести SWOT-анализ, на основе которого сгенерировать рекомендации по развитию организации.
2. Сформулировать миссию и главную стратегическую цель организации.
3. Определить корпоративную, конкурентную и функциональные стратегии организации.
4. Построить «дерево целей» организации с учетом ее миссии, стратегий, состояния внутренней и внешней среды.
5. Определить критерии достижения целей, приоритет целей и ответственных лиц.

Выявленные ранее сильные и слабые стороны организации, а также возможности и угрозы внешней среды вносятся в SWOT-таблицу. Далее попарно рассматриваются следующие комбинации: сильные стороны организации и возможности внешней среды, сильные стороны организации и угрозы внешней среды, слабые стороны организации и возможности внешней среды, слабые стороны организации и угрозы внешней среды. Результатом проведенного сопоставления состояний внутренней и внешней среды организации должны стать рекомендации по развитию компании. Особое внимание необходимо обратить на действия по устранению ключевых причин основной проблемы организации.

Миссия – это основное предназначение организации во внешней среде. Она показывает удовлетворяемую организацией потребность, ее целевой рынок.

Цель – желаемый результат деятельности организации.

Требования к целям: они должны быть ясными, измеримыми, достижимыми, соответствующими миссии, иметь временные рамки достижения. Это, так называемые, SMART-характеристики целей [16].

Стратегия – это выбор направления действий (пути, способа достижения цели) из имеющихся альтернатив.

Выделяют три уровня разработки стратегий [16].

1. Корпоративная стратегия (общая стратегия развития) – охватывает такие вопросы, как выбор видов деятельности, различные формы реорганизации.

По степени активности различают стратегии наступления, обороны и отступления.

2. Стратегии хозяйственных единиц (бизнес-стратегии) предприятия – направлены обычно на решение двух основных целей: обеспечение конкурентных преимуществ конкретного вида бизнеса и повышение его прибыльности. М. Портер предложил три базовые стратегии: лидерство в снижении издержек, дифференциацию, фокусирование [16].

3. Функциональные стратегии предприятия – формируются, как правило, по основным видам его деятельности в разрезе важнейших функциональных подразделений предприятия. К числу основных стратегий этого уровня относятся: маркетинговая, производственная, финансовая, персонала и т.д. Их можно представить в виде «дерева стратегий» или в виде «морфологической цепочки» в «морфологическом ящике» возможных функциональных стратегий предприятия [16].

В данном разделе проекта требуется указать реализуемые компанией корпоративную, конкурентную, а также функциональные стратегии и/или предложить для нее наиболее подходящие с учетом сложившейся ситуации.

«Дерево целей» представляет собой упорядоченную иерархию целей, выражающую их соподчинение и внутренние взаимосвязи. Общая схема построения «дерева целей» включает следующие основные этапы [12]:

1. Формулирование генеральной (исходной) цели, т.е. некоторого желаемого состояния системы.

2. Формирование перечня обеспечивающих подцелей – осуществляется на основе анализа исходной проблемы, а также экспертным путем.

3. Упорядочение целей, т.е. построение «дерева целей», также осуществляется экспертным путем.

4. Определение критериев достижения целей.

5. Установление коэффициентов относительной важности целей.

При этом должен быть определен «вклад» элементов дерева в реализацию генеральной цели, с точки зрения выбранного критерия. Это позволит определить приоритеты в очередности достижения тех или иных

целей, а также в распределении ресурсов для их достижения. Значимость целей можно определить, например, методом их парных сравнений.

Необходимо указать ответственных за выполнение задач в рамках «дерева целей», чтобы контролировать их реализацию.

В результате выполнения шестого раздела проекта должна быть определена миссия организации, ее стратегии, построено «дерево целей».

Раздел 7. Исследование структур организации

Задание:

Построить юридическую и организационную структуры фирмы. Определить их вид и сделать вывод об их соответствии текущей ситуации и намерениям компании.

Проверить организационную обеспеченность целей с помощью матрицы «цели – организационная структура», определить недостающие и/или избыточные звенья в структуре управления организации.

Под структурой системы понимают состав ее элементов и постоянные связи между ними [4].

В теории систем М. Месаровича предложен особый класс иерархических структур типа "страт" [4]. Страты могут выделяться по разным принципам. Например, систему управления предприятием можно представить в виде следующих страт:

Управление технологическими процессами (собственно производственным процессом). В его основе лежит производственная структура.

Организационное управление предприятием. В основе – структура управления.

Если предприятие входит в хозяйственное объединение, то к этим двум стратам может быть добавлен уровень управления объединением. В основе – юридическая структура.

Производственная структура определяется технологией производства. Она включает в себя производственные подразделения и их взаимодействия в процессе производства продукции.

Различают следующие виды производственных структур: предметную, технологическую и предметно-технологическую структуры [18].

Под структурой управления организации (организационной структурой) понимается состав ее подразделений, а также отдельных руководителей и их регулярные информационные взаимосвязи по совместному осуществлению управленческой деятельности [11].

Различают следующие виды структур управления: линейную, линейно-штабную, линейно-функциональную, дивизиональную, программно-целевую, матричную [18].

На организационную структуру влияет множество факторов, таких как: размер организации, технология производства, внешняя среда, стоящие перед организацией стратегические задачи, возраст организации и складывающиеся в ней отношения власти [10].

Таблица Б.7 Оценка соответствия целей и структуры управления организации

№ п/п	Подразделения организации (персонал и его должностные обязанности)	Цели организации						
		1	2	3	4	5	6	...
1								
2								
...								

На пересечении строк и столбцов матрицы можно либо отметить только факт «закрепления» подразделения за соответствующей целью, 23 либо оценить характер его ответственности (ответственный исполнитель, исполнитель, получатель информации, осуществляет контроль, осуществляет согласование и т.д.). Проведенный анализ позволит определить недостающие и/или избыточные звенья в структуре организации.

В результате выполнения седьмого раздела проекта должна быть построена юридическая структура фирмы и организационная структура выбранной для рассмотрения компании. Необходимо также определить вид ее производственной структуры, выявить соответствие структуры поставленным перед организацией целям.

Раздел 8. Исследование процессов в организации

Задание:

1. Представить любой процесс в организации (например, процесс выполнения основной деятельности, процесс реализации выбранной стратегии и т.д.) в виде сетевого графика.
2. Провести анализ и оптимизацию сетевого графика.

Бизнес-процесс – это совокупность работ, упорядоченная во времени и в пространстве с указанием начала и конца процесса, а также с точным определением входов и выходов [6].

Любой процесс можно представить в виде сетевого графика (рис. Б.5). В сетевом графике с необходимой степенью детализации изображаются, какие работы, в какой последовательности и за какое время предстоит выполнить, чтобы обеспечить окончание всех видов деятельности не позже заданного или планируемого срока [6].

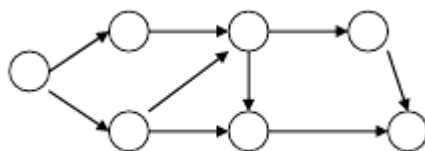


Рисунок Б.5. Сетевой график

После построения сетевого графика, необходимо провести его анализ. Применительно к процессу реализации выбранной стратегии необходимо выполнить следующее:

Определить требования к качеству конечного продукта, продолжительности и стоимости проекта.

Оценить возможности фирмы выполнить указанные требования к проекту. Для этого рассчитать продолжительность критического пути, стоимость проекта, определить возможности оптимизации процесса по выбранному критерию (время, стоимость, качество).

Достичь сокращения продолжительности критического пути можно следующими способами [4,6]:

Сокращение трудоемкости работ критического пути за счет передачи части работ на другие пути, имеющие резервы времени, а также перераспределение всех видов ресурсов (деньги, оборудование, люди и т.д.) с работ не критического пути на работы критического пути в рамках технологических возможностей.

Параллельное выполнение работ критического пути.

Изменение состава работ и структуры сети.

В результате выполнения восьмого раздела проекта должен быть построен сетевой график выбранного процесса, проведен его анализ и оптимизация.

Раздел 9. Обобщение результатов системного исследования

Задание:

1. Представить обобщение (синтез) результатов проведенного исследования.

2. Предложить возможные эталонные системы и возможность их применения для рассматриваемой организации.

Обобщение (синтез) результатов проведенного исследования необходимо представить по следующим позициям:

1. Основные сильные и слабые стороны организации.
2. Основные возможности и угрозы внешней среды.
3. Наиболее вероятный сценарий развития внешней среды.
4. Вывод об эффективности функционирования организации.
5. Ключевые факторы основной проблемы организации.
6. Миссия и главная стратегическая цель организации.

7. Общая стратегия развития, конкурентная и функциональные стратегии организации.

8. Вид организационной структуры рассматриваемой компании, ее соответствие сложившейся ситуации (состоянию внешней и внутренней среды организации), а также поставленным целям.

9. Основные характеристики выбранного для исследования процесса в организации.

Усовершенствовать существующие системы и процессы управления можно с использованием стратегии системного проектирования. В данной процедуре реализуется подход конструирования системы «от идеала», в отличие от традиционного подхода, которое начинается с обследования текущего состояния организации.

Стратегия системного проектирования включает в себя четыре этапа [3]:

- 1) выявление функции;
- 2) построение эталонной системы;
- 3) построение работоспособной системы;
- 4) внедрение и контроль функционирования системы.

Результатом выполнения девятого раздела проекта должны быть выводы о текущем состоянии рассматриваемой организации (подход «от факта») и рекомендации по ее развитию в соответствии с представлением об эталонной системе в сложившейся ситуации (подход «от идеала»).

ИФ

А.А. Богданов (1873 - 1928) - философ, политический деятель, писатель, врач и один из организаторов системы охраны здоровья в СССР ввёл в обиход понятие тектологии. Тектология в переводе с греческого языка означает «учение о строительстве». Эта наука Богданова - представляла собой первейший системный анализ, т.к. Богданов рассматривал не только системы, но и способы из организации и дезорганизации, то есть их структурные связи и законы их построения. При этом главная идея тектологии - это схожесть любой системы большой или малой, относящей к макро- или микромиру, к биологическим и социальным системам. А любое влияние человека на окружающий мир рассматривалось как, катализатор создания систем. Т.е. считалось, что действия людей могут быть организующим или дезорганизующим. И всякая новая форма в системе борется с предыдущей, но побеждают конструктивные формы. Потому что организационная системе в сумме больше, чем ее составляющие, а дезорганизационная - всегда меньше своих частей [5].

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Автоморфизм – взаимнооднозначное отображение системы объектов с заданными отношениями на саму себя.

Анализ (от греческого analysis – разложение):

– расчленение (мысленное или реальное) объекта на элементы; анализ неразрывно связан с синтезом (соединением элементов в единое целое);

– синоним научного исследования вообще;

– в формальной логике – уточнение логической формы (структуры) рассуждения.

Виртуальные системы – это несуществующие в действительности модельные или мыслительные представления реальных объектов, явлений, процессов, являющиеся изоморфными к ним.

Внешняя среда – множество элементов, находящихся вне системы и оказывающая существенное, но нецеленаправленное воздействие на элементы самой системы или сильно зависящих от них.

Гетерогенные системы состоят из разнородных элементов, не обладающих свойством взаимозаменяемости.

Гомогенных системы – структурные элементы системы однородны и поэтому взаимозаменяемы.

Дедукция (от лат. deductio – выведение) – вывод по правилам логики; цепь умозаключений (рассуждение), звенья которой связаны отношением логического следования. Началом (посылками) дедукции являются аксиомы, постулаты или просто гипотезы, имеющие характер общих утверждений, а концом – следствия из посылок, теоремы. Если посылки дедукции истинны, то истинны и ее следствия.

Декомпозиция – процесс и состояние разделения системы на составные части, элементы.

Детерминированные системы – это системы, поведение которых предсказуемо.

Естественные системы – это системы, объективно существующие в действительности, в живой и неживой природе и обществе: атом, молекула, клетка, организм, общество, вселенная и т.п.

Закрытая система – это система, не имеющая связей с внешней средой или этими связями можно пренебречь.

Иерархия – принцип структурной организации сложных многоуровневых систем, состоящий в упорядочении взаимодействий между уровнями в порядке от высшего к низшему. Каждый из двух или более уровней выступает как управляющий по отношению ко всем нижележащим и как управляемый, подчинённый по отношению к вышележащим. В иерархически построенной системе имеет место как структурная, так и функциональная дифференциация, т. е. каждый

уровень специализируется на выполнении определенного круга функций, причём на более высоких уровнях иерархии осуществляются преемственности функции согласования, интеграции. Необходимость иерархического построения сложных систем обусловлена тем, что управление в них связано с получением, переработкой и использованием больших массивов информации. На нижележащих уровнях используется более детальная и конкретная информация, охватывающая лишь *отд.* стороны функционирования системы; на более высокие уровни поступает обобщённая информация, характеризующая условия функционирования всей системы, и принимаются решения, относящиеся к системе в целом. В реальных системах иерархическая структура никогда не бывает абсолютно жёсткой — иерархия сочетается с большей или меньшей автономией нижележащих уровней по отношению к вышележащим, и в управлении используются присущие каждому уровню возможности самоорганизации.

Индукция (от лат. *inductio* – наведение) – умозаключение от фактов к некоторой гипотезе (общему утверждению). Различают полную индукцию, когда обобщение относится к конечнообозримой области фактов, и неполную индукцию, когда оно относится к бесконечно – или конечнонеобозримой области фактов.

Информационный подход в научном познании можно рассматривать как развитие системного подхода, органически дополняющее его, создавая при этом новые возможности для исследования разнообразных явлений в природе и обществе, а также для изучения и понимания природы человека.

Искусственные системы – это системы созданные человеком.

Классификация – это распределение заданного множества объектов на подмножества в соответствии с принятыми признаками классификации.

Логика – наука о законах и операциях правильного мышления.

Моделирование – исследование объектов познания на их моделях, а также построение и изучение моделей реально существующих объектов, явлений, процессов и конструируемых объектов (систем) для определения, уточнения их характеристик, рационализации способов их построения и т.п.

Модель предметной области – система, имитирующая структуру или функционирование исследуемой предметной области и отвечающая основному требованию – быть адекватной этой области.

Модель системы представляет собой формализованное представление, позволяющее получить ответ на вопрос, заданный о реальной системе.

Научная проблема – вопрос (система вопросов), ответ на который не содержится в накопленном обществом знании

Обратная связь – это передача влияния с выхода системы на её вход.

Организованность системы – это внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей системы, обусловленные внутренними законами её строения, а также это совокупность процессов и действий, ведущих к образованию и совершению взаимодействий между частями системы

Открытая система – система, имеющая связи с внешней средой.

Предметная область – множество всех объектов, явлений и процессов, свойства и отношения между которыми рассматриваются в научной теории.

Поведение системы – характер изменения состояний системы.

Принцип – 1) исходное, не требующее доказательств положение теории (то же, что аксиома или постулат); 2) внутреннее убеждение, неизменная позиция или правило поведения.

Принципы системного анализа – это некоторые положения общего характера, являющиеся обобщением опыта работы человека со сложными системами.

Проблема – объективно возникающий в ходе развития познания вопрос или целостный комплекс вопросов, решение которых представляет существенный практический или теоретический интерес.

Процесс – изменение качества объекта или системы во времени или преобразование одного качества в другое.

Развитие – деятельность системы со сменой цели и структуры. При развитии системы качественно изменяется её инфраструктура. Развитие связано с накоплением информации и усложнением организации системы.

Самоорганизация – процесс упорядочения (пространственного, временного или пространственно-временного) в открытой системе, за счёт согласованного взаимодействия множества элементов её составляющих

Семантическая модель – система значений, приписываемых выражениям некоторого формализованного языка, то же, что интерпретация.

Синергетика – междисциплинарное направление научных исследований, задачей которого является изучение природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации систем (состоящих из подсистем)

Синергетический подход представляет собой новый метод научного познания, переосмысливающий роль случайных факторов, открывающий новые возможности для анализа воздействия этих

факторов, пересматривающий роль организации и хаоса в природе и обществе.

Синтез (от греческого *synthesis* – соединение), – соединение (мысленное или реальное) различных элементов объекта в единое целое (систему).

Система – совокупность взаимосвязанных некоторой структурой элементов, объединенных единством цели (или назначения) и функциональной целостностью.

Системное мышление – совокупность методов и способов исследования, описания и конструирования систем.

Системный анализ – научная дисциплина, разрабатывающая общие принципы исследования (анализа) сложных объектов с учетом их системного характера.

Системный подход представляет собой совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства, структуру и функции объектов, явлений или процессов в целом, представив их в качестве систем со всеми сложными межэлементными взаимосвязями, взаимовлиянием элементов на систему и на окружающую среду, а также влиянием самой системы на ее структурные элементы.

Системология – область науки о методах системного исследования окружающего нас мира, о выявлении присущих системам общих и специальных закономерностей и использование их для анализа и познания существующих систем и для создания более совершенных систем, обеспечивающих более эффективное достижение поставленных целей.

Сложность системы определяется количеством и разнообразием типов элементов, внутренних межэлементных связей и связей системы со средой. Уровень или степень сложности системы больше зависит от разнообразия связей и элементов, чем от их количества.

Состояние системы – характеристика системы на данный момент ее функционирования.

Среда – в одном ряду с системой одно без другого теряет смысл. Это метасистема – совокупность условий, порождающих выделение системы, ее функцию, и участвующих в формировании ее внутренней структуры как механизма автономного существования. Выделенность системы из среды означает ограниченность части среды, способность к относительному автономному существованию благодаря сформированности собственной структуры, способной к отбору процессов, идущих из среды, к противостоянию ее разрушительным воздействиям.

Структура – совокупность устойчивых связей между элементами системы, обеспечивающая её целостность и тождественность самой себе.

Сценарий – преимущественно качественное описание возможных вариантов развития исследуемого объекта при различных сочетаниях определенных (заранее выделенных) условий. Метод сценариев не предназначен для “предсказания” будущего, он лишь должен в развернутой форме показать возможные варианты развития событий для их дальнейшего анализа и выбора наиболее реальных, благоприятных и т.п. Метод, позволяющий на основе количественной и качественной информации разрабатывать картины будущего состояния внешней среды для изучаемого объекта при ряде параметров, значения которых задаются в нескольких вариантах (сценариях).

Теория систем – научная дисциплина, изучающая наиболее общие закономерности в строении, функционировании и управлении сложными системами различной физической природы.

Устойчивость системы определяет её способность поддерживать намеченный режим функционирования, несмотря на возмущения, действующие со стороны внешней среды.

Функциональность – проявление изучаемых целостных свойств системы.

Функционирование – это деятельность системы без смены цели и структуры.

Целеориентированные системы – системы, характеризующиеся наличием совокупности четких целей, связанных иерархией и уровнями управления

Цель системы – это желаемое состояние выходов системы (конечное состояние) в результате управляемого процесса её функционирования, а также вариант удовлетворения потребности.

Элемент системы – наиболее простая часть, логическая сущность, декомпозиция которой в рамках данной системы нецелесообразна. Элемент имеет индивидуальные свойства, необходимые для его интеграции в структуру системы, в которую он входит не только исходными, выражающими себя в определенных связях с другими элементами, но и вторичными свойствами, приобретаемыми в результате изменений первичных свойств под влиянием коллективных форм жизни – в структуре. Элемент – это количественно-качественная единица структуры.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

а) основная литература:

1. Алгазинов Э. К., Сирота А. А. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем/ под общ. ред. д-ра техн. наук А. А. Сироты. – М. : Диалог-МИФИ, 2009. – 416 с.
2. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций /– Изд. 2-е. – М. : URSS : [Книжный дом "ЛИБРОКОМ"], 2013.– 304 с.
3. Вдовин В. М., Суркова Л. Е., Валентинов В. А. Теория систем и системный анализ: учебник /– М. : Дашков и К, 2012. – 637 с.
4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник для бакалавров. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 616 стр.
5. Качала В. В. Основы теории систем и системного анализа /– 2-е изд., испр.– М. : Горячая линия – Телеком, 2012. – 210 с.
6. Системный анализ и принятие решений: СПбГПУ.– СПб.: Издательство Политехнического университета, 2008. – 469 с.

б) дополнительная литература:

7. ISO-портал / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://staratel.com/iso/ISO/index.html>
8. Антонов А. В. Системный анализ/– 2-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2006. – 454 с.
9. Антонов А.В. Системный анализ/– 3-е изд., стер – М.: Высшая школа, 2008. – 453 с.
10. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении /– М.: Финансы и статистика, 2007. – 367 с.
11. Бабак В.Ф., Рыженко И.Н. Совершенствование методологии проектирования информационных систем. / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://emannual.ru/download/1638.html>
12. Большая советская энциклопедия / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rubricon.com>
13. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития/– М.: Наука, 1977.– 350 с.
14. Бушуев А. Б. Применение методов технического творчества в инновационной деятельности : учебное пособие /– СПб. : СПбГУ ИТМО, 2011. – 124 с.
15. Верников Г. Стандарт онтологического исследования IDEF5 / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.itrealty.ru>
16. Заграновская А.В. Системное исследование организации : практикум / . СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 123 с.
17. Казиев В.М. Введение в системный анализ и моделирование / . [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bigc.ru/theory/books/kvisam/lab4.php>
18. Куликов Г.Г., Конев К.А., Суворова В.А. Теория систем и системный анализ.– Уфа, УГАТУ, 2012. – 185 с.

19. Долятовский В.А., Долятовская В.Н. Исследование систем управления – Учебно-практическое пособие.– М.: Март, 2003, – 256 с.
20. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288: 2005 (2008) Процессы жизненного цикла систем. Системная инженерия. Информационная технология.– М.: 2006.– 54 с.
21. Каширин И. Ю., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Автоматизированный анализ деятельности предприятия с использованием семантических сетей /– М. : Горячая линия – Телеком, 2011 .– 139 с.
22. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов /Майкл Портер; Пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 453 с.
23. Кучин Б. Л., Якушева Е. В. Управление развитием экономических систем: технический прогресс, устойчивость. – М.: Экономика, 1990. /. http://www.0zn.ru/ekonomika/razvivayushhiesya_sistemy.html
24. Платонов А. PLM – новое поколение систем управления /. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/kg/2006/25/kg62528.html>
25. Система MRP ./[Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/sistema-mrp.html>
26. Система планирования ресурсов предприятия ERP./[Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/erp-sistema.html>
27. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: учебник /– Санкт-Петерб. гос. электротехн. ун-т . 7-е изд.– М.: Юрайт, 2012 .– 342 с
28. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник: / [В. А. Баринов [и др.]] ; под ред. В. Н. Волковой, А. А. Емельянова .– М. : Финансы и статистика : ИНФРА-М, 2012 .– 845 с.
29. Черемных С. В., Семенов И. О., Ручкин В. С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. Изд-во: «Финансы и статистика», 2006
- 30.** Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. – М.: Экономика, 1975.– 88 с.
31. Шишкова Г.А., Козлов А.В. Управленческие решения: Учебное пособие. – М.: РГГУ, 2012.– 208 с.
32. Information integration for Concurrent Engineering (PCE). IDEF5 Method Report., Knowledge Based Systems, Inc. University Drive East, College Station, Texas 1994
33. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://lc.narod.ru/aidos/aidos02/2.1.htm>
34. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://topknowledge.ru/osnovmen/3921-zakony-i-printsipy-kibernetiki-primenyaemye-v-upravlenii-organizatsiyami.html>
35. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://victor-safronov.ru/systems-analysis/lectures/surmin/02.html>
36. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=725063>

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЕ

Кафедра интеллектуальных технологий в гуманитарной сфере была организована в 1998 году и при образовании получила название «кафедра технологий профессионального обучения». Первым кафедрой возглавил профессор Потеев Михаил Иванович. С 2002 года кафедра стала выпускающей. Ее выпускники получали специальность «Профессиональное обучение. Компьютерные технологии». С 2004 года началась подготовка инженеров по специальности «Информационные технологии в образовании», а с 2011 бакалавров по направлениям «Информационные системы и технологии» и «Интеллектуальные системы в гуманитарной сфере». В 2012 году кафедра была переименована в соответствие с основным направлением деятельности.

Центральной идеей образовательных программ, реализуемых кафедрой, является участие студентов в выполнении работ, связанных с возможными направлениями будущей деятельности, и с задачами, решаемыми университетом. Научные исследования, проводимые на кафедре, связаны с интеллектуальным анализом данных, математическим моделированием и проектированием информационных систем. В этих областях много интересных, сложных и нерешённых задач. На старших курсах студенты имеют возможность выбрать то направление исследования в рамках профиля, которое им наиболее интересно. После успешного окончания бакалавриата выпускники поступают в магистратуру по направлениям «Информационные системы и технологии», начато кафедрой с 2009 года, и «Интеллектуальные системы в гуманитарной сфере». Двухлетнее образование в магистратуре позволяет развить компетенции в следующих видах профессиональной деятельности научно-исследовательской; проектно-аналитической; организационно-управленческой; научно-педагогической и инновационной. Все это возможно благодаря разносторонним научным интересам преподавателей кафедры.

<http://itgs.ifmo.ru/>

Наталья Николаевна Горлушкина
Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем
Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49