

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра управления и информатики в технических системах

Т.В. Гаибова

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление

Оренбург
2016

УДК 681.5:519.8(075.8)
ББК 32.965я73+22.18я73
Г 14

Рецензент: доцент, кандидат технических наук А.В. Колотвин

Г 14 **Гаибова Т.В.**
Системный анализ в технике и технологиях: учебное пособие / Т.В. Гаибова;
Оренбургский гос. ун.-т. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 221 с.
ISBN 978-5-7410-1650-3

Учебное пособие предназначено студентам направления 27.03.03 Системный анализ и управление для использования при изучении дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений». Описаны основные понятия, методы и средства системного анализа, неформализованные методы проведения системного исследования, способствующие формированию профессиональных навыков и системного мышления. Особое внимание уделяется вопросам практического применения системного анализа при выявлении, формировании и решении задач проектирования и управления с учетом функционального и процессного подхода к деятельности организаций и производственных предприятий, а также деятельности системного аналитика при проектировании автоматизированных информационных систем.

УДК 681.5:519.8(075.8)
ББК 32.965я73+22.18я73

ISBN 978-5-7410-1650-3

© Гаибова Т.В., 2016
© ОГУ, 2016

Содержание

Введение.....	5
1 Принципы проведения системного исследования.....	14
1.1 Использование системного подхода в человеческой деятельности.....	14
1.2 Основные понятия системного анализа.....	23
1.3 Классификации систем.....	29
1.4 Системные исследования: виды и основные этапы.....	38
1.5 Типы моделей систем.....	45
1.6 Математическая постановка задачи оптимизации.....	70
Вопросы для самоконтроля.....	74
Практические задания.....	76
Литература, рекомендуемая для изучения раздела 1.....	77
2 Неформализованные этапы проведения системных исследований.....	79
2.1 Методы построения проблематики.....	79
2.2 Определение целей системы и подбор критериев.....	92
2.3 Методы генерирования альтернатив.....	100
2.4 Пример проведения неформализованных этапов системного исследования.....	107
Вопросы для самоконтроля.....	123
Практические задания.....	125
Литература, рекомендуемая для изучения раздела 2.....	128
3 Системное представление объектов и процессов техники и технологий.....	129
3.1 Объекты профессиональной деятельности системного аналитика и их роль в архитектуре организации.....	129
3.2 Системное представление процессов организации производства.....	141
3.3 Типовые задачи проектирования и управления на производстве.....	152
3.4 Процессы построения, поддержки и развития системной архитектуры организации.....	158

3.5 Типовые задачи проектирования и управления в рамках процессов построения, поддержки и развития системной архитектуры организации.....	166
3.6 Типовые задачи проведения системного исследования при разработке автоматизированных информационных систем	170
Вопросы для самоконтроля.....	177
Практические задания.....	180
Литература, рекомендуемая для изучения раздела 3.....	184
Список использованных источников.....	186
Приложение А Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников в соответствии с профессиональными стандартами.....	188
Приложение Б Пример документирования запросов заинтересованного лица.....	194
Приложение В Классификация предприятий с точки зрения организации системной архитектуры.....	203
Приложение Г Параметры для формализации типовых задач поддержки и предоставления ИТ-сервисов.....	216

Введение

Настоящее учебное пособие посвящено рассмотрению традиционных теоретических основ и современных практических инструментов системного анализа в рамках формирования профессиональных компетенций бакалавров по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление при изучении дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений».

В соответствии с учебным планом, дисциплина «Системный анализ, оптимизация и принятие решений» относится к циклу базовых дисциплин и осваивается в пятом и шестом семестрах. Так как термин «системный анализ» является определяющим в названии направления подготовки, от изучения данной дисциплины студенты ожидают четкого понимания того, какую профессиональную нишу они могут занять после получения высшего образования, какие навыки предложить какому именно потенциальному работодателю, как использовать знания, полученные при освоении других дисциплин.

Проблема состоит в том, что на сегодняшний день существует большой разрыв между уровнем практико-ориентированности при преподавании классического системного анализа, подразумевающим изучение и закрепление обобщенных системных понятий и категорий, общих принципов применения неформализованных и формализованных методов исследования систем и требованиями рынка труда к формированию умений и навыков в области будущих профессиональных интересов выпускника. Этот разрыв, по мнению автора, обусловлен следующими причинами:

- во-первых, самой спецификой рассматриваемой дисциплины - системный анализ обобщает методологию исследования сложных систем и принятия решений, занимает особое место в структуре современных системных исследований и является типичным меж- и наддисциплинарным курсом, направленным на формирование системного мышления специалиста. Все перечисленные факторы с одной стороны демонстрируют важность системного анализа, как базовой дисциплины, определяющей в итоге уровень квалификации специалиста по проектированию и управле-

нию, а с другой - накладывает повышенные требования к практическим методикам обучения, которые должны не только закрепить системные категории, методы и модели на уровне учебных задач, но и сформировать необходимые профессиональные навыки в рамках компетенций государственного образовательного стандарта;

- во-вторых, большими изменениями профессиональной деятельности в сфере проектирования и управления за последние сорок лет. Эти изменения вызваны прежде всего бурным развитием информационных технологий, они и структурно, и инструментально изменили практику решения задач проектирования и управления, сделав реальными и доступными многие возможности, о которых ранее не задумывались, способствовали появлению таких новых профессий, как системный аналитик, системный архитектор, проектировщик среды взаимодействия (UX-проектировщик), бизнес аналитик, инженер по качеству систем и т.д. При этом теоретические основы решения задач проектирования и управления остаются прежними и результаты использования новых инструментов только подтверждают правильность системных традиций. С другой стороны, новая профессиональная терминология и стандарты в области системного анализа находятся на уровне средств и инструментов, а терминология, описывающая базовые теоретические принципы, с уровнем профессионального инструментария не сопоставляется никак. И в данном случае, на взгляд автора, это недоработка системы высшего образования. Современный профессиональный системный анализ – это не философская размытая концепция, оперирующая обобщенными категориями, не доходящими до уровня конкретных практических задач, а четкий набор профессиональных стандартов, шаблонов, методик прототипирования, программных инструментов, позволяющих структурировать и сделать планируемым и контролируемым, а, следовательно, управляемым процесс решения даже таких профессиональных задач проектирования и управления, которые ранее считались неформализованными;

- в-третьих, отсутствием учебной литературы по системному анализу, объединяющей классический системный подход к решению задач проектирования и управления и современные методики, подходы, метрики, инструменты, шаблоны документирования. Т.е. на сегодняшний день литература по системному анализу

представлена, в основном, изложением классических законов и принципов системного исследования, а также эмпирического и математического инструментария на уровень выше современного прикладного использования, в то время как осмысление возможности их практического использования перекладывается на плечи обучаемого, не имеющего пока ни четко организованной теоретической базы, ни опыта решения практических задач. Отрицательно это сказывается и на последующем процессе трудоустройства, потому что зачастую даже уже дипломированный специалист сам с трудом осознает, какие профессиональные навыки и трудовые функции он может предложить на рынке труда, для каких предприятий он может представлять интерес, какие перспективы профессионального роста перед ним открыты. С другой стороны, литература, которую используют в своей практике профессиональные системные аналитики, в основном содержит только описание инструментов, но не призвана формировать системное мышление специалиста.

Настоящее учебное пособие написано с целью восполнить существующий разрыв и привести методику преподавания и освоения дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений» в соответствие с требованиями профессиональных задач выпускника.

В соответствии с основной образовательной программой направления подготовки 27.03.03, базой для формирования области будущих профессиональных интересов являются следующие профессиональные стандарты:

- Системный аналитик - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «28» октября 2014 г. № 809н;

- Программист - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» ноября 2013 г. № 679н;

- Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «11» февраля 2014 г. № 86н;

- Специалист по информационным системам - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» ноября 2014 г. № 896н;

- Руководитель проектов в области информационных технологий - утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» ноября 2014 г. № 893н.

Цель профессиональной деятельности выпускника по направлению 27.03.03 сводится к разработке, восстановлению и сопровождению требований к программному обеспечению, продукту, средству, программно-аппаратному комплексу, автоматизированной информационной системе или автоматизированной системе управления на протяжении их жизненного цикла.

Указанная цель должна представлять собой желаемый конечный результат обучения и являться ориентиром при формировании рабочих программ и комплектов учебных заданий в процессе освоения дисциплин согласно учебному плану, заданий на учебную и производственную практику, курсовое и дипломное проектирование.

Ввиду того, что современные технологии проектирования и управления базируются на системном подходе, особую важность при решении подобных задач приобретает навык быстрого освоения предметной области рассматриваемой задачи с конкретным объектом исследования [1]. Формирование такого навыка в учебном процессе, по мнению автора, должно базироваться на следующих принципах:

- практико-ориентированности - выполняется за счет структуризации предметной области и выделения в ней типовых объектов и процессов, а также соответствующих задач проектирования и управления;

- рассмотрения структуры источников информации, необходимых для получения информации об объекте исследования;

- использования шаблонов моделирования объектов исследования и соответствующих типовых задач проектирования и управления;

- перехода от освоения теоретических основ изучаемой дисциплины к практическим заданиям по проектированию рассматриваемых объектов и процессов посредством отработки практических заданий «технологического» уровня, позволяющих создать прочную основу знаний о рассматриваемом объекте/процессе, закрепить навык поиска информации, необходимой для решения задач проектирования и

управления, подготовив тем самым студента к восприятию постановок проектных задач и построению множества проектных альтернатив;

- формирования заданий не только малой, но и большой размерности, чтобы использование изучаемых специальных методов и средств (в том числе информационных технологий) стало очевидно обязательным.

В арсенале методом системного анализа различают неформализованные методы исследования и формализованные.

К неформализованным относят методы построения проблематики и формулирования проблемы, методы определения целей и подбора критериев системы, методы генерирования множества допустимых альтернатив устранения проблемной ситуации и прочие.

К формализованным относят методы моделирования систем, используемые для математической постановки задач оптимизации, аналитические и численные процедуры решения сформулированных задач оптимизации, аналитические и статистические методы исследования систем.

Закрепление навыков использования формализованных методов системного анализа, несмотря на достаточно высокий уровень сложности изучаемого математического инструментария, обычно не вызывает затруднений при обеспечении требуемого уровня прилежания студента, так как осуществляется по четким однозначным алгоритмам для математически сформулированных задач. Следует также отметить наличие большого количества учебной литературы, освещающей достаточно подробно такие аспекты проведения системного исследования как измерения, планирование экспериментов, аналитические и численные методы оптимизации систем, методы многомерного статистического анализа с демонстрацией достаточного количества учебных примеров и предложением учебных заданий.

С учетом этого факта, в перечень вопросов, рассматриваемых в настоящем учебном пособии, были отобраны вопросы, связанные с особенностями проведения только неформализованных этапов системного исследования, разработкой условной матрицы профессиональных задач системного аналитика и формированием шаблонов моделей объектов и процессов из предметных областей, определенных профес-

сиональными стандартами.

К тому же, особую сложность для преподавателя с точки зрения выработки у обучаемых практических навыков, представляют именно неформализованные этапы проведения системного исследования, из-за высокой степени зависимости от опыта и интуиции исследователя и его невольного субъективизма, вызванного как раз отсутствием на этой стадии математических методов и алгоритмов.

Сформировать навык проведения неформализованных этапов возможно лишь путем рассмотрения различных примеров и формирования личного опыта студента при выполнении таких заданий. Поэтому особую значимость при рассмотрении методов и приемов моделирования, позволяющих привести вербальное описание проблемной ситуации к его формализованному адекватному виду, приобретает банк предлагаемых преподавателем практических примеров и заданий, а также совместное обсуждение результатов их выполнения не только в рамках индивидуального общения преподавателя со студентом, но и в рамках коллективной, групповой работы, позволяющей обогатить опыт каждого студента и сформировать навыки работы в группе.

По мнению автора, предлагаемые студенту практические задания должны удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать объектам и процессам профессиональных стандартов, принятых за основу при формировании основной образовательной программы по направлению Системный анализ и управление, а, следовательно, объектам и процессам, рассматриваемым при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы. Выполнение этого требования способствует профессиональной ориентации будущего выпускника, повышает его потенциальную эффективность на выбранном рынке труда;

- способствовать формированию навыка быстрого освоения новой предметной области путем изучения в процессе освоения дисциплины классификаций рассматриваемых объектов и процессов, типовых задач проектирования и управления, структуру исходной информации, способы ее получения и виды источников, типовые документы для представления результатов выполнения различных этапов ис-

следования, перечни параметров и метрик для последующей формализации рассматриваемых объектов, процессов, задач.

Правильное использование неформализованных методов системного анализа обозначает определенный уровень системного мышления, необходимый для системного представления рассматриваемого объекта или процесса, выделения системы из окружающей среды, определения целей и подбора критериев решаемой оптимизационной задачи проектирования или управления, использования современных профессиональных инструментов системного аналитика.

Учебное пособие полностью соответствует рабочей программе дисциплины, формирует учебный материал для освоения первых трех разделов дисциплины и состоит из трех частей.

В первой части «Принципы проведения системного исследования» рассмотрены возможности использования системного подхода при решении задач проектирования и управления, сформированы основные понятия системного анализа, описаны классификации систем и типы моделей систем, дана характеристика формализованным и неформализованным этапам проведения системного исследования. Несмотря на то, что рассмотрение математических аспектов системного анализа выходит за рамки настоящего пособия, в первой части приведена структура математической модели задачи оптимизации, как основной задачи системного анализа, чтобы при дальнейшем рассмотрении особенностей неформализованных этапов было понятно, к чему впоследствии результаты их выполнения могут быть применены.

Во второй части «Неформализованные этапы проведения системного исследования» подробно рассмотрены особенности применения методов системного анализа, направленных на активизацию использования интуиции и опыта специалиста: методика формулировки проблемы и построения проблематики, трудности, связанные с определением целей устранения проблемной ситуации, правила формулировки целей и подбора критериев к сформулированным целям, методы генерирования альтернатив и организационные формы коллективной генерации идей. Приведен пример проведения неформализованных этапов системного исследования реальной проблемной ситуации.

В третьей части «Системное представление объектов и процессов техники и технологий» приведена характеристика предметных областей профессиональной деятельности аналитика, в рамках каждой предметной области определены типы объектов и процессов, требующих системного подхода, представлена структура и охарактеризованы источники исходной информации для системного исследования, а также приведены шаблоны системного представления типовых объектов и процессов, перечни типовых задач проектирования и управления, а также параметры и метрики для формализации. Предметные области для применения системного инструментария выделены на основе процессного подхода к архитектуре современных организаций и соответствуют трудовым функциям выпускников, определенных профессиональными стандартами направления. Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников из соответствующих стандартов представлены в таблице А.1 приложения А.

После каждого раздела настоящего учебного пособия предлагается перечень контрольных вопросов по учебному материалу, представленному в разделе, практические задания проектного уровня, а также перечень рекомендуемой литературы и интернет - ресурсов для самостоятельной работы над темами раздела. Предлагаемые читателю задания неоднократно апробированы в учебном процессе направления 27.03.03 и представляют собой не первоначальный, а усовершенствованный вариант с учетом устранения недостатков, выявленных при апробации на нескольких курсах, а также замечаний и пожеланий студентов.

Авторская концепция изложения учебного материала, необходимого для формирования профессиональных компетенций в рамках изучения дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений» в соответствии с ГОС ВО, заключается в доведении теоретических методов системного анализа до уровня конкретных практических инструментов и позволяет студенту, изучившему данную дисциплину, активно применять их при выполнении практических заданий и курсового проектирования при освоении дисциплин «Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов», «Управление качеством», «Управление проектами», при прохождении производственной и преддипломной практики и выполнении вы-

пускной квалификационной работы.

1 Принципы проведения системного исследования

1.1 Использование системного подхода в человеческой деятельности

Ключевые слова: системный анализ, системный подход, системность, алгоритмичность, технический объект, технология, рабочие операции, операции управления, уровни системности деятельности, механизация, автоматизация, кибернетизация, интеллектуализация.

Системный анализ (СА), рассмотрению теоретических принципов и практических инструментов которого посвящено данное учебное пособие, является комплексной дисциплиной, базовые составляющие которой приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Системный анализ как комплексная дисциплина

Дисциплины, положенные в основу системного анализа, изучались читателем на первом и втором курсах обучения, поэтому изложение материала рассчитано на студента, успешно освоившего программу высшей школы в области:

- высшей математики (в особенности, классические методы математического анализа функций);
- информационных технологий и вычислительной техники (в особенности, методы поиска, сбора, хранения, обработки, передачи информации, основы алгоритмизации и программирования);

- философии (в особенности, основные положения теории познания, структуру научного знания, формы обоснования и доказательства истинности знания – на уровне логики и здравого смысла).

На сегодняшний день под системным анализом принято подразумевать совокупность методов и средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам различного характера (политического, военного, социального, экономического, научного и технического плана).

В рамках изучения дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений» бакалаврами направления 27.03.03 – Системный анализ и управление будут рассмотрены вопросы применения системного подхода в области техники и технологий.

Системный анализ опирается на системный подход – универсальный инструмент познавательной деятельности человека, заключающийся в рассмотрении исследуемого объекта или процесса как системы. Он ориентирует исследователя на раскрытие целостности объекта и выявление различных типов связи в нем [2].

Само понятие «система» возникло в глубокой древности, долгое время оставаясь, несмотря на широкое употребление, категорией теоретически неразработанной. «Слово «systema» на греческом языке означает «составление» и отражает тот простой опыт, что вещи не являются аморфными, нерасчлененными и при ближайшем рассмотрении оказываются «составленными» из «частей», которые можно расчленить» [3]. С точки зрения практики еще более древним, чем понятие «система», является сам системный подход - он ровесник человеческого общества. Первобытный человек, при удовлетворении своих жизненных потребностей и изготовлении первых орудий труда уже действовал системно. Однако он не осознавал системности своих действий. Востребованность применения системного подхода на практике и осознание необходимости его использования была вызвана постепенным усложнением задач проектирования технических объектов и технологических процессов и управления ими.

С научной точки зрения, системный подход отражает прежде всего определенную закономерность в развитии самой науки. Одной из предпосылок, опреде-

ливших современную роль системного подхода в науке, является бурный рост количества информации — так называемый информационный взрыв. Как показано в [4], «преодоление противоречия между ростом количества информации и ограниченными возможностями ее усвоения может быть достигнуто с помощью системной реорганизации знания».

Информация, полученная на основе системного подхода, обладает двумя принципиально важными свойствами:

- 1) исследователю поступает лишь информация необходимая;
- 2) исследователю поступает информация, достаточная для решения поставленной задачи.

Данная особенность системного подхода обусловлена тем, что рассмотрение объекта как системы означает рассмотрение его только в определенном отношении, в том отношении, в котором объект выступает как система. Системные знания - это результат познания объекта не в целом, а определенного «среза» с него, произведенного в соответствии с системными характеристиками объекта. Системообразующий принцип всегда что-то «обрубает», «огрубляет», «высекает» из бесконечного разнообразия конечное, но упорядоченное множество элементов и отношений между ними [5].

Как система может быть рассмотрено любое явление, хотя, разумеется, не всякий объект научного анализа в этом нуждается. Системный метод незаменим в познании и конструировании сложных динамических объектов и процессов.

Рассмотрим возможности применения и оказываемое влияние системного подхода на практическую деятельность человека, т.е. его активного и целенаправленного воздействия на окружающую среду [6].

Во-первых, человеческая практика системна.

Перечислим обязательные признаки системности:

- подчиненность организации всей системы определенной цели;
- структурированность системы;
- взаимосвязанность составляющих ее частей.

По отношению к человеческой деятельности эти признаки и в самом деле очевидны, поскольку каждый из нас легко обнаружит их в своем собственном практическом опыте. Всякое наше осознанное действие преследует определенную цель. Во всяком действии легко увидеть его составные части, более мелкие действия. При этом легко убедиться, что эти составные части должны выполняться не в произвольном порядке, а в определенной их последовательности. Это и есть та самая определенная, подчиненная цели взаимосвязанность составных частей, которая и является признаком системности.

Другое название для такого построения деятельности – алгоритмичность. Понятие алгоритма возникло сначала в математике и означало задание точно определенной последовательности однозначно понимаемых операций над числами или другими математическими объектами.

Со временем стали говорить об алгоритмах принятия управленческих решений, алгоритмах обучения, алгоритмах игры в шахматы, алгоритмах изобретательства и музыкальной композиции.

При этом несколько трансформируется понятие алгоритма. Сохраняя логическую принудительность последовательности действий, допускается, что в алгоритме могут присутствовать и неформализуемые действия, важно лишь, чтобы они успешно выполнялись, хотя и неосознанно. Подавляющее большинство элементов творческой деятельности, реализуемых человеком легко и просто, на самом деле являются неосознанной реализацией определенных закономерностей. Другими словами, творчество — это не что иное, как неосознанная алгоритмическая деятельность.

И в менее творческой, управленческой работе существуют пока не поддающиеся алгоритмизации моменты. Поэтому содержащие их алгоритмы управления обозначают менее строгим понятием — методики. Методики, как правило, существуют в форме рекомендательных текстов, в которых содержится общая идеология того, что необходимо сделать, но не всегда четко обозначена последовательность действий и их внутреннее содержание.

Таким образом, из вышесказанного следует три вывода:

- всякая деятельность алгоритмична;

- не всегда алгоритм реальной деятельности существует в явном виде;
- в случае неудовлетворенности результатом причину неудачи следует в первую очередь искать в несовершенстве алгоритма.

Последнее требует исследования, развития и совершенствования алгоритма, выявления и устранения его слабых мест и, следовательно, повышения системности.

Таким образом, явная алгоритмизация любой практической деятельности является важным средством ее развития.

Перейдем теперь к другой задаче – покажем, что роль системных представлений в практике постоянно увеличивается, что растет сама системность человеческой практики.

Так как предметной областью применения системного анализа для бакалавров по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление являются техника и технологии, рассмотрим влияние системности на проблему повышения производительности труда. Для этого определим необходимые понятия и термины.

Технология – способ, метод, программа преобразования вещества, энергии или информационных сигналов из заданного начального состояния в заданное конечное состояние с помощью определенных технических объектов.

Технический объект - созданное человеком или автоматом реально существующее устройство, предназначенное для удовлетворения определенной потребности (машины, аппараты, приборы, ручные орудия труда, здания, сооружения и т.п. устройства, выполняющие определенную функцию по преобразованию объектов живой и неживой природы (веществ), энергии или информационных сигналов).

Все целенаправленные процессы, организуемые человеком, делятся на два вида:

- рабочие операции;
- операции управления.

Рабочие операции включают действия по обработке или преобразованию материалов, энергии, перемещению материалов и пр.

Операции управления включают действия по обработке информации, обеспечивающие выполнение требуемых рабочих операций.

В своем развитии человечество преодолело три масштабных организационно-технических этапа системности практической деятельности, определившие скачкообразный рост производительности труда (механизация, автоматизация и кибернетизация) и в настоящее время осваивает следующий этап - интеллектуализацию труда.

Схема этапов повышения производительности труда приведена на рисунке 2.

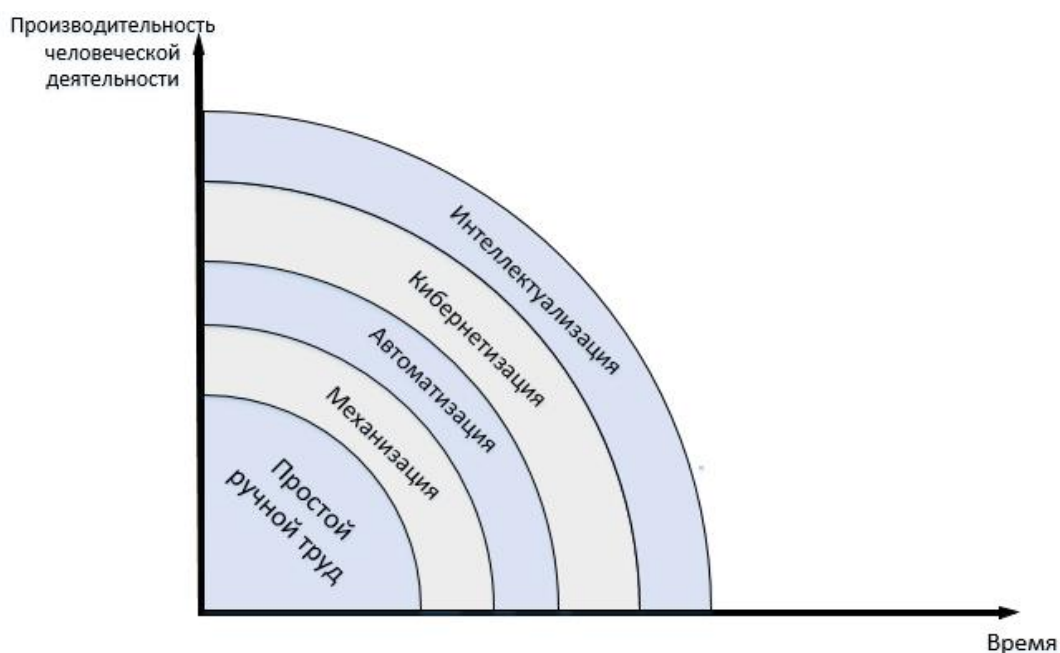


Рисунок 2 – Схема этапов повышения производительности труда

Механизация – замена труда человека на рабочих операциях. В этом случае происходит усиление физических усилий человека с помощью орудий труда или замена физического труда человека механизмами. Здесь предметом и продуктом труда выступает материя (вещество) или энергия.

Механизация является простейшим способом повышения эффективности труда, к тому же, первым, с точки зрения исторического развития. К механизмам относят как простейшие орудия и приспособления, приводимые в действие мускульной силой, так и сложные машины со встроенными в них двигателями. Дополнительные

примеры технических объектов и технологий каждого этапа совершенствования производительности труда представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры технических объектов и технологий практической деятельности человека

Уровень системности деятельности	Примеры технических объектов	Примеры технологий	Ограничения уровня системности
Простой ручной труд	Молоток, топор, гаечный ключ, нож	Ручное формование при изготовлении изделий из стеклопластика, изготовление литейных форм в мелкосерийном производстве, ручное производство плетеной мебели из ротанга и бамбука	Физиологические ограничения человека при выполнении рабочих операций
Механизация	Механизированный ручной инструмент с электро-, пневмо-, гидроприводом, шуруповерт, электродрель Экскаватор, трактор, бульдозер	Разработка грунта землеройно-транспортным оборудованием, механизированная прокатка при обработке металлов давлением, поточно-механизированная линия для производства абразивных кругов	Физиологические ограничения человека при использовании механизмов и машин
Автоматизация	Автоматическая поточная линия, робототехника, автоматизированная система управления технологическим процессом	Технологии автоматизированного производства, технологии автоматизированного проектирования	Непредвиденные ситуации и невозможность полной алгоритмизации многих практических действий
Кибернетизация	Экспертная система, интеллектуальная система поддержки принятия решений	Сравнение многомерных и неколичественных вариантов, экспертная оценка	Принципиальное отсутствие понимающей способности у вычислительной системы

Механизация позволяет высвободить человеческие ресурсы – с помощью механизмов и машин один человек выполняет физическую работу, которую без них

пришлось бы выполнять многим людям. Возможности механизации не исчерпаны и на сегодняшний день.

Естественный предел механизации определен физиологическими особенностями организма человека – ведь работой механизмов управляет сам человек. Нельзя делать лопату слишком широкой – поднимать ее придется человеку. Машина не должна иметь слишком много приборов-индикаторов и рычагов управления: у человека всего два глаза и две руки. Скорость реакции человека ограничена, поэтому механизация очень быстрых процессов не имеет смысла.

Исключение участия человека в конкретном технологическом процессе возможно на следующем уровне системности - автоматизации. Технические устройства, объединяющие две функции – выполнение как самой работы, так и операций по регулированию хода технологического процесса выполнения работы называются автоматами. Они могут иметь разную сложность и выполнять разнообразные работы. В быт вошли торговые и игровые автоматы, в промышленности уже существуют целые автоматические линии, цехи и заводы, развивается промышленная и транспортная робототехника. Автоматизации поддаются все более сложные работы, по мере совершенствования наших знаний о них, в том числе такие, которые прежде выполнялись только в виде мыслительной деятельности.

Так как автоматизация представляет собой замену труда человека на операциях управления и происходит замена управленческого труда в управляющей системе автоматом, то предметом и продуктом труда в этом случае является информация. Автомат реализует некоторую программу, алгоритм управления. В зависимости от степени автоматизации управленческого труда выделяют автоматические и автоматизированные системы управления:

- в автоматических системах процессы полностью автоматизированы. Роль человека состоит в контроле и настройке управленческих процессов. В этих системах имеется закон управления и критерий эффективности управления. Значит, процесс полностью автоматизирован и может полностью выполняться автоматом;

- в автоматизированных системах в процессе управления участвует человек и автомат. При этом их функции четко распределены. Автомат, в основном, занимает

ся процессом сбора, обработки, хранения и передачи информации. Человеку предоставляются функции принятия решений.

Следует понимать, что автоматизировать, т.е. полностью возложить на машину, можно только те работы, которые детально изучены, подробно и полно описаны, в которых точно известно, что, в каком порядке и как надо делать в каждом случае, и точно известны все возможные случаи и обстоятельства, в которых может оказаться автомат. Только при таких условиях можно сконструировать соответствующий автомат, и только в этих условиях он может успешно выполнять работу, для которой предназначен. Автомат реализует некоторый алгоритм (в математическом смысле этого слова), и если алгоритм в какой-то своей части неправилен или неточен либо встретилась ситуация, не предусмотренная алгоритмом, то поведение автомата не может соответствовать целям его создания.

Естественным пределом автоматизации является наличие множества непредвиденных ситуаций, изменяющихся условий и невозможность полной формализации многих практических действий. Способность находить решение таких слабо формализованных задач называют интеллектом. Это свойство присуще человеку от природы и находится в постоянном развитии в течении человеческой жизни. При этом интеллектуальная деятельность также является алгоритмичной, но не все ее этапы поддаются формализации (например, экспертная оценка или сравнение многомерных и неколичественных вариантов, принятие управленческих решений, взятие на себя ответственности). Именно на этом принципе строятся автоматизированные, в отличие от автоматических, системы управления, в которых формализованные операции выполняют автоматы и ЭВМ, а неформализованные (и, возможно, неформализуемые) операции – человек. Этот путь, следовательно, состоит в разумном использовании естественного человеческого интеллекта.

Таким образом, кибернетизация – замена труда человека на операциях управления в случаях, когда автоматизация, основанная на формальной алгоритмизации, невозможна. Кибернетизация основана на включении в алгоритм этапа использования интеллекта, т.е. способности решать неформализованные задачи и находить выход в непредвиденных ситуациях. Техническими средствами для этого служат авто-

маты и ЭВМ. Часто кибернетизацию объединяют со следующим уровнем системности - интеллектуализацией. Их отличие в том, что на уровне кибернетизации заменяются отдельные этапы интеллектуальной деятельности человека, а интеллектуализация претендует на полную замену труда человека при решении интеллектуальных задач.

Следует заметить, что каждый очередной организационно-технический этап системности человеческой деятельности включает в себя результаты предыдущего этапа и развивается дальше вместе с ним. Так, например, механизация является непременным условием автоматизации.

1.2 Основные понятия системного анализа

Ключевые слова: потребность, исходная ситуация, желаемый конечный результат, проблема, проблемная ситуация, цель, задача, декомпозиция, агрегирование, система, подсистема, элемент, связь, эмерджентность, внешняя среда, входные воздействия, выходные воздействия, управляющие воздействия, возмущающие воздействия, функция, структура, параметры.

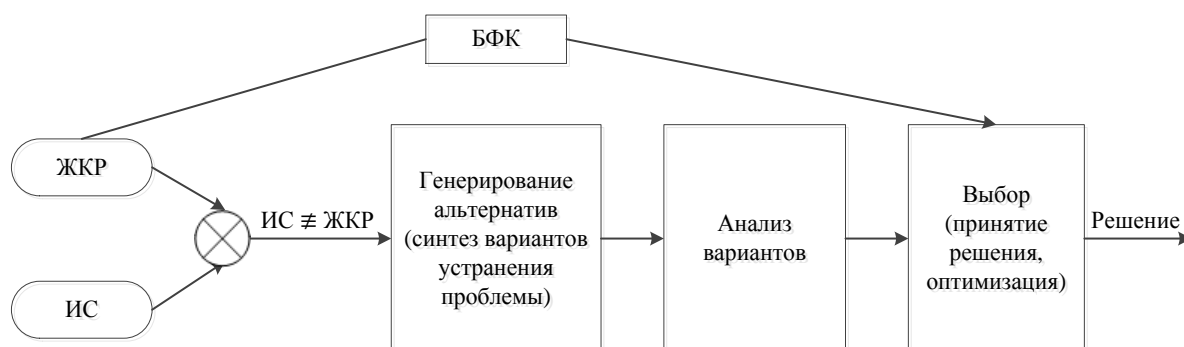
В данном подразделе приведены основные понятия системного анализа [7,8]. Будем вводить эти понятия в соответствии с их использованием в обобщенной схеме интеллектуальной деятельности человека, представленной на рисунке 3.

Человеческая деятельность всегда направлена на удовлетворение потребностей, а ситуация, когда желаемый конечный результат не совпадает с исходной ситуацией и порождает потребность. Такую ситуацию и будем называть проблемной ситуацией. Отсюда и первое определение – определение проблемы, отправного пункта любого системного исследования.

Проблема – совокупность противоречий, которая не может быть устранена имеющимися методами и средствами.

Если в других дисциплинах, в основном, изучаются методы и средства решения уже поставленных задач, то в системном анализе большое внимание уделяется формированию умения выделять рассматриваемую систему из окружающей среды и

формулировать проблему. Это одна из важных частей интеллектуальной деятельности.



ЖКР – желаемый конечный результат, ИС – исходная ситуация, БФК - блок формирования критериев

Рисунок 3 – Обобщенная схема интеллектуальной деятельности человека

Еще одним ключевым понятием системного анализа является понятие цели.

Цель – некоторый желаемый результат деятельности, достижимый в определенные сроки с определенными характеристиками.

Так как процесс достижения цели для задач проектирования и управления в технике и технологии является сложным, его разбивают на ряд взаимосвязанных этапов – задач.

Задача – некоторый результат деятельности, достижимый в заданные сроки с заданными характеристиками.

Соотношение цели и задач представлено на рисунке 4 в виде иерархической схемы.

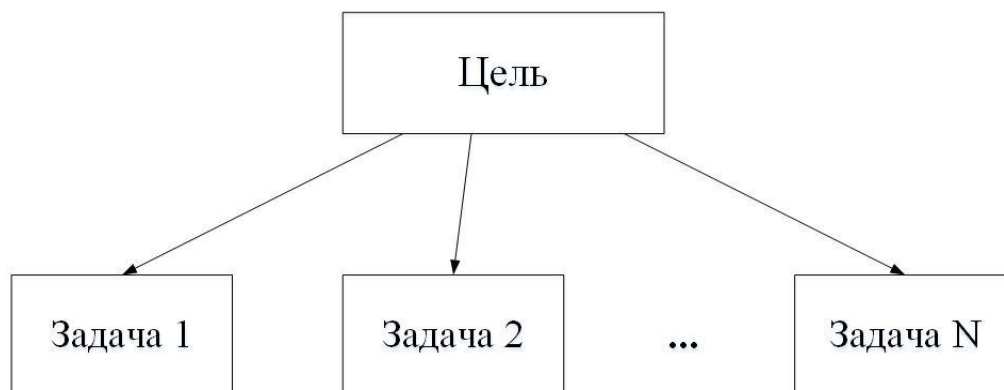


Рисунок 4 – Декомпозиция процесса достижения целей на ряд задач

Процедура разбиения сложного объекта, процесса или явления на составные части также является базовым приемом системного анализа и называется декомпозицией.

Декомпозиция — разделение целого на части — это метод системного анализа, позволяющий заменить решение одной большой задачи решением серии меньших задач, пусть и взаимосвязанных, но более простых [8].

Декомпозиция, как процесс расчленения, позволяет рассматривать любую исследуемую систему как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены на части. Результатом декомпозиции является иерархическая структура. В таких структурах важным является лишь выделение уровней соподчиненности, а между уровнями и между компонентами в пределах уровня могут быть любые взаимоотношения.

В качестве систем при проведении декомпозиции могут выступать не только материальные объекты, но и процессы, явления и понятия. При проведении системного исследования декомпозиции подвергаются рассматриваемые объекты и процессы, а также цели и функции.

Подробнее особенности проведения декомпозиции описаны в подразделе 1.5.

Операция, обратная декомпозиции, называется агрегированием. Агрегирование — это объединение нескольких частей в одно целое.

С целью связаны еще два понятия — «направление развития» и «идеал».

Направление развития — совокупность все улучшающихся в некотором смысле целей.

Идеал — конечное состояние направления развития, достижимое лишь асимптотически.

Процедуры системного исследования предполагают использование следующих представлений:

- систему можно разбить на части — подсистемы. В свою очередь подсистемы можно разбить на более мелкие подсистемы и т.д., пока не получим (в рамках поставленной задачи) неделимые подсистемы — элементы. Результат декомпозиции системы на составные части представлен на рисунке 5;

- в системе все элементы и подсистемы связаны друг с другом - то есть обмениваются материальными, энергетическими и информационными потоками;

- свойства системы определяются не только и не столько свойствами элементов, а характером связи между ними;

- система обладает принципиально новым свойством, которым не обладает ни один элемент системы. Эту способность называют эмерджентностью [6] системы.

Основным отличием системного объекта от несистемного является существенное значение характера связей для его функционирования в рамках поставленной задачи.

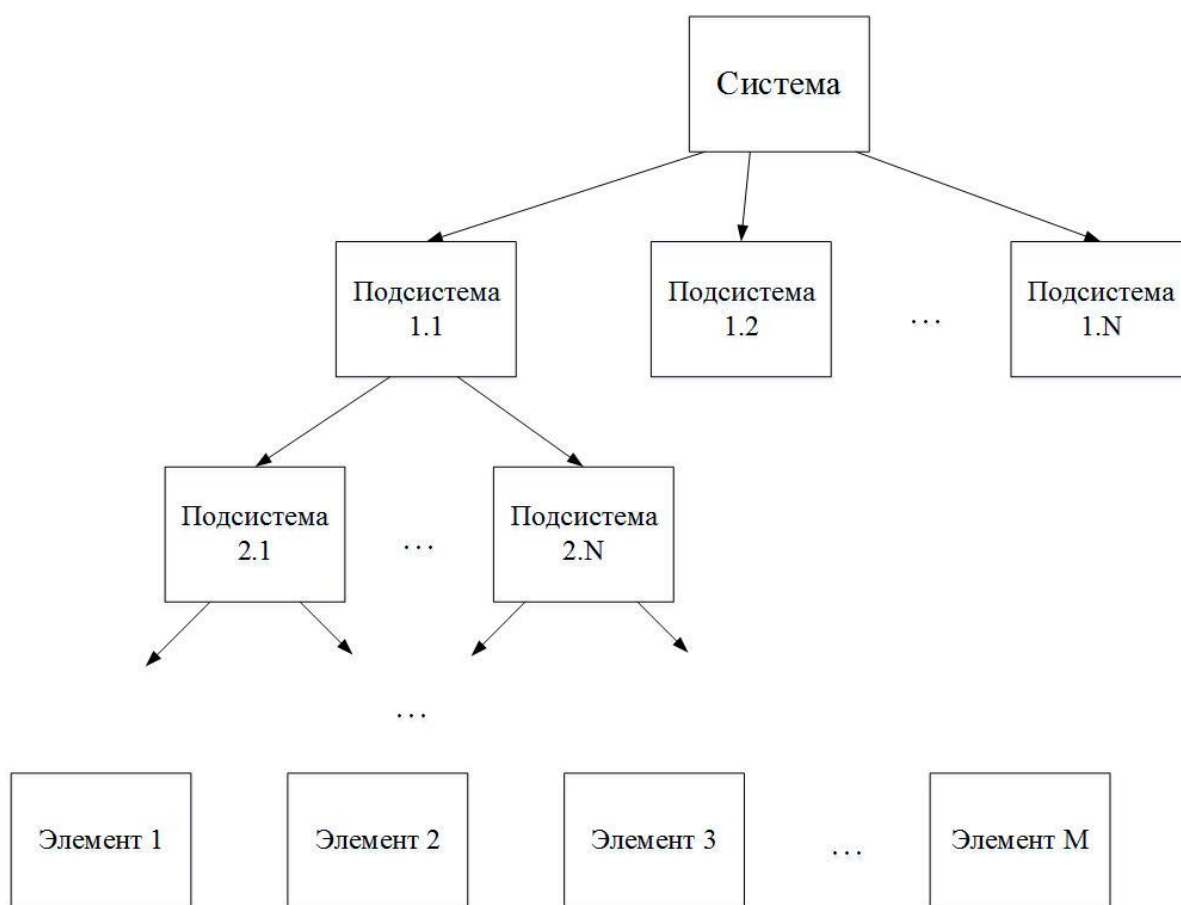


Рисунок 5 – Декомпозиция системы на подсистемы и элементы

На основе введенных терминов определим понятие системы.

Система – совокупность элементов и связей между ними, свойства которой определяются характером связей.

Система – совокупность элементов, выделяемых из окружающей среды и связей между ними, необходимых и достаточных для достижения поставленной цели.

Под окружающей (внешней) средой будем понимать мир объективной реальности, которая не входит в нашу систему.

Важным понятием при исследовании любой системы является понятие «надсистема». Всякая система может рассматриваться, с одной стороны, как подсистема более высокого порядка - надсистемы, а с другой, как надсистема системы более низкого порядка - подсистема. Например, система «производственный цех» входит как подсистема в систему более высокого ранга — «фирма». В свою очередь, надсистема «фирма» может являться подсистемой «корпорации».

Обычно в качестве подсистем фигурируют более или менее самостоятельные части систем, выделяемые по определённым признакам, обладающие относительной самостоятельностью, определённой степенью свободы. На рисунке 6 представлена иерархическая схема, определяющая соподчиненность при взаимодействии подсистем, системы и надсистемы.

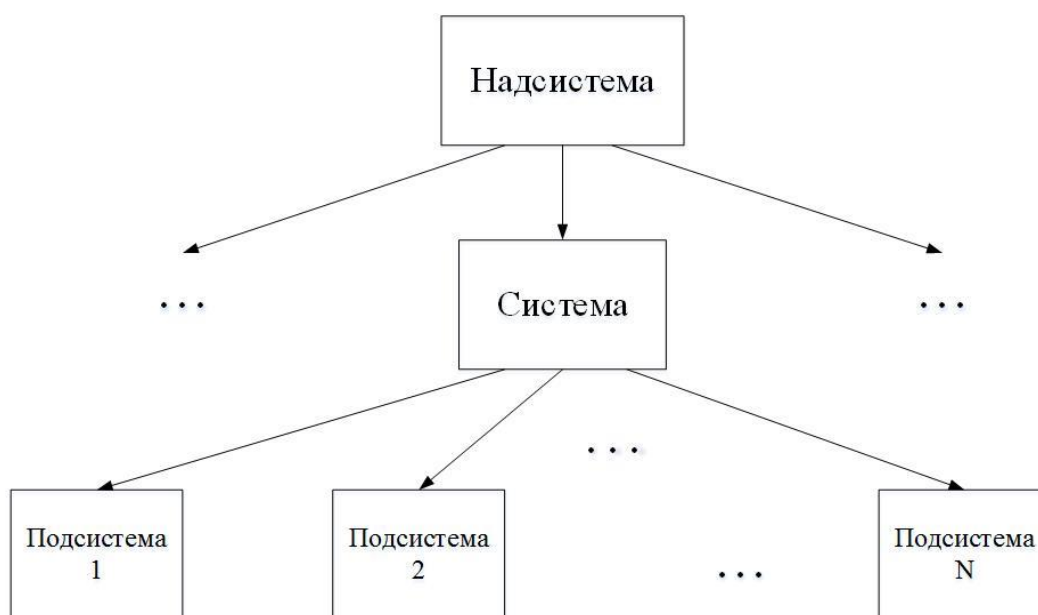


Рисунок 6 – Соподчиненность подсистемы, системы, надсистемы

Внешняя среда и система связаны между собой – то есть обмениваются друг с другом материальными, энергетическими и информационными потоками. Схема взаимодействия внешней среды и системы представлена на рисунке 7.

Воздействие внешней среды на систему называют входным воздействием системы.

Воздействие системы на внешнюю среду называют выходным воздействием системы.

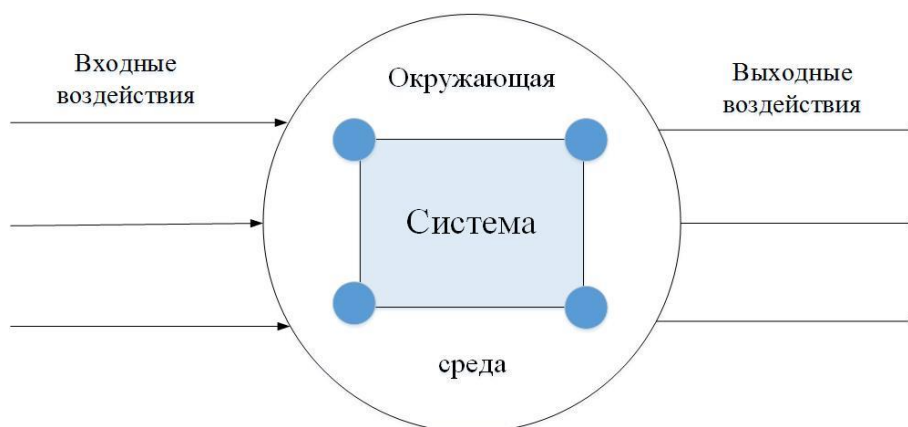


Рисунок 7 – Схема взаимодействия окружающей среды и системы

Входные воздействия можно разделить на две группы:

- возмущающие воздействия;
- управляющие воздействия.

Возмущающее воздействие – вредное воздействие внешней среды, приводящее к значительным отклонениям от заданной цели.

Управляющее воздействие – преднамеренно прикладываемое воздействие для компенсации действия возмущения.

Изучение системы начинается со спецификации ее интерфейса, то есть с описания входных и выходных воздействий и представляется в виде модели черного ящика.

Функция – совокупность действий, которые нужно выполнить для достижения поставленной цели (способ достижения цели).

Структура – совокупность элементов и связей между ними, необходимых и достаточных для выполнения запланированных функций.

Параметры – количественные характеристики элементов и связей.

1.3 Классификации систем

Ключевые слова: принципы классификации, большие системы, сложные системы, открытые, закрытые, детерминированные, вероятностные, хорошо организованные, диффузные, самоорганизующиеся системы.

Классификация систем - разделение систем на классы по различным признакам. В зависимости от решаемой задачи можно выбирать разные принципы классификации.

Наиболее популярные классификации систем представлены на рисунке 8.

По виду отображаемого объекта различают:

- технические;
- биологические;
- экономические;
- социальные и прочие системы.

Существует несколько подходов к разделению систем по сложности. Так, Г.Н. Поваров связывает сложность с размерами системы. В то же время существует точка зрения, что большие, то есть по величине, количеству элементов, и сложные, то есть по сложности связей, алгоритмов поведения, системы - это разные классы систем.

Сложность системы определяется несколькими факторами:

- количеством элементов и связей системы;
- числом состояний системы;
- объемом вычислений, необходимых для изучения системы;
- степенью соответствия представления о системе реальной системе.

Все перечисленные параметры взаимозависимы и вносят свой вклад в уровень сложности системы, не влияя на нее напрямую. Например, возможен случай, когда сложность системы, состоящей из двух элементов, выше сложности системы, состоящей из десяти элементов. Так может быть, если структура и поведение второй системы точно известны, а первая обладает некоторой неопределенностью.

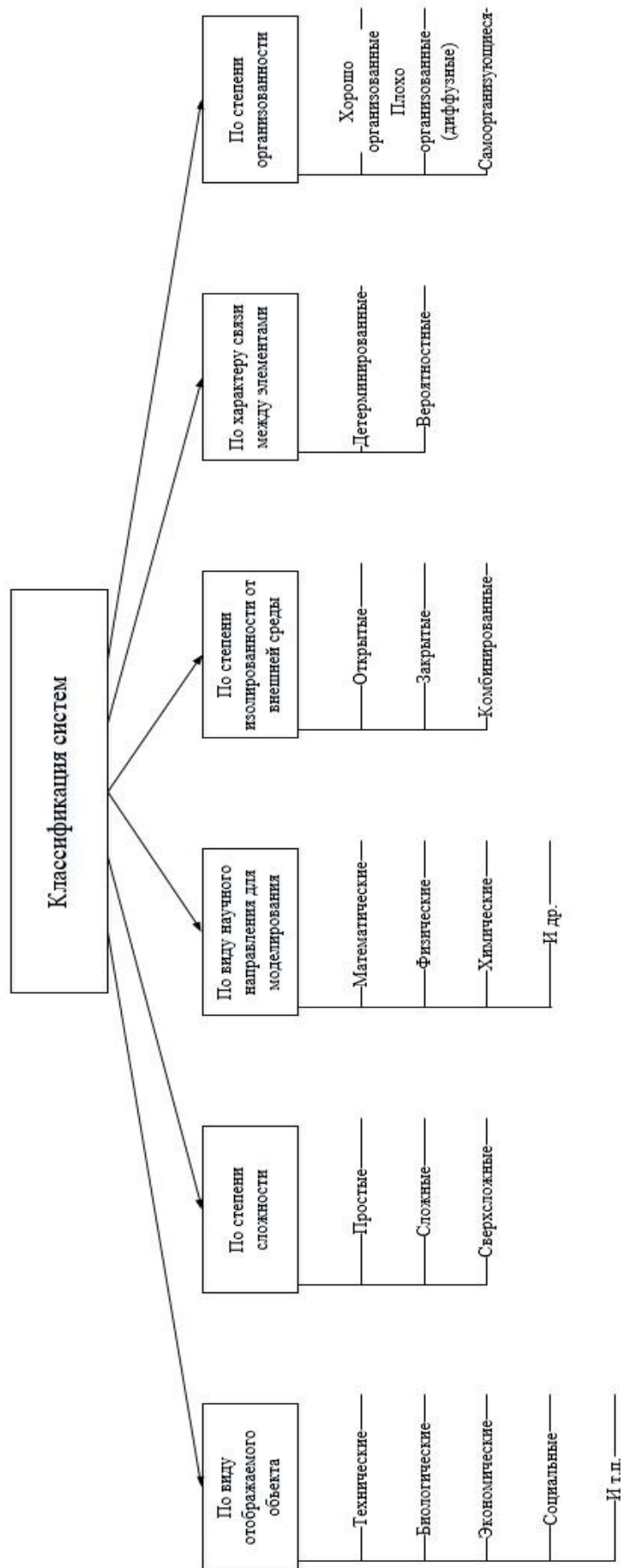


Рисунок 8 – Классификации систем

Субъективно, сложность системы для человека связана с понятностью ее структуры и предсказуемостью поведения.

По степени сложности выделяют:

- простые;
- сложные;
- сверхсложные системы.

К простым относятся системы, имеющие простую структуру и легко поддающиеся математическому описанию, они могут быть реализованы без использования ЭВМ.

Сложными являются системы, имеющие много внутренних связей и сложное математическое описание, реализуемое на ЭВМ.

Сверхсложные системы не поддаются математическому описанию.

Границы между указанными классами размыты и могут со временем смещаться, например, совершенствование математического аппарата и вычислительной техники позволяет дать описание систем, для которых это раньше было невозможно, или сложное описание сделать простым.

По виду научного направления, используемого для моделирования, различают системы:

- математические;
- физические;
- химические и др.

По степени изолированности от окружающей среды выделяют системы:

- открытые;
- закрытые (замкнутые, изолированные);
- комбинированные.

Понятие открытой системы ввел Людвиг фон Бергаланфи. Основные отличительные черты открытых систем - способность обмениваться со средой массой, энергией и информацией. В отличие от них закрытые или замкнутые системы предполагаются (разумеется, с точностью до принятой чувствительности модели) полностью лишены этой способности, т. е. изолированными от среды.

Закрытой называется система, которая не взаимодействует с внешней средой или взаимодействует со средой строго определенным образом. В первом случае предполагается, что система не имеет входных воздействий, а во втором, что входные воздействия есть, но воздействие среды носит неизменный характер и полностью заранее известно. Очевидно, что при последнем предположении указанные воздействия могут быть отнесены собственно к системе, и ее можно рассматривать, как закрытую. Для закрытой системы, любой ее элемент имеет связи только с элементами самой системы.

Разумеется, закрытые системы представляют собой некоторую абстракцию реальной ситуации, так как, строго говоря, изолированных систем не существует. Однако, очевидно, что упрощение описания системы, заключающееся в отказе от внешних связей, может привести к полезным результатам, упростить исследование системы. Все реальные системы тесно или слабо связанные с внешней средой — открытые. Если временный разрыв или изменение характерных внешних связей не вызывает отклонения в функционировании системы сверх установленных заранее пределов, то система связана с внешней средой слабо. В противном случае — тесно.

Комбинированные системы содержат открытые и закрытые подсистемы.

По характеру связи между элементами системы классифицируют на:

- детерминированные – имеют детерминированные (строго определенные) характеристики;
- вероятностные (стохастические, случайные) – в них происходят случайные события.

Поясним подробнее разницу между детерминированным и вероятностным событием. Детерминированным называют событие, которое происходит с физической необходимостью. Его можно предсказать с высокой вероятностью, исходя из существования между этим событием и другими, уже осуществившимися событиями (причинами) известной устойчивой связи, определяемой фундаментальными законами природы.

Устойчивость связи предполагает, что и специфическая причина, и все дополнительные условия, определяющие следствие, действуют всегда, включая и момент

времени, предшествующий событию. Например, восход Солнца на утро следующих суток есть детерминированное событие, поскольку это событие является непосредственным следствием ряда известных причин (притяжения Земли к Солнцу, вращения Земли вокруг своей оси и т.д.), действующих всегда, в том числе и непосредственно в момент времени, предшествующий восходу.

Данное выше определение детерминированного события можно перефразировать и в иной форме: детерминированное событие, если оно уже произошло - это такое событие, которое имеет предысторию, или, если оно еще не произошло, то должно наступить с физической необходимостью. Иначе говоря, причины, вызвавшие это событие, позволяют с высокой вероятностью восстановить историю, то есть определить цепь прошлых событий, предшествовавших рассматриваемому событию. Например, по нахождению Земли в определенный момент времени в определенной точке своей орбиты и с учетом взаимного гравитационного притяжения Земли и Солнца, а также значений их масс и скоростей можно восстановить прошлую траекторию Земли (и предсказать будущую).

Рассуждая аналогичным образом, можно дать определение случайному событию: случайное событие – это такое событие, которое при данных условиях может произойти или не произойти. Если начальные условия одинаковы, то случайное событие может произойти с некоторой вероятностью. В том, что эта вероятность имеет конкретное значение, всегда можно усмотреть причины (прежде всего, они кроются в одинаковости начальных условий), потому что именно вероятность и является мерой связи причин со следствием, о чем уже упоминалось.

Случайные события можно разделить на четыре категории.

К первой относят «истинно» случайные, которые не только не вызваны непосредственно предшествующими событиями (причинами), но даже предположение о том, что такие предшествующие причины существуют, противоречит результатам определенных экспериментов. Например, попадание электрона в конкретное место экрана после его излучения электронной пушкой является чистым случаем, и даже представление о наличии какой-либо предыстории электрона (например, конкрет-

ной траектории) ведет к невозможности предсказания его дальнейшего поведения [4].

Ко второй относят случайные события, которые невозможно предсказать в силу их обусловленности очень большим числом факторов. Например, невозможно предсказать, в какое место упадет капля воды Ниагарского водопада, или листок, сорванный ветром с дерева.

К третьей категории случайных событий относят события, происходящие на пересечении двух или более рядов событий, причинно друг с другом не связанных (сами ряды событий могут быть детерминированными). Например, катастрофа самолета, когда во время его полета некая птица, летевшая по своим делам, попала в двигатель, что привело к катастрофе.

Наконец, к четвертой категории относятся события, которые не могут быть предсказаны в долговременной перспективе, несмотря на то, что обусловлены предшествующей им цепочкой детерминированных событий (в случае динамического хаоса).

Классификация систем на детерминированные и вероятностные относительна. Так, в детерминированной системе можно найти элементы стохастичности, и, напротив, детерминированную систему можно считать частным случаем стохастической при вероятности равной единице.

Примеры возможных видов систем, полученных на основе комбинирования классификаций по сложности и по характеру связей между элементами представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Примеры видов систем по степени сложности и по характеру связи между элементами

Значение критерия классификации	Простые	Сложные	Сверхсложные
детерминированные	холодильник; система размещения станков в цехе; система автобусных маршрутов	персональный компьютер; телевизор; сборочный автоконвейер	шахматы
стохастические	система статистического контроля продукции на предприятии	система материально-технического снабжения на предприятии; система диспетчирования движения самолетов	производственное предприятие в целом

В рамках классификации систем по степени организованности выделяют:

- хорошо организованные системы;
- плохо организованные или диффузные системы;
- самоорганизующиеся системы.

Хорошо организованная система - представление объекта или процесса принятия решения в виде хорошо организованной системы возможно в тех случаях, когда исследователю удастся определить все элементы системы и их взаимосвязи между собой и с целями системы в виде детерминированных (аналитических, графических) зависимостей.

На представлении этим классом систем основано большинство моделей физических процессов и технических систем. Однако для сложных объектов формирование таких моделей существенно зависит от лица, принимающего решения (ЛПР), наблюдателя.

Для отображения сложного объекта в виде хорошо организованной системы приходится выделять существенные и не учитывать относительно несущественные для конкретной цели или задачи компоненты. При необходимости более детального описания нужно уточнить цель, указав с какой степенью глубины исследователя интересует объект, и построить новую, отображающую его, систему с учетом уточненной цели.

При представлении объекта в виде хорошо организованной системы задачи выбора целей и определения средств их достижения (элементов, связей) не разделяются.

Проблемная ситуация может быть описана в виде выражений, связывающих цель со средствами (т.е. в виде критерия функционирования, критерия или показателя эффективности, целевой функции и т. п.), которые могут быть представлены в виде уравнения, формулы, системы уравнений или сложных математических моделей, включающих и уравнения, и неравенства, и т. п.

При этом иногда говорят, что цель представляется в виде критерия функционирования или критерия эффективности, в то время как в подобных выражениях объединены и цель, и средства ее достижения.

Представление объекта в виде хорошо организованной системы применяется в тех случаях, когда может быть предложено детерминированное описание.

При представлении объекта в виде плохо организованной или диффузной системы не ставится задача определить все учитываемые компоненты и их связи с целями системы, как в случае хорошо организованной системы. Система рассматриваемого класса характеризуется некоторым набором макропараметров и закономерностями, которые выявляются на основе исследования не всего объекта или класса явлений, а путем изучения определенной с помощью некоторых правил достаточно представительной выборки компонентов, характеризующих исследуемый объект или процесс.

На основе такого, выборочного, исследования получают характеристики или статистические закономерности и распространяют их на поведение системы в целом. При этом делаются соответствующие оговорки. Например, при получении статистических закономерностей их распространяют на поведение системы с какой-то вероятностью, которая оценивается с помощью специальных приемов, изучаемых математической статистикой.

В качестве примера применения диффузной системы обычно приводят отображение газа. При использовании газа для прикладных целей его свойства не определяют путем точного описания поведения каждой молекулы, а характеризуют газ макропараметрами (давлением, относительной проницаемостью, постоянной Больцмана и т. д.). Основываясь на этих параметрах, разрабатывают приборы и устройства, использующие свойства газа, не исследуя при этом поведения каждой молекулы. Отображение объектов в виде диффузных систем находит широкое применение при определении пропускной способности систем разного рода, при определении численности штатов в обслуживающих, например, ремонтных цехах предприятия и в обслуживающих учреждениях (для решения подобных задач применяют методы теории массового обслуживания), при исследовании документальных потоков информации и т. д.

Самоорганизующаяся (развивающаяся) система - термин, используемый в теории систем и кибернетике для обозначения определенного класса систем (биологических, экономических, социальных), обладающих способностью увеличивать свой порядок или изменять свою организацию.

Термин этот трактуется в разных работах неоднозначно.

В классификации, предложенной в [6], самоорганизующимися или развивающимися системами названы такие, которые характеризуются рядом признаков, особенностей, приближающих их к реальным развивающимся объектам.

Эти особенности, как правило, обусловлены наличием в системе активных элементов и носят двойственный характер: они являются новыми свойствами, полезными для существования системы, приспособляемости ее к изменяющимся условиям среды, но в то же время вызывают неопределенность, затрудняют управление системой.

Основные из этих особенностей:

а) нестационарность (изменчивость, нестабильность) отдельных параметров и стохастичность поведения;

эта особенность легко интерпретируется для любых систем с активными элементами (живых организмов, социальных организаций и т. п.);

б) уникальность и непредсказуемость поведения системы в конкретных условиях; эти свойства проявляются у системы, благодаря наличию в ней активных элементов, в результате чего у системы как бы проявляется «свобода воли», но в то же время имеет место и наличие предельных возможностей, определяемых имеющимися ресурсами (элементами, их свойствами) и характерными для определенного типа систем структурными связями;

в) способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды и помехам (причем как к внешним, так и к внутренним), что, с одной стороны, является весьма полезным свойством, но с другой, адаптивность может проявляться не только по отношению к помехам, но и по отношению к управляющим воздействиям, что весьма затрудняет управление системой;

г) принципиальная неравновесность - при исследовании отличий живых, развивающихся объектов от неживых биолог Эрвин Бауэр высказал гипотезу о том, что живое принципиально находится в неустойчивом, неравновесном состоянии, и более того - использует свою энергию для поддержания себя в неравновесном состоянии (которое и является собственно жизнью). Эта гипотеза находит все

большее подтверждение в современных исследованиях. При этом возникают проблемы сохранения устойчивости системы;

д) способность противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям и проявлять негэнтропийные тенденции, обусловленная наличием активных элементов, стимулирующих обмен материальными, энергетическими и информационными продуктами со средой и проявляющих собственные инициативы, благодаря чему в таких системах нарушается закономерность возрастания энтропии, и даже наблюдаются негэнтропийные тенденции, т. е. собственно самоорганизация, развитие, в том числе «свобода воли»;

е) способность вырабатывать варианты поведения и изменять свою структуру, сохраняя при этом целостность и основные свойства - это свойство может обеспечиваться с помощью различных методов, позволяющих формировать разнообразные модели вариантов принятия решений;

ж) способность и стремление к целеобразованию - в отличие от закрытых (технических) систем, которым цели задаются извне, в системах с активными элементами цели формируются внутри.

Противоречивые особенности развивающихся систем и объясняющие их закономерности в реальных объектах необходимо изучать, постоянно контролировать, отражать в моделях и искать методы и средства исследования.

1.4 Системные исследования: виды и основные этапы

Ключевые слова: анализ, синтез, модель, объект, функция, структура, параметры, абстрактный синтез, структурный синтез, параметрический синтез, конфигуратор, проблематика, цель, критерии, требования к критериям, альтернативы, оптимизация, выбор, принятие решения.

В системном анализе существует два типа задач:

1) анализ – задача исследования системы (выявление функций, структуры и параметров исследуемой системы);

2) синтез – создание системы с заданными характеристиками (достижение заданной цели, например). Задачу синтез часто называют задачей проектирования.

Задачи анализа и синтеза очень тесно связаны. Часто в практической инженерной деятельности приходится решать задачи совершенствования существующих систем. На рисунке 9 представлена схема использования процедур моделирования при решении задач анализа и синтеза.

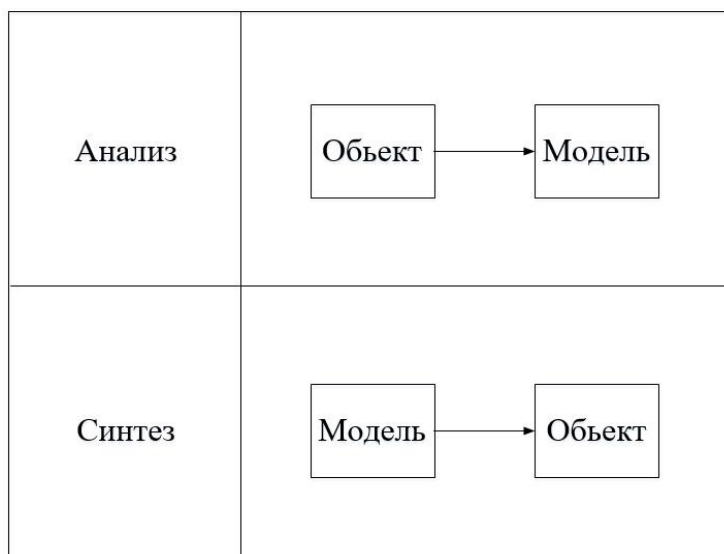


Рисунок 9 – Моделирование в задачах анализа и синтеза

Чтобы разобраться в системе, изучить, исследовать ее - то есть решить задачу анализа - надо описать систему, зафиксировать ее свойства, поведение, структуру и параметры, то есть построить одну или несколько моделей системы. Для этого надо ответить на три основных вопроса:

- 1) что делает система (узнать поведение, функцию системы);
- 2) как она устроена (выяснить структуру системы);
- 3) каково ее качество (насколько хорошо она выполняет свои функции). Основные процедуры анализа системы и форма представления их результатов представлены на рисунке 10.

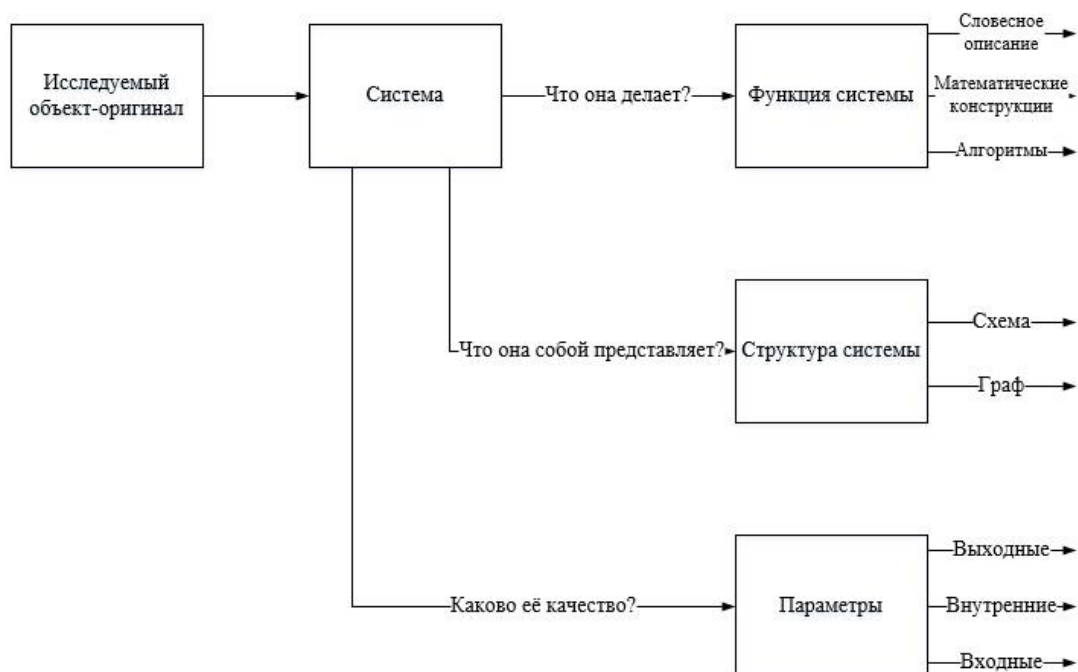


Рисунок 10 – Модели, используемые при анализе системы

При анализе объекта предполагается, что объект уже существует и задача сводится к его изучению, исследованию. Отыскав его функцию и структуру, сформировав перечень параметров, выявив степень их взаимного влияния и влияния на цели системы, проанализировав значения параметров в разных условиях функционирования системы, тем самым решают эту задачу.

Но чаще инженер встречается с противоположной задачей - объекта нет, его предстоит создать, спроектировать. Это задача синтеза объекта. На рисунке 11 представлен алгоритм решения этой задачи с позиции системного подхода.

Согласно представленному алгоритму следует выполнить три шага:

- выявить функцию системы (абстрактный синтез);
- разработать структуру системы (структурный синтез);
- определить параметры системы (параметрический синтез) так, чтобы получить желаемое качество проекта.

При выполнении первого шага выявляют глобальную функцию системы, рассматривая саму систему на абстрактном уровне в виде модели черного ящика, когда о системе известно лишь для чего она предназначена. Затем переводят функцио-

нальное описание в структурное, например, используя принцип декомпозиции и разбивая глобальную функцию системы на подфункции. Дробление продолжают до тех пор, пока не будут получены элементарные функции, структуры которых очевидны (или уже реализованы). Этот этап порождения структуры, реализующий необходимые функции, называют структурным синтезом.

На третьем этапе (параметрический синтез) остается лишь подобрать параметры системы так, чтобы достичь желаемого качества ее работы.

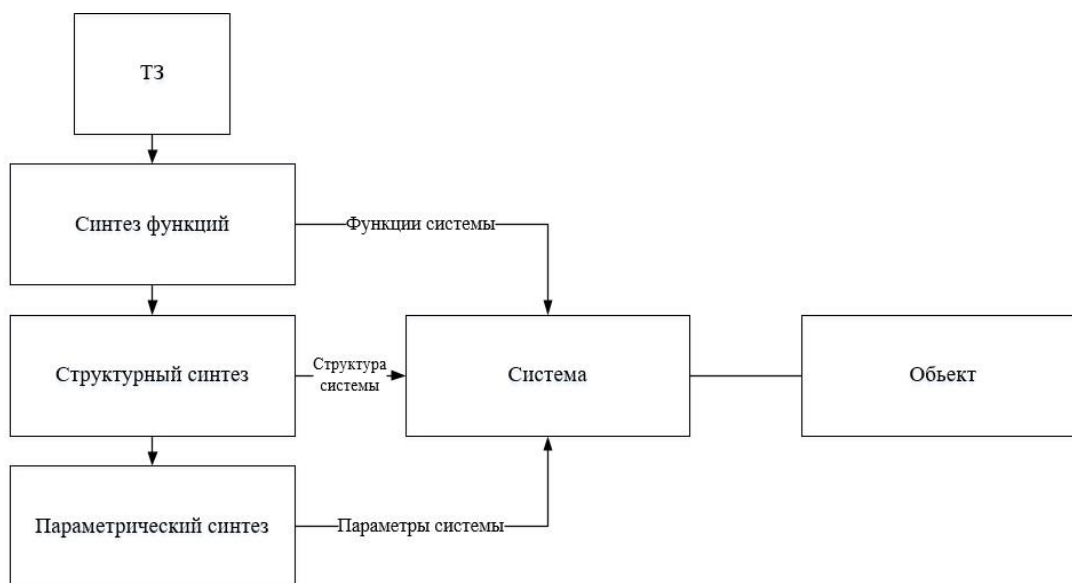


Рисунок 11 - Этапы синтеза объекта

Решение задач анализа и синтеза объекта проводится в рамках проблемной ситуации, связанной с объектом исследования. Поэтому для качественного выполнения вышеописанных процедур анализа и синтеза в начале исследования обязательно проводится анализ проблемной ситуации, позволяющий во многом определить точку зрения на рассматриваемую систему и цели исследования.

Схема алгоритма проведения системного исследования проблемной ситуации представлена на рисунке 12.

В основу алгоритма положена схема обобщенной интеллектуальной деятельности, представленная на рисунке 3. Как было показано в подразделе 1.1, любая

проблема может быть решена или ослаблена, причем, в общем случае существует множество вариантов устранения / ослабления проблемной ситуации.

В условиях ограниченности ресурсов доступных при выполнении любой человеческой деятельности (временных, энергетических, материальных, финансовых и пр.), современный уровень проектирования подразумевает подготовку, количественное обоснование и последующее внедрение оптимального варианта устранения проблемы – наилучшим образом позволяющего обеспечить достижение заявленных целей.

Кратко охарактеризуем каждый из представленных этапов.

Нулевой этап - выбор конфигуратора. Конфигуратором называется совокупность языков, на которых будет вестись исследование. В данном случае речь идет о выборе понятийно-категориального аппарата и введение определений для всех терминов, употребляемых при проведении исследования. Число этих языков минимально, но необходимо для заданной цели. Этому этапу присваивают нулевой порядковый номер, потому что в некоторых случаях в выборе конфигуратора нет необходимости (например, при очевидности выбора).

Первый этап – формулирование проблемы и построение проблематики. Проблематика – совокупность проблем, связанных с исходной проблемой. Иногда пользуются термином «массив проблем». Так как проблема с точки зрения системного подхода рассматривается как система («нет системы без проблемы», «нет проблемы без системы»), а любая система существует в окружающей ее среде и взаимодействует с ней, то для правильного выделения проблемы из окружающей среды необходимо учесть это взаимодействие. Поэтому, чтобы описание проблемы было адекватным, то есть соответствовало реальности, необходимо выявить все проблемы, существенно связанные с первоначально выбранной проблемой, то есть описать проблематику. Уяснение структуры проблематики позволит более точно сформулировать проблему.

Второй этап - формулирование целей устранения проблемной ситуации. Цель является антиподом проблемы в том смысле, что достижение цели должно снять или ослабить данную проблему.

С другой стороны, цель является идеальной моделью будущего результата, который реален. Для того, чтобы в дальнейшем иметь возможность сравнивать цель с результатом, необходимо иметь определенные способы сравнения.

Третий этап - подбор критериев к целям. Критерий - способ сравнения цели и результата. Если цель представляет собой качественное (словесное) описание желаемого конечного результата, то критерий есть количественная модель качественной цели. Формирование критериев есть важнейший управленческий ресурс, который позволяет практически любой результат объявлять, как соответствующий или не соответствующий цели при определенных критериях, то есть делает возможным сам процесс принятия решений. Естественно, что критерии должны быть как можно более объективными.

К критериям предъявляются два основных требования:

- критерий должен физически соответствовать поставленной цели;
- он должен быть достаточно прост, чтобы можно было вообще решить задачу оптимизации.

Четвертый этап - генерирование альтернатив. Если известна цель и сформированы критерии, то далее возможно предлагать способы достижения цели, то есть приступать к генерированию альтернатив. Целью данного этапа является предложение как можно большего количества способов и средств достижения цели. Это также очень важно при решении задач проектирования и управления, поскольку в ситуации с ограниченными ресурсами помогает при необходимости менять не только средства, но и если потребуется, то и способы достижения цели.

Пятый этап - выбор (принятие решений, в простейших случаях - принятие оптимальных решений, то есть оптимизация). Так как в силу ограниченности ресурсов, мы не можем одновременно реализовать все предложенные альтернативы. Поэтому необходимо выбрать из них приемлемые. Если выбор осуществляется рационально, то говорят о принятии решений. Если ситуация достаточно проста, то речь идет о принятии оптимального решения. Математическая постановка задачи оптимизации рассматривается в подразделе 1.6.

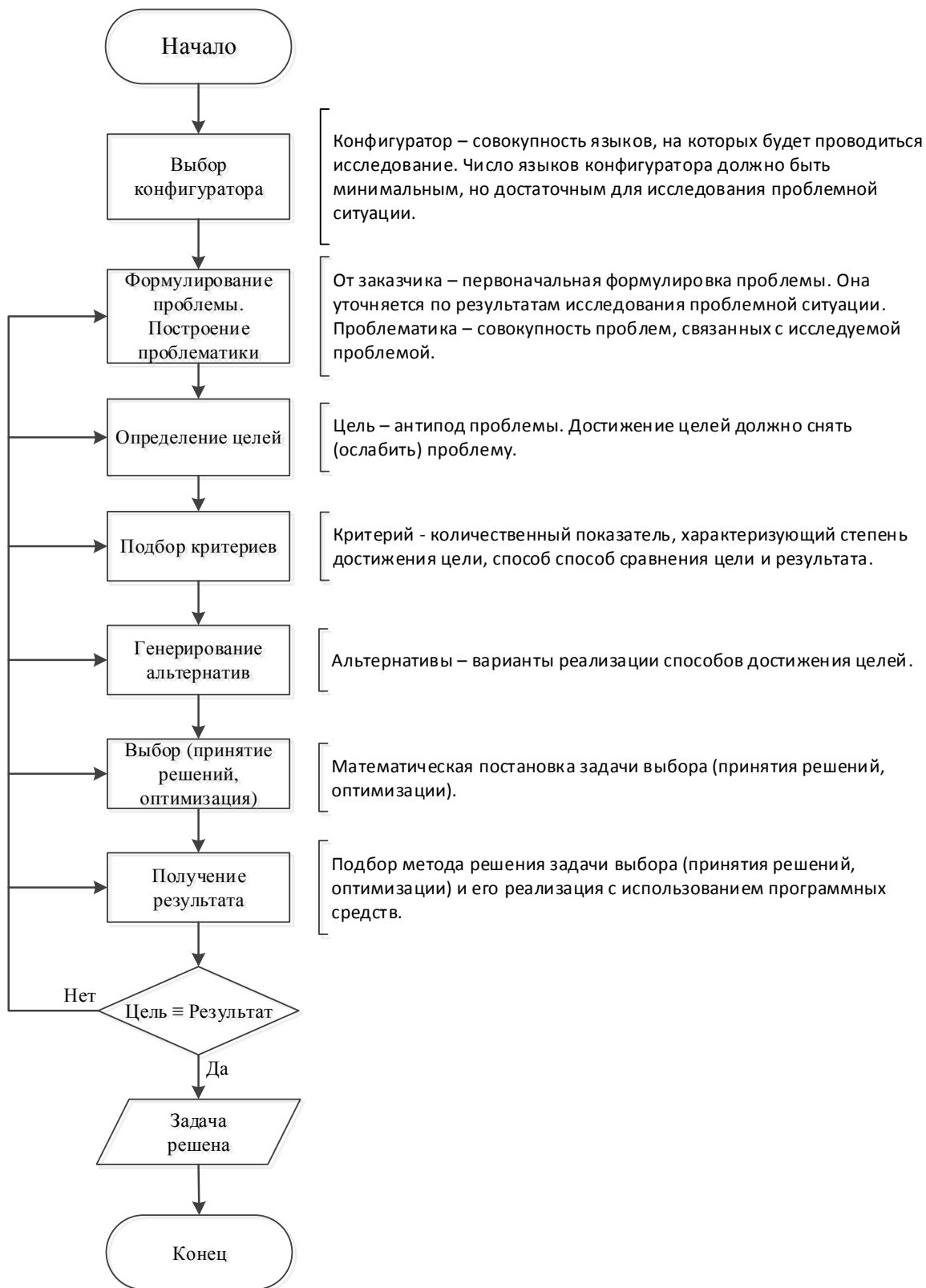


Рисунок 12 – Схема проведения системного исследования проблемной ситуации

Шестой этап - получение результата (внедрение). После того, как выбран приемлемый способ достижения цели, приступают к его внедрению и реализации, которые заканчиваются получением результата.

Седьмой этап - сравнение цели и результата. На этом этапе полученные результаты сравнивают с целью. Если результаты соответствуют цели, то продолжают процесс получения результата до обнаружения несоответствия необходимому количеству времени. Если результаты не соответствуют цели, то возвращаются на любой из предыдущих этапов, вплоть до переопределения проблемы.

Приведенная схема не гарантирует получение результата за конечное число шагов, поскольку имеет итерационный характер. Однако, последовательное применение этой схемы позволит структурировать и рационализировать любую исследовательскую деятельность. В рассматриваемой схеме проведения системных исследований выделяют неформализованные этапы (с нулевого по четвертый включительно) и формализованные (с пятого по седьмой). Настоящее учебное пособие содержит описание особенностей, инструментов и рекомендаций по выполнению и практическому применению неформализованных этапов системного исследования. Описание математических методов, используемых при проведении системного исследования, например, методов решения задач оптимизации, рассматривается в [9].

1.5 Типы моделей систем

Ключевые слова: модель, моделирование, методы моделирования систем, гипотеза, аналогия, цели моделирования, аксиомы моделирования, прямые задачи моделирования, обратные задачи моделирования, данные, знания, типы моделей систем, статические модели, динамические модели, модель черного ящика, абсолютные параметры, относительные параметры, модель состава, декомпозиция, подсистемы, элементы, глубина декомпозиции, принципы декомпозиции, диаграммы структурного системного анализа, модель структуры, структурная схема.

Моделирование является основным приемом профессиональной деятельности выпускника по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление, так как обязательно используется для конструирования, производства и эксплуатации технических систем, объектов, приборов и устройств различного назначения. Само по-

нятие «система» представляет собой результат моделирования реального объекта или процесса. Поэтому все описанные в предыдущем подразделе этапы решения задач анализа и синтеза следует рассматривать как этапы моделирования системы.

Уровень знаний о моделируемой системе в процессе работы над ней (т.е. в процессе анализа, синтеза, оптимизации) будет изменяться - в самом начале работы будет низким, а затем будет довольно быстро возрастать по мере накопления основных сведений и окажется больше всего к концу. Важно понимать, что уровень соответствия модели реальному процессу может сильно измениться в течение периода разработки системы. Модель, совершенно адекватная самому первому представлению о системе может быть заменена в процессе работы на более точную.

Наиболее полная на сегодняшний день классификация методов моделирования сложных систем изложена в [8]. В таблице 3 представлены основные группы методов моделирования систем в порядке возрастания возможностей формализации исследуемого объекта. Большая часть приведенных методов будет изучена в рамках дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений».

Таблица 3 – Методы моделирования систем

Методы моделирования систем	
Методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов	Методы формализованного представления систем
Методы коллективной генерации идей (типа «мозгового штурма»)	Аналитические методы
Методы типа «сценариев»	Статистические методы
Методы типа «Дельфи»	Теоретико-множественные методы
Методы структуризации (типа «дерева целей»)	Логические методы
Морфологические методы	Лингвистические методы
Экспертные оценки	Семиотические методы
Методы организации сложных экспертиз	Графические методы

В данном разделе будут рассмотрены базовые аксиомы моделирования, требования, предъявляемые к моделям, а также типы моделей систем, разрабатываемые при проведении неформализованных этапов исследования, до формирования математического описания модели.

Целью моделирования системы является перевод словесного описания объекта исследования в математическое описание, позволяющее получать адекватную

информацию об объекте с точки зрения целей исследования. Это можно проследить и на основе обобщенной схемы интеллектуальной деятельности – неформализованные этапы системного исследования сменяются формализованными.

Моделирование систем считается отчасти искусством, потому что существуют различные способы построения математического описания рассматриваемого объекта, но выбор подходящего инструментария для построения модели осуществляет исследователь, в основном, на основе опыта и интуиции. На практике различные люди для решения одной и той же проблемы выбирают модели различной природы. При синтезе новой системы можно найти наиболее эффективный постепенный путь, начиная с общего качественного исследования и переходя со временем к более детальному и точному представлению по мере накопления знаний о моделируемом процессе.

Процедуры моделирования необходимы при решении всех основных задач исследования систем, с которыми имеет дело инженер-проектировщик (анализ, синтез, улучшение системы). Так как только системный подход может гарантировать хорошее качество проекта, модели оказываются неременными спутниками любого процесса проектирования.

В теории и практике системного анализа и проектирования под моделью обычно понимается качественное или количественное представление объекта или процесса, отражающее влияние факторов, важных для рассмотрения. Несмотря на то, что модель может не соответствовать реальному явлению во всех отношениях, она описывает существенные входные и выходные величины, внутренние характеристики, а также обеспечивает учет влияния окружающих условий, аналогичных тем, в которых работает реальная система.

Модели применяются в основном для оценки и предсказания результатов, а также для анализа и изучения различных элементов системы. Модели позволяют вынести упрощенное представление о системе и получить некоторые результаты за меньшее время, с меньшими затратами. Хотя время, затраты или разного рода трудности могут быть и не такими уж малыми при создании и использовании моделей, но они значительно меньше по сравнению с затратами времени и средств для полу-

чения той же информации от реальной системы, которую нужно создать и провести потом все необходимые исследования. Более того, различные гипотетические модели могут быть исследованы и изучены до того, как сама система будет создана.

Рассмотрим основные понятия и принципы моделирования систем.

Система (модель объекта) возникает, когда есть объект и субъект с целью его исследования. Тогда субъект строит отражение объекта, которое называется системой.

Можно сказать, что система – это целевое отражение объекта.

Модель - это материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе изучения замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые важные для данного исследования типичные его черты.

Объект – это всё, на что направлена человеческая деятельность. С точки зрения системного анализа, любой объект исследования является бесконечно сложным и характеризуется бесконечным числом состояний и параметров.

Технический объект (техническая система) - созданное человеком или автоматом реально существующее устройство, предназначенное для удовлетворения определенной потребности (машины, аппараты, приборы, ручные орудия труда, здания, сооружения и т.п. устройства, выполняющие определенную функцию по преобразованию объектов живой и неживой природы (веществ), энергии или информационных сигналов).

Технология – способ, метод, программа преобразования вещества, энергии или информационных сигналов из заданного начального состояния в заданное конечное состояние с помощью определенных технических объектов.

Гипотеза – определенные предсказания или предположительные суждения о причинно-следственных связях явлений, основанные на некотором количестве опытных данных, наблюдений, догадок.

Аналогия (соответствие) – представление о каком-то частном сходстве двух предметов, их свойств и отношений. Сходство предметов определяется двумя факторами:

- числом признаков, общих для этих предметов;

- степенью существенности этих признаков.

Например, предметы «стул» и «письменный стол» имеют много общих признаков: плоскую горизонтальную поверхность, четыре ножки, могут быть изготовлены из одного материала. Зато стул и письменный стол отличаются своими существенными признаками: стул предназначен для сидения, стол – для письма; стул имеет спинку, стол – не имеет и пр. таким образом, стул и стол похожи, по преимуществу, в несущественных признаках и различаются существенными. Следовательно, нельзя говорить о таком их сходстве, которое могло бы служить основанием выводов по аналогии.

Следует учитывать, что заключения по аналогии являются лишь вероятностно истинными, поэтому не используются при доказательстве истинности суждения. Зато аналогия – один из основных способов формирования научных гипотез, предположений, которые затем проходят проверку более строгими методами. На первых этапах исследования незнакомых явлений аналитик ищет среди уже известных ему явлений какие-либо аналогии для нового.

Помимо этого, умозаключения по аналогии – одна из составляющих метода моделирования, результаты которого в этом случае носят вероятностный характер.

Основные цели моделирования:

- 1) описание объекта;
- 2) объяснение объекта;
- 3) прогнозирование поведения и свойств объекта (для проектирования объекта, для управления объектом).

Первая и вторая цели относятся к задачам анализа, изучения объекта, третья – к задачам синтеза.

В основе моделирования лежит теория подобия, согласно которой абсолютное подобие возможно только при замене одного объекта другим, точно таким же.

Таким образом следует запомнить два постулата моделирования:

- моделирование не воспроизводит абсолютное подобие;
- модель не есть объект-оригинал.

Выделяют следующие аксиомы теории моделирования:

1) модель не существует сама по себе, а выступает в связке с некоторым материальным объектом, который она представляет (замещает) в процессе его изучения или проектирования;

2) для естественных материальных объектов модель вторична, то есть появляется как следствие изучения и описания этого объекта. Для искусственных материальных объектов, создаваемых человеком или техникой, модель первична, так как предшествует появлению самого объекта;

3) модель всегда проще объекта. Она отражает только некоторые его свойства. Для одного объекта строится целый ряд моделей, отражающих его поведение или свойства с разных сторон или с разной степенью детализации. Только при бесконечном повышении качества модели она приближается к самому объекту;

4) модель должна быть подобна тому объекту, который она замещает. Если в исследуемых ситуациях модель ведет себя также, как моделируемый объект или это расхождение невелико и устраивает исследователя, то говорят, что модель адекватна оригиналу. Адекватность – это воспроизведение моделью с необходимой полнотой и точностью всех свойств объекта, существенных для целей данного исследования;

5) построение модели – не самоцель. Она строится для того, чтобы можно было экспериментировать не с самим объектом, а с более удобным для этих целей его представителем, называемым моделью.

Характер модели объекта зависит от следующих факторов:

- от объекта исследования (кого или что исследуем?);
- от проблемы и задачи исследования (что хотим узнать об объекте?);
- от априорной информации;
- от субъекта исследования (кто исследует объект?);
- от языка описания объекта.

Рассмотрим, как влияет объект исследования на характер его модели.

Для моделирования и исследования объекта необходимо выделить его из окружающей внешней среды, а также выявить все воздействия на объект со стороны других окружающих объектов и реакцию исследуемого объекта на эти воздействия.

Как уже упоминалось в подразделе 1.1 настоящего учебного пособия, входные воздействия на объект разделяют на управляющие и возмущающие. Остановимся теперь подробнее на этих понятиях, уточнив их с точки зрения моделирования системы.

Возмущающим обычно называют воздействие на объект со стороны окружающей среды, параметры и соответствия которого случайным образом изменяются во времени и недоступны для измерения, контроля и изменения в момент непосредственного исследования объекта.

Управляющим называют целенаправленное воздействие на исследуемый объект, параметры и закономерности которого могут быть измерены, проконтролированы и изменены по желанию субъекта в момент непосредственного исследования объекта.

Параметры свойств и структуры объекта могут быть известны или определены на момент начала исследования объекта и в дальнейшем изменяться под влиянием внешних воздействий, являясь объектами изучения.

С такой же степенью важности, как и объект исследования, на характер разрабатываемой модели влияет тип задачи, решаемой при моделировании.

Выделяют прямые и обратные задачи моделирования.

Прямые задачи моделирования отвечают на вопрос: какими будут поведение и проявления исследуемого объекта, если известны входные воздействия, структура и свойства объекта.

Обратные задачи моделирования отвечают на вопросы:

- какими будут структура и свойства объекта, если при известном входном воздействии известны поведение и проявления объекта?

- каким должно быть входное воздействие на объект, если известны структура и свойства объекта, поведение и проявления объекта?

С точки зрения априорной информации, используемой при моделировании, различают знания и данные.

Знания – это информация, на основании которой реализуется процесс логического вывода.

Данные – это информация, представленная в формализованном виде, пригодном для обработки автоматическими средствами при возможном участии человека. С точки зрения теории информационных систем, данные - это зарегистрированные сигналы.

Что касается субъекта исследования и языка описания объекта, следует знать, что субъектом моделирования является только человек, а язык описания объекта соответствует виду моделирования, который выбирается исследователем.

В соответствии с видом моделирования, который выбирается исследователем, определяют язык описания объекта.

Выделяют следующие цели моделирования для технических объектов и технологических процессов:

1) помочь при решении задач стратегического и тактического управления. Существует иерархия задач управления технологическими процессами и комплексами. Верхний уровень – задачи стратегического управления (для достижения долгосрочных целей развития всей организации). Нижний уровень – тактические задачи календарного планирования и текущего управления (краткосрочное планирование и управление деятельностью отдельных подсистем и элементов организации). Этой иерархии задач соответствует иерархия математических моделей;

2) заменить недопустимые на реальном техническом объекте опыты экспериментами на его модели. Обычно заменяется компьютерными экспериментами, что позволяет существенно повысить качество понимаемых инженерных и управленческих решений, а также снизить сроки и затраты на достижение оптимальных результатов;

3) свести исследование реального объекта к решению математической задачи. Существующее программное и аппаратное обеспечение позволяет смоделировать и исследовать большое количество вариантов решаемой задачи, выбрать и обосновать наиболее целесообразное решение;

4) получить эффективный инструмент исследования сложных систем и процессов;

5) обобщить знания, накопленные об объекте исследования.

На рисунке 13 представлены типы моделей систем в порядке их разработки и использования по мере исследования системы. Это модель черного ящика, модель состава, модель структуры и структурная схема.

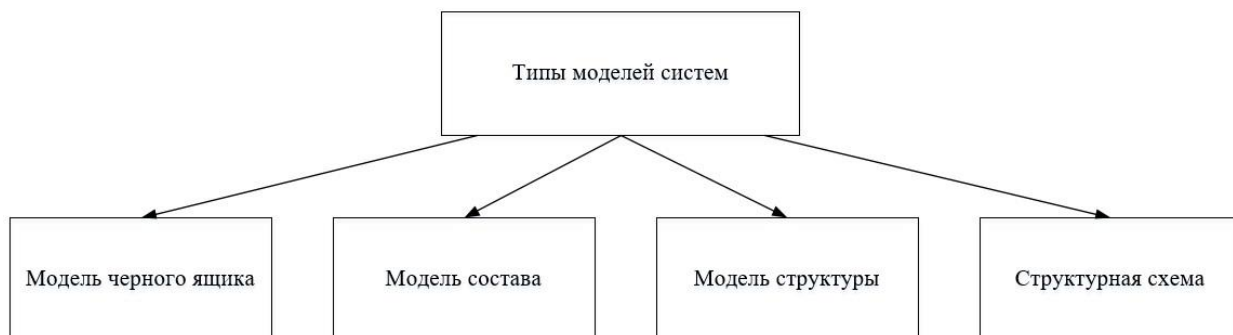


Рисунок 13 – Типы моделей систем

Рассматривать особенности построения перечисленных типов моделей систем следует на основе классификации систем на статические и динамические:

- статические - не изменяются с течением времени;
- динамические - изменяются с течением времени.

Существует два типа динамики систем:

- функционирование – это процессы, которые происходят в системе, стабильно реализующей фиксированную цель;
- развитие – это процессы, которые происходят в системе при изменении ее целей. Существующая структура системы перестает соответствовать новым целям и для обеспечения новых функций приходится изменять структуру.

Типы моделей динамических систем такие же, как и статических, только элементы этих моделей имеют временной характер.

Рассмотрим особенности построения перечисленных типов моделей систем в статике и в динамике.

Самой первой моделью по времени разработки является модель черного ящика.

Она показывает результат выделения рассматриваемого объекта или процесса из окружающей системы. На этом этапе как устроена система (то есть каков ее со-

став и структура) – неизвестно, известны (доступны для наблюдения) входы в систему и выходы из нее.

На рисунке 14 представлено изображение модели черного ящика.



Рисунок 14 – Модель черного ящика системы

Входные воздействия (X, F) зависят, в основном, от окружающей среды.

Выходные воздействия (Y) зависят, в основном, от системы, определяют ее назначение и являются основой для расчета показателей эффективности и качества ее функционирования.

На уровне математического описания системы, отсутствие информации о составе и структуре системы выражается в том, что на этапе разработки модели черного ящика неизвестны математические зависимости выходных параметров от входных. То есть в выражениях

$$y_i = f_i(x_1, x_2 \dots x_n),$$

где $i = 1 \dots m$, неизвестно математическое описание функций f_i . Модель системы, у которой f_i - известны, называют моделью белого или прозрачного ящика.

В зависимости от выбранной точки зрения для одного и того же рассматриваемого объекта или процесса могут быть выделены различные наборы входных и вы-

ходных воздействий, представляющих основу интерфейса системы с внешней средой.

С позиции системного подхода, интерфейс – совокупность методов и средств взаимодействия или между элементами системы (внутренний интерфейс), или между системой и окружающей средой (внешний интерфейс). При использовании системного подхода для проектирования технических систем, модель черного ящика является основой для разработки внешнего интерфейса.

Чтобы разработать эффективную модель черного ящика, следует описывать входные и выходные воздействия на параметрическом уровне с обязательным указанием единиц измерения. Выделенные параметры в дальнейшем должны составить основу математической постановки задач системного исследования рассматриваемого объекта или процесса - задач синтеза, управления или принятия решения.

Несмотря на кажущуюся простоту рассматриваемой модели, построение эффективного черного ящика является задачей особой сложности. Это связано с невозможностью однозначно и информативно подобрать параметры, характеризующих входные и выходные воздействия системы в рамках рассматриваемой задачи на начальном этапе ее исследования. С одной стороны, перечень выделенных параметров должен быть достаточно полным для адекватного описания объекта исследования в соответствии с выбранной точкой зрения и целями исследования, а с другой – не содержать слишком большого количества параметров, слишком увеличивая размерность задачи и делая ее неподъемной для решения.

Выбор параметров, характеризующих входные или выходные воздействия системы следует проводить, опираясь на две характеристики:

- информативность рассматриваемого параметра. Информативность определяется объемом и важностью информации, полезной для решаемой задачи исследования;

- простота измерения или вычисления.

Для характеристики объектов и процессов в системном анализе используют абсолютные, относительные и средние величины.

Абсолютные величины отражают уровень развития или масштаб рассматриваемого явления или процесса. Они всегда имеют свою единицу измерения (размерность), присущую изучаемому явлению. Часто используются следующие виды единиц измерения:

- натуральные, подразделяющиеся на простые (например, килограммы, штуки, тонны, метры) и сложные (составные), представляющие собой комбинацию двух равноименных величин (например, киловатт-час);

- условно-натуральные (например, различные виды топлива соизмеряют по условному топливу с теплотворной способностью 7000 ккал/кг или 29,3 МДж/кг);

- стоимостные, позволяющие соизмерить в денежной форме материальные, энергетические и информационные потоки, которые нельзя соизмерить в натуральной форме (рубли, доллары и т.д.).

Впоследствии анализируя абсолютные величины на дальнейших этапах системного исследования, часто возникает необходимость сопоставлять эти данные во времени и пространстве, исследовать закономерности их изменения и развития, изучать структуру системы. С помощью абсолютных величин эти задачи не выполнимы, в этом случае необходимо использовать относительные параметры.

Относительная величина – это результат деления (сравнения) двух абсолютных величин. В числителе дроби стоит величина, которую сравнивают, а в знаменателе – величина, с которой сравнивают (база сравнения). Например, если явка студентов сегодня на лекцию составила восемьдесят человек, а на предыдущую лекцию пришло пятьдесят человек, то относительная величина покажет, что явка увеличилась в $80/50 = 1,4$ раза, при этом базой сравнения является явка студентов на предыдущую лекцию. Полученная относительная величина выражена в виде коэффициента, который показывает, во сколько раз сравниваемая величина больше базисной. В данном примере база сравнения принята за единицу. В случае если основание принимается за 100, относительная величина выражается в процентах (%), если за 1000 – в промилле (‰). Выбор той или иной формы относительной величины зависит от ее абсолютного значения:

- если сравниваемая величина больше базы сравнения, то выбирают форму коэффициента (как в вышеприведенном примере);

- если сравниваемые величины примерно близки по значению, то относительную величину выражают в процентах (%);

- если сравниваемая величина значительно больше по значению базы сравнения, то относительную величину выражают в промилле (‰).

Использование средних величин для характеристики изучаемого объекта или процесса позволяет заменить множество различных индивидуальных значений признака средней величиной, характеризующей всю совокупность явлений, то есть обобщить информацию, подготовив базу для построения математического описания явления.

Выделим этапы построения модели черного ящика в статике:

1) выделить исследуемый объект из окружающей среды и записать его название внутри прямоугольника;

2) определить точку зрения на модель и цели моделирования;

3) определить выходные воздействия системы и подобрать параметры, их характеризующие с обязательным указанием единиц измерения;

4) определить возмущающие воздействия (исходят от надсистемы), подобрать параметры, их характеризующие с обязательным указанием единиц измерения;

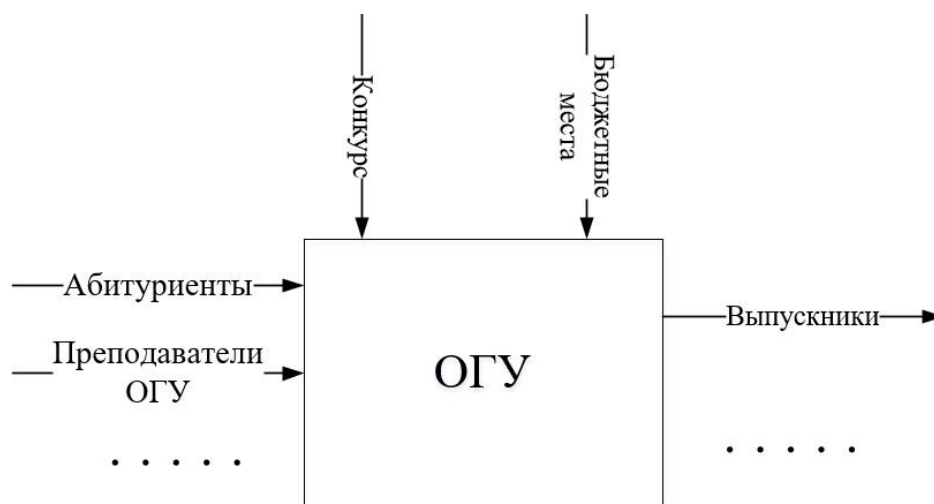
5) определить управляющие воздействия (то, что нужно объекту исследования для получения выходного результата), подобрать параметры, их характеризующие с обязательным указанием единиц измерения.

При построении модели черного ящика в динамике, входные воздействия характеризуют начальное состояние системы, а выходные – конечное состояние системы.

Зачастую эффективность использования модели черного ящика для решения практических задач недооценивается из-за недостаточного уровня компетентности специалистов, их разрабатывающих. Чтобы сделать модель черного ящика работоспособной, следует проводить описание входных и выходных воздействий не на уровне потоков (материальных, энергетических, информационных), а на уровне па-

раметров, характеризующих эти потоки с достаточно высокой степенью точности для достижения целей исследования. Проиллюстрируем сказанное на следующем примере.

Рассмотрим в качестве объекта исследования такую организацию как Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Оренбургский государственный университет (ОГУ). В соответствии с Уставом ОГУ (подраздел 2.2, п.1), одной из целей этой организации является удовлетворение потребностей общества и государства в квалифицированных специалистах с высшим образованием. Некоторые входные и выходные воздействия модели черного ящика данного объекта на уровне потоков представлены на рисунке 15.



Точка зрения: студент, абитуриент

Рисунок 15 – Фрагмент модели черного ящика ОГУ, описанной на уровне потоков

Так как в качестве входных и выходных воздействий выделены потоки (в общем случае они могут быть материальной, энергетической и информационной природы), то такая модель, хотя и отражает физическую сущность входных и выходных воздействий рассматриваемой системы, должна рассматриваться только как начальный вариант модели, основа для разработки работоспособной модели черного ящика. Достигается повышение информативности, а, следовательно, и работоспособности модели черного ящика уточнением параметров, характеризующих входные и выходные воздействия.

На рисунке 16 представлен фрагмент уточненной модели черного ящика для рассматриваемого примера.

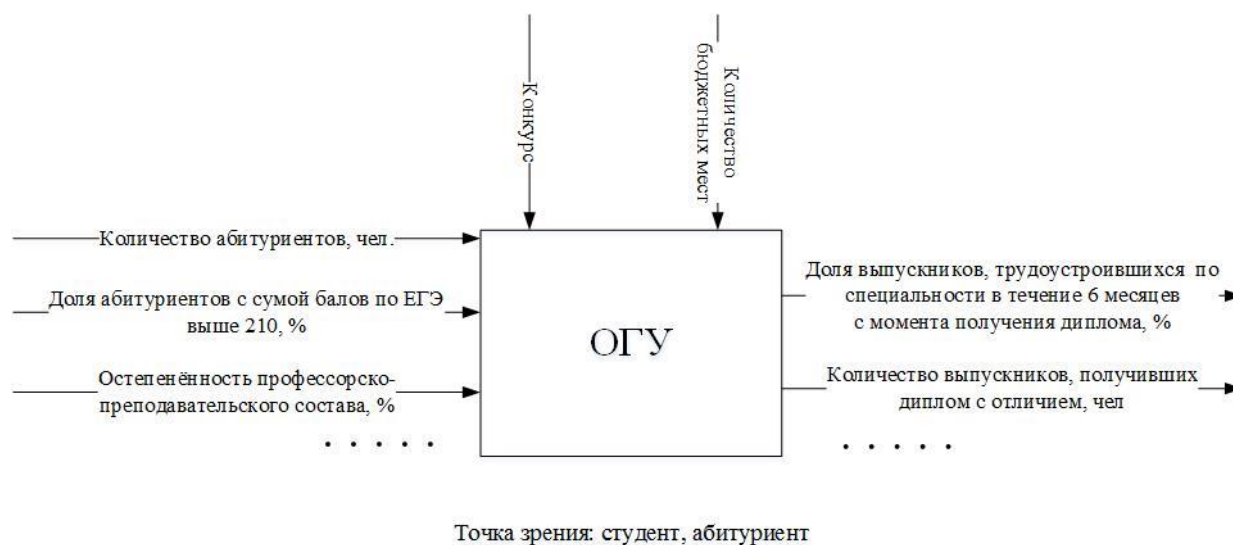


Рисунок 16 – Фрагмент модели черного ящика ОГУ, описанной на уровне параметров

Основное отличие потока от параметра, его характеризующего состоит в том, что параметр количественно характеризует отдельный аспект рассматриваемого потока, например, для потока «молоко» это могут быть такие параметры как объем в литрах и жирность в процентах, для потока «выпускники» - возраст в годах, рост в сантиметрах, вес в килограммах, опыт работы в месяцах, количество отличных оценок в дипломе и т.д. Включение параметра в модель черного ящика происходит на основе уровня информативности параметра для выбранной точки зрения и цели исследования.

В таблице 4 представлен процесс постепенного уточнения параметра, характеризующего выходной поток «Выпускники».

Таблица 4 – Формирование выходного параметра модели черного ящика ОГУ

Уточнение выходного параметра (выходной параметр, единицы измерения)	Комментарии
Количество выпускников, чел	В первую очередь с точки зрения достижения ВУЗом рассматриваемой цели, представляет интерес параметр, характеризующий масштаб результирующего потока (выпускники – поток, количество выпускников – параметр)
Количество трудоустроившихся выпускников, чел	Так как в рамках рассматриваемой цели ВУЗа с точки зрения студента или абитуриента результатом обучения в ВУЗе является не получение диплома о высшем образовании, а возможность последующего трудоустройства (диплом в данном случае это средство для последующего трудоустройства), то при описании результата деятельности ОГУ следует перейти от количества выпускников, ставших обладателями дипломов, к количеству трудоустроившихся выпускников
Количество выпускников, трудоустроившихся по специальности, соответствующей диплому, чел	Так как трудоустройство после ВУЗа не по указанной в дипломе специальности нельзя считать успешным ни для ВУЗа, ни для государства, ни для дипломированного специалиста, результирующим параметром следует считать не общее количество выпускников, а количество выпускников, трудоустроившихся по специальности, соответствующей диплому
Количество выпускников, трудоустроившихся по специальности в течение шести месяцев после получения диплома, чел	Так как предыдущий параметр не различает, произошло ли трудоустройство по специальности в достаточно короткие сроки или через двадцать лет после окончания вуза, в течение которых выпускник работал не по специальности, что также нельзя признать успешным результатом, в выходной параметр следует добавить временные рамки, которые будут более определённо характеризовать результат
Доля выпускников, трудоустроившихся по специальности в течение шести месяцев после получения диплома, %	Предыдущий показатель является абсолютным и удобен для характеристики масштаба объекта (например, шестьсот выпускников или шесть тысяч выпускников), но для оценки эффективности деятельности ВУЗа более информативным является параметр относительный

Продолжение таблицы 4

Уточнение выходного параметра (выходной параметр, единицы измерения)	Комментарии
Доля выпускников, трудоустроившихся по специальности на рынке труда Оренбургской области в течение шести месяцев после получения диплома, %	Этот параметр позволит отследить результативность работы рассматриваемого вуза именно для рынка труда Оренбургской области, является косвенной характеристикой потребностей и активности местного рынка труда
Доля выпускников, трудоустроившихся по специальности за пределами рынка труда Оренбургской области в течение шести месяцев после получения диплома, %	Этот параметр позволит отследить результативность работы рассматриваемого вуза именно за пределами рынка труда Оренбургской области, является косвенной характеристикой трудовой миграции населения

Вторая по времени разработки модель системы называется моделью состава и является результатом декомпозиции системы.

Декомпозиция, как процесс разделения, позволяет рассматривать любую исследуемую систему как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, также могут быть разделены на части.

В результате декомпозиции также получается модель системы, но уже уточняющая представление системы на предыдущем уровне рассмотрения. Например, на рисунке 17 представлен результат разложения на составные части такого технически сложного объекта, как шуруповерт.

На первом уровне декомпозиции выделены пять подсистем:

- корпус;
- двигатель постоянного тока;
- планетарный редуктор;
- регулятор оборотов;
- аккумулятор.

На втором уровне декомпозиции в каждой подсистеме выделено различное число элементов.

Эта модель состава является статической, так как выделенные составные части не учитывают изменения рассматриваемой системы во времени.



Рисунок 17 – Модель состава шуруповерта

В качестве систем, которые могут быть подвергнуты декомпозиции могут выступать не только материальные объекты, но и процессы, явления и понятия. На рисунке 18 представлен результат разбиения по составу понятия «Управленческая деятельность».



Рисунок 18 – Модель состава понятия «Управленческая деятельность»

Отличие моделей состава динамических систем сводится к динамической природе выделяемых составных частей, то есть каждая из них представляет собой отдельный этап процесса. На рисунке 19 представлена модель состава инвестиционного проекта – это пример модели состава в динамике.



Рисунок 19 – Модель состава процесса реализации инвестиционного проекта

Проект – это ограниченное по времени целенаправленное изменение отдельной системы с изначально четко определенными целями, достижение которых определяет завершение проекта, с установленными требованиями к срокам, результатам, риску, рамкам расходования средств и ресурсов и к организационной структуре.

Инвестиционный проект – проект, реализация которого сопровождается вложением инвестиций.

Инвестиции — денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта.

Например, реальные инвестиции представляют собой средства, вкладываемые в реальные активы. Например, земля, здания и сооружения, оборудование, строительство новых организаций, оснастка, транспорт. Их можно разделить на следующие группы:

- инвестиции для модернизации собственного производства в целях повышения его эффективности;
- инвестиции на увеличение объемов выпускаемой продукции в условиях существующего производства;
- инвестиции на создание новой организации с применением новых технологий;
- инвестиции в совместное производство продукции с иностранными партнерами.

Модернизация собственного производства зависит от целей, стоящих перед определенной организацией и финансовых ресурсов, имеющихся в ее распоряжении. С одной стороны, она может обеспечить снижение себестоимости продукции и увеличение объемов производства, а с другой - повышение качества продукции.

Инвестиции на создание новой организации с применением новой технологии должны представлять собой внедрение принципиально новых технических средств труда, замену старых материалов на новые, механизацию и автоматизацию производственных процессов. Например, замена металлических материалов на неметаллические, применение по всему циклу производственного процесса станков с числовым программным управлением (ЧПУ), обрабатывающих центров и средств вычислительной техники.

В качестве составных частей инвестиционного проекта могут быть выделены три основные фазы его реализации – прединвестиционная, инвестиционная, эксплуатационная.

На прединвестиционной фазе реализации проекта изучаются возможности будущего проекта и принимается предварительное решение об инвестициях. Изучение различных вариантов проекта осуществляется либо собственными силами заказчиков, либо специализированными консультационными фирмами и включает первоначальные оценки издержек, изучение альтернативных вариантов, особенностей проекта и инвестиционных решений. Заканчивается эта фаза окончательным решением об инвестировании проекта, которое принимает либо заказчик (управляющий про-

ектом), либо инвесторы и финансовые институты, а также составлением программы финансирования проекта.

Инвестиционная фаза - включает выбор проектной фирмы или фирмы, управляющей строительством, подготовку проектных чертежей моделей проекта, подготовку предварительных планов для проектных и строительных работ, детальных чертежей и спецификаций, подготовку строительной площадки.

Производственная (эксплуатационная) фаза - хозяйственная деятельность предприятия.

Так как выделенные представляют собой последовательные этапы реализации проекта, то есть отражают изменение системы со временем, представленная на рисунке 19 модель является примером модели состава системы в динамике.

Другие примеры построения моделей состава в динамике приведены на рисунке 20 – модель состава жизненного цикла продукции и на рисунке 21 – модель состава технической подготовки производства.

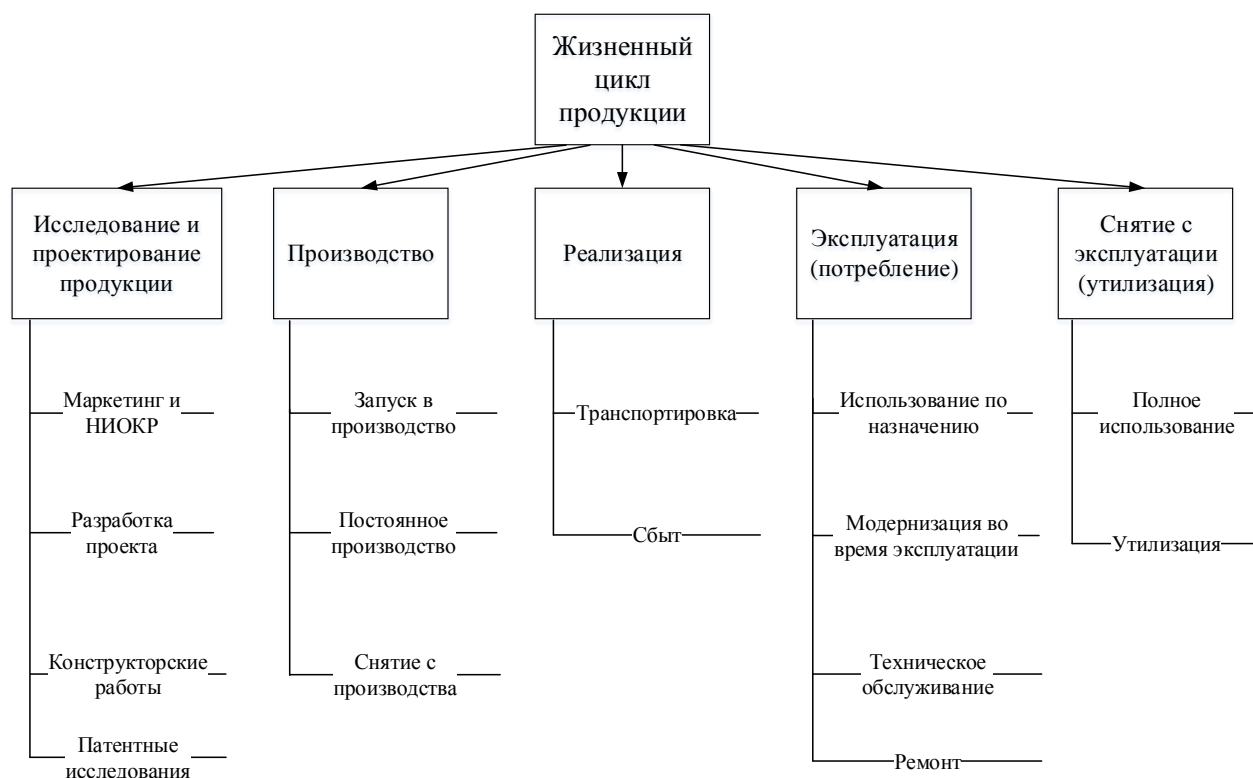


Рисунок 20 - Модель состава жизненного цикла продукции

Разбиение целого на части должно осуществляться в соответствии с некоторым принятым на данный момент целевым представлением системы.

Декомпозиция систем осуществляется в соответствии со следующими принципами:

- 1) существенности — в модель включаются только компоненты, существенные по отношению к целям анализа;
- 2) элементарности — доведение декомпозиции до простого, понятного, реализуемого результата;
- 3) постепенной детализации модели;
- 4) интегративности — возможность введения новых элементов в основания и продолжение декомпозиции по ним на разных ветвях дерева.



Рисунок 21 – Модель состава технической подготовки производства

Границы между выделенными подсистемами условны, зависят от цели исследования.

Глубина декомпозиции ограничивается. В современных методиках типичной является декомпозиция модели на глубину пяти-шести уровней. На такую глубину декомпозируется обычно одна из подсистем. Функции, которые требуют такого уровня детализации, часто очень важны, и их детальное описание даёт ключ к основам работы всей системы. Существуют различные стратегии декомпозиции, например:

- функциональная декомпозиция. Декомпозиция базируется на анализе функций системы. При этом ставится вопрос, что делает система, независимо от того, как она работает. Основанием разбиения на функциональные подсистемы служит общность функций, выполняемых группами элементов;

- декомпозиция по жизненному циклу. Признак выделения подсистем — изменение закона функционирования подсистем на разных этапах цикла существования системы «от рождения до гибели». Для жизненного цикла управления организационно-экономической системы выделяют этапы планирования, инициирования, координации, контроля, регулирования. Для информационных систем разделяют этапы обработки информации: регистрацию, сбор, передачу, обработку, отображение, хранение, защиту, уничтожение.

- декомпозиция по подсистемам (структурная декомпозиция). Признак выделения подсистем — сильная связь между элементами по одному из типов отношений (связей), существующих в системе (информационных, логических, иерархических, энергетических и т. п.);

- декомпозиция по типам ресурсов, потребляемых системой. Формальный перечень типов ресурсов состоит из энергии, материи, времени и информации (для социальных систем добавляются кадры и финансы).

При исследовании системы и построении модели состава обычно декомпозиция осуществляется по нескольким основаниям, порядок их выбора зависит от квалификации и предпочтений системного аналитика.

Подобные процедуры также относят к методам структуризации или структурного системного анализа, также показанным в таблице 2.

Под структурным системным анализом принято понимать метод исследования системы, который начинается с наиболее общего ее описания с последующей детализацией представления отдельных аспектов ее поведения и функционирования. При этом общая модель системы строится в виде некоторой иерархической структуры, которая отражает различные уровни абстракции с ограниченным числом компонентов на каждом из уровней.

В настоящее время широко распространены и активно используются на практике при разработке информационных систем следующие нотации структурного системного анализа [10,11]:

- IDEF0 (Integrated Computer-Aided Manufacturing DEFinition) – методология функционального моделирования;
- DFD (Data Flow Diagrams) – диаграммы потоков данных;
- EPC (Event-driven Process Chains) – цепочки процессов, управляемых событиями;
- ERD (Entity-Relationship Diagrams) – диаграммы «сущность-связь»;
- BPMN (Business Process Modeling Notation) – нотация для описания бизнес-процессов;
- UML (Unified Modeling Language) – унифицированный язык моделирования.

Примером проведения функциональной декомпозиции системы являются диаграммы IDEF0, представляющие собой графическое представление системы в виде прямоугольных блоков (обозначают функцию системы) и дуг (обозначают потоки данных).

Родительская диаграмма (диаграмма самого верхнего уровня рассмотрения) процесса переработки нефтешламов представлена на рисунке 22.

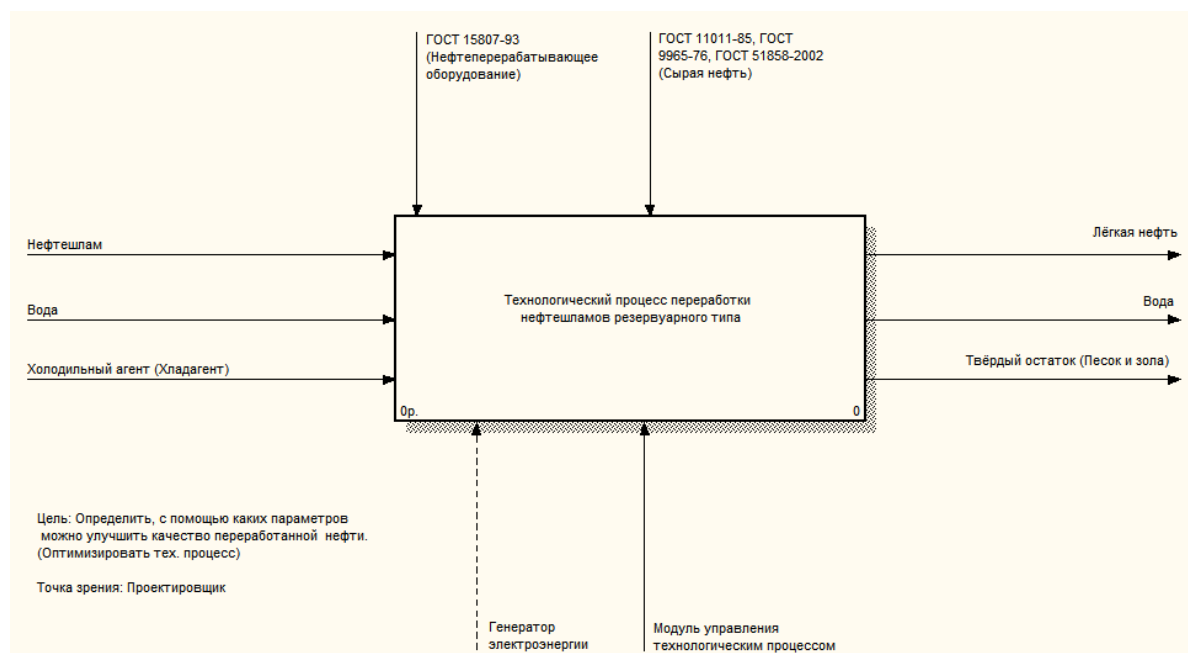


Рисунок 22 – Родительская диаграмма технологического процесса переработки нефтешламов резервуарного типа

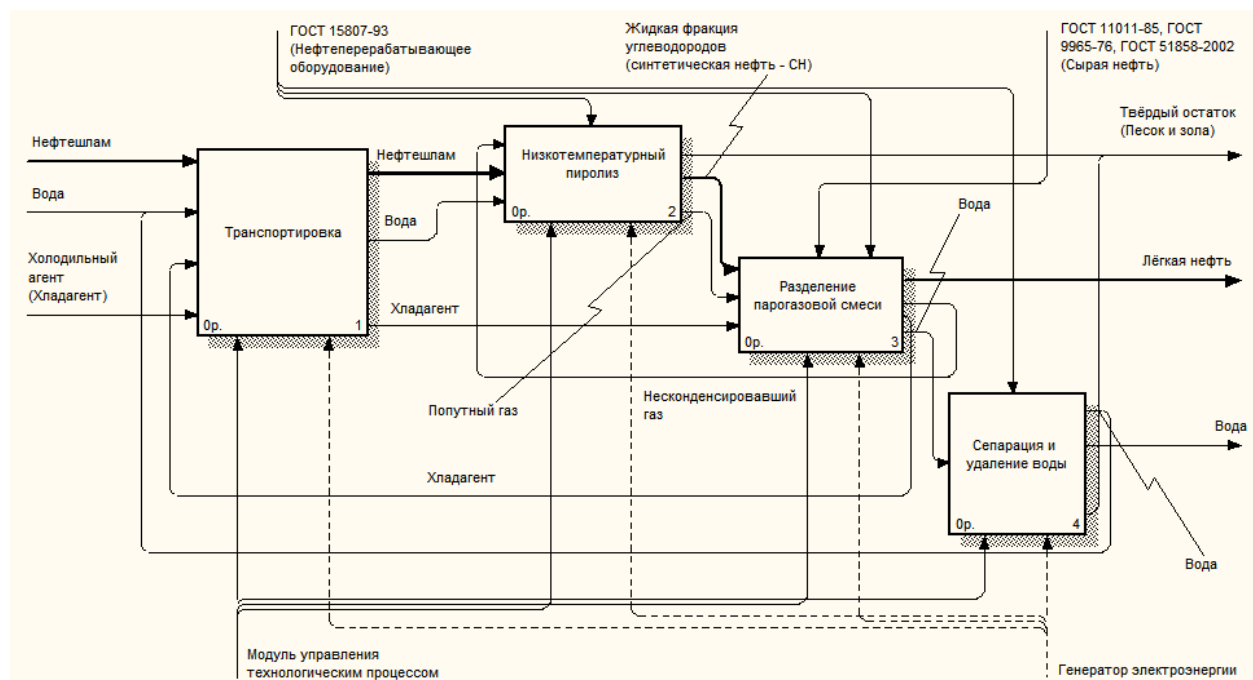


Рисунок 23 – Диаграмма декомпозиции второго уровня технологического процесса переработки нефтешламов резервуарного типа

Подробно модели вышеперечисленных нотаций рассматриваются в рамках изучения дисциплин «Управление информационными системами предприятия», «Моделирование систем», «Инструментальные средства разработки систем».

Третьей по времени разработки при исследовании системы является модель структуры. Обычно такие модели представляются в виде графов.

Граф — основной объект изучения математической теории графов, совокупность непустого множества вершин и наборов пар вершин (связей между вершинами).

Объекты представляются как вершины, или узлы графа, а связи — как дуги, или рёбра.

Графы бывают направленными и ненаправленными, нагруженными и ненагруженными.

Структурная схема представляет модель системы, объединяющая информацию всех трех ранее рассмотренных типов моделей [6].

1.6 Математическая постановка задачи оптимизации

Ключевые слова: принятие решений, выбор, оптимизация, область альтернатив, принцип оптимальности, критерий оптимальности, математическая постановка задачи оптимизации, размерность задачи оптимизации, допустимое решение, оптимальное решение.

Основной задачей системного анализа является задача принятия решения (выбора, оптимизации). Она подразумевает выбор из множества допустимых вариантов решения наилучшего решения в соответствии с определенным критерием оптимальности, позволяющий избежать их полного перебора.

Для постановки и решения любой задачи принятия решений необходимо выполнение двух условий:

1) множество допустимых вариантов должно быть непустым, количество допустимых альтернатив должно быть больше единицы (в противном случае выбирать будет не из чего);

2) должен быть определен принцип оптимальности – правило предпочтения допустимых вариантов. Обычно характеризуется критерием (критериями) принятия решения – количественным показателем, характеризующим степень достижения поставленной цели при реализации выбранной альтернативы.

Задачи принятия решений различают в зависимости от имеющейся информации о множестве альтернатив и принципе оптимальности.

Таблица 5 – Соотношение задач принятия решения, выбора и оптимизации

Составляющие Задачи	Задача принятия решений	Задача выбора	Задача оптимизации
Область альтернатив	-	+	+
Принцип оптимальности	-	-	+
Примечание	Данные для выделения оптимальных решений определяют в процессе решения		

В общей задаче принятия решений как область альтернатив, так и принцип оптимальности могут быть неизвестными. Информацию, необходимую для выделения оптимальных решений получают в процессе решения.

Задачу с известным множеством альтернатив называют задачей выбора. Критерий оптимальности в таких случаях не может быть сформулирован.

Задачу, в которой известны область альтернатив и принцип оптимальности - общей задачей оптимизации.

Таким образом, задача выбора и задача оптимизации являются частными случаями общей задачи принятия решений.

Математическая модель задачи оптимизации состоит из трех основных составляющих [9]:

- целевая функция (критерий оптимальности) – показывает, в каком смысле оптимальное решение должно быть наилучшим. Возможны три варианта направления улучшения целевой функции: максимизация, минимизация и достижение требуемого значения;

- ограничения – показывают взаимосвязь между параметрами исследуемой системы, представляются в виде уравнений или неравенств;

- граничные условия – определяют область допустимых значений искомых параметров, представляются в виде одно- и двусторонних неравенств.

Формулируется задача оптимизации следующим образом.

Необходимо определить оптимальные значения параметров системы, приводящие целевую функцию к максимальному / минимальному / требуемому значению при выполнении заданных ограничений и граничных условий.

Рассмотрим задачу проектирования бака объемом 2000 кубических метров, имеющего форму прямоугольного параллелепипеда. Бак изготавливается из прямоугольных листов металла путем их сварки по краям.

Математическая постановка задачи оптимизации формируется из трех составляющих:

- целевая функция (критерий оптимальности) – показывает, в каком смысле решение должно быть оптимальным. Обязательно имеет направление улучшения: максимизация критерия, минимизация критерия, обеспечение требуемого значения;

- ограничения – зависимости между параметрами объекта. Представляются в виде математических уравнений и неравенств;

- граничные условия – область допустимых значений искомых параметров. Представляются в виде двусторонних или односторонних неравенств.

Размерность задачи оптимизации определяется количеством неизвестных и ограничений [9].

Допустимое решение задачи оптимизации – это решение, удовлетворяющее всем ограничениям и граничным условиям.

Ограничения и граничные условия формируют множество допустимых вариантов, на котором с помощью критерия оптимальности выделяется наилучшая альтернатива.

Формулировать задачу оптимизации следует в соответствии с предлагаемым шаблоном: найти оптимальные значения искомых параметров, приводящие целевую функцию (критерий оптимальности) к максимальному (минимальному, требуемому) значению с учетом выполнения ограничений и граничных условий.

Разработаем математическую модель задачи о проектировании бака и сформулируем ее.

Для данной задачи множество вариантов будет явно не пустым. В таблице 3 для иллюстрации приведены примеры трех допустимых вариантов бака, произведе-

ние длин сторон которых будет равно 2000 в соответствии с заданным ограничением. Таких вариантов можно придумать достаточно много.

Для сравнения вариантов бака примем два критерия:

- полную поверхностную площадь S (цель - минимизация количества используемого материала);

- длину сварного шва l (цель - минимизация объема сварных работ).

Математически выбранные критерии могут быть выражены следующим образом:

$$S = 2(ab + (a + b)h) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$l = 2(a + 2b) + h \rightarrow \min. \quad (2)$$

Теперь каждый вариант проектируемого бака может оцениваться этими двумя критериями. Значения критериев для примеров трех вариантов бака также приведены в таблице 6.

Если выбирать по критерию S из указанных трех вариантов, то наилучшим следует считать второй вариант, так как у него значение критерия меньше, чем у остальных вариантов.

Если выбирать по критерию l , то наилучшим является первый вариант, так как у него значение критерия меньше, чем у остальных вариантов.

Таблица 6 – Допустимые варианты проектируемого бака

A	b	h	S	l
10	5	40	1300	80
10	20	10	1000	110
10	35	5,7	1213	166
...	

Математическая модель рассматриваемой задачи оптимизации будет выглядеть следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} S = 2(ab + (a + b)h) \rightarrow \min \\ l = 2(a + 2b) + h \rightarrow \min \\ V = a * b * h = 2000 \\ a, b, h \geq 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

Формулировка задачи проектирования бака: определить оптимальные значения длин сторон бака в форме прямоугольного параллелепипеда, при которых расход материала и объем сварных работ будет минимальным, а объем проектируемого бака равен 2000 кубических метров.

При формировании математической модели задачи оптимизации необходимо учитывать следующее.

С определением математических конструкций для критериев оптимальности и граничных условий обычно проблем не возникает: критерии оптимальности формируют исходя из целей оптимизации, граничные условия – исходя из физики рассматриваемой задачи.

Особую сложность представляет задача формирования ограничений – по сути это и есть задача построения математической модели системы. Для ее решения используется аналитический и экспериментально-статистический подход, основные положения которого будут рассмотрены в рамках изучения дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», но выходят за рамки настоящего учебного пособия.

Вопросы для самоконтроля

1 Привести примеры технических объектов и технологий механизации, автоматизации и кибернетизации

2 Дайте определения следующим понятиям: система, проблема, цель, задача, подсистема, элемент, эмерджентность, анализ, синтез, декомпозиция, агрегирование, окружающая среда системы, входные, выходные, управляющие, возмущающие воздействия, функция, структура, параметры.

3 Перечислите классификации систем. Привести примеры детерминированных, стохастических, диффузных, самоорганизующихся систем.

4 Перечислите и кратко охарактеризуйте основные этапы проведения системного исследования. Какие из перечисленных этапов относят к неформализованным, а какие – к формализованным? Почему?

5 Что такое модель? Для чего это понятие используется при проведении системных исследований?

6 Какие требования предъявляются к моделям?

7 Перечислите и кратко охарактеризуйте методы моделирования систем.

8 Какие типы моделей систем выделяют?

9 Чем отличаются модели черного ящика для статических систем и динамических систем?

10 Какую модель при проведении системного исследования строят в первую очередь?

11 Что такое интерфейс системы?

12 Поясните, как соотносится интерфейс системы с моделью черного ящика системы.

13 При решении каких профессиональных задач системный аналитик использует модель черного ящика?

14 Чем отличаются модели состава для статических систем и динамических систем?

15 Что такое глубина декомпозиции?

16 Перечислите и кратко охарактеризуйте принципы проведения декомпозиции.

17 При решении каких профессиональных задач системный аналитик использует модель состава?

18 Что такое модель структуры?

19 Как соотносятся классические типы моделей систем и современные нотации моделирования? Выявите их общие черты и различия.

20 Чем отличаются задачи выбора, принятия решения и оптимизации?

21 Какова структура математической модели задачи оптимизации?

Практические задания

1 Постройте модель черного ящика для образовательного процесса в высшем учебном заведении с точки зрения:

- а) студента;
- б) преподавателя;
- в) деканата.

Проанализируйте изменение перечня входных и выходных воздействий при изменении точки зрения.

2 Постройте модель черного ящика для ситуации «Дорожно-транспортное происшествие» с точки зрения:

- а) технической;
- б) медицинской;
- в) юридической;
- г) финансовой.

Проанализируйте изменение перечня входных и выходных воздействий при изменении точки зрения.

3 Постройте модель черного ящика для следующих процессов и объектов технологической подготовки производства:

- распределение номенклатуры деталей и сборок между цехами и подразделениями производства;
- разработка технологических маршрутов движения объектов производства;
- технико-экономическое обоснование технологического процесса;
- выбор универсального оборудования;

- выбор нестандартного оборудования;
- задание на проектирование универсального оборудования;
- задание на проектирование гибкой автоматизированной линии;
- задание на проектирование гибкого производственного модуля.

4 Для трех различных технологических подгрупп станков сверлильно-фрезерно-расточной группы построить модели черного ящика и модели состава.

5 Построить статическую модель черного ящика для трех самостоятельно выбранных объектов из предметной области «Конструкторская подготовка производства» с обязательным указанием единиц измерения входных и выходных параметров. Количество выходных воздействий для каждой модели – не менее трех. Количество входных воздействий – не менее семи. Разделить управляющие параметры на две группы: контролируемые регулируемые и неконтролируемые нерегулируемые.

6 Приведите примеры абсолютных параметров объектов из предметной области «Конструкторская подготовка производства».

7 Преобразуйте абсолютные параметры из предыдущего задания в относительные. Обоснуйте выбор базы.

8 Построить модели черного ящика в статике для двух объектов исследования. Источники исходной информации - журналы «Информационно-управляющие системы», «Мехатроника, автоматизация, управление».

9 Постройте модели состава в статике и в динамике для трех самостоятельно выбранных объектов / процессов из предметной области «Конструкторская подготовка производства». Количество уровней иерархии – не менее трех. Количество выделенных составных частей на всех уровнях иерархии – не менее четырнадцати.

Литература, рекомендуемая для изучения раздела 1

1 Системный анализ и принятие решений : словарь-справочник / под общ. ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М. : Высш. шк., 2004. – 616 с. – ISBN 5-06-004875-6.

2 Качала, В.В. Основы теории систем и системного анализа: учеб. пособие для вузов / В. В. Качала . - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 216 с. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-93517-340-9.

3 Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов [Электронный ресурс] – М. : Издательство Юрайт, 2010 г. – 679 с. – Электронное издание. – ISBN 978-5-9916-0229-7. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=23162>

4 Болодурина, И. П. Системный анализ: учебное пособие / И. П. Болодурина, Т. Н. Тарасова, О. С. Арапова. - Оренбург : Университет, 2014. - 193 с. - ISBN 978-5-4417-0393-2. Издание на др. носителе [Электронный ресурс].

5 Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ. Учебник [Электронный ресурс] – М. : Дашков и Ко, 2012 г. – 639 с. – Электронное издание. – ISBN 5-91003-007-8. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/116009/>

6 Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ: учеб. пособие для вузов / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. - М. : Высш. шк., 1989. - 367 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-06-001569-6.

7 Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении: учеб. пособие для вузов / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 368 с. : ил - ISBN 5-279-02435-X.

8 Черемных, С.В. Моделирование и анализ систем: IDEF-технологии: практикум / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2006 г. – 192 с.

2 Неформализованные этапы проведения системного исследования

2.1 Методы построения проблематики

Ключевые слова: проблема, проблематика, сбор информации, заинтересованные лица, стейкхолдеры, нулевая формулировка проблемы, запросы заинтересованных лиц, документирование запросов, интервьюирование, анкетирование, наблюдение, мозговой штурм.

Постановка формальной задачи, которую надо решать, для традиционных наук – начальный, отправной этап работы. В исследовании же или проектировании сложной системы – это промежуточный результат, получение которого непосредственно входит в должностные обязанности системного аналитика.

Рассмотрим сначала теоретические основы формулирования проблемы и построения проблематики, а затем перейдем к прикладным аспектам использования академических знаний в практической деятельности системного аналитика.

Корректность формулировки проблемной ситуации с точки зрения системного подхода полностью определяется корректностью выделения проблемосодержащей системы (так называют систему, в деятельности которой проявилась данная проблема как некоторое отрицательное, нежелательное явление) из окружающей среды.

При выполнении этой процедуры следует учитывать два условия:

- рассматриваемая система не является изолированной - она связана с другими системами и входит как составная часть в некоторую надсистему;
- рассматриваемая система состоит из подсистем и элементов, в различной степени причастных к данной проблеме.

Следовательно, грамотное выделение системы из окружающей среды и последующее планирование изменений подразумевает обязательный анализ деятельности так называемых заинтересованных в проблеме лиц в рамках существующего положения дел и последующих изменений.

Таким образом, к любой реальной проблеме необходимо изначально относиться не как к отдельно взятой, а как к совокупности взаимосвязанных проблем [6]. Пользуясь терминологией, введенной в подразделе 1.4, можно сказать, что этап формулирования проблемы состоит в построении проблематики – совокупности проблем, связанных с исходной проблемой. Эти проблемы выявляются на основе анализа связей исходной системы с надсистемой и подсистемами, а также в результате рассмотрения данной проблемы с точки зрения каждого из языков конфигура-тора и (если необходимо) детализации исходной проблемы.

В рамках классического системного анализа в перечень заинтересованных лиц при построении проблематики рекомендуется включать [6]:

1) клиента (заказчика) - того, кто ставит проблему, заказывает и оплачивает системный анализ;

2) лиц, принимающих решения (ЛПР), т.е. физических и юридических лиц, от полномочий которых непосредственно зависит решение проблемы. Основными характеристиками ЛПР являются компетентность в своей области и опыт деятельности в ней, наличие необходимых полномочий и ответственность за принятое решение;

3) активных и пассивных участников проблемной ситуации. Активными участниками считаются те, кто принимает непосредственное участие в рассматриваемой проблемной ситуации (не в ее решении!). Пассивные участники непосредственного участия в проблемной ситуации не принимают, но она оказывает на них влияние (положительным или отрицательным образом);

4) самого системного аналитика и его сотрудников, главным образом для того, чтобы минимизировать его возможное влияние на остальных заинтересованных лиц. Это вызвано тем, что даже при достаточно высоком уровне опыта и профессионализма аналитика, он субъективен по своей природе. Следует отметить, что если предыдущие три категории лиц являются обязательными при проведении исследования любой проблемной ситуации, то категория системного аналитика иногда остается без внимания.

Слово «заинтересованный» рекомендуется понимать в широком смысле, поскольку в перечень необходимо включить и тех, кто на самом деле не воспринимает рассматриваемую ситуацию как проблемную, доволен существующим положением дел и может сопротивляться возможным переменам.

Каждая из заинтересованных сторон имеет свое видение проблемы, отношение к ней, ее существование или исчезновение приведет к появлению их собственных проблем. Построение проблематики необходимо только для того, что правильно выделить рассматриваемую проблему (систему) из окружающей среды. Так как система и окружающая ее среда взаимосвязаны, то есть обмениваются материальными, энергетическими и информационными потоками, при исследовании необходимо грамотно учитывать эти связи. Определение перечня заинтересованных лиц и дальнейший анализ того, кто из заинтересованных лиц и в чем заинтересован, какие изменения и почему они хотят внести, позволяет эти связи установить максимально полно.

В практической деятельности системного аналитика при разработке сложных систем (программно-технических, автоматизированных информационных) эта часть его деятельности может быть разбита на следующие этапы:

- сбор информации о проблемной ситуации;
- первоначальная формулировка рассматриваемой проблемы (нулевая формулировка);
- документирование запросов заинтересованных лиц;
- уточненная формулировка проблемы.

Для построения проблематики в международной практике системного анализа используется методика формирования перечня заинтересованных лиц – стейкхолдеров (англ. Stakeholders).

Согласно ISO/IEC 15288:2008, ISO/IEC 29148:2011, стейкхолдер, заинтересованная сторона, причастная сторона — физическое лицо или организация, имеющая права, долю, требования или интересы относительно системы или её свойств, удовлетворяющих их потребностям и ожиданиям.

Другие определения:

- физическое лицо, команда, организация или их классы, имеющие интерес в системе (ISO/IEC 42010:2011);

- физическое лицо, группа лиц или организация, которые могут влиять на систему или на которых может повлиять система (OMG Essence);

- лицо, группа или организация, которая может влиять, на которую могут повлиять или которая может воспринимать себя подвергнутой влиянию решения, операции или результата проекта (PMBoK).

Стейкхолдеры обеспечивают возможности для системы и являются источником требований для системы.

В рамках разработки программно-технических систем стейкхолдеры рассматриваются в контексте процесса принятия решений как физические лица или организации, зависящие от результатов принимаемых решений.

Результаты анализа проблемной ситуации, интервьюирования заинтересованных лиц, построения проблематики непосредственно используются системным аналитиком при определении требований к разрабатываемой системе, формировании технического задания на проектирование.

Содержание деятельности системного аналитика в рамках исследования проблемной ситуации представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Содержание деятельности системного аналитика в рамках исследования проблемной ситуации

Этап	Используемые методики и инструменты	Результат этапа
Сбор информации о проблемной ситуации	Изучение документации, связанной с проблемой	Формирование вопросов для интервьюирования и анкетирования Самостоятельное описание требований системным аналитиком для предложения заказчику в качестве информации для размышления или основы для технического задания
	Интервьюирование заинтересованных лиц и экспертов	Материалы опроса, исходная информация для документирования запросов заинтересованных лиц Списки данных и списки функций для SADT-диаграмм SADT-диаграммы Вопросы для нового интервью (при необходимости)

Продолжение таблицы 7

Этап	Используемые методики и инструменты	Результат этапа
	Анкетирование	Материалы анкетирования
	Наблюдение (активное и пассивное)	Перечень вопросов, возникающих в результате уточнения понимания бизнес-процессов
	Организация мозговых штурмов и совместных семинаров заинтересованных лиц и разработчиков проектируемой системы	Уточнение требований к системе Варианты реализации системы
Первоначальная формулировка рассматриваемой проблемы	На основе первоначальной формулировки проблемы, предложенной заказчиком проводится: Регистрация проблемы Классификация проблемы Определение приоритета проблемы	Документирование проблемы (нулевой вариант)
Документирование запросов заинтересованных лиц	Структурирование информации о проблеме, полученной на этапе сбора	Документ «Запросы заинтересованного лица» по каждому стейкхолдеру
Уточненная формулировка проблемы	На основе проблематики (по 3-4 проблемы каждого стейкхолдера, описанных при документировании запросов заинтересованных лиц) проводится: Регистрация проблемы Классификация проблемы Определение приоритета проблемы	Документирование проблемы (уточненный вариант)

Важным аспектом анализа проблемной ситуации является успешность получения необходимой информации о проблеме. Выделяют следующие способы сбора информации [10]:

- изучение документации;
- интервьюирование заинтересованных лиц и экспертов;
- анкетирование;

- наблюдение;
- организация мозговых штурмов.

Сравнительный анализ особенностей перечисленных способов получения информации, их достоинств и недостатков представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнительный анализ способов сбора информации

Способ сбора информации	Преимущества	Недостатки (трудности)	Рекомендации
Изучение документации	<p>Позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - получить первичное представление о проблеме и о полноте ее описания в доступной документации; - сформировать более полный перечень вопросов для интервьюирования заинтересованных лиц и экспертов и повысить качество вопросов; - сделать процесс интервьюирования более результативным – использование информации, полученной из документов, не только улучшит мнение об аналитике в глазах заказчика, но и позволит повысить информативность ответов заказчика и вопросов, возникающих у аналитика в процессе проведения интервью. 	<p>Большое количество документов, имеющих отношение к рассматриваемой проблемной ситуации</p> <p>Неактуальность документов</p> <p>Неполнота описания всех возможных аспектов проблемной ситуации, так как процесс документирования может не полностью покрывать проблему (кусочное документирование).</p>	<p>Следует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучать документы до проведения интервью и встреч, а также до подготовки анкет, в противном случае можно в ходе встречи услышать не ответ на вопрос, а ссылки на документы, которые нужно будет найти и прочитать, что вызовет новую порцию вопросов на основании прочитанного; - использовать полученную из документов информацию при формулировке вопросов. Ссылки на документ также улучшат мнение об аналитике в глазах заказчика
Интервьюирование	<p>Наиболее результативный метод сбора информации с точки зрения соотношения затраты / результат</p>	<p>Недоступность топ-менеджмента и линейных сотрудников для интервью</p> <p>Субъективность информации и узкое поле зрения сотрудника</p> <p>Низкая заинтересованность интервьюируемого в предоставлении достоверной информации</p>	

Продолжение таблицы 8

Способ сбора информации	Преимущества	Недостатки (трудности)	Рекомендации
Анкетирование	Минимальные затраты для аналитика по выявлению информации (только на подготовку и анализ анкет)	Сложно сформулировать качественные вопросы – для этого необходимо хорошо представлять деятельность организации Сложно обрабатывать большое количество анкет с вопросами, допускающими неоднозначные ответы Низкая результативность по сравнению с другими способами Вероятность получения неполной или ложной информации	Следует использовать в анкетах вопросы с замкнутым циклом в форме многоальтернативных вопросов, рейтинговых вопросов и вопросов с ранжированием Целесообразно использовать анкетирование для проверки результатов обследования, полученных другими методами
Наблюдение	Через наблюдение (пассивное наблюдение) или участие (активное наблюдение) аналитики получают информацию о происходящих операциях непосредственно, а не из промежуточных источников информации (документы, заинтересованные лица, эксперты)	Большие затраты времени Искажение логики процессов и параметров выполняемых функций из-за отличий в поведении персонала организации от повседневного в присутствии наблюдателя	Следует использовать при выполнении проектов для зарубежного заказчика, не принят в российской практике (максимум – экскурсия по предприятию)
Организация мозговых штурмов и совместных семинаров	Работа в группе более продуктивна, группы быстрее обучаются, более склонны к квалифицированным заключениям, позволяют исключить многие ошибки В сжатые временные сроки происходит суммирование опыта и знаний для анализа проблемной ситуации	Сложность предварительной подготовки Сложность исключения взаимоотношений начальник – подчиненный во время обсуждения	Нулевая формулировка проблемы должна быть получена участниками мозгового штурма / семинара за несколько дней до мероприятия Категорически запрещены взаимные критические замечания и промежуточные оценки Если через тридцать-сорок минут после начала семинара / мозгового штурма нет первых результатов, то обсуждение следует прервать

Результаты анализа проблемной ситуации используются системным аналитиком на последующих этапах своей деятельности, так как они являются исходной информацией для определения требований к разрабатываемой системе и разработки технического задания на проектирование.

Представляются результаты исследования проблемной ситуации в виде:

- перечня проблем стейкхолдеров, связанных с исходной проблемой с указанием их приоритета;
- уточненной формулировки рассматриваемой проблемы;
- документированных запросов заинтересованных лиц.

Шаблон документирования запросов заинтересованного лица в соответствии с образцами из [12] приведен в приложении Б.

Из представленных в таблице 8 способов сбора информации наиболее сложным для реализации, но и наиболее результативным является способ интервьюирования заинтересованных лиц и экспертов. Рассмотрим его подробнее.

В монографии [10] в процессе проведения интервью выделяется три подпроцесса:

- подготовка интервью (опроса);
- проведение интервью;
- завершение.

Обычно интервьюированию подлежат представители всех подразделений организации, начиная с руководителей высшего звена и заканчивая операционным персоналом. Помимо заинтересованных лиц при проведении анализа проблемной ситуации зачастую возникает необходимость опроса экспертов.

Экспертом называют специалиста, имеющего информацию о рассматриваемой задаче, но не несущего непосредственной ответственности за результат её решения.

Подготовка позволяет спланировать процесс опроса и выработать стратегию управления этим процессом. Важность подготовительного этапа вырастает, если респондент является трудно доступным полезным ресурсом, например - президентом крупной компании.

При подготовке интервью в [10] рекомендуются следующие действия:

- выбор нужного собеседника;
- договоренность о встрече;
- определение предварительной программы встречи;
- изучение сопутствующей информации;
- согласование действий аналитика с группой проектирования.

При выборе собеседника для анализа проблемной ситуации с целью последующего сбора требований к проектируемой системе определяющими являются две вещи:

- он действительно является компетентным специалистом / экспертом по данному вопросу;
- его мнение действительно является ценным с точки зрения последующего формирования целевого набора требований.

Важно заранее оговорить цель встречи и ограничить беседу в пределах часа или даже менее. Практика показывает, что активное общение в процессе интервью, как правило, ограничивается часом. Если этого времени недостаточно, можно спланировать несколько встреч.

Полезными приемами являются формирование программы беседы и ознакомление с ней респондента, подробное планирование беседы вплоть до записи подготовленных вопросов. Подготовленное таким образом интервью называют структурированным. В дополнение к так построенному интервью автор [10] предлагает проводить неструктурированное интервью, «представляющее собой неформальную встречу, которой не свойственны заготовленные впрям вопросы или заранее поставленные цели». Цель такого интервью - пробудить респондента к креативу в области, в которой интервьюер недостаточно хорошо ориентируется.

Следует учитывать, что при подготовке и проведении интервью возможны следующие трудности:

- недоступность топ-менеджмента для интервью («нет времени», «приходите завтра»);
- недоступность линейного персонала для интервью. Все подобные встречи должны быть согласованы с руководителями (особенно в крупных компаниях);

- субъективный характер информации и узкое поле зрения (сотрудник может знать только свою часть работы и абсолютно не представлять, как связать свою деятельность с деятельностью других сотрудников/отделов);

- сотрудник может быть не заинтересован в предоставлении достоверной информации и говорить, что всем доволен (например, в случаях, когда проводимый проект направлен на изменение его работы);

- может иметь место смешивание информации, часть которой может относиться к ситуации «как есть», а часть – к ситуации «как должно быть».

Рекомендации по подготовке и проведению интервью выглядят следующим образом:

- сформулировать цель интервью, разработать план интервью и перечень вопросов. Лучший результат интервью – достижение поставленной цели;

- поддерживать постоянный контакт с сотрудниками и благодарить за уделенное сотрудником время для интервью;

- одно интервью не должно содержать более одной-трех тем, в противном случае следует разделить обсуждение на несколько встреч;

- при проведении интервью следует использовать одну из методик – «воронка», «пирамида», «ромб». Методика «воронка» характерна тем, что разговор начинается с общих вопросов и обсуждения проблем верхнего уровня, а затем переходит к частностям, «пирамида» - разговор начинается с комплекса мелких, частных вопросов и постепенно переходит к общим, «ромб» - сначала обсуждаются специфические вопросы, в середине – общие, и в конце интервью опять проводится конкретизация. Последовательность «воронка» позволяет интервьюируемому строить свой ответ более связно и вспоминать детали более эффективно, а также позволяет получить сначала представления о вопросе, а потом высказать свое мнение. Последовательность «пирамида» рекомендуется использовать в ситуациях, когда у сотрудника отсутствует мотивация для предоставления информации по теме интервью. В таких ситуациях интервью целесообразно начать с частных вопросов, а более общие задать под конец, когда сотрудник «разговорится»;

- место проведения интервью должно быть уединенным. Идеальный вариант: отдельная непроходная комната, не являющаяся рабочим кабинетом. Приглашать в кафе, на кухню, в курилку непрофессионально;

- интервью должно быть организовано руководителем респондента. Это особенно рекомендуется сделать в том случае, если респондент отказывается от проведения интервью, называя такие причины как недостаток времени, отсутствие соответствующего распоряжения руководства;

- начиная разговор, следует представиться, сформулировать цель встречи и обговорить возможность ведения записей. Это поможет избежать недоразумений и даст беседе правильное направление;

- следует обязательно фиксировать то, что говорит интервьюируемый, записывать на бумаге или на диктофон, не переспрашивать одно и то же несколько раз;

- следует больше слушать, чем говорить. Говорить следует для того, чтобы в начале разговора установить контакт с интервьюируемым и далее в ходе интервью придерживаться плана. Основное правило: не переходить к новой теме, пока предыдущая не будет полностью раскрыта. Переход от темы к теме нужно предварять утверждением, информирующим, что одна тема завершена и начинается другая. Это можно сделать в виде заключения, финального резюме, построенного по типу суммирующего вопроса, предоставив респонденту возможность что-нибудь добавить или дополнить;

- следует делать паузы, пока интервьюируемый думает, дать ему возможность решать, что сказать дальше, недопустимо перебивать, подсказывая ответ или задавая другой вопрос;

- следует перефразировать и произносить вслух полученные ответы. Перефразировав и структурировав уже сказанное, можно уточнить, верно ли было понято то, о чем рассказал интервьюируемый. Такой прием также позволяет интервьюируемому добавить информацию или развить важные пункты.

Важным этапом проведения опроса является его завершение. Для этого аналитику нужно следить за следующими моментами:

- уже получено достаточно информации;

- получен большой объем неподходящей информации;
- из-за обилия информации трудно ее структурировать;
- сотрудник / эксперт начинает уставать;
- часто возникают конфликты в разговоре.

Любая из этих причин является достаточным основанием для завершения беседы.

Завершать интервью следует плавно, кратко подытожив основные пункты и сделав обзор полученных сведений, которые могут быть опущены или неверно истолкованы. Следует договориться о времени следующей встречи, если она нужна, и получить рекомендации для ближайших опросов. Поставьте интервьюируемого в известность, когда и как будет использована полученная информация и когда собранный материал будет прислан на рецензирование.

Оформлять материалы опроса следует сразу же после проведения интервью – таким образом минимизируется возможность потери важной информации.

Используя различные способы сбора информации, представленные в таблице 8, системный аналитик формирует ответы на следующие вопросы:

- в чем состоит конкретный интерес к проблеме, на решение которой направлен проект;
- каковы причины возникновения этого интереса и отношение (положительное, отрицательное, нейтральное) к проблеме и собственно проекту;
- какие потенциальные конфликтные ситуации могут возникнуть между заинтересованными сторонами, насколько вероятно возникновение конфликта, как он может повлиять на проект;
- какие отрицательные реакции может вызвать деятельность, связанная с осуществлением проекта, решением проблемы, насколько вероятно их возникновение, как они могут повлиять на проект;
- какие существуют связи между заинтересованными сторонами, как их можно использовать, каковы возможные пути сотрудничества и разрешения возможных конфликтов;

- что может сделать заинтересованная сторона, если она войдет в состав участников проекта, на разных стадиях его реализации, может ли она оказать помощь при планировании, реально ли то, что заинтересованная сторона действительно может выступить в этой роли, сможет ли она обеспечить выполнение работы.

При анализе запросов заинтересованного лица по каждому заинтересованному лицу составляется отчетный документ – «Запросы заинтересованного лица», в котором должно быть представлено описание заинтересованного лица, его проблем, рабочего окружения, предварительная оценка предлагаемого решения, перспектив его использования, оценка его надежности, производительности и поддержки. В заключении этого документа системный аналитик приводит резюме трех-четырёх высокоприоритетных проблем для данного заинтересованного лица. Полностью шаблон документирования запросов заинтересованного лица, приведенный в [8], представлен в приложении Б.

При формулировании проблемы системный аналитик должен следовать некоторым рекомендациям.

Во-первых, за основу должно браться мнение заказчика. Как правило, в качестве такового выступает руководитель организации, для которой проводится системный анализ. Именно он, как было отмечено выше, генерирует исходную формулировку проблемы. Далее системный аналитик, ознакомившись со сформулированной проблемой, должен уяснить задачи, которые были поставлены перед руководителем, ограничения и обстоятельства, влияющие на поведение руководителя, противоречивые цели, между которыми он старается найти компромисс. Системный аналитик должен изучить организацию, для которой проводится системный анализ. Необходимо тщательно ознакомиться с существующей иерархией управления, функциями различных групп, а также предыдущими исследованиями соответствующих вопросов, если таковые проводились. Аналитик должен воздерживаться от высказывания своего предвзятого мнения о проблеме и от попыток втиснуть её в рамки своих прежних представлений ради того, чтобы использовать желательный для себя подход к её решению. Наконец, аналитик не должен оставлять непроверенными утверждения и замечания руководителя. Как уже отмечалось, проблему,

сформулированную руководителем, необходимо, во-первых, расширять до комплекса проблем, согласованных с над- и подсистемами, и, во-вторых, согласовывать её со всеми заинтересованными лицами.

Следует также отметить, что каждая из заинтересованных сторон имеет своё видение проблемы, отношение к ней. Поэтому при формулировании комплекса проблем необходимо учитывать, какие изменения и почему хочет внести та или другая сторона. Кроме того, проблему необходимо рассматривать всесторонне, в том числе и во временном, историческом плане. Требуется предвидеть, как сформулированные проблемы могут измениться с течением времени или в связи с тем, что исследование заинтересует руководителей другого уровня. Формулируя комплекс проблем, системный аналитик должен знать развёрнутую картину того, кто заинтересован в том или ином решении.

2.2 Определение целей системы и подбор критериев

Ключевые слова: цель, модель желаемого будущего, средства достижения целей, многоцелевые задачи, многокритериальные задачи, согласование целей, требования к системе, бизнес-требования, требования пользователей, функциональные требования, нефункциональные требования, приоритизация требований, релиз, бэклог, спринт, анализ требований.

Определение цели – желаемого конечного результата снятия или ослабления проблемы – ключевой этап проведения системного исследования.

На данном этапе системного анализа определяется, что надо сделать для снятия проблемы в отличие от последующих этапов, определяющих, как это сделать. В классическом системном анализе выделяют [6] пять основных трудностей, связанных с определением целей системы:

- цель – модель желаемого будущего, в выборе которого легко ошибиться;
- цели часто путают со средствами;
- целей может быть много;

- цели могут быть противоречивы, их необходимо согласовывать;
- цели меняются течением времени.

Рассмотрим каждую трудность подробнее. Первая трудность связана с самой природой цели.

По сравнению с этапом анализа проблемной ситуации этап определения целей представляет собой более сложную задачу. При построении проблематики и исследовании проблемной ситуации от аналитика требуется лишь адекватное описание того, что уже реально существует (т.е. рассматриваемой проблемы). Таким образом, этап формулировки проблемы базируется только на аналитическом инструментарии. При формулировке целей следует понимать, что направления ухода от проблемы могут быть различны, и определить правильность выбора желаемого конечного результата в начале исследования сложнее хотя бы потому, что по природе своей это задача синтеза.

Цель является антиподом проблемы. Это правило удобно использовать при первоначальном определении целей, впоследствии занимаясь уточнением смысловых (качественных) и количественных аспектов целей.

Вторая трудность, связанная с определением цели, вызвана тем, что субъект, цели которого должны быть выявлены, не всегда сам может их осознать, даже если четко их формулирует. Зачастую в практике системного анализа первоначально сформулированные цели часто изменяются или отменяются по мере проведения исследования и уточнения истинных потребностей и намерений заказчика, лиц принимающих решений и участников проблемной ситуации. Действительные цели, как правило, шире, чем объявленные.

Для проверки истинности декларируемых целей удобно использовать структурную (иерархическую) схему соподчиненности всех участников рассматриваемой проблемной ситуации. То, что для одного уровня иерархии является целью, для другого – всего лишь средство достижения его собственных целей. Исследование целей заинтересованных в проблеме лиц должно предусматривать возможность их уточнения, расширения или даже замены. В этом и состоит одна из основных причин итеративности системного анализа.

Следующей трудностью, связанной с выполнением этапа определения целей, является многокритериальность реальных задач проектирования и управления. Речь идет не о том, что цели нижних уровней иерархии могут быть получены из целей верхнего уровня в результате их декомпозиции, а о том, что и на самом верхнем уровне в современных задачах проектирования и управления несколько различных целевых аспектов, которые следует учитывать при определении желаемого конечного результата. Для учета целей всех заинтересованных сторон часто пользуются моделью над- и подсистем относительно проблемосодержащей системы. Но по отношению к каждой из сторон также возникает проблема полноты задания ее целей. Вместе с неясностью первоначальной цели это приводит к необходимости каких-то рекомендаций относительно поиска существенных целей.

Полезными оказываются следующие способы:

- включать в рассмотрение цели, противоположные заявленным, и цели двойственные;
- выявлять не только желаемые, но и нежелательные по последствиям цели (чтобы как можно раньше предвидеть возникновение новых проблем – типа загрязнения окружающей среды);
- допускать вообще всякие цели (их критика будет позже) и прочие.

Следующая трудность определения целей вытекает из многоцелевой природы задач, для решения которых применяется системный анализ - так как целей много, они могут быть противоречивы и нуждаются в согласовании.

При определении целей также следует учитывать, что цели могут меняться с течением времени. Так как изменение целей повлечет за собой потребность в изменении структуры системы и ее параметров, первоначально сформулированные цели не должны препятствовать таким возможным переменам.

Для количественной характеристики степени достижения заявленной цели в теории системного анализа и принятия решений используется понятие критерия. С помощью критерия происходит сравнение альтернатив между собой. При подборе критериев к так называемым целям, имеющим количественную природу (например, характеризующим стоимость планируемых мероприятий, время их выполнения,

производительность, результативность) проблем обычно не возникает и подобранный в качестве критерия показатель однозначно характеризует степень достижения заявленной цели. В случае же качественного характера цели (например, качество продукта, безопасность использования, риски различной природы, а также учет любых социальных проявлений и последствий на уровне желаемого конечного результата) задача подбора критерия значительно осложняется из-за отсутствия четкого количественного показателя, непосредственно и однозначно характеризующего поставленную цель. В этом случае либо довольствуются показателем, не полностью покрывающим цель, а хотя бы отчасти, чтобы можно было вообще реализовать процедуру сравнения альтернатив между собой, либо подбирают несколько таких показателей, чтобы повысить правильность последующей процедуры принятия решения с точки зрения заявленных целей.

В рамках практической деятельности системного аналитика при исследовании и разработке программно-технических систем этап определения целей следует соотносить с этапом определения требований к разрабатываемой системе. Требования представляют собой характеристики желаемого конечного результата разработки и должны быть документируемые, выполнимые, тестируемые, с уровнем детализации, достаточным для проектирования системы.

Различают требования к продукту и требования к процессу разработки продукта [13].

Требования к продукту – это то, что формулирует заказчик. Цель, которую он преследует – получить хороший конечный продукт: функциональный и удобный в использовании. Поэтому требования к продукту являются основополагающим классом требований. Более подробно требования к продукту детализируются в следующих ниже классификациях.

Требования к проекту определяют процесс выполнения разработчиком работ по созданию целевой системы. Как показывает международная практика, средний проект на пятьдесят процентов выходит за рамки графика работ, выполнение более тридцати процентов широкомасштабных проектов разработки информационных систем прерывается, а три четверти проектов приводят к разработке продуктов, не ра-

ботающих так, как было намечено. То есть заказчик, вступая в договорные отношения с разработчиком, несёт различные риски, главными из которых является риск получить продукт с опозданием, либо ненадлежащего качества. Основные мероприятия по контролю и снижению риска – регламентация процесса создания программного обеспечения и его аудит.

Так как основным источником информации для формирования требований и лицом, напрямую заинтересованным в качественном и полном их описании, является пользователь будущей разрабатываемой системы, следует в первую очередь учитывать проблемы, возникающие на этапе сбора требований при взаимодействии с пользователями.

В [14] перечислены следующие проблемы:

- пользователи не понимают то, что они хотят, или у пользователей нет ясного представления об их требованиях;
- пользователи не соглашаются с ранее записанными требованиями;
- пользователи настаивают на новых требованиях после того, как стоимость и график работ были установлены;
- коммуникация с пользователями является медленной;
- пользователи часто не участвуют в обзорах требований или неспособны в них участвовать;
- пользователи технически не подготовлены;
- пользователи не понимают процесса разработки системы.

Это может привести к ситуации, где пользовательские требования продолжают изменяться, даже когда система или разработка новой продукции были начаты.

Возможные проблемы, вызванные инженерами и разработчиками во время анализа требований, выглядят следующим образом:

- у технического персонала и конечных пользователей могут быть различные мнения. Следовательно, они могут неправильно полагать, что они находятся во взаимопонимании, пока готовое изделие не будет отправлено;

- инженеры и разработчики могут попытаться подкорректировать требования чтобы они соответствовали существующей системе или модели, вместо того, чтобы разработать систему, соответствующую потребностям клиента;

- анализ может часто выполняться инженерами или программистами, а не персоналом с навыками работы с людьми и знаниями проблемной области.

В качестве инструментов для решения перечисленных проблем используются прототипирование, унифицированный язык моделирования (UML), сценарии использования и гибкая методология разработки систем с обязательным участием специалистов по системному анализу.

Процесс формирования требований к системе наглядно демонстрирует все трудности, связанные с определением целей системы – смешивание целей и средств их достижения, многокритериальность, необходимость согласования и изменение с течением времени.

Для того, чтобы различать, что является целью, а что является средством достижения цели удобно использовать иерархию целей и средств. Такая иерархия для процесса разработки требований к системе представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Иерархия целей и средств для процесса разработки требований

Уровни целей	Уровни требований
Бизнес-цели	Бизнес-требования
Цели разработки отдельных модулей системы	Требования пользователей
Функции, выполняемые в рамках отдельных модулей системы	Функциональные требования

Современные информационные системы – это крупные программные системы, содержащие в себе множество модулей, функциональных, интерфейсных элементов, отчетов. Внедрение ИС на предприятии всегда преследует конкретные бизнес-цели – такие, как, например, повышение прозрачности бизнеса, сокращение сроков обработки информации, экономия накладных расходов. Уровню бизнес-целей соответствуют бизнес-требования (business requirements), например, система должна сократить срок оборачиваемости обрабатываемых на предприятии заказов в

два раза. Бизнес-требования обычно формулируются руководством либо акционерами предприятия.

Следующий уровень – уровень целей разработки отдельных модулей системы. Этому уровню целеполагания соответствует уровень требований пользователей (user requirements). Пример требования пользователя: система должна представлять диалоговые средства для ввода исчерпывающей информации о заказе, последующей фиксации информации в базе данных и маршрутизации информации о заказе к сотруднику, отвечающему за его планирование и исполнение. Требования пользователей часто бывают плохо структурированными, дублирующимися, противоречивыми. Поэтому для создания системы важен третий уровень, в котором осуществляется формализация требований. Третий уровень – функциональный (functional requirements). Пример функциональных требований (или просто функций) по работе с электронным заказом: заказ может быть создан, отредактирован, удалён и перемещён с участка на участок. Функциональные требования регламентируют функционирование или поведение системы (behavioral requirements). Функциональные требования отвечают на вопрос «что должна делать система» в тех или иных ситуациях. Функциональные требования определяют основной «фронт работ» Разработчика, и устанавливают цели, задачи и сервисы, предоставляемые системой Заказчику. Функциональные требования записываются, как правило, при помощи предписывающих правил: «система должна позволять кладовщику формировать приходные и расходные накладные». Другим способом являются так называемые варианты использования (uses cases) – популярный и весьма продуктивный способ представления требований. Нефункциональные требования, соответственно, регламентируют внутренние и внешние условия или атрибуты функционирования системы.

К. Вигерс [15] выделяет следующие основные группы нефункциональных требований:

- внешние интерфейсы;
- атрибуты качества;
- ограничения.

Среди внешних интерфейсов в большинстве современных АИС наиболее важным является интерфейс пользователя (User Interface, UI). Кроме того, выделяются интерфейсы с внешними устройствами (аппаратные интерфейсы), программные интерфейсы и интерфейсы передачи информации (коммуникационные интерфейсы).

Перечень требований к целевой системе может быть достаточно объемным, то есть задача является многокритериальной. К тому же существуют объективные противоречия между требованиями различных уровней. Возникает необходимость согласования целей / требований к системе – определение их приоритета (приоритизация) для достижения взаимопонимания между участниками проекта. Она может быть проведена, например, с использованием метода MoSCoW.

Приоритеты требований обозначаются четырьмя литерами - M, S, C, W.

M (Must have) — требования с высочайшим приоритетом, без выполнения которых текущий релиз невозможен. Соответственно — обязательно должны быть включены в текущий релиз. Релиз (от англ. release — выпуск) — выпуск готового для использования продукта. Обычно он содержит все обновления, исправления и является версией, готовой для использования конечным потребителем.

S (Should have if possible) — высокоприоритетные требования, которые критично важны для функционала продукта, но не для текущего релиза. Должны быть включены в релиз, если возможно.

C (Could have if possible) — требования, которые считаются желательными, но не необходимым. Включаются в релиз, если позволяет время и ресурсы.

W (Won't have this time, but would like in future) — требования, которые не будут реализованы в текущем релизе, но могут быть рассмотрены в будущем.

При использовании метода MoSCoW сначала формируют бэклог (product backlog) — это список всех требований (историй, функциональностей) выстроенных по степени важности. При этом все требования должны быть ясно и понятно сформулированы для всех участников. Если позволяет опыт, здесь же можно оценить примерную трудоёмкость по каждому требованию в часах.

Далее определяют, какие из историй бэклога войдут в новый спринт (спринт — итерация, в ходе которой создаётся функциональный рост программного обеспе-

чения). Включение требования в спринт выполняют, ориентируясь на прогнозируемую производительность. Не рекомендуется набирать в спринт заведомо невыполнимое количество требований.

Затем расставляют приоритеты в спринте, если внутри спринта они отличаются от приоритетов в общем бэклоге.

Следует также иметь в виду, что при выполнении проекта приоритеты требований могут измениться – это иллюстрация тезиса о том, что цели системы могут меняться с течением времени. Поэтому переоценка приоритетов — естественный процесс при анализе невыполненной работы на каждой итерации. Чтобы проект протекал нормально, следует постоянно переоценивать требования, их важность для проекта и то, как новая информация влияет на невыполненную работу. Необходимо прилагать усилия к вовлечению заинтересованных лиц и клиентов на всех этапах проекта. Кроме того, необходимо помнить, что для определения приоритетности элемента необходимо его оценить.

2.3 Методы генерирования альтернатив

Ключевые слова: альтернативы, способы увеличения числа альтернатив, внутренние факторы, внешние факторы, коллективная генерация идей, организационные формы генерирования альтернатив, мозговой штурм, синектика, морфологический анализ, сценарии, деловые игры.

Генерирование альтернатив является наиболее творческим этапом среди этапов системного исследования [6]. Результат этого этапа во многом определяет эффективность решения задачи разработки или совершенствования системы, так как теория выбора исходит из того, что задано множество альтернатив, то есть считается, что уже имеется то, из чего выбирать, и вопрос состоит в том, каким образом следует выбирать.

Более того, все направлено на поиск самой лучшей альтернативы в заданном множестве альтернатив, и если в это множество мы по каким-то причинам не включили действительно наилучшую, то никакие методы выбора ее не обнаружат.

Все рекомендации относительно того, как генерировать новые альтернативы или как создать условия для того, чтобы другие участники анализа лучше генерировали эти идеи, – результат коллективного опыта теоретиков и методистов по решению творческих задач.

Целью выполнения данного этапа является максимальное количество альтернатив – способов решения рассматриваемой проблемы. Выделяют следующие способы увеличения числа альтернатив [6]:

- поиск альтернатив в патентной и журнальной литературе;
- привлечение нескольких квалифицированных экспертов, имеющих разнообразную подготовку и опыт;
- увеличение числа альтернатив за счет их комбинирования, образования промежуточных вариантов между предложенными ранее;
- модификация имеющейся альтернативы, т.е. формирование альтернатив, лишь частично отличающихся от известной;
- включение альтернатив, противоположных предложенным, в том числе и «нулевой» альтернативы («не делать ничего», т.е. рассмотреть последствия развития событий без нашего вмешательства);
- интервьюирование заинтересованных лиц и более широкие анкетные опросы; ж) включение в рассмотрение даже тех альтернатив, которые на первый взгляд кажутся глупыми или надуманными;
- генерирование альтернатив, рассчитанных на различные интервалы времени (долгосрочные, краткосрочные, экстренные).

Так как процесс генерирования альтернатив является творческим, не имеет формальных алгоритмов и напрямую связан с личностными особенностями проектировщика, следует учитывать влияние различных условий на креативную составляющую деятельности человека. Выделяют две категории факторов как тормозящих творческую работу, так и способствующих ей – внутренние и внешние.

К внутренним (психологическим) факторам относят:

- последствия неправильного восприятия действительности (крайние проявления: либо мы воспринимаем то, чего нет, либо не воспринимаем того, что есть);

- интеллектуальные преграды (инерционность мышления, довлеющие стереотипы, подсознательные самоограничения, связанные с убеждениями, лояльностью и прочие);

- эмоциональные преграды; излишнее увлечение критикой других или, наоборот, боязнь критики со стороны других; опасение отрицательной реакции со стороны заказчика или начальства на предложенные альтернативы, субъективное отношение к определенным типам.

Большое влияние на творческие процессы оказывают и внешние факторы. К ним относят:

- погодные и климатические условия;

- общественные условия, общий культурный фон, идейная атмосфера. Одобрение определенной социальной группы – один из самых сильных стимулов для творчества человека.

На сегодняшний день существует несколько организационных форм генерирования альтернатив. К ним относят метод мозгового штурма, метод синектики, морфологического анализа, сценариев, а также деловые игры.

Метод мозгового штурма специально разработан для получения максимального количества предложений.

Техника мозгового штурма такова. Собирается группа лиц, отобранных для генерации альтернатив; главный принцип отбора – разнообразие профессий, квалификации, опыта (такой принцип поможет расширить фонд априорной информации, которой располагает группа). Сообщается, что приветствуются любые идеи, возникшие как индивидуально, так и по ассоциации при выслушивании предложений других участников, в том числе и лишь частично улучшающие чужие идеи (каждую идею рекомендуется записать на отдельной карточке). Каждый по очереди зачитывает свою идею, остальные слушают и записывают на карточки новые мысли, воз-

никшие под влиянием услышанного. Затем все карточки собираются, сортируются и анализируются, обычно другой группой экспертов.

Число альтернатив можно впоследствии значительно увеличить, комбинируя сгенерированные идеи. Среди полученных в результате мозгового штурма идей может оказаться много глупых и неосуществимых, но они легко отбрасываются последующим отсевом.

Обязательным условием проведения мозгового штурма является категорический запрет на любую критику. Считается, что даже возможность критики тормозит воображение.

Синектика предназначена для генерирования небольшого числа альтернатив (иногда даже единственной альтернативы) путем ассоциативного мышления, поиска аналогий поставленной задаче. В отличие от мозгового штурма, где целью является максимальное число альтернатив, пусть даже невыясненного качества, альтернативы, генерируемые в рамках метода синектики должны разрешать поставленную проблему.

Техника синектики состоит в следующем. Формируется группа из 5 – 7 человек, отобранных по признакам гибкости мышления, практического опыта (предпочтение отдается людям, менявшим профессии и специальности), психологической совместимости, общительности, подвижности. Выработав определенные навыки совместной работы, группа ведет систематическое направленное обсуждение любых аналогий с подлежащей решению проблемой, спонтанно возникающих в ходе бесед. Перебираются не только три уже известных вида подобия (прямое, косвенное и условное), но и чисто фантастические аналогии (последнее означает попытки представить себе вещи такими, какими они не являются на самом деле, но какими хотелось бы их видеть).

Особое значение синектика придает аналогиям, порождаемым двигательными ощущениями. Это вызвано тем, что природные двигательные рефлексы человека сами по себе высокоорганизованы и их осмысление может подсказать хорошую системную идею. Предлагается, например, вообразить свое тело на месте совершенного механизма, почувствовать себя им, либо поставить себя на место несущего

ствующего организма, выполняющего функцию проектируемой системы, и т.п. Раскрепощенность воображения, интенсивный творческий труд создают атмосферу душевного подъема, характерную для синектики.

Процедура синектики подчиняется следующим правилам:

- запрещено обсуждать достоинства и недостатки членов группы;
- каждый имеет право прекратить работу без каких-либо объяснений при малейших признаках утомления;
- роль ведущего периодически переходит к другим членам группы.

В отличие от мозгового штурма при использовании синектики требуется специальная и длительная подготовка - в течение года пять или шесть человек должны затратить четверть своего рабочего времени на обучение. Группа обученных синекторов, работающих полный рабочий день, способна в течение года найти приемлемые решения примерно четырех небольших и двух крупных проблем.

Очень широкое практическое применение получил на практике метод сценариев.

В данном случае в качестве альтернатив рассматриваются сценарии – гипотетические варианты последовательности действий и вытекающих из них событий, которые могут произойти в будущем с исследуемой системой. Эти последовательности имеют общее начало (настоящее состояние), но затем возможные состояния различаются все сильнее, что и приводит к проблеме выбора. Сценарии-альтернативы представляют ценность для лиц, принимающих решения, только в том случае, если они являются логически обоснованными моделями будущего, которые после принятия решения можно рассматривать как прогноз, как приемлемый рассказ о том, «что случится, если...». Создание сценариев относится к типичным неформализуемым процедурам, представляет собой творческую, научную работу. Тем не менее и в этом деле накоплен определенный опыт, имеются свои эвристики. Например, рекомендуется разрабатывать «верхний – нижний» («оптимистичный – пессимистичный») сценарии – как бы крайние случаи, между которыми может находиться возможное будущее. Такой прием позволяет отчасти компенсировать или явно выразить неопределенности, связанные с предсказанием будущего. Иногда

полезно включать в сценарий воображаемый активно противодействующий элемент, моделируя тем самым наихудший случай. Кроме того, рекомендуется не разрабатывать детально (как ненадежные и непрактичные) сценарии, слишком чувствительные к небольшим отклонениям на ранних стадиях. Важными этапами создания сценариев являются: составление перечня факторов, влияющих на ход событий, со специальным выделением лиц, которые контролируют эти факторы прямо или косвенно и методов снижения влияния этих факторов.

Наиболее формализованным методом генерирования альтернатив принято считать метод морфологического анализа. Это вызвано тем, что в процессе исследования можно точно вычислить какое количество альтернатив можно создать в рамках данного метода. Для всех других методов генерирования альтернатив – мозговой штурм, синектика, сценарии – заранее нельзя определить результат рассматриваемого этапа. Морфологический анализ состоит в выделении всех независимых переменных проектируемой системы, перечислении возможных значений этих переменных и генерировании альтернатив перебором всех возможных сочетаний этих значений.

Отметим также, что количество вариантов можно увеличить, вводя новые независимые переменные. Одна из основных проблем морфологического анализа при увеличении числа переменных – это проблема сокращения перебора. Если специально стремиться к тому, чтобы на начальной стадии было получено как можно больше альтернатив, то для некоторых проблем их количество может достичь многих десятков. Очевидно, что подробное изучение каждой из них приведет к неприемлемым затратам времени и средств. Задача сокращения числа альтернатив решается наложением различных ограничений, которые позволяют отбросить варианты, не подлежащие рассмотрению. Этот способ называется грубым отсеиванием. Он позволяет не сравнивать альтернативы количественно, а лишь проверять их на присутствие некоторых качеств, желательных для любой приемлемой альтернативы.

К признакам хороших альтернатив [6] относят устойчивость при изменении некоторых внешних условий, надежность, многоцелевую пригодность, адаптивность, другие признаки практичности. В отсеивании могут помочь также обнаружение

отрицательных побочных эффектов, недостижение контрольных уровней по некоторым важным показателям (например, слишком высокая стоимость) и пр. Предварительный отсев не рекомендуется проводить слишком жестко; для детального анализа необходимы хотя бы несколько альтернатив.

Деловыми играми называется имитационное моделирование реальных ситуаций, в процессе которого участники игры ведут себя так, будто они в реальности выполняют порученную им роль, причем сама реальность заменяется некоторой моделью. Примерами являются штабные игры и маневры военных, работа на тренажерах различных операторов технических систем (летчиков, диспетчеров электростанций и т.д.), административные игры и т.п.

Несмотря на то что чаще всего деловые игры используются для обучения, их можно использовать и для экспериментального генерирования альтернатив, особенно в слабо формализованных ситуациях. Важную роль в деловых играх кроме участников играют контрольно-арбитражные группы, управляющие моделью, регистрирующие ход игры и обобщающие ее результаты.

При выполнении этапа генерирования альтернатив хорошие результаты получают при использовании сочетания различных методов.

Важным моментом является также итеративность: на любой последующей стадии системного анализа должна иметься возможность порождения новой альтернативы и включения ее в анализ. При рассмотрении слабо структурированных проблем часто находят первую же подходящую альтернативу и производят ее пошаговое улучшение, совершенствование.

2.4 Пример проведения неформализованных этапов системного исследования

Ключевые слова: проблемная ситуация, исходная информация, нулевая формулировка проблемы, перечень заинтересованных лиц, уточненная формулировка проблемы, проблематика, дерево целей, формулировка целей, подбор критериев, генерирование альтернатив, допущения, морфологический анализ

В качестве примера проведения системного исследования был выбран ставший уже классическим пример реального исследования проблемной ситуации, описанный в книге Кини Р.Л., Райфа Х. «Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения» [16].

Он основан на результатах реально проведенного исследования крупномасштабной проблемы, затрагивающей интересы большого числа людей - выбор стратегии развития аэропорта для столицы Мексики. Исследование было проведено в 1970 году и касалось выработки решения на долгосрочную перспективу – с 1970 до 2000 года.

Ситуация должна быть:

- сложной – чтобы была очевидной неразрешимость проблемной ситуации без использования специальных методов исследования;

- крупномасштабной – чтобы последствия принимаемых решений уже на этапе анализа осознавались как очень влиятельные и требующие тщательного планирования и учета;

- про долгосрочность – чтобы можно было продемонстрировать сложность принятия решений на долгосрочную перспективу;

- многокритериальной – чтобы можно было продемонстрировать особенности подбора критериев к целям различной природы.

Рассматриваемый анализ сконцентрирован вокруг вопросов нахождения и использования количественных оценок применительно к рассматриваемой многокритериальной проблеме, он также включает в себя структуризацию проблемы, различ-

ные аспекты моделирования возможных последствий рассматриваемых альтернатив, то есть обсуждение касается вопросов выполнения системного исследования проблемной ситуации в целом.

В эту работу внесли свой вклад многие. Работа была выполнена летом 1971 года для мексиканского правительства и проводилась под эгидой министерства общественных работ (МОР). Руководителями ее являлись Ф. Дж. Джоффред — директор центра математических и статистических исследований и Ф. Довали — глава управления аэропортов. Консультантами МОР были Ричард де Нефвиль из Массачусетского технологического института и авторы книги [16] — Кини Р.Л. и Райфа Х. Общее время, затраченное консультантами на выполнение данного проекта, — 50 человеко-дней.

Приведем общие сведения о рассматриваемой проблемной ситуации.

Быстрый рост воздушных перевозок, а также растущие трудности, связанные с обеспечением нормальных условий работы существующего аэропорта, привели к необходимости рассмотрения правительством Мексики весьма актуальной проблемы: каким образом следует развивать аэропорт Мехико, чтобы обеспечить качественное обслуживание этого района до 2000 года? Это основная проблема, над которой работала исследовательская группа.

Однако первоначально поставленная задача была иной. Два ранее проведенные исследования по проблеме развития аэропорта Мехико рекомендовали совершенно различные способы решения этой проблемы. Согласно первому находящийся в настоящее время в пяти милях от центра порога аэропорт должен быть значительно расширен, а согласно второму — предлагалось построить новый аэропорт в 25 милях севернее города. Третье по счету исследование должно было оценить предложенные варианты развития в свете имеющихся расхождений во мнениях и разработать рекомендации относительно наиболее эффективной программы развития аэропорта.

В процессе проведения этого более ограниченного исследования были рассмотрены следующие вопросы:

- 1) месторасположение аэропорта или аэропортов;

2) эксплуатационные особенности и проводимая политика, определяющие вместе, какие виды обслуживания должны обеспечиваться и где должны располагаться соответствующие службы;

3) последовательность во времени развития отдельных объектов двух аэропортов.

Существующий аэропорт находится в пяти милях восточнее центра города, т. е. практически в черте города. С востока естественной границей территории аэропорта является кромка озера Текскоко. Второе возможное место для расположения аэропорта находится в 25 милях севернее Мехико в слабо развитом сельскохозяйственном районе, неподалеку от деревни Зумпанго.

Природные особенности той местности, где расположена столица Мексики, обусловили тот факт, что эти два района расположения были единственными подходящими местами для большого международного аэропорта. Вопросы конфигурации территории аэропорта, например, с точки зрения расположения взлетно-посадочных полос, для этой проблемы не имели очень большого значения.

Однако были возможны самые разнообразные способы эксплуатации аэропортов (с существенно различным качеством обслуживания).

Приведем необходимые для рассматриваемой проблемной ситуации сведения о географическом положении Мехико.

Мехико расположен на высоте 2250 м в долине, окруженной горами, достигающими высоты 5200 м над уровнем моря. Только к северо-востоку высота гор уменьшается примерно до 3000 м. Большинство самолетов, прилетающих в Мехико или вылетающих из него, летят над этими более низкими горами на северо-востоке, лишь небольшая их часть использует довольно узкий коридор между высокими горами на юге.

Маневренность самолетов на большой высоте (и особенно в жарком климате) низка. Это снижает безопасность полетов в горных районах, поэтому возникает необходимость в установлении возле Мехико более широких летных коридоров. Однако воздушное пространство над Мехико, пригодное для полетов, очень ограничено. И это главная причина, сдерживающая рост пропускной способности суще-

ствующего аэропорта в Текскоко. Ограничение пропускной способности представляется особенно серьезным фактором, поскольку аэропорт Мехико обслуживает свыше 2 млн. пассажиров в год и является одним из крупнейших аэропортов Американского континента.

Аэропорт Текскоко был построен в 30-е годы. В ту пору он находился за пределами города, но население столицы росло со скоростью 5% в год и с 5 млн. в 1960 г. возросло до 8 млн. в 1970 году. За это время аэропорт Текскоко окружили с трех сторон жилые и деловые районы. Это повлекло за собой проблемы шума и безопасности.

Если бы во время посадки или взлета самолета по направлению к городу произошла крупная катастрофа, она повлекла бы за собой сотни жертв. Район аэропорта плотно населен, например, всего в 150 м от конца взлетно-посадочной полосы по курсу полета расположена большая школа. Поскольку траектория захода на посадку проходит над центральными районами города, многие тысячи жителей страдают от сильного шума. И в ближайшие годы уровень шума снижаться не будет, так как для разработки и установки на самолетах малошумящих («тихий») двигателей понадобится не менее 15 лет. Кроме того, значительное расширение существующего аэропорта потребовало бы переселения почти 200 000 человек. Обстоятельством, говорящим в пользу сохранения и развития существующего аэропорта, является то, что здесь уже имеется большинство необходимых сооружений. Однако они не удовлетворяют стандартам, существующим в крупных аэропортах других развитых стран.

То, что Мехико расположен на дне бывшего озера, делает строительство в существующем аэропорту Текскоко особенно дорогим. Тяжелые конструкции, такие, как взлетно-посадочные полосы, оседают не только быстро, но и с различной скоростью в разных местах в зависимости от нагрузок на них. Каждая из двух взлетно-посадочных полос Текскоко нуждается в восстановлении уровня и покрытия каждые два года. Такие ремонтные работы на четыре месяца закрыли половину аэропорта в 1971 г.

Аэропорт в Зумпанго будет создаваться на более возвышенном и стабильном месте, что должно позволить избежать подобных трудностей.

Доступ в аэропорт для наземного транспорта представляется одинаково приемлемым для обоих пунктов. Старый аэропорт находится вблизи окружного шоссе, которое связывает предместья и обеспечивает прохождение необходимых транспортных потоков. Однако он не особенно хорошо связан с центром города, так как путь туда лежит через тесные городские улицы. Расположение аэропорта в Зумпанго имеет очевидный недостаток — аэропорт будет дальше от города, но зато его можно легко связать с туристскими и деловыми районами скоростным шоссе север — юг.

Таким образом, можно представить изложенную информацию с точки зрения недостатков и преимуществ для существующего аэропорта в таблице 10.

Таблица 10 – Недостатки и преимущества существующего аэропорта

Недостатки	Преимущества
1 Низкая пропускная способность	1 Имеются все необходимые сооружения
2 Опасность	-
3 Шум	-
4 Значительное расширение аэропорта потребует переселения трёхсот тысяч человек	-
5 Дорогой ремонт и строительство	-

Следует отметить, что наличие всех необходимых сооружений на базе существующего аэропорта, являющееся единственным выделенным преимуществом, не лишено недостатков. Дело в том, что построены эти сооружения в начале 1930-х годов и на момент исследования проблемной ситуации признаны не удовлетворяющими требованиям, предъявляемым к подобным сооружениям крупных городов.

Такова исходная информация о рассматриваемой проблемной ситуации. Для ее системного исследования необходимо сформировать перечень заинтересованных в проблеме лиц, выявить их отношение к проблеме и построить проблематику, определить желаемый конечный результат устранения проблемы и представить его в виде дерева целей, подобрать к каждой цели количественные измерители – крите-

рии, сгенерировать множество альтернатив. Далее представлены основные результаты перечисленных этапов системного исследования.

Первоначальная формулировка рассматриваемой проблемы выглядела так: «Каким образом следует развивать аэропорт Мехико, чтобы обеспечить качественное обслуживание этого региона воздушными перевозками до конца столетия, то есть до 2000 года?»

Согласно теоретическим рекомендациям, изложенным в предыдущем разделе при построении проблематики следует опираться на перечень заинтересованных в проблеме лиц. При формировании этого перечня должны быть учтены механизмы принятия решений по проблемам государственного масштаба, существовавшие в Мексике во время проведения исследования.

Политическая власть в тот период концентрировалась в руках федерального правительства, а важные решения принимал сам президент. Любое решение, касающееся столичного аэропорта в период с 1970 по 1976 гг., должно было быть утверждено президентом Луисом Эчеверрия.

Рассмотрение возможных вариантов проводили три основных государственных органа:

- министерство общественных работ (МОР);
- министерство связи и транспорта (МСТ);
- аппарат президента.

Таким образом, в перечень заинтересованных в проблеме лиц были включены следующие категории:

- правительство в лице МОР, МСТ и аппарата президента;
- лица, пользующиеся воздушными перевозками;
- лица, не пользующиеся воздушными перевозками.

Распределение функциональных ролей заинтересованных лиц представлено в таблице 11.

Получается, что в рассматриваемом примере аппарат президента выступает и в роли заказчика, и в роли лица, принимающего решение. Влияние системного ана-

литика на рассматриваемый процесс в рамках данного исследования не учитывалось.

Таблица 11 – Распределение функциональных ролей между заинтересованными лицами

Функциональная роль	Заинтересованные лица
Заказчик	Аппарат президента, МОР, МСТ
Лицо, принимающее решение	Аппарат президента
Активные участники	Лица, пользующиеся воздушными перевозками
Пассивные участники	Лица, не пользующиеся воздушными перевозками
Системный аналитик	-

Следует также отметить, что проводимое в 1971 году исследование проблемы аэропорта было уже не первым по счету.

Ранее, на протяжении последних нескольких лет по заказам как МОР, так и МСТ был выполнен ряд широких исследований, имевших своей целью обоснование различных вариантов решения этой проблемы. Исследование, проводившееся под эгидой МОР в 1967 году и выполненное Управлением аэропортов этого министерства, в итоге рекомендовало строительство нового аэропорта в Зумпанго и перевод всех коммерческих полетов в новый аэропорт. Предложенный тогда план работ принят не был. Исследование, проделанное под руководством МСТ в 1970 году, вылилось в план расширения старого аэропорта за счет строительства новой взлетно-посадочной полосы и аэровокзала. Интересно отметить, что авторы этого исследования исходили из того, что самолеты будут взлетать по направлению от города, то есть на восток, и заходить на посадку с востока по направлению к городу, то есть против движения на соседних полосах. Хотя это предложение несколько смягчает проблему шума, оно чревато очень серьезными последствиями с точки зрения вопросов безопасности перемещения самолетов при любом сколько-нибудь значительном уровне движения и вряд ли может быть приемлемым для ожидаемых объемов перевозок. Авторы предполагали также, что «тихие» двигатели совершенно решат проблемы шума вне границ аэропорта к 1990 году. Доклад МСТ был подготов-

лен и представлен в последние месяцы правления администрации 1964—1970 годах, в 1970 году он принят не был. Однако правительство Мексики высказалось за необходимость решения этой проблемы.

В 1971 году новая администрация приняла решение о повторном исследовании проблемы. Президент Эчеверрия заявил в своей речи 1 сентября 1971 года: «В настоящее время изучается вопрос о строительстве нового международного аэропорта в столице». Это и есть та работа, результаты которой приводятся далее.

В начале третьего исследования работа шла одновременно по нескольким направлениям. Большая часть времени была посвящена постановке (определению границ) проблемы, но, как оказалось, дело было не только в этом.

Проблема состояла из нескольких связанных между собой проблем:

- каким образом можно обеспечить приемлемое воздушное сообщение для Мехико?

- каким образом можно примирить различия в суждениях, факты и мнение независимых правительственных учреждений, заинтересованных в развитии аэропорта, чтобы вся эта информация могла бы помочь лицу, ответственному за принятие решения, принять действительно обоснованное решение?

- какая стратегия развития служб аэропорта будет наилучшей в свете финансовых и политических обстоятельств, которые должны учитываться правительством?

Поскольку предшествовавшие исследования давали противоречивые рекомендации, первое задание, которое было дано исследователям состояло в оценке различных планов развития старого аэропорта и строительства нового в Зумпанго. Поэтому необходимо было прежде всего рассмотреть именно этот аспект проблемы.

По мере того как мы продвигались вперед в решении первоначально поставленной перед нами задачи, наша группа получала большую возможность заняться другими важными вопросами. Пожалуй, самая важная задача заключалась в том, чтобы найти способ примирить различия во взглядах различных сторон (в особенности МОР и МСТ) относительно тех или иных аспектов функционирования и развития аэропорта.

Попытка примирения была проведена путем выполнения совместного анализа. Нет ничего особенного в том, что эксперты - участники работы могут не соглашаться друг с другом по многим аспектам комплексного анализа. Но очень важно знать, по каким именно аспектам их мнения сходятся или расходятся и почему. Например, может наблюдаться согласие по части структуризации проблемы, но в то же время могут возникнуть разногласия относительно возможных последствий тех или иных альтернатив и структуры ценности. Причиной может быть то, что в распоряжении экспертов оказалась не полная, а лишь частичная и к тому же возможно противоречивая информация, либо то, что на вооружение были взяты традиционные точки зрения, зависящие от политической и профессиональной ориентации. В подобных случаях разработанные модели для анализа решений, а также графическое отображение входных и выходных данных, могут быть полезны для анализа различий во мнениях.

В рамках проведения совместного анализа проблемной ситуации с учетом результатов двух предыдущих исследований, стало очевидным, что необходимо строительство нового аэропорта. Так как это достаточно длительный проект, а улучшить ситуацию по обеспечению пропускной способности и безопасности системы требовалось как можно скорее, следовало рассмотреть варианты параллельного ведения работ по совершенствованию существующего аэропорта, а также строительства и поэтапного введения в эксплуатацию нового аэропорта. После постепенного переноса обслуживания самолетов полностью на новый аэропорт, старый должен приостановить свое функционирование.

То есть первоначальная формулировка проблемы была уточнена следующим образом: «Какие следует вести параллельные работы по совершенствованию существующего аэропорта, а также по строительству и поэтапному введению в эксплуатацию нового аэропорта, чтобы постепенно перенести обслуживание самолетов полностью на новый аэропорт?».

В соответствии с процедурой проведения системного исследования после уточнения проблемы следует определить цели устранения проблемной ситуации с позиций каждой из групп, заинтересованных в решении проблемы в соответствии с

таблицей 11. Необходимо также подобрать критерии, то есть количественные показатели степени достижения целей для оценки рассматриваемых альтернатив. Затем следует сгенерировать область альтернатив и произвести процедуру выбора наилучшей альтернативы в соответствии с подобранными критериями.

Основываясь на предыдущих данных, представленных в МОР и МСТ, после продолжительных обсуждений были отобраны шесть следующих целей:

- 1) минимизировать общую стоимость строительства и эксплуатации;
- 2) обеспечить достаточную пропускную способность для удовлетворения потребностей воздушных перевозок;
- 3) минимизировать продолжительность поездки в аэропорт;
- 4) максимизировать безопасность системы;
- 5) минимизировать общественное недовольство, вызываемое появлением нового аэропорта;
- 6) минимизировать воздействие шума от пролетающих самолетов.

При формулировке цели следует обязательно указывается направление улучшения заявленной цели – максимизация (как в случае четвертой цели), минимизация (как в случае первой, третьей, пятой и шестой цели) и достижение требуемого значения (как в случае второй цели).

Пять из заявленных целей являются антиподами отрицательных проявлений проблемной ситуации, описанных в таблице 9.

Для наглядности их сопоставление с целями приведено в таблице 12.

Таблица 12 – Формулировка целей на основе тезиса «цель – антипод проблемы»

Проблема из проблематики	Сформулированная цель
Дорогой ремонт и строительство	Минимизировать общую стоимость строительства и эксплуатации
Низкая пропускная способность	Обеспечить достаточную пропускную способность для удовлетворения потребностей воздушных перевозок
Опасность	Максимизировать безопасность системы
Значительное расширение аэропорта потребует переселения трехсот тысяч человек	Минимизировать общественное недовольство, вызываемое появлением нового аэропорта
Шум	Минимизировать воздействие шума от пролетающих самолетов

Первые две цели отражают интересы правительства как центрального управляющего органа, цели 2, 3 и 4 — интересы тех, кто пользуется воздушными перевозками, последние три — тех, кто ими не пользуется. Легко видеть, что здесь имеет место частичное совпадение интересов некоторых групп. Таким образом, в разработанном дереве целей представлены интересы всех категорий заинтересованных лиц.

Критерии, как меры эффективности степени достижения целей, были определены следующим образом:

- X1 — общие затраты, в миллионах песо, с использованием «подходящего» дисконтирования;

- X2 — фактическая пропускная способность аэропорта, выражаемая количеством выполняемых операций по обслуживанию самолетов за час;

- X3 — продолжительность поездки в аэропорт и из аэропорта в минутах, усредненная по числу пассажиров из каждой зоны Мехико;

- X4 — число людей (включая пассажиров), получивших серьезные ранения или погибших, отнесенное к числу авиационных катастроф;

- X5 — число людей, переселяемых при расширении аэропорта;

- X6 — число людей, подвергшихся воздействию высокого уровня шумов — до 90 CNR и более.

CNR — стандартный индекс шума, который учитывает уровень шума в децибелах и частоту достижения этого уровня. Управление аэропортов МОР выбрало уровень в 90 CNR.

Дерево целей и критериев для устранения рассматриваемой проблемной ситуации с указанием категории лиц, интересы которых отражаются соответствующей целью, представлено на рисунке 24.

Очевидно, что список из этих шести целей и критериев не является единственно возможным и полным. Например, в него не включены показатели, отражающие загрязнение воздуха. Однако МОР считало, что в список включены все важные факторы, необходимые для оценки имеющихся альтернатив.

Генерирование альтернатив в данном исследовании было проведено методом морфологического анализа.



Рисунок 24 – Дерево целей и критериев для устранения рассматриваемой проблемной ситуации

Сформулированные альтернативы конкретизировали типы самолетов, которые будут обслуживаться на каждом из рассматриваемых аэропортов до конца столетия.

Выделено четыре типа самолетов на основе их функционального назначения и сходства эксплуатационных характеристик:

- самолеты, обслуживающие международные авиалинии;
- самолеты, обслуживающие внутренние авиалинии;
- самолеты общего назначения;
- военные самолеты.

Вопрос сроков строительства был очень важным, так как задержка в осуществлении одних мероприятий могла существенно повлиять на осуществление других. Например, земельные территории, имеющиеся в настоящее время, возможно, нельзя будет использовать в будущем. С другой стороны, преждевременные действия могут значительно увеличить общие затраты для страны.

Чтобы учесть возможные изменения в предстоящем тридцатилетнем периоде и не слишком усложнять проблему (иначе задача стала бы неподъемной) были сделаны следующие допущения.

Во-первых, допущение о том, что в любой произвольный момент времени каждый класс самолетов мог пользоваться только одним из двух аэропортов.

Во-вторых, выбрали 1975, 1985 и 1995 годы как те характерные моменты времени, в которые могут происходить изменения в классах самолетов, принимаемых аэропортами. Примером одной из возможных альтернатив была, например, следующая: создать аэропорт в Зумпанго и перевести туда самолеты общего назначения в 1975 году, самолеты международных авиалиний в 1985 году и в 1995 году обслуживать все классы самолетов.

Структура выполненного этапа генерирования альтернатив методом морфологического анализа представлена в таблице 13.

Таблица 13 - Принципиальная схема генерирования альтернатив методом морфологического анализа

Моменты времени, в которые происходят изменения	Типы обслуживаемых самолетов	Возможные состояния (обслуживающий аэропорт)
1975	международных авиалиний	старый аэропорт
		новый аэропорт
	внутренних авиалиний	старый аэропорт
		новый аэропорт
	общего назначения	старый аэропорт
		новый аэропорт
	военные	старый аэропорт
		новый аэропорт
1985	международных авиалиний	старый аэропорт
		новый аэропорт
	внутренних авиалиний	старый аэропорт
		новый аэропорт
	общего назначения	старый аэропорт
		новый аэропорт
	военные	старый аэропорт
		новый аэропорт
1995	международных авиалиний	старый аэропорт
		новый аэропорт
	внутренних авиалиний	старый аэропорт
		новый аэропорт
	общего назначения	старый аэропорт
		новый аэропорт
	военные	старый аэропорт
		новый аэропорт

Такая разбивка на три временных интервала была сделана только для упрощения анализа и облегчения интерпретации его результатов, хотя на практике сроки перехода от одного режима работы; к другому вовсе не должны были быть такими жесткими. Все сказанное выше характерно для первого этапа анализа, когда проводится «огрубленное» рассмотрение проблемы, а более точная настройка производится на более поздней стадии.

Метод морфологического анализа является наиболее формализованным среди других методов генерирования альтернатив, так как позволяет точно определить количество сформированных вариантов.

В данном случае даже рассмотрение с учетом принятых допущений, упрощающих структуру проблемной ситуации, приводит к большому числу альтернатив. Количество возможных сочетаний равно $(2^4)^3=4096$. Однако многие из этих альтернатив были сходны по своей природе, к тому же, например, на военные операции приходилось менее 5% объема обслуживаемых самолетов.

Часть из вышеуказанных формально образованных альтернатив вообще не имела смысла. Например, перебазировать все самолеты из старого аэропорта в 1975 г. для обслуживания в новом аэропорту и затем возвращать их назад в 1985 г. не имеет смысла, но формально такая альтернатива также представлена в сгенерированном множестве.

После отсева для дальнейшей оценки было оставлено примерно сто альтернатив. Они различались между собой в части того, что, где и когда нужно было строить.

Для характеристики объема предполагаемого строительства использовали четыре градации, названные уровнями развития: минимальный, ограниченный, умеренный, высокий.

Работы, выделенные для выполнения для различных уровней развития существующего и нового аэропорта представлены в таблице 14.

Это привело к появлению шестнадцати альтернатив, позиции которых в пространстве выделенных уровней развития представлены на рисунке 25.

Таблица 14 – Распределение работ по уровням развития

Уровень развития	Существующий аэропорт	Новый аэропорт
Минимальный	Ввести новые средства безопасности	Приобрести новый земельный участок
Ограниченный	Работы минимального уровня + строительство взлетно-посадочной полосы	Работы минимального уровня + строительство одной взлетно-посадочной полосы и планировка остальных
Умеренный	Работы ограниченного уровня + строительство взлетно-посадочной полосы	Работы ограниченного уровня + строительство двух взлетно-посадочных полос и пассажирских служб
Высокий	Построить новый аэропорт	Построить новый аэропорт с выездом на шоссе к Мехико

Каждая альтернатива характеризуется набором работ соответствующего уровня развития существующего и нового аэропорта. В рассматриваемом двумерном пространстве могут быть выделены различные зоны активности. Например, 1-2-5-6 альтернативы составляют зону отказа от существенного развития, так как они характеризуются только минимальным и ограниченным уровнем развития как существующего, так и нового аэропорта. В противовес этой зоне можно выделить зону развития обоих аэропортов из 11-12-15-16 альтернатив, характеризующихся умеренным и высоким уровнем развития обоих аэропортов.

Также объединены альтернативы 3-4 в зону развития существующего аэропорта, а альтернативы 9-13 – в зону развития нового аэропорта, так как при умеренном и высоком уровне развития одного из аэропортов при минимальном уровне развития другого.

Сравнение эффективности альтернатив осуществлялось по шести критериям, определенным на предыдущем этапе системного исследования – общей суммой затрат на строительство и эксплуатацию, пропускной способностью, продолжительностью поездки в аэропорт и т.д.

Чтобы облегчить оценку необходимых затрат, были составлены общие планы строительства для каждого из 16 возможных вариантов обслуживания самолетов на двух возможных аэродромах соответственно к 1975, 1985 и 1995 годам. В этих планах указывалось, где должны быть построены взлетно-посадочные полосы, вспомо-

гательные сооружения, подъездные пути. С помощью этих планов возможные альтернативы были развернуты в проекты, понятные для правительственных чиновников и специалистов по проектированию аэропортов.



Рисунок 25 - Позиции шестнадцати альтернатив в пространстве выделенных уровней развития

МОР провело ряд различных экспериментов, чтобы более отчетливо выяснять возможные последствия этих альтернатив. В одном из экспериментов, целью которого был сбор данных о продолжительности поездки в аэропорт, Мехико был разделен на десять зон, а затем измерялась продолжительность поездки к каждому из двух мест возможного расположения аэропорта из всех зон при различных погодных условиях, в разное время суток и т. п. Эти данные послужили необходимой информацией при построении оценок распределения продолжительности поездки для различных альтернатив.

Далее, в различных местах города были установлены приборы для измерения уровня авиационных шумов. Анализируя настоящие и будущие траектории полетов самолетов, нанесенные на снимке города с высоты птичьего полета, а также анализируя плотность населения в соответствующих районах, был получен удобный показатель интенсивности шумов для различных альтернатив. Также для этих альтернатив были построены функции распределения числа людей, которые будут подвергаться воздействию шумов определенной интенсивности.

Помещая на аэрофотоснимки города различные планы строительства, были легко выявлены те районы, из которых должно проводиться выселение жителей. Была проведена перепись населения этих районов, что позволило получить количественную оценку числа людей, которых придется переселить.

Таким образом, для оценки последствий выбора различных планов были собраны воедино результаты всех трех исследований.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое конфигуратор?
- 2 Как связаны точка зрения на систему и конфигуратор?
- 3 Почему выбор конфигуратора входит в перечень основных этапов системного исследования под нулевым порядковым номером?
- 4 Каким образом и для чего строится проблематика при исследовании проблемной ситуации
- 5 Перечислите категории лиц, интересы которых должны быть учтены при построении проблематики.
- 6 Кого называют стейкхолдерами?
- 7 Какие методы сбора информации о запросах заинтересованного лица Вам известны?
- 8 Почему при сборе информации о проблемной ситуации следует начинать с изучения документации?

- 9 Каковы преимущества и недостатки метода изучения документации?
- 10 Сформулируйте правила интервьюирования заинтересованного лица.
- 11 Каким образом системный аналитик может влиять на результативность интервью?
- 12 Поясните термин «лицо принимающее решение».
- 13 Поясните термин «эксперт».
- 14 Чем отличаются активные и пассивные участники проблемной ситуации?
- 15 Сформулируйте правила проведения анкетирования.
- 16 Каковы преимущества и недостатки анкетирования?
- 17 Каковы преимущества и недостатки наблюдения при сборе информации о проблеме?
- 18 Каким образом документируются результаты сбора информации о проблеме и результаты анализа проблемной ситуации?
- 19 Какие трудности связаны с определением целей?
- 20 Почему цель часто путают со средством достижения цели? Как этого избежать?
- 21 Что такое критерий?
- 22 Какие требования предъявляются к критерию?
- 23 Как следует поступать при подборе критерия к цели, имеющей сугубо качественный характер?
- 24 Допустимы ли ситуации физического несоответствия цели и подобранного критерия? Обоснуйте свой ответ.
- 25 Соотнесите процесс определения целей и процесс определения требований к разрабатываемой системе. Какие трудности, связанные с определением целей, возникают и при определении требований к системе?
- 26 Какие виды требований к системе следует различать?
- 27 Какие требования называют бизнес-требованиями?
- 28 Какие требования относятся к требованиям пользователя?
- 29 Какие требования называют функциональными?
- 30 Какие требования называют нефункциональными?

- 31 Какая цель преследуется на этапе генерирования альтернатив?
- 32 Перечислите способы увеличения числа альтернатив.
- 33 Что такое «нулевая альтернатива»? Когда используется это понятие?
- 34 Почему этап генерирования альтернатив считается наиболее творческим среди всех этапов проведения системного исследования?
- 35 Каковы правила проведения мозгового штурма?
- 36 Каковы правила проведения метода синектики?
- 37 Какими качествами должны обладать участники мозгового штурма?
- 38 Какими качествами должны обладать участники синектики?
- 39 Обоснуйте определение «Цель - антипод проблемы».
- 40 Какие категории участников Вы считаете необходимым добавить в перечень заинтересованных лиц при анализе проблемы развития аэропорта?
- 41 Находите ли Вы целесообразным подкорректировать дерево целей развития аэропорта? Каким образом? Почему?
- 42 Предложите свои варианты критериев для четвертой, пятой и шестой цели в примере про аэропорт. Сравните их информативность с информативностью критериев, сформированных в рамках проведенного исследования.
- 43 Как можно расширить область альтернатив для рассмотренного примера?

Практические задания

1 Провести анализ проблемной ситуации государственного масштаба и значения. Из банка проблемных ситуаций, представленных в таблице 15, выбрать проблему в соответствии с порядковым номером в списке студенческой группы. Построить проблематику для заданной проблемы на основе перечня заинтересованных лиц. Построить дерево целей и подобрать критерии достижения целей.

Обязательные условия:

- при выполнении данного задания студенту следует опираться на результаты проведенного обзора информации о рассматриваемой проблеме, а не на личный опыт и свои представления о ситуации в данной предметной области;

- системного аналитика в перечень заинтересованных в проблеме лиц не включать;

- при определении категорий лиц, принимающих решения, следует конкретизировать названия органов государственного управления, обладающих соответствующими полномочиями для рассматриваемой проблемной ситуации, например, не «Правительство», а «Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, департамент базовых отраслей промышленности, отдел технического регулирования и нормативных актов»;

- количество целей должно быть не менее пяти;

- для каждого критерия должны быть указаны единицы измерения.

По результатам проведенного исследования оформить отчет, подготовить доклад и презентацию.

Таблица 15 - Банк проблемных ситуаций государственного масштаба

Вариант	Проблемная ситуация
1	Проблемы трудоустройства молодежи на российском рынке труда
2	Плохие условия для развития предпринимательства в России
3	Низкий уровень инновационной активности в российской экономике
4	Проблемы импортозамещения в российской экономике
5	Проблемы демографии в России
6	Проблемы коррупции в образовании
7	Проблемы качества высшего образования
8	Проблемы качества среднего образования
9	Проблемы качества дошкольного образования
10	Проблемы качества медицинской помощи
11	Ухудшение состояния здоровья людей
12	Проблемы комплексного технического оснащения медицинских учреждений

2 Построить модели черного ящика и модели состава трех объектов и трех процессов предметной области проблемной ситуации из предыдущего задания.

3 Провести анализ проблемной ситуации производственного предприятия. Из банка проблемных ситуаций, представленных в таблице 16, выбрать проблему в соответствии с порядковым номером в списке студенческой группы. Построить про-

блематику для заданной проблемы на основе перечня заинтересованных лиц. Построить дерево целей и подобрать критерии достижения целей.

Обязательные условия:

- при выполнении данного задания студенту следует опираться на результаты проведенного обзора информации о рассматриваемой проблеме, а не на личный опыт и свои представления о ситуации в данной предметной области;

- системного аналитика в перечень заинтересованных в проблеме лиц не включать;

- при определении категорий заинтересованных лиц следует избегать обобщенных формулировок, заменяя их конкретными понятиями, например, не «персонал», а «сотрудники отдела главного механика»;

- количество целей должно быть не менее шести;

- для каждого критерия должны быть указаны единицы измерения.

По результатам проведенного исследования оформить отчет, подготовить доклад и презентацию.

Таблица 16 - Банк проблемных ситуаций производственного предприятия

Вариант	Проблемная ситуация
1	Недостаток оборотных средств на производственном предприятии
2	Низкое качество выпускаемой продукции
3	Проблема сезонности спроса на выпускаемую продукцию
4	Проблема устаревания оборудования – моральный и физический износ
5	Недостаточность собственного технологического оборудования
6	Проблема нехватки собственных средств для закупки необходимого оборудования
7	Проблема увеличения себестоимости выпускаемой продукции
8	Сбои в работе системы охраны труда и техники безопасности на предприятии
9	Несвоевременное проведение технического обслуживания и ремонтных работ на предприятии
10	Снижение производительности труда на предприятии
11	Недостаточная квалификация работников предприятия
12	Перебои в поставках сырья и материалов

4 Построить модели черного ящика и модели состава трех объектов и трех процессов предметной области проблемной ситуации из предыдущего задания.

Литература, рекомендуемая для изучения раздела 2

1 Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ. Учебник для вузов [Электронный ресурс] – М. : Издательство Юрайт, 2010 г. – 679 с. – Электронное издание. – ISBN 978-5-9916-0229-7. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=23162>

2 Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ: учебник [Электронный ресурс] – М. : Дашков и Ко, 2012 г. – 639 с. – Электронное издание. – ISBN 5-91003-007-8. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/116009/>

3 Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ: учеб. пособие для вузов / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. - М. : Высш. шк., 1989. - 367 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-06-001569-6.

4 Коберн, А. Быстрая разработка программного обеспечения / А. Коберн. – М.: Лори, 2002. - 314 с.

5 Вигерс, Карл Разработка требований к программному обеспечению / Карл Вигерс. - М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004. – 576 с.

6 Маглинец, Ю.А. Анализ требований к информационным системам: конспект лекций [Электронный ресурс] / Ю.А. Маглинец. - Красноярск: СФУ, 2007. – 100 с. - Режим доступа: <http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/06/Information-systems-analysis-and-requirements-analysis.pdf> .

3 Системное представление объектов и процессов техники и технологий

3.1 Объекты профессиональной деятельности системного аналитика и их роль в архитектуре организации

Ключевые слова: организация, технология, архитектура организации, процессный подход, бизнес-архитектура, бизнес-процесс, системная архитектура (ИТ-архитектура), архитектура приложений, архитектура данных, техническая архитектура, архитектура платформ, системная архитектура, предметная область, анализ предметной области, типы методов для решения задач проектирования и управления, виды источников информации для анализа предметной области.

В предыдущих подразделах настоящего учебного пособия представлены теоретические основы системного анализа, обеспечивающие подготовку и обоснование решений по сложным проблемам различного характера. В данном подразделе рассматриваются вопросы практического применения этого инструментария в рамках подготовки по направлению 27.03.03 - Системный анализ и управление.

Область и объекты профессиональной деятельности выпускников по направлению 27.03.03 - Системный анализ и управление представлены на рисунке 26.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает область техники и технологии, которая требует проведения конструирования и эксплуатации с применением принципов, методов и средств человеческой деятельности на основе системного анализа, управления, моделирования, производства и эксплуатации технических систем, объектов, приборов и устройств различного назначения.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются системно-аналитические, информационно-управляющие, конструкторско-технологические, проектирующие технологии и си-

стемы, которые требуют исследования, анализа, синтеза, программирования и управления на основе системно-аналитического подхода.

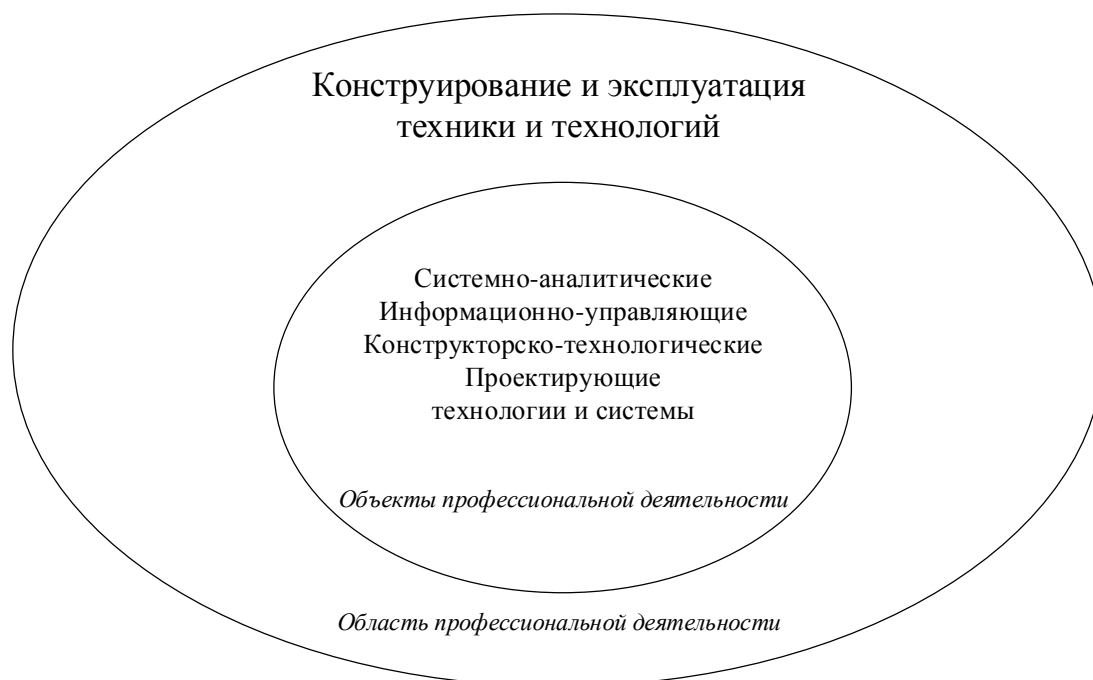


Рисунок 26 – Область и объекты профессиональной деятельности выпускника по направлению Системный анализ и управление

Инструментарий системного анализа может найти практическое применение в деятельности любой современной организации.

Для того, чтобы представлять для решения каких именно задач целесообразно его использовать, следует рассмотреть структуру организации, принципы ее устройства, процессы, выполняемые организацией в рамках функционирования и развития, целеполагание, типовые задачи проектирования и управления, возникающие в деятельности организации, ресурсы, используемые для достижения организацией поставленных целей, место и роль информационных технологий в этом процессе.

Введем основные понятия.

Организация (с точки зрения права) - самостоятельный хозяйствующий субъект, созданный в порядке, установленном Гражданским кодексом РФ для производства продукции, выполнения работ и оказания услуг в целях удовлетворения обще-

ственных потребностей и получения прибыли. «Хозяйствующий» - означает: ведущий ту или иную деятельность с целью реализации её результатов на рынке.

Организация (организационная система) – социотехническая система, то есть система, включающая в свой состав технику и коллективы людей, интересы которых существенно связаны с функционированием системы. При этом не следует воспринимать организацию как простую совокупность людей и техники.

Организация (как процесс) - это рациональное объединение людей и привлечение различных ресурсов в обособленном целенаправленном коллективе. Организация обеспечивает распределение обязанностей, координацию действий людей для достижения поставленной цели, ориентации людей на конечный результат

Технический объект (техническая система) - созданное человеком или автоматом реально существующее устройство, предназначенное для удовлетворения определенной потребности (машины, аппараты, приборы, ручные орудия труда, здания, сооружения и т.п. устройства, выполняющие определенную функцию по преобразованию объектов живой и неживой природы (веществ), энергии или информационных сигналов).

Технология – способ, метод, программа преобразования вещества, энергии или информационных сигналов из заданного начального состояния в заданное конечное состояние с помощью определенных технических объектов.

В настоящее время наиболее эффективным подходом к управлению организацией признан процессный подход [17]. Базовым понятием процессного подхода является понятие архитектуры организации.

Согласно ISO 15704 архитектура организации должна включать роль людей, описание процессов (функции и поведение), и представление всех вспомогательных технологий на протяжении всего жизненного цикла организации.

Процессный подход – это подход к анализу и синтезу деятельности организации, основанный на выделении составляющих деятельность бизнес-процессов.

Термин бизнес-процесс используют в отношении процессов, которые осуществляются на предприятии или в организации.

Процесс – цепочка действий, которые приводят к какому-либо результату.

Или еще одно определение: процессы – это связанный набор повторяемых действий (функций), которые преобразуют исходный материал или информацию в конечный продукт (услугу) в соответствии с предварительно установленными правилами.

Например, производство – это бизнес-процесс, результатом которого является товар.

Обычно в бизнес-процессе участвуют несколько структурных подразделений предприятия. Например, на мебельной фабрике, в процессе производства дивана участвуют отдел дизайна, отдел закупок материалов и комплектующих, производственный отдел, отдел продвижения, отдел сбыта, финансовый отдел.

Описание бизнес-процесса – это определение того, кто, в какое время, с какими затратами, как должен действовать, чтобы получить конечный продукт (например, диван определенного качества).

Деятельность практически любой компании сводится к следующим основным бизнес-процессам:

- стратегическое планирование;
- анализ потребности рынка;
- разработка продукта или услуги;
- продвижение продукта или услуги;
- производство продуктов или предоставление услуг;
- продажи;
- закупки.

Основными бизнес-процессами являются процессы, ориентированные на производство товара или оказание услуги, являющиеся целевыми объектами предприятия и обеспечивающие получение дохода.

Помимо основных бизнес-процессов выделяют:

- сопутствующие;
- вспомогательные;
- обеспечивающие;
- бизнес-процессы управления;

- бизнес-процессы развития.

Каждый бизнес-процесс может быть поделен на бизнес-процессы второго уровня и т.д.

В рамках подготовки специалистов по профилю «Системный анализ и управление в информационных технологиях» особый интерес представляют профессиональные задачи, связанные с разработкой, внедрением и сопровождением информационных технологий для поддержания бизнес-процессов организации. Поэтому для быстрого внедрения в предметную область конкретной информационной технологии с целью использования в деятельности конкретной организации, системному аналитику нужно знать типовые цели, процессы, функции, структуру организации, иметь представление о принципах управления организацией.

Архитектура является стратегической информационной основой, определяющей:

- структуру бизнеса;
- информацию, необходимую для ведения бизнеса;
- технологии, применяемые для поддержания бизнес-операций;
- процессы преобразования, развития и перехода, необходимые для реализации новых технологий в ответ на изменение/появление новых бизнес-потребностей.

Так как в настоящее время деятельность любой организации характеризуется высокой динамикой, частой сменой целей, информационные системы предприятий находятся в условиях постоянных изменений, вызванных следующими факторами:

- перемены как внутри предприятий, так и в окружающей среде;
- развитие технологий, появление принципиально новых технических решений;
- появление новых информационных технологий;
- социальные изменения.

Кроме того, современное состояние бизнеса в отношении информационных технологий характеризуется:

- достаточно жестким контролем инвестиций, выделяемых на информационные технологии (ИТ);

- возросшими требованиями к ИТ со стороны бизнеса.

Поэтому любому предприятию необходима система управления ИТ-инфраструктурой, способная видоизменять ИТ предприятия в соответствии с изменением бизнеса.

Основная роль ИТ на предприятии - информационное обслуживание подразделений с целью повышения эффективности бизнеса.

Архитектура современной организации включает три слоя, представленные на рисунке 27:

- корпоративные миссия и стратегия, стратегические цели и задачи;
- бизнес-архитектура;
- системная архитектура (ИТ - архитектура).

Стратегические цели и задачи организации
Бизнес-архитектура
Системная архитектура (ИТ-архитектура)

Рисунок 27 – Архитектура современной организации

Корпоративные миссия и стратегия определяют основные направления развития организации и ставят долгосрочные цели и задачи.

Бизнес-архитектура на основании миссии, стратегии развития и долгосрочных бизнес-целей определяет необходимые бизнес-процессы, информационные и материальные потоки, а также поддерживающую их организационно-штатную структуру.

Основные составляющие бизнес-архитектуры представлены на рисунке 28.

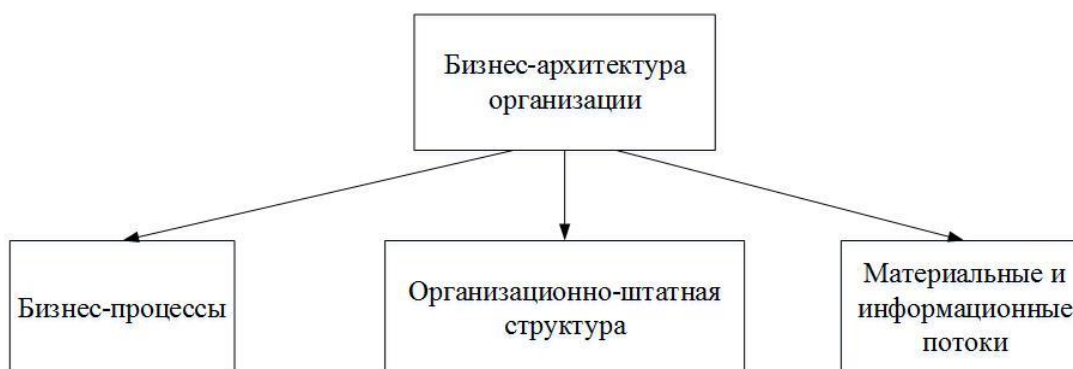


Рисунок 28 – Составляющие бизнес-архитектуры организации

Системная архитектура определяет совокупность методологических, технологических и технических решений для обеспечения информационной поддержки деятельности организации, определяемой его бизнес-архитектурой, и включает в себя архитектуру приложений, архитектуру данных и техническую архитектуру.

Основные составляющие системной архитектуры организации представлены на рисунке 29.

Непосредственно архитектура организации не описывает конкретные технические решения отдельных информационных систем, но позволяет получить существенную выгоду для бизнеса организации в целом. Основные аспекты связаны с повышением эффективности эксплуатации информационных систем, снижением рисков инвестиций в ИТ, а также с повышением гибкости или возможности относительно простой адаптации под изменяющиеся внешние условия и требования бизнеса.

Наличие в организации разработанной архитектуры обеспечивает:

- поддержку принятия решений и управление в условиях сложных бизнес-процессов и информационных технологий;
- план развития и изменений;
- основу для назначения приоритетов при формировании ИТ-бюджетов;
- основу для управления портфелем ИТ- проектов;
- соответствие принятым корпоративным стандартам;
- поддержку разработки новых систем.

Архитектура в конечном итоге обеспечивает более эффективное использование ИТ-систем за счет:

- снижения стоимости разработки, внедрения и поддержки, в том числе и уменьшения излишних и необоснованных расходов на ИТ (предприятия лучше понимают, какими ИТ-активами они владеют, что уменьшает риск принятия решений о покупке или разработке систем, имеющих аналогичную функциональность, а также для их консолидации и уменьшения общего количества);
- упрощения процессов управления системами;

- повторного и многократного использования технологий;
- оптимизации функциональности и процессов внедрения новых ИТ-систем, а также доработка используемых ИТ-систем;
- оценки внедрения по времени и результатам;
- обеспечения взаимопонимания между всеми участниками ИТ-деятельности предприятия.



Рисунок 29 – Составляющие системной архитектуры организации

Архитектура является средством снижения рисков и увеличения отдачи от инвестиций в ИТ. Причина в том, что она четко определяет структуру как существующих, так и будущих ИТ-систем, что приводит к снижению их сложности. А наличие ясной стратегии будущих закупок, выбора поставщиков технологий и планируемых изменений позволяет упростить и ускорить все процессы, связанные с закупками,

при одновременном обеспечении совместимости и взаимодействия компонент ИТ-систем организации.

Наконец, необходимая гибкость развития бизнеса и структурных изменений обеспечивается за счет простоты доступа к интегрированным информационным ресурсам в масштабе организации. Ускорение выхода новых продуктов на рынок может осуществляться за счет быстрого внедрения новых или модификации существующих приложений. Существенный выигрыш может быть получен при проведении слияний и поглощений, связанных с реинжинирингом процессов или объединением ИТ-систем и служб.

Любая организация должна управлять следующими основными объектами:

- потребитель;
- продукт, предлагаемый организацией рынку;
- бизнес-процессы организации, в первую очередь, технологические процессы производства продукции или оказания услуги;
- производственно-технологическое оборудование;
- инженерно-техническая инфраструктура;
- рабочая сила (персонал);
- капитал.

В рамках подготовки бакалавров по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление в качестве предметных областей техники и технологии для приложения профессиональных навыков рассматриваются такие области как:

- организация производства;
- построение, развитие и поддержка ИТ-инфраструктуры предприятия.

То есть речь идет о формировании в процессе обучения навыков разработки автоматизированных информационных систем для решения задач организации производства и поддержки ИТ-инфраструктуры предприятия.

В данном разделе рассмотрены особенности системного представления объектов и процессов выделенных предметных областей, а также классификация типовых задач проектирования и управления, для решения которых используются методы системного анализа, оптимизации и теории принятия решений.

Профессиональная деятельность системного аналитика подразумевает быстрое внедрение в рассматриваемую проблемную ситуацию.

Для формирования этого навыка необходимо четко представлять:

- базовые принципы протекания процессов в выделенных предметных областях;
- состав и структуру информации, необходимой для проведения исследования;
- виды источников информации для выявления особенностей рассматриваемого объекта или процесса.

В качестве типовых объектов / процессов, с которыми приходится иметь дело системному аналитику в профессиональной деятельности рассматриваются:

- технологические процессы производства продукции;
- ИТ-сервисы организации.

Базовые принципы организации производства и особенности системного представления объектов и процессов данной предметной области описаны в подразделе 3.2, а типовые задачи проектирования и управления, выделяемые для данной сферы – в подразделе 3.3.

Системные особенности построения и поддержания ИТ-инфраструктуры предприятия описаны в подразделе 3.4, а типовые задачи проектирования и управления – в подразделе 3.5.

Типовые задачи проведения системного исследования при разработке автоматизированных информационных систем и профессиональные инструменты системного аналитика описаны в подразделе 3.6.

Следует также учитывать разницу в используемых методах для решения аналитических задач в выделенных предметных областях. В таблице 16 приведена классификация и примеры методов, используемых для решения типовых задач проектирования и управления для каждой из рассматриваемых предметных областей.

В качестве источников информации, необходимой для выделения системы из окружающей среды и формализации задачи проектирования или управления рассматриваемым объектом или процессом, рекомендуется использовать:

- нормативную документацию, регламентирующую процессы, протекающие в анализируемой предметной области (государственные (национальные) стандарты, стандарты отраслей, общероссийские классификаторы, научно-технические стандарты, стандарты предприятий и организаций);

- нормативную документацию, регламентирующую требования к качеству ресурсов, потребляемых объектом / процессом и выходных результатов;

- сопроводительную документацию о системах-аналогах;

- интервьюирование заинтересованных лиц и экспертов, анкетирование, наблюдение, мозговые штурмы.

Таблица 16 – Методы решения задач системного анализа в выделенных предметных областях

Предметная область	Тип методов решения задач (неформализованные / формализованные)	Примеры методов, используемых для решения задач
Организация производства	Неформализованные + формализованные	Методы структурного системного анализа Методы структуризации целей Методы генерирования альтернатив Методы аналитического моделирования систем Методы экспериментально-статистического моделирования систем Математические методы оптимизации систем (аналитические / численные, линейные / нелинейные, однокритериальные / многокритериальные, в условиях определенности / в условиях риска и неопределенности)
Построение, поддержание и развитие системной архитектуры организации	Неформализованные	Методы структурного системного анализа Методы структуризации целей Методы генерирования альтернатив Объектно-ориентированные методы анализа и проектирования
Разработка автоматизированных информационных систем	Неформализованные	Методы структурного системного анализа Методы структуризации целей Методы генерирования альтернатив Объектно-ориентированные методы анализа и проектирования Трассировка требований

Исходная информация, получаемая из первых трех видов источников исходной информации, называется вторичной, так как это информация уже существующая, то есть собранная для других целей. Исследование обычно начинают именно со

сбора вторичных данных. Такая информация более доступна, ее получение обходится дешевле.

Информация, получаемая в результате интервьюирования, анкетирования, наблюдения, мозговых штурмов называется первичной. Это данные, собираемые впервые для конкретной цели. К преимуществам первичной информации относят надежность и точность получаемых данных, так как они собираются в соответствии с поставленными целями, а недостаткам – высокую стоимость, сложность сбора, обязательность компетентных специалистов и ощутимые временные затраты (порой до нескольких месяцев).

Так как следующие разделы посвящены особенностям системного представления объектов и процессов, следует определить, какие аналитические работы входят в это понятие.

Под системным представлением объектов и процессов техники и технологии подразумевается:

- их выделение из окружающей среды и установление границ рассматриваемой системы;
- определение точки зрения на рассматриваемую систему;
- определение целей исследования;
- определение интерфейса системы – входных и выходных параметров;
- определение выполняемых системой функций;
- построение структуры системы.

Системное представление объектов и процессов выполняют на основе анализа предметной области. Предметная область – это мысленно ограниченная область реальной действительности, подлежащая описанию или моделированию и исследованию. Исследование – это процесс познания определенной предметной области, объекта или явления с определенной целью. Процесс исследования заключается в наблюдении свойств объектов с целью выявления и оценки важных, с точки зрения субъекта-исследователя, закономерных отношений между показателями данных свойств.

Предметная область, как часть реального мира, бесконечна и содержит как существенные, так и не существенные с точки зрения проводимого исследования, данные. Системному аналитику необходимо уметь выделять существенные данные.

Знание предметной области, понимание сути происходящих в ней процессов, законов, правил и ограничений, управляющих ее развитием, является необходимым условием успешного решения задач, стоящих перед системным аналитиком. Так как формулировка проблемы и последующая формализация задачи уже является отдельным этапом интеллектуальной деятельности, системный аналитик должен владеть технологиями сбора необходимой информации и анализа предметной области для системного представления рассматриваемых объектов. Таким образом, наличие знаний о предметной области является необходимым условием постановки и формулировки этих задач.

Скорость и эффективность внедрения в предметную область конкретной рассматриваемой проблемной ситуации определяется знаниями системного аналитика:

- содержание профессиональной деятельности в области конструирования и эксплуатации техники и технологий;
- о классификации задач из области профессиональной деятельности в рамках объектов профессиональной деятельности;
- о структуре рассматриваемых задач и шаблонах моделирования объектов и процессов предметной области;
- об источниках информации для определения параметров объекта исследования и рассматриваемой задачи.

Рассмотрению этих вопросов посвящены следующие подразделы.

3.2 Системное представление процессов организации производства

Ключевые слова: производственная деятельность, виды производственных процессов, стадии производственных процессов, автоматизация производства, предметы труда, средства труда, средства производства, воспроизводство, сектор

экономики, сектор производства, односекторная, двухсекторная, трехсекторная модели экономики, материальный сектор, фондосоздающий сектор, потребительский сектор, шаблон модели черного ящика технологического процесса производства.

Производственная деятельность – деятельность человека, коллектива людей, государства, направленная на создание материальных и иных ценностей.

Производственный процесс – это совокупность:

- основных производственных процессов - процессов, в ходе которых непосредственно изменяются форма, размеры, свойства, внутренняя структура предметов труда, в результате чего они превращаются в готовую продукцию (например, изготовление деталей и сборка из них подузлов, узлов и изделия в целом);

- вспомогательных производственных процессов – процессов, результаты которых используются непосредственно в основных производственных процессах, либо для обеспечения их бесперебойного и эффективного осуществления (например, изготовление инструментов, приспособлений, запасных частей для ремонта оборудования, производство на предприятии всех видов энергии – электроэнергии, сжатого воздуха и пр.);

- обслуживающих производственных процессов - процессов труда по оказанию услуг, необходимых для осуществления основных и вспомогательных производственных процессов (напр., транспортировка материальных ценностей, складские операции, технический контроль качества продукции).

Основные (а иногда и вспомогательные) производственные процессы делят на стадии.

Стадия – это обособленная часть производственного процесса, когда предмет труда переходит в другое качественное состояние.

Например, процесс производства изделия может проходить такие стадии, как изготовление заготовок, деталей, подузлов, узлов и, наконец, изделия.

В машиностроении и приборостроении выделяют следующие типовые стадии основного производственного процесса:

- заготовительная;
- обрабатывающая;

- сборочная;
- регулировочно-настроечная.

Производственные процессы являются основой экономики любого государства. Рассмотрим основные понятия, связанные с производственным процессом.

Предмет труда – вещество природы, на которое человек воздействует в процессе труда или перерабатываемая человеком в процессе интеллектуального труда информация. В процессе интеллектуального труда происходит преобразование информации в знания.

Предмет труда, уже претерпевший воздействие человека, но предназначенный для дальнейшей обработки, называется сырым материалом (сырьём).

Не каждый предмет труда – сырьё (например, угольный пласт в шахте – предмет труда, но не сырьё, поскольку он не подвергался воздействию человека).

Производственный цикл — календарный период времени с момента запуска сырья и материалов в производство до момента выхода готовой продукции, приемки ее службой технического контроля и сдачи на склад готовой продукции, который измеряется в днях, часах.

Длительность производственного цикла состоит из времени рабочего процесса и времени перерывов.

Время перерывов обусловлено режимом труда, межоперационным пролеживанием детали, временем перерывов на межремонтное обслуживание и осмотры оборудования и временем перерывов, связанных с недостатками организации производства.

Производственная партия - это группа изделий одного наименования и типоразмера, запускаемых в производство в течение определенного интервала времени при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию.

Операционная партия - производственная партия или ее часть, поступающая на рабочее место для выполнения технологической операции.

Различают простой и сложный производственные циклы.

Простой производственный цикл - это цикл изготовления детали.

Сложный производственный цикл – это цикл изготовления изделия. Длительность производственного цикла в большой степени зависит от способа передачи детали (изделия) с операции на операцию.

Существуют три вида движения детали (изделия) в процессе ее изготовления:

- последовательный;
- параллельный;
- параллельно-последовательный.

Наиболее экономически эффективной формой организации производственного процесса является поточное производство, признаки которого являются:

- закрепление одного или ограниченного числа наименований изделий за определенной группой рабочих мест;
- ритмическая повторяемость согласованных во времени технологических и вспомогательных операций;
- специализация рабочих мест;
- расположение оборудования и рабочих мест по ходу технологического процесса;
- применение специальных транспортных средств для межоперационной передачи изделий.

Задел - это производственный запас материалов, заготовок или составных частей изделия для обеспечения бесперебойного протекания производственных процессов на поточных линиях.

Различают следующие виды заделов:

- технологический;
- транспортный;
- резервный (страховой);
- оборотный межоперационный.

Высшей формой поточного производства является автоматизированное производство, где сочетаются основные признаки поточного производства с его автоматизацией [18]. В автоматизированном производстве работа оборудования, агрегатов, аппаратов, установок происходит автоматически по заданной программе, а рабочий

осуществляет контроль за их работой, устраняет отклонения от заданного процесса, производит наладку автоматизированного оборудования. Различают частичную и комплексную автоматизацию.

При частичной автоматизации рабочий полностью освобождается от работ, связанных с выполнением технологических процессов. В транспортных, контрольных операциях при обслуживании оборудования, в процессе установки полностью или частично сокращается ручной труд.

В условиях комплексно-автоматизированного производства технологический процесс изготовления продукции, управление этим процессом, транспортировка изделий, контрольные операции, удаление отходов производства выполняются без участия человека, но обслуживание оборудования ручное.

Основным элементом автоматизированного производства являются автоматические поточные линии - комплекс автоматического оборудования, расположенного в технологической последовательности выполнения операций, связанный автоматической транспортной системой и системой автоматического управления и обеспечивающий автоматическое превращение исходных материалов (заготовок) в готовое изделие (для данной линии). При работе на автоматической поточной линии рабочий выполняет функции наладки и контроля работы оборудования, а также функцию и загрузки линии заготовками.

Автоматические комплексы с замкнутым циклом производства изделия - ряд связанных между собой автоматическими транспортными и погрузо-разгрузочными устройствами автоматических линий.

Автоматизированные участки (цехи) включают в себя автоматические поточные линии, автономные автоматические комплексы, автоматические транспортные системы, автоматические складские системы; автоматические системы контроля качества, автоматические системы управления и т.д.

В условиях постоянно изменяющегося нестабильного рынка (тем более многономенклатурного производства) важной задачей является повышение гибкости (многофункциональности) автоматизированного производства, с тем чтобы макси-

мально удовлетворять требования, нужды и запросы потребителей, быстрее и с минимальными затратами осваивать выпуск новой продукции.

Автоматические поточные линии особенно эффективны в массовом производстве.

Быстрая сменяемость продукции и требования к ее дешевизне при высоком качестве приводит к противоречию:

- с одной стороны, низкие производственные издержки (при прочих равных условиях) обеспечиваются применением автоматических линий, специального оборудования;

- с другой стороны, проектирование и изготовление такого оборудования нередко превышают полтора-два года (даже в настоящих условиях), то есть к моменту начала выпуска изделия оно уже морально устаревает.

Применение же универсального оборудования (неавтоматического) увеличивает трудоемкость изготовления, то есть цену, что неприемлемо для рынка. Эта задача решается при создании гибкой производственной системы, в которой происходит интеграция:

- всего разнообразия изготавливаемых деталей в группы обработки;
- оборудования;
- материальных потоков (заготовок, деталей, изделий, приспособлений, оснастки, основных и вспомогательных материалов);
- процессов создания и производства изделий от идеи до готовой продукции (происходит слияние воедино основных, вспомогательных и обслуживающих процессов производства);
- обслуживания за счет слияния всех обслуживающих процессов в единую систему;
- управления на основе управляющих вычислительных машин, банков данных, пакетов прикладных программ, систем автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных систем управления (АСУ);

- потоков информации для принятия решения по всем подразделениям системы о наличии и применении материалов, заготовок, изделий, а также средств отображения информации.

Помимо типовых функций, описывающих содержание производственного процесса, системному аналитику следует представлять классификацию отраслей производства и отличия отраслей одного класса от другого.

Для этого введем понятие воспроизводства.

Воспроизводство – это процесс общественного производства, который постоянно и непрерывно повторяется и возобновляется. Он охватывает все стороны и элементы способа производства. Воспроизводство производительных сил и производственных отношений называется общественным воспроизводством. В основе экономики любого государства лежит процесс воспроизводства.

Для существования человечества производство должно постоянно возобновляться через свои стадии: производство, распределение, обмен, потребление. Поскольку потребление непрерывно, то и производство материальных благ должно происходить непрерывно.

Воспроизводство можно рассматривать на микроуровне (на предприятиях – соотношение между изготовленным продуктом и затратами, стоимостью и себестоимостью) и на макроуровне (пропорции между отраслями, обобщенными показателями хозяйствования, производством средств производства и предметов потребления во всех отраслях).

Сектор экономики – группа отраслей, объединенная по функциональному признаку.

Для отображения процесса воспроизводства используют три вида моделей:

- односекторная модель экономики Солоу – содержит один агрегированный продукт, который может как потребляться, так и инвестироваться;

- двухсекторная модель экономики (представлена в работе «Капитал» К. Маркса) – содержит два агрегированных продукта - средства производства и предметы потребления. В рамках двухсекторной модели экономики выделяют два секто-

ра производства - производство средств производства и производство предметов потребления;

- трехсекторная модель экономики (теория секторов, теория структурных изменений Фишера-Кларка) – содержит три агрегированных продукта - предметы труда, средства труда и предметы потребления.

На рисунке 30 схематично представлена структура описанных моделей воспроизводства.

Односекторная модель	Двухсекторная модель	Трехсекторная модель
	Средства производства	Предметы труда
Один агрегированный продукт потребляется и инвестируется	Предметы потребления	Средства труда
		Предметы потребления

Рисунок 30 – Структура моделей воспроизводства

В рамках трехсекторной модели экономики выделяют три сектора производства:

- материальный (первичный) – производство предметов труда – добывающая промышленность и с/х, включает производства непосредственно добывающие и перерабатывающие природные ресурсы (газ, нефть, уголь, металлические руды и пр.), электроэнергетика, промышленная химия и нефтехимия, лесозаготовки, производство стройматериалов, грузовой транспорт, служебная связь, стекольная и фарфоровая промышленность для промышленных целей и прочее;

- фондосоздающий сектор (вторичный) – металлообработка и машиностроение, промышленное строительство;

- потребительский сектор (третичный) – переработка с/х продукции, легкая и пищевая промышленность, деревообработка, бытовая химия, стекольная и фарфоровая промышленность для бытовых целей, гражданское строительство, пассажирский транспорт, гражданская связь, торговля предметами потребления.

К основным характеристикам любой отрасли производства относят:

- занятость населения;

- стоимость товарной продукции;
- стоимость основных производственных фондов.

В таблице 17 представлено распределение отраслей промышленности по секторам производства.

Таблица 17 – Распределение отраслей промышленности по секторам производства

Сектор производства	Производимый агрегированный продукт	Отрасли
Материальный	Предметы труда	<ul style="list-style-type: none"> - добывающая промышленность и с/х, включает производства непосредственно добывающие и перерабатывающие природные ресурсы (газ, нефть, уголь, металлические руды и пр.) - электроэнергетика - промышленная химия и нефтехимия - лесозаготовки - производство стройматериалов - грузовой транспорт - служебная связь - стекольная и фарфоровая промышленность для промышленных целей и пр.
Фондосоздающий	Средства труда	<ul style="list-style-type: none"> - металлообработка - машиностроение - промышленное строительство
Потребительский	Предметы потребления	<ul style="list-style-type: none"> - переработка с/х продукции - легкая и пищевая промышленность - деревообработка - бытовая химия - стекольная и фарфоровая промышленность для бытовых целей - гражданское строительство - пассажирский транспорт - гражданская связь - торговля предметами потребления

Существуют и другие классификации предприятий, позволяющие аналитику быстро сориентироваться в целях их деятельности и основных функциях. Например, выделяют сферу материального производства и непроизводственную сферу.

Сфера материального производства включает семь отраслей:

- промышленность;
- сельское хозяйство;
- лесное хозяйство;
- строительство;
- транспорт (производственный);
- связь (производственная);
- торговля, общественное питание, снабжение, сбыт.

Непроизводственную сферу образуют: жилищно-коммунальное хозяйство, бытовое обслуживание, здравоохранение, физкультура и спорт, народное образование и просвещение, социальное обеспечение, наука и научное обслуживание, искусство и культура, кредитно-банковская система и система страхования, государственное управление, информационное обслуживание и прочее.

Основой для постановки типовых задач проектирования и управления, возникающих в различных аспектах производственной деятельности предприятия, является понятие технологического процесса производства продукции. Поэтому восприятие системного представления технологического процесса на уровне шаблона модели черного ящика позволит системному аналитику быстрее и эффективнее внедряться в предметную область производственной деятельности рассматриваемого предприятия, а также структурировать информацию по любому технологическому процессу производства с точки зрения выделения входных и выходных воздействий.

Шаблон модели черного ящика технологического процесса производства продукции представлен на рисунке 31.

Для обеспечения быстрой привязки типового объекта / процесса к конкретному заданию определенной предметной области (например, при выполнении мини-проекта на государственном междисциплинарном экзамене или при решении профессиональных задач) следует сопроводить модель черного ящика перечнем типов источников исходной информации для построения модели черного ящика. Например, для рассматриваемого примера – технологического процесса производства продукции – этот перечень будет выглядеть следующим образом:

- технологические инструкции по производству продукции;

- технологические регламенты производства продукции;
- маршрутная карта;
- карта технологического процесса;
- стандарты качества по видам используемого сырья;
- технические паспорта производственного оборудования;
- стандарты качества и паспорта качества готовой продукции.



Рисунок 31 – Системное представление технологического процесса производства продукции

Стандарты качества и паспорта качества готовой продукции используются для формирования перечня выходных воздействий, а все остальные, вышеперечисленные – для формирования перечня входных воздействий.

Использование предлагаемого шаблона для формирования типовых задач проектирования и управления подразумевает обязательное соблюдение следующих требований:

- параметрический уровень описания входных / выходных воздействий рассматриваемого объекта – подразумевает формулировку названий и обязательное указание единиц измерения каждого выделенного воздействия;

- однозначное соответствие параметров, включаемых в модель черного ящика параметрам, используемым в математической модели задачи проектирования или управления, для решения которой разрабатывается система.

Описание типовых задач проектирования и управления на производстве представлено в подразделе 3.3.

3.3 Типовые задачи проектирования и управления на производстве

Ключевые слова: структура производственного предприятия, основные цехи, вспомогательные цехи, побочные цехи, обслуживающие хозяйства, подразделения непромышленного назначения, матрица формирования задач производственного предприятия, виды автоматизированных информационных систем производственного предприятия, задачи производственного предприятия, требующие системного подхода, формализация задач.

Для выделения типовых задач проектирования и управления на производстве, требующих для решения системного подхода, следует рассмотреть структуру производственного предприятия и назначение его подразделений.

В структуре производственного предприятия выделяют обычно две группы подразделений:

- подразделения производственного назначения;
- подразделения непромышленного назначения.

К подразделениям производственного назначения относят:

1) основные цехи – изготавливают основную продукцию предприятия. Это:

- заготовительные (литейные, кузнечно-прессовые и пр.);
- обрабатывающие (механической обработки деталей, холодной штамповки, термические и пр.);

- сборочные (узловой сборки, генеральной сборки, монтажные, регулировочно-настроечные);

2) вспомогательные цехи – способствуют выпуску основной продукции, создавая условия нормальной работы основных цехов, оснащают их инструментом и приспособлениями, обеспечивают запчастями для ремонта оборудования и проводят плановые ремонты, обеспечивают энергетическими ресурсами;

3) побочные цехи – в них изготавливается продукция из отходов основного и вспомогательного производства или осуществляется восстановление использованных вспомогательных материалов для нужд производства (цех регенерации формовочной смеси, масел, обтирочных материалов), подготовка основных материалов для основных цехов, изготовление тары для упаковки продукции;

4) обслуживающие хозяйства производственного назначения. Это:

- складское хозяйство (заводские склады, кладовые);

- транспортное хозяйство (депо, гараж, ремонтные мастерские, транспортные и погрузочно-разгрузочные средства);

- санитарно-техническое хозяйство (водопроводные, канализационные, вентиляционные, отопительные устройства);

- центральная заводская лаборатория (механическая лаборатория, химическая, рентгеновская, металлографическая).

К подразделениям непромышленного назначения относят следующие общезаводские службы:

- отдел капитального строительства;

- охрана окружающей среды;

- охрана труда;

- культурно-бытовое обслуживание работников (жилищно-коммунальное хозяйство, столовые, профилактории, мед учреждения, детские ясли, клубы и прочее).

Для поддержания эффективного функционирования и развития каждого из перечисленных подразделений существуют различные постановки задач проектирования и управления.

В курсе «Системный анализ, оптимизация и принятие решения» рассматрива-

ются методы формализации таких задач и алгоритмы их решения.

Результат практического применения полученных знаний может быть представлен в виде вариантов автоматизированных информационных систем, имеющих различный функционал и особенности реализации. Это могут быть системы поддержки принятия решений (СППР), экспертные системы, автоматизированные системы управления (АСУ), системы автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированные рабочие места (АРМ).

Разработка таких систем рассматривается на уровне итоговой государственной аттестации выпускников по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление. В соответствии с профессиональными стандартами системного аналитика и специалиста по АСУП, на выполнение которых ориентирована основная образовательная программа, студенты должны приобрести следующие ключевые профессиональные навыки в рамках разработки автоматизированных информационных систем:

- анализ и моделирование предметной области АИС;
- определение функций и структуры проектируемой системы;
- разработка математического обеспечения системы;
- разработка информационного обеспечения системы;
- экспериментальная апробация математических моделей и алгоритмов.

Основой для решения рассматриваемых задач является системное представление объектов и процессов предметной области, в данном случае в области организации производства.

В таблице 18 представлена матрица формирования задач предметной области выпускника по направлению 27.03.03, подразумевающих использование методов и средств системного анализа.

Знания, умения и навыки формирования и решения таких задач в рамках разработки и сопровождения автоматизированных информационных систем контролируется при проведении аттестации по преддипломной практике, а также при проведении итоговой государственной аттестации.

При формировании задач принятия решений в рамках каждой выделенной сферы производства, проводится декомпозиция до требуемого уровня детализации.

Таблица 18 – Матрица формирования задач производственного предприятия, требующих системного подхода

Сферы производственного предприятия	Технология выработки, принятия и сопровождения решения		
	Планирование	Организация	Учет, контроль, анализ и регулирование
Конструкторская подготовка производства			
Технологическая подготовка производства			
Организационно-плановая подготовка производства			
Закупки			
Складское хозяйство			
Ремонтное хозяйство			
Логистика			
Сбыт			
Сопровождение продукции			

На уровне конструкторской подготовки производства системного подхода требуют следующие задачи:

- задача проектирования новой продукции;
- задача модернизации ранее производившейся продукции;
- задача отработки конструкции на технологичность;
- задача рационализации способа получения заготовок (задача оптимального раскроя).

На уровне технологической подготовки производства системного подхода требуют следующие задачи:

- задача определения оптимальной переналаживаемости станков;
- задача оптимального распределения номенклатуры;
- задача разработки оптимального технологического маршрута;

- задача выбора оборудования;
- задача выбора оснастки;
- задача проектирования оснастки.

На уровне организационно-плановой подготовки производства системного подхода требуют следующие задачи:

- задача оптимального планирования производства;
- задача оптимальной загрузки оборудования (рабочего места);
- задача оптимального освоения новой техники (оптимальной стратегии обновления, оптимальной стратегии технического перевооружения, переоборудования предприятия или его подразделений);
- задача выбора оборудования;
- задачи оптимального планирования работы производственного участка, поточных линий, обслуживающих цехов и хозяйств;
- задача оптимального движения материальных потоков;
- задача оптимизации объема производства на стадии освоения производственных мощностей.

При рассмотрении задач оптимального планирования возможны три аспекта:

- задачи объемного планирования;
- задачи календарного планирования;
- задачи оперативного планирования.

На уровне закупок возможны задачи оптимального планирования приобретения ресурсов (в том числе распределение их заказов по предприятиям-поставщикам).

На уровне складского хозяйства:

- задача определения оптимального размера запасов материальных ресурсов;
- задача выбора складского оборудования;
- задача оптимизации размещения запасов материальных ресурсов на складе.

На уровне ремонтного хозяйства:

- задача оптимального планирования планово-предупредительного ремонта производственного оборудования;

- задача оптимального планирования оптимального расхода материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды;

- задача определения оптимальной очередности ремонтных работ;
- задача минимизации риска отказа производственного оборудования.

На уровне логистики:

- определение оптимального маршрута перевозок;
- определение оптимальной загрузки транспортного парка;
- задача оптимального планирования перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления с минимальными затратами на перевозки.

На уровне сбыта:

- определение оптимальной цены на продукт;
- определение оптимального объема сбыта продукта.

Формализация каждой из вышеперечисленных задач требует определения целевой функции (критерия оптимальности), ограничений и граничных условий в соответствии со структурой математической модели задачи оптимизации.

В ходе дальнейшего изучения дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятия решений» при рассмотрении математических методов оптимизации и принятия решений, выходящих за рамки настоящего учебного пособия, на уровне практических и лабораторных занятий будут рассмотрены типовые постановки наиболее известных видов задач оптимизации.

Например, в классе задач линейного программирования – задача оптимизации плана производства, задача оптимального раскроя, задача выбора оборудования, задача оптимальной загрузки оборудования, транспортная задача. Будут рассматриваться варианты постановок и методы решения нелинейных оптимизационных задач, а также изучены математические модели и методы решения многокритериальных задач оптимизации и задач принятия решений в условиях неопределенности.

Также следует иметь в виду, что в соответствии с матрицей формирования задач производственного предприятия, требующих системного подхода, по каждому из вышеперечисленных аспектов деятельности возможны постановки задач управления.

Составление математической модели системы, то есть процедура формализации рассматриваемой задачи представляет собой задачу моделирования системы и подлежит углубленному изучению в рамках дисциплины «Моделирование систем».

3.4 Процессы построения, поддержки и развития системной архитектуры предприятия

Ключевые слова: информационный сервис, классификация ИТ-сервисов, шаблон модели черного ящика ИТ-сервиса, параметры ИТ-сервиса, функциональность, время обслуживания, доступность, надежность, производительность, конфиденциальность, масштаб, соглашение об уровне сервиса SLA, классификация офисных, производственных и складских объектов с точки зрения организации системной архитектуры.

Для любой современной организации на сегодняшний день актуальна задача обеспечения качества предоставляемых услуг в области информационных технологий на требуемом для бизнеса уровне.

В соответствии с этими требованиями основная роль ИТ на предприятии определяется как информационное обслуживание её подразделений с целью повышения эффективности бизнеса.

Базовым понятием в данной предметной области является понятие информационного сервиса (ИТ-сервиса).

Информационное обслуживание бизнеса состоит в предоставлении информационных сервисов заданного качества подразделениям предприятия.

ИТ-сервис в корпоративной среде – это ИТ-услуга, которую ИТ-подразделение (департамент, отдел, служба) или внешний провайдер предоставляет бизнес-подразделениям предприятия для поддержки их бизнес-процессов.

Примерами корпоративных ИТ-сервисов могут быть системы хранения данных, бизнес-приложения (начисление заработной платы, формирование счетов),

бизнес-функции (списание/начисление денежных средств на счете клиента), сетевая инфраструктура и прочее [17].

Набор ИТ-сервисов, необходимых организации, индивидуален и в значительной степени зависит от отрасли, размеров организации, уровня автоматизации, квалификации персонала, стратегии развития [19].

В данном подразделе учебного пособия представлены классификации ИТ-сервисов типового предприятия, классификации офисных, производственных и складских объектов с точки зрения организации системной архитектуры предприятия (ИТ-инфраструктуры), виды типовых задач проектирования и управления, а также метрики, используемые в мировой практике, в рамках реализации сервисного подхода к организации системной архитектуры.

В отличие от предметной области организации производства, рассмотренной в предыдущем подразделе, задачи, связанные с поддержкой и развитием системной архитектуры предприятия, не являются настолько формализованными.

Корпоративные ИТ-сервисы можно разбить на три большие группы:

- поддержка ИТ-инфраструктуры;
- поддержка бизнес-приложений;
- поддержка пользователей.

Системное представление ИТ-сервиса в виде модели черного ящика представлено на рисунке 32.

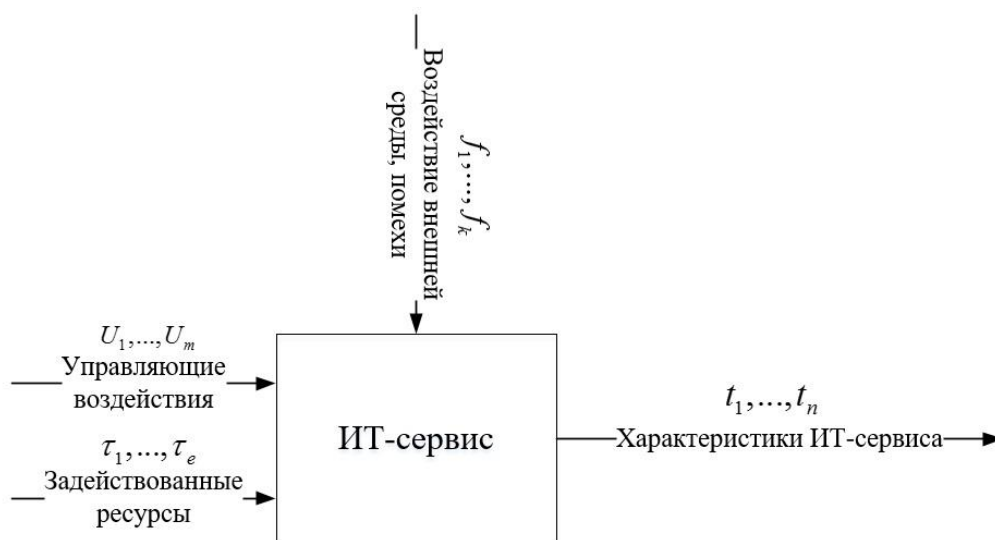


Рисунок 32 - Системное представление ИТ-сервиса

В общем случае ИТ-сервис характеризуется следующими параметрами [17]:

- функциональность;
- время обслуживания;
- доступность;
- надежность;
- производительность;
- конфиденциальность;
- масштаб;
- затраты.

Функциональность определяет решаемую задачу (информатизацию бизнес-операции, бизнес-функции, бизнес-процесса) и предметную область её использования.

Время обслуживания определяет период времени, в течение которого ИТ-подразделение поддерживает данный сервис, то есть несет ответственность за его непрерывное функционирование. Время обслуживания измеряется долей суток и долей календарной недели, в течение которых ИТ-подразделение поддерживает ИТ-сервис. Например, время обслуживания 24x7 означает, что ИТ-сервис поддерживается 24 часа в сутки 7 дней в неделю, 8x5 - 5 дней в неделю по рабочим дням по 8 часов в день, то есть в течение рабочего дня.

Доступность определяет долю согласованного времени обслуживания, которая измеряется в процентах, и характеризует в течение какого времени ИТ-сервис доступен. Например, доступность 95% при согласованном времени обслуживания 8x5 означает, что сервис простаивает 2 часа в неделю (5% от 40 часов).

Надежность определяется средним временем наработки на отказ ИТ-сервиса, то есть средним периодом времени между двумя сбоями в предоставлении ИТ-сервиса. Например, если в условиях предыдущего примера (время обслуживания 8x5, доступность 95%) в неделю в среднем происходит два сбоя ИТ-сервиса, среднее время наработки на отказ составляет 19 часов.

Производительность характеризует способность информационной системы выполнять возложенные на нее функции. Примером показателей производительности

сти различных ИТ-сервисов является время реакции (время выполнения бизнес-транзакции) или пропускная способность системы. Например, при задании времени реакции системы пользователь может потребовать, чтобы время проводки по счету клиента было не более 5 сек., а при задании производительности – количество транзакций по счету клиента было не менее 20 в течении 1 часа т.е. 20 транзакции/ч. Для задания производительности ИТ-сервиса следует использовать бизнес-операции (бизнес-функции), существенные для конечного пользователя, - ввод документов, подготовку отчетов и т.д. Они получаются в результате проведения декомпозиции процесса выполнения ИТ-сервиса.

Конфиденциальность определяет вероятность несанкционированного доступа к данным и/или их несанкционированное изменение. Количественные измерения данного показателя обычно не проводятся, их заменяют качественной оценкой и информационные системы, обеспечивающие ИТ-сервис, классифицируются по степени конфиденциальности. Принадлежность информационной системы к тому или иному классу подтверждается независимой сертификацией. Конфиденциальность ИТ-сервиса в целом определяется классом безопасности наиболее слабой из обеспечивающих сервис ИС, а также корректируется с учетом качества инструкций для конечных пользователей и их обучения.

Масштаб характеризует объем и сложность работ по поддержке ИТ-сервиса. Единого измерителя масштаба не существует, к его показателям относятся число рабочих мест, количество удаленных сайтов, сложность используемых приложений и т.п.

Затраты - стоимость всей совокупности ресурсов, вовлеченных в сопровождение ИТ-сервиса, а также потерь от простоев ИТ-сервиса.

В ресурсы включаются стоимость оборудования, ПО, используемых ресурсов структурированной кабельной системы и каналов связи, внешних услуг, заработная плата сотрудников организации (включая связанные с ней расходы) и т.д.

Параметры сервиса определяются не только свойствами ИС, которые его обеспечивают. Существенное значение имеет качество работы самой службы ИС, а

также уровень регламентации деятельности службы ИС и конечных пользователей ИТ-сервисов.

Важным фактором эффективности деятельности службы ИС является инструментальная поддержка автоматизации процессов управления информационными технологиями предприятия, которая в значительной степени может способствовать снижению затрат на управление и мониторинг ИС с целью предоставления ИТ-сервисов требуемого качества.

Формализация услуги обычно выполняется в форме «Соглашения об уровне сервиса» (Service Level Agreement, SLA). Это словосочетание взято из концепции ITIL — библиотеки передового опыта по ИТ-инфраструктуре, о которой рассказывается далее. Модель сервиса SLA напоминает модели технических и программных сервисов. Она, в частности, задает время оказания услуги с точностью до часов, определяет ее пользователей (людей и оборудование), их местонахождение, специфицирует время отклика сервиса на запрос, а пользователя — на предоставленную услугу, и т. д.

На сегодняшний день деятельность по предоставлению ИТ-сервисов хорошо проработана, обобщена и формализована. Существует несколько моделей оказания ИТ-услуг, которыми с успехом пользуются ИТ-компании разных размеров по всему миру.

В соответствии с рисунком 31 целью управления ИТ-сервисом является обеспечение предоставления пользователю уровня сервиса, указанного в SLA. Выполнение SLA означает поддержание выходных величин (характеристик сервиса) в диапазоне, заданном в SLA. Для поддержания заданного в SLA режима функционирования выполняется воздействие на объект управления с помощью входных управляющих величин.

Использование на предприятии подобной формализации говорит о зрелости сервисной модели, ее изменяемости и управляемости.

В данном документе дается качественное и количественное описание ИТ-сервисов, как с точки зрения службы ИС, так и с точки зрения бизнес-подразделений.

Соглашение об уровне сервиса определяет взаимные ответственности поставщика ИТ-сервиса и пользователей этого сервиса.

Типовая модель SLA должна включать следующие разделы:

- определение предоставляемого сервиса, стороны, вовлеченные в соглашение, и сроки действия соглашения;

- доступность ИТ-сервиса;

- число и размещение пользователей и/или оборудования, использующих данный ИТ-сервис;

- описание процедуры отчетов о проблемах;

- описание процедуры запросов на изменение.

Спецификации целевых уровней качества сервиса, включая:

- средняя доступность, выраженная как среднее число сбоев на период предоставления сервиса;

- минимальная доступность для каждого пользователя;

- среднее время отклика сервиса;

- максимальное время отклика для каждого пользователя;

- средняя пропускная способность;

- описания расчета приведенных выше метрик и частоты отчетов;

- описание платежей, связанных с сервисом;

- ответственности клиентов при использовании сервиса (подготовка, поддержка соответствующих конфигураций оборудования, программного обеспечения или изменения только в соответствии с процедурой изменения);

- процедура разрешения споров, связанных с предоставлением сервиса.

Существенной частью SLA является каталог сервисов [20]. Каталог ИТ-сервисов представляет собой документ, в котором сформулированы все ИТ-сервисы, предоставляемые пользователям, при необходимости указывается цена услуги, общий порядок обращения за услугой SLA позволяет установить формализованные критерии оценки результатов деятельности ИС-службы, установить единообразные и обязательные для всех участников процесса процедуры оценки результатов деятельности ИС-службы.

В таблице 19 представлены категории офисных, производственных и складских объектов, выделенных в [19] с точки зрения организации ИТ-инфраструктуры в корпоративной среде.

Таблица 19 – Категории офисных, производственных и складских объектов с точки зрения организации системной архитектуры

Офисы	Производственные предприятия	Складские комплексы
Малый	Проектно-опытное / единичное	Немеханизированные
Средний	Дискретное неавтоматизированное	Механизированные
	Дискретное автоматизированное	
Большой	Процессное	Автоматизированные

Разбиение проводилось по двум группам показателей:

- характеристикам бизнес-архитектуры (масштаб и особенности деятельности);
- характеристикам системной архитектуры (ИТ-инфраструктуры).

В таблице 20 представлены перечни основных показателей для классификации каждого из видов объектов.

Таблица 20 – Критерии классификации офисных, производственных и складских объектов с точки зрения организации системной архитектуры

Критерии классификации	Офисы	Производственные предприятия	Складские комплексы
Характеристики бизнес-архитектуры (масштаб и особенности деятельности)	Назначение Количество персонала Площадь / этажность Частота переездов Размещение персонала Группы промышленного инжиниринга	Назначение Объем производства Автоматизация производства Масштабируемость производства Наличие систем MES, PLM и др. Использование продуктов компьютерного проектирования Интеграция производственных приложений с корпоративными ERP системами Размещение персонала Инжиниринговые группы на производстве	Назначение Объем хранения Масштабируемость Наличие систем WMS Интеграция складских приложений с корпоративными ERP системами Использование RFID Преимущественное физическое расположение Офисное помещение в составе складского комплекса Размещение персонала

Продолжение таблицы 20

Критерии классификации	Офисы	Производственные предприятия	Складские комплексы
Характеристики системной архитектуры (ИТ-инфраструктуры)	Развитость ядра ИТ-инфраструктуры (серверы, резервное копирование, телекоммуникационные устройства, источники бесперебойного питания и пр.) Наличие защищенных помещений для размещения объектов ИТ-инфраструктуры (серверные и кроссовые объекты) Локальная вычислительная сеть (проводная / беспроводная) Структурированная кабельная система Защищенность ИТ информации Организация печати, сканирования, копирования, факсов Типы персональных компьютеров в офисе (настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, собственные устройства) Телефонная связь Ресурсы телефонной связи (внутренние / внешние) Системы видеоконференция		

Например, офисы компании можно условно разделить на малые, средние и большие. Несмотря на общность выполняемых задач, каждому из них присущи специфические особенности, накладывающие отпечаток на построение ИТ инфраструктуры.

Разделение производств на категории носит более условный характер, нежели систематизация офисных объектов в силу их разнообразия и зависимости от отраслевого назначения, типа, внутренней организации. За основу взято предложенное компанией Gartner в сочетании с российскими и зарубежными классификациями разделение на проектный, дискретный и процессный типы, что позволяет достаточно достоверно провести классификацию производств.

Gartner - исследовательская и консалтинговая компания, специализирующаяся на рынках информационных технологий. Наиболее известна введением в употребление таких терминов, как ERP и цикл зрелости технологий, а также регулярными исследованиями рынков информационных технологий и аппаратного обеспечения.

Консультационные услуги Gartner предоставляет конечным заказчикам - организациям и предприятиям, внедряющим информационные технологии (прежде всего, руководителям их информационных служб), а также инвесторам на рынке информационных технологий и поставщикам. Основные направления консультационных услуг: оптимизация бюджета на информационные технологии, выбор постав-

щиков информационных технологий и налаживание взаимоотношений с ними, стратегическая архитектура информационных технологий в организации, прогнозирование развития технологий.

Полностью классификации офисов организаций, промышленных предприятий и складских комплексов из [19] с точки зрения основных компонентов ИТ-инфраструктуры, приведены в приложении В соответственно в таблицах В.1, В.2, В.3.

Представленная классификация позволяет проанализировать архитектуру компании с целью выявления признаков, определяющих гибкость и мобильность ИТ инфраструктуры. Гибкость и мобильность, в свою очередь, оказывают воздействие на все виды деятельности компании, ограничивая или наоборот расширяя возможности переконфигурирования, перемещения, расширения или уплотнения бизнеса в разумные сроки, по predetermined правилам с предсказуемыми результатами.

3.5 Типовые задачи проектирования и управления в рамках процессов построения, поддержки и развития системной архитектуры предприятия

Ключевые слова: библиотека инфраструктуры информационных технологий ITIL, сервисный подход к управлению, управление ИТ-услугами, ITSM, процессы управления для достижения краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных целей, ключевые показатели результативности KPI, метрики для формализации задач управления системной архитектурой.

Основу типовых задач проектирования и управления в рамках построения, поддержки и развития системной архитектуры (ИТ-инфраструктуры) современных организаций представляет процессный подход, акцентирующий внимание предприятия на достижении поставленных целей, анализе KPI – ключевых показателей эффективности и затраченных на их достижение ресурсов.

Если в области организации производства накоплен богатый опыт принятия решений на основе математических моделей и методов, а перечисленные в предыдущем подразделе задачи могут быть представлены в виде различных видов задач оптимизации, то в области поддержки ИТ-инфраструктуры дела обстоят несколько иначе. Формализация процессов проектирования ИТ-услуг и управления процессом их предоставления находится не на уровне математической постановки задач оптимизации, а на уровне структуризации рассматриваемых процессов и возможности измерять качество предоставляемых услуг с помощью комплексов показателей - метрик.

Признанным на сегодняшний день стандартом для ИТ является IT Infrastructure Library (ITIL) – библиотека инфраструктуры информационных технологий. Она содержит лучшие из применяемых на практике способов организации подразделений или компаний, занимающихся предоставлением услуг в области информационных технологий. Данная модель применима к организациям любого размера и любой отраслевой принадлежности.

Наибольшее распространение на практике получил подраздел ITIL, посвященный управлению ИТ-услугами – ITSM (IT Service Management). В отличие от более традиционного технологического подхода, ITSM рекомендует сосредоточиться на клиенте и его потребностях, на услугах, предоставляемых пользователю информационными технологиями. При этом процессная организация предоставления услуг и наличие заранее оговоренных в документе SLA (Service Level Agreement) - «Соглашениях об уровне услуг» параметров эффективности позволяет ИТ-подразделениям предоставлять качественные услуги, измерять и улучшать их качество.

Сервисный подход к управлению ИТ-службой требует определенной зрелости как для самой ИТ-службы, так и для бизнес-заказчиков. При этом следует учитывать ряд факторов:

- требуется определенный уровень развития управления процессами и сервисами ИТ-службы предприятия, который предполагает, что процессы и ИТ-сервисы являются измеримы;

- бизнес должен быть готов воспринимать некоторые стандартные услуги ИТ-службы как набор управляемых сервисов, выдвигать адекватные требования к уровню качества их предоставления, участвовать в повышении их качества;

- обеспечение прозрачности ценообразования ИТ-сервисов, при которой ИТ-служба должна обосновывать формирование цены ИТ-сервиса и возможные пути её снижения;

- наличие исключительных ситуаций, которые трудно предусмотреть заранее, процедуры выхода из них;

- процессы, люди, взгляды подвержены изменениям. SLA, как и бизнес, должен адекватно изменяться при изменении внутренних и внешних факторов.

В ITSM описаны следующие десять базовых принципов, обеспечивающих поддержку и предоставление ИТ сервисов:

- процесс управления инцидентами;
- процесс управления проблемами;
- процесс управления конфигурациями;
- процесс управления изменениями;
- процесс управления релизами;
- процесс управления уровнем услуг;
- процесс управления мощностями (ёмкостью);
- процесс управления доступностью;
- процесс управления непрерывностью;
- процесс управления финансами.

Для формализации задач проектирования и управления в рамках каждого из перечисленных процессов ITSM, следует перейти на параметрический уровень рассмотрения процессов. Для этого системный аналитик должен хорошо ориентироваться в комплексе метрик, разработанных для соответствующего процесса, а также критических факторов успеха, которые играют роль целевых показателей. Требуемые значения метрик и ключевых показателей результативности KPI определяется набором соглашений об уровне сервиса – SLA [21].

В зависимости от целей организации, предоставляющей ИТ-услуги и применяющей для качественной организации процессный подход, можно выделить три группы процессов, требующих формализации. Эти процессы представлены в таблице 21 и составляют основу для формирования управленческих задач для достижения краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных целей организации.

Таблица 21 – Виды управленческих задач для достижения целей

Цели	Процессы управления
Краткосрочные	Управление инцидентами Управление конфигурациями Управление релизами Управление изменениями Управление поддержкой приложений Управление разработкой приложений Управление операциями / инфраструктурой ИКТ
Среднесрочные	Управление уровнем сервиса Управление проблемами Управление финансами для ИТ-услуг Управление мощностями Управление непрерывностью предоставления ИТ-услуг Управление доступностью Управление информационной безопасностью
Долгосрочные	Управление поставкой услуг Управление рисками Управление документацией Компетентность, осведомленность, обучение Управление программами и проектами

Следует отметить, что модель ITSM может применяться для предприятий с ИТ-службами различного размера: от 1 – 5 сотрудников до нескольких десятков сотрудников.

Для малых предприятий ролевой подход, принятый в ITSM, допускает совмещение одним и тем же сотрудником сколь угодно большого количества ролей в пределах его возможностей и компетенции. В предельном случае модель ITSM может использовать ИС-служба, состоящая из одного человека. Инструментальные программные средства, которые используются для управления ИТ-инфраструктурой, могут варьироваться в широких пределах: от офисных пакетов, в

простейшем случае, до специализированных инструментальных средств при большом размере ИС-службы.

Рекомендуемые в [21] метрики для параметрического уровня описания типовых задач поддержки и предоставления ИТ-сервисов организации с точки зрения достижения краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных целей организации представлены в приложении Г в таблицах Г.1, Г.2 и Г.3 соответственно. Приведенные метрики могут быть использованы как непосредственно для формализации задач управления системной архитектурой, так и в качестве отправного варианта для создания набора параметров, отвечающего специфическим потребностям организации.

Пример каталога ИТ-услуг приведен в [20].

3.6 Типовые задачи проведения системного исследования при разработке автоматизированных информационных систем

Ключевые слова: итерационная модель разработки, командная работа, CASE-средства, быстрая разработка, прототипирование, функциональные роли в команде разработчиков, роли системного аналитика, инструменты системного аналитика.

Современный подход к разработке информационных систем подразумевает:

- итерационную модель разработки, основанную на тесном взаимодействии с заказчиком на всех этапах реализации проекта - по мере выполнения проекта разработчики уточняют и обеспечивают реализацию в продукте требований, выдвигаемых заказчиком и будущими пользователями;
- проектную командную работу (обычно от двух до десяти разработчиков в команде);
- тщательно проработанный производственный график работ и другие средства управления разработкой системы (длительность проектов в среднем составляет от двух до шести месяцев).

При этом:

- полное завершение работ на каждом из этапов жизненного цикла не обязательно;
- необходимо применение CASE-средств и средств быстрой разработки, средств управления конфигурацией, внесение изменений в проект и сопровождение готовой системы, использование прототипов, позволяющее полнее выяснить и реализовать потребности конечного пользователя;
- тестирование и развитие проекта осуществляются одновременно с разработкой;

По сравнению с традиционной технологией разработки в данном случае информационные объекты формируются как некие действующие модели (прототипы), чье функционирование согласовывается с пользователем, а затем разработчик может переходить непосредственно к формированию законченных приложений, не теряя из виду общей картины проектирования системы.

В команде исполнителя выделяются следующие функциональные роли:

- менеджер проекта;
- системный аналитик;
- UX-дизайнер;
- разработчики;
- тестировщики;
- консультанты (технология, маркетинг).

На практике часто происходит перемешивание ролей, что связано с уровнем сложности проекта и с доступностью ресурсов для его выполнения.

Например, если для разработки проекта могут быть привлечены пять человек, то роли обычно распределяются следующим образом: один системный аналитик, один тестировщик и три разработчика. Это не означает, что функции менеджера проекта и UX-дизайнера не выполняются – они выполняются, только не отдельными работниками, специально выделенными под эти функции, а в рамках совмещения нескольких ролей одним человеком.

Например, зачастую, системному аналитику отводятся следующие роли:

- коммуникатора, организатора командной работы;
- эксперта предметной области, понимающего устройство бизнеса заказчика;
- эксперта-разработчика, понимающего технологические возможности и ограничения;
- UX-дизайнера, проектировщика среды взаимодействия пользователя с системой;
- технического писателя, разрабатывающего сопроводительную документацию к системе (техническое задание на разработку, руководство пользователя).

В таблице 22 представлены профессиональные инструменты, используемые системным аналитиком при выполнении различных ролей, описанные на уровне методик и нотаций, а также программных средств.

Следует отметить, что каждая из выделенных ролей базируется на принципах проведения неформализованных этапов системного исследования, описанных в предыдущих разделах – анализа проблемной ситуации, определения целей и критериев достижения целей, генерирования альтернатив, а также на принципах моделирования в рамках анализа системы (определение функций, структуры и параметров моделей предметной области объекта автоматизации) и синтеза системы (абстрактный, структурный и параметрический синтез автоматизированной информационной системы).

По результатам анализа предметной области системы происходит разработка концептуальной модели АИС, состоящая из описания:

- 1) перечня требований к реализации системы,
- 2) функций системы;
- 3) структуры системы.

Проектировщик, с одной стороны, должен представлять взаимосвязи между этими тремя составляющими, а с другой – четко различать границу между ними.

В соответствии с [16], требование – это:

- 1) условия или возможности, необходимые пользователю для решения проблем или достижения целей;

2) условия или возможности, которыми должна обладать система или системные компоненты, чтобы выполнить контракт или удовлетворять стандартам, спецификациям или другим формальным документам;

3) документированное представление условий или возможностей для предыдущих пунктов.

Как показано в разделе 1, под функцией системы в системном анализе понимают совокупность действий, выполняемых для достижения поставленной цели (способ достижения цели), а структура системы – это совокупность элементов системы и связей между ними, необходимых и достаточных для выполнения запланированных функций.

В рамках разработки АИС, любое требование определяет желаемый конечный результат соответствующего уровня (бизнес-требования, требования пользователей, функциональные требования), а, следовательно, формирует внешне видимую функцию или атрибут системы, также как цель любой системы определяет набор функций - действий, выполняемых системой для достижения целей. Структура описывает специфический подкомпонент системы и/или его интерфейс с другими подкомпонентами. Следует заметить, что каждое требование в перечне требований к АИС ограничивает варианты структуры.

Формулировка требований играет важную роль в разработке автоматизированных информационных систем – он закладывает фундамент всего процесса проектирования и реализации системы и является базовой частью профессиональной деятельности системного аналитика. Ошибки, допущенные при определении требований к разрабатываемой системе, оказывают наиболее пагубное воздействие на результат проектирования и исправить их сложнее, чем любые другие [15].

Извлечение и формализация качественных требований носит во многом эмпирический характер. Однако, в практике разработки автоматизированных систем к настоящему времени сформированы следующие свойства, которыми должны обладать требования к системе: полнота, ясность, корректность, согласованность, верифицируемость, необходимость, полезность при эксплуатации, осуществимость, модифицируемость, трассируемость, упорядоченность по важности и стабильности,

наличие количественной метрики. Большинство из этих свойств раскрыто в первом разделе стандарта IEEE и широко обсуждается в работах [14,15].

Хорошо проработанные требования позволяют:

- выработать общее понимание между заказчиком и разработчиком;
- определить рамки проекта;
- более точно определить финансовые и временные характеристики проекта;
- обезопасить заказчика от риска получить продукт, в котором он не сможет работать;
- обезопасить разработчика от риска попасть в ситуацию «неконтролируемого размытия границ», которое может привести к непредвиденным затратам ресурсов сверх начальных ожиданий.

В таблице 22 представлены особенности деятельности системного аналитика в рамках итеративной разработки требований к системе.

Таблица 22 – Виды деятельности системного аналитика в рамках итеративной разработки требований к системе

Итерации	Выявление требований соответствующей итерации	Разработать концепцию автоматизации	Описать желаемое поведение системы	Провести системный анализ	Разработать иерархию функциональных требований
1 Бизнес-анализ и снятие основных архитектурных решений	Выявление и детализация бизнес-требований. Первая версия модели предметной области. Трассировка соответствия запросов заинтересованных лиц бизнес-требованиям	Анализ ограничений и допущений, выявленных на этапе анализа объекта автоматизации. Формирование требования типа «техническое видение» и требований пользователей	Модель вариантов использования и спецификация «Обзор вариантов использования». Модель предметной области. Концептуальная модель системы	Проверочная трассировка соответствия требования пользователей бизнес-требованиям. Уточнение требований. Статусы требований. Трассировки функциональных требований	Первичное выявление и структурирование детальных функциональных требований. Трассировка вариантов использования на функциональные и нефункциональные требования. Утверждение модели вариантов использования и требований в рамках итерации

Продолжение таблицы 22

Итерации	Выявление требований соответствующей итерации	Разработать концепцию автоматизации	Описать желаемое поведение системы	Провести системный анализ	Разработать иерархию функциональных требований
2 Выявление нового поведения системы	Изучение функциональности предыдущей системы (документация, опросы, рабочая версия). Выявление новых требований и их согласование	Уточнение требований типа «техническое видение». Очередная версия концепции системы	В том же объеме, что и на первой итерации	Итеративная доработка модели данных, модели предметной области, модели вариантов использования и архитектуры прототипа	В том же объеме, что и на первой итерации
3 Высокоуровневое описание дополнительной функциональности поведения системы	Выявление новых функциональных, пользовательских и нефункциональных требований к системе	Анализ примененных при реализации технологий. Очередная версия спецификации «Концепция системы»	В том же объеме, что и на первой итерации	В том же объеме, что и на первой итерации	В том же объеме, что и на первой итерации
4 Выявление и разработка дополнительной функциональности. Детальное GUI прототипирование	Дополнительное интервьюирование заинтересованных лиц. Выявление бизнес-требования к дополнительной функциональности	Выявление новых вариантов использования и выбор архитектурно значимых вариантов	Как и на первой итерации	Итеративная доработка модели данных. Утверждение архитектуры системы	Утверждение модели вариантов использования и требований

В таблице 23 представлены профессиональные инструменты системного анализа в рамках выполнения каждой из пяти перечисленных ранее ролей при проектировании автоматизированных информационных систем.

Таблица 23 – Профессиональные инструменты системного анализа

Роль системного аналитика	Используемые методики и нотации	Используемые программные средства (CASE-средства)	Результат
Эксперт предметной области	Интервьюирование, анкетирование, наблюдение, изучение документации. IDEF, DFD, EPC, ERD, BPMN, UML	CA ERwin Process Modeler, IBM Rational Rose, ARIS Design Platform, Business Studio	Запросы заинтересованных лиц Модели предметной области объекта автоматизации (бизнеса заказчика) Требования к системе План управления требованиями Реестр артефактов
Эксперт-разработчик	IDEF, DFD, EPC, ERD, BPMN, UML Методы оценки коммерческой эффективности инвестиций	CA ERwin Process Modeler, IBM Rational Rose, ARIS Design Platform, Business Studio, Project Expert	Техническое задание Концепция автоматизации Модели разрабатываемой системы Варианты архитектуры разрабатываемой системы ТЭО выбранного варианта архитектуры
Проектировщик среды взаимодействия пользователя с системой (UX-проектировщик)	Анализ контекста использования, мозговой штурм, метод карточкой сортировки, прототипирование интерфейса	Qt, Python GUI Design, Axure RP, UXToolbox, WireframeSketcher Studio	Ментальная модель пользователя Диаграммы вариантов использования / реестр сценариев Шаблоны, макеты и прототипы интерфейса
Технический писатель	Аналитико-синтетическая переработка информации, визуализация информации, архитектура типизированной информации DITA	Axure RP, DITA	Спецификации требований к системе Техническое задание Описание автоматизируемых функций Руководство пользователя
Организатор командной работы, коммуникатор	Организация и моделирование процедур коллективной генерации идей, методики распределения ресурсов в проекте, управление проектом	MS Project	Планы и протоколы проведения совместных семинаров, заседаний, мозговых штурмов Матрицы распределения функций и ответственности План выполнения проекта

Указанные в таблице 23 методики, программные средства и формы представления результатов профессиональной деятельности системного аналитика являются базовым инструментарием, изучаемым не только при освоении дисциплины «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», но и таких дисциплин как «Моделирование систем», «Управление информационными системами предприятия», «Системное проектирование и реинжиниринг бизнес-процессов», «Инструментальные средства разработки систем», «Управление проектами». Продемонстрировать комплексное применение данных инструментов обучающемуся предстоит в рамках итоговой государственной аттестации в виде разработки мини-проекта в рамках проведения междисциплинарного государственного экзамена, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что является объектом профессиональной деятельности выпускника по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление?
- 2 Что такое организация?
- 3 Что подразумевают под понятием «архитектура организации»?
- 4 Какие три слоя архитектуры организации Вы знаете?
- 5 Что входит в понятие бизнес-архитектуры?
- 6 Что входит в понятие системной архитектуры?
- 7 Что входит в архитектуру приложений?
- 8 Что входит в архитектуру данных?
- 9 Что входит в техническую архитектуру?
- 10 Что входит в понятие сетевая архитектура?
- 11 Что входит в понятие архитектура платформ?
- 12 В чем заключается процессный подход к управлению?
- 13 Что такое предметная область?

14 В каких предметных областях может применять свои профессиональные навыки выпускник по направлению 27.03.03 – Системный анализ и управление?

15 Какими видами источников информации пользуется системный аналитик при выполнении анализа предметной области?

16 Почему для системного аналитика важен навык быстрого внедрения в предметную область? Что нужно для формирования такого навыка?

17 Почему математические методы оптимизации не могут использоваться во всех предметных областях и видах деятельности системного аналитика?

18 Что называется производственной деятельностью?

19 Какие виды производственных процессов Вам известны?

20 Что называется предметом труда?

21 Что называется средством труда?

22 Что такое средства производства?

23 Что такое воспроизводство?

24 Как можно классифицировать отрасли производства в рамках трехсекторной модели экономики?

25 Какие отрасли производства относят к материальному сектору?

26 Какие отрасли производства относят к потребительскому сектору?

27 Какие отрасли производства относят к фондосоздающему сектору?

28 Опишите шаблон модели черного ящика технологического процесса производства продукции и процедуру его использования.

29 Какова структура производственного предприятия?

30 Какие подразделения относят к подразделениям производственного назначения?

31 Какие подразделения относят к подразделениям непромышленного назначения?

32 Как можно использовать матрицу формирования задач производственного предприятия в деятельности системного аналитика?

33 Какие виды автоматизированных информационных систем, используемых на производстве, Вы знаете? Для решения каких задач они используются? Приведите примеры таких систем.

34 Какие задачи в рамках организации производства требуют для своей постановки и решения системного подхода?

35 Каким образом происходит формализация этих задач?

36 Поясните термин «ИТ-сервис».

37 Приведите примеры ИТ-сервисов.

38 Как можно классифицировать ИТ-сервисы?

39 Опишите шаблон модели черного ящика ИТ-сервиса. Каким образом его можно использовать в профессиональной деятельности системного аналитика?

40 Охарактеризуйте такие выходные параметры ИТ-сервиса как функциональность, время обслуживания, доступность, надежность, производительность, конфиденциальность, масштаб с точки зрения их измерения и контроля.

41 Что такое «Соглашение об уровне сервиса»? Кому и для чего нужен этот документ?

42 Какая информация указывается в SLA?

43 Как можно классифицировать офисные, производственные и складские объекты с точки зрения организации их ИТ-инфраструктуры?

44 Что такое ITIL?

45 Что такое ITSM?

46 В чем заключается сервисный подход к управлению? Каковы его преимущества?

47 Какие процессы управления выделяют для достижения краткосрочных целей организации? Опишите их.

48 Какие процессы управления выделяют для достижения среднесрочных целей организации? Опишите их.

49 Какие процессы управления выделяют для достижения долгосрочных целей организации? Опишите их.

50 Что такое проблема в рамках сервисного подхода?

51 Что такое инцидент в рамках сервисного подхода?

52 Что такое KPI? Для чего они используются? Приведите примеры.

53 Что такое метрики?

54 Какие метрики используются для формализации задач управления системной архитектурой организации?

55 Каковы особенности современного подхода к разработке автоматизированных информационных систем?

56 Что такое прототипирование?

57 Как прототипирование используется при разработке автоматизированных информационных систем?

58 Как распределяются функциональные роли среди команды разработчиков?

59 Какие роли выполняет системный аналитик при разработке автоматизированных информационных систем?

60 Опишите особенности действий системного аналитика при итеративной разработке требований к системе.

61 Какими инструментами располагает системный аналитик при разработке автоматизированных информационных систем?

Практические задания

1 На основе предложенного шаблона из подраздела 3.3 разработать три модели черного ящика для технологических процессов выбранных самостоятельно отраслей материального, фондосоздающего и потребительского сектора (одна модель черного ящика для каждого сектора).

Отчет по каждой модели должен содержать следующие разделы:

- описание продукта (наименование продукта, название отрасли, к какому сектору указанная отрасль относится – материальный, фондосоздающий, потребительский, назначение продукта и область применения, краткое описание и основные характеристики) – примерный объем 0,5 страницы;

- источники исходной информации для построения модели черного ящика (представить в двух таблицах: таблица 1 - перечень документов для обеспечения качества продукта (название документа, краткое описание документа), таблица 2 - перечень документов, регламентирующих технологический процесс изготовления продукта (название документа, краткое описание документа)) – примерный объем 1-2 страницы;

- операции технологического процесса производства (представить в виде таблицы со столбцами: наименование операции, продолжительность, тип операции (основная или вспомогательная), используемое оборудование) – примерный объем 1-1,5 страницы;

- модель черного ящика технологического процесса производства – 1-2 страницы.

2 По результатам выполнения предыдущего задания и на основе перечня типовых задач проектирования и управления в организации производства разработать модели черного ящика технологического процесса производства для двух выбранных точек зрения. Проанализировать изменения перечня выделенных параметров при изменении точки зрения на исследуемый процесс.

3 Для выбранных технологических процессов производства из задания 1 провести SADT-моделирование. По каждому процессу представить: список данных, список функций, диаграмму родительского уровня, диаграммы декомпозиции первого и второго уровня.

4 Разработать шаблон модели черного ящика для следующих процессов:

- проектирование новой продукции;
- модернизация ранее производившейся продукции;
- отработка конструкции на технологичность;
- выбора оборудования;
- выбора оснастки.

5 Сформировать перечень возможных критериев оптимизации для следующих видов задач:

- задача оптимальной загрузки оборудования (рабочего места);

- задача оптимального освоения новой техники (оптимальной стратегии обновления, оптимальной стратегии технического перевооружения, переоборудования предприятия или его подразделений);

- задача оптимизации объема производства на стадии освоения производственных мощностей.

- задача оптимального планирования приобретения;

- задача определения оптимального размера запасов материальных ресурсов;

- задача выбора складского оборудования;

- задача оптимизации размещения запасов материальных ресурсов на складе.

- задача оптимального планирования планово-предупредительного ремонта производственного оборудования;

- задача оптимального планирования оптимального расхода материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды;

- задача определения оптимальной очередности ремонтных работ;

- задача минимизации риска отказа производственного оборудования.

- определение оптимального маршрута перевозок;

- определение оптимальной загрузки транспортного парка;

- определение оптимальной цены на продукт;

- определение оптимального объема сбыта продукта.

6 Выполнить следующие проектные процедуры для разработки АРМ главного механика производственного предприятия:

- определить источники исходной информации для анализа предметной области АРМ главного механика;

- провести анализ и моделирование процессов предметной области АРМ главного механика производственного предприятия. Количество моделируемых процессов – не менее четырех. Нотацию моделирования выбрать самостоятельно;

- разработать перечень заинтересованных лиц;

- разработать документы для сбора и анализа запросов заинтересованных лиц методом интервьюирования и анкетирования;

- разработать перечень функций, выполняемых АРМ главного механика производственного предприятия;
- провести функциональное моделирование трех расчетных функций (по каждой функции представить SADT-диаграмму родительского уровня и диаграммы первого и второго уровня декомпозиции),
- найти, пользуясь интернет ресурсами, математическую модель для каждой рассматриваемой расчетной функции;
- составить модель черного ящика на основе найденной математической модели для каждой рассматриваемой расчетной функции;
- разработать блок-схему алгоритма реализации функции на основе математической модели;
- разработать структуру АРМ главного механика производственного предприятия;
- разработать информационное обеспечение АРМ в рамках выполнения выбранных трех расчетных функций. Представить в виде инфологической модели базы данных (количество сущностей - не менее 9, количество атрибутов для каждой сущности – не менее 8);
- на основе разработанной инфологической модели составить модель черного ящика разрабатываемой системы;
- разработать бизнес-требования, требования пользователей, а также функциональные и нефункциональные требования к АРМ главного механика;
- разработать сценарии взаимодействия пользователей с АРМ и представить в виде UML-диаграммы вариантов использования, а также в виде диаграммы связей программы (карта переходов, стенография переходов).
- разработать макет интерфейса АРМ.

Литература, рекомендуемая для изучения раздела 3

1 Васильев, Р.Б. Управление развитием информационных систем: учебное пособие для вузов / Р.Б. Васильев, Г.Н. Калянов, Г.А. Лёвочкина. – Издательство Горячая линия – Телеком, 2014. – 376 с.

2 Вигерс, Карл Разработка требований к программному обеспечению / Карл Вигерс. - М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004. – 576 с.

3 Варфоломеева, А.О. Информационные системы предприятия: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.О. Варфоломеева, А.В. Коряковский, В.П. Романов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 283 с.: – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=536732> .

4 Маглинец, Ю.А. Анализ требований к информационным системам: конспект лекций [Электронный ресурс] / Ю.А. Маглинец. - Красноярск: СФУ, 2007. – 100 с. - Режим доступа: <http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/06/Information-systems-analysis-and-requirements-analysis.pdf> .

5 Калянов, Г. Н. Консалтинг при автоматизации предприятий: научно-практическое издание / Г.Н. Калянов. - М.: СИН-ТЕГ, 1997. – 174 с. (Серия «Информатизация России на пороге XXI века»)

6 Купер, А. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия; пер. с англ. / А. Купер, Р. Рейман, Д.Кронин. – СПб.: Символ'Плюс, 2009. – 688 с.

7 Круг, С. Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!»; пер. с англ. / С. Круг. – СПб: Символ-Плюс, 2008. – 224 с.

8 Мандел, Т. Разработка пользовательского интерфейса; пер. с англ. / Т.Мандел. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 416 с.

9 Сергеев, С. Ф. Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: учебное пособие / С.Ф. Сергеев. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 117 с.

10 Головач, В. Дизайн пользовательского интерфейса: Искусство мыть слона [Электронный ресурс] / В. Головач. – 2010. – 94 с. - Режим доступа: <http://uibook2.usetheics.ru/uibookII.pdf>

11 Коберн, А. Быстрая разработка программного обеспечения / А. Коберн. – М.: Лори, 2002. - 314 с.

12 Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования SADT: монография /Д. Марка, К. МакГоуэн. - М.: МетаТехнология, 1993. - 240 с.

13 Черемных, С.В. Моделирование и анализ систем: IDEF-технологии: практикум / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2006 г. – 192 с.

Список использованных источников

- 1 Гаибова, Т.В. Особенности формирования учебных заданий при организации освоения проектных компетенций / Т.В. Гаибова, Н.А. Шумилина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: всероссийская научно-методическая конференция. - [Электронный ресурс]. – Зарег. ФГУП НТЦ «Информрегистр». – Свидетельство №44379. – Оренбург: ОГУ, 2016.
- 2 Протасов, Ю.Н. Системный подход как общенаучный метод [Электронный ресурс] / Ю.Н. Протасов. – Режим доступа: <http://lawbook.online/gosudarstva-prava-teoriya/sistemnyiy-podhod-kak-obschenauchnyiy-49630.html>
- 3 Леске, М. Почему имеет смысл спорить о понятиях; пер с нем. / М. Леске, Г. Редлов, Г. Штилер. - М.: Политиздат, 1987. – 288 с.
- 4 Уемов, А.И. Системный подход и общая теория систем / А.И. Уемов. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
- 5 Сагатовский, В.Н. Опыт построения категориального аппарата системного подхода / В.Н. Сагатовский // Философские науки. – 1976. - №3. – С. 67 - 78
- 6 Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ: учебник для вузов / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
- 7 Волкова, В.Н., Денисов, А.А. Основы теории систем и системного анализа: учебник для студентов вузов / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1997. – 510 с.
- 8 Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: учебное пособие для вузов / В.Н. Волкова [и др.]. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
- 9 Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – М.: Высшая школа, 2005. – 544 с.
- 10 Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования SADT: монография / Д. Марка, К. МакГоуэн. - М.: МетаТехнология, 1993. - 240 с.

11 Черемных, С.В. Моделирование и анализ систем: IDEF-технологии: практикум / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2006 г. – 192 с.

12 Путь аналитика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bestpractices.ru/index.php/materialy-knigi/74-saway-tmpl-01-zaprosy-zainteresovannogo-litsa> . – Загл. с экрана.

13 Маглинец, Ю.А. Анализ требований к информационным системам : конспект лекций [Электронный ресурс] / Ю.А. Маглинец. - Красноярск: СФУ, 2007. – 100 с. - Режим доступа: <http://www.astra-partners.ru/images/docs/Katalog-IT-uslug.pdf>

14 Коберн, А. Современные методы описания функциональных требований к системам / А. Коберн. – Издательство Лори, 2011. - 288 с.

15 Вигерс, Карл Разработка требований к программному обеспечению / Карл Вигерс. - М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004. - 576с.

16 Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения; пер. с англ. / Р.Л. Кини, Х. Райфа. - Москва: Радио и связь, 1981. - 560 с.

17 Васильев, Р.Б. Управление развитием информационных систем: учебное пособие для вузов / Р.Б. Васильев, Г.Н. Калянов, Г.А. Лёвочкина. – Издательство Горячая линия – Телеком, 2014. – 376 с.

18 Хватов, Б.Н Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.Н. Хватов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 112 с. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2008/hvatov-a.pdf>.

19 Гайлунь, В.В. Концептуальные подходы к организации ИТ-инфраструктуры в корпоративной среде [Электронный ресурс] / В.В. Гайлунь // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2013. - №10. - Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2013/10/3051>.

20 Каталог ИТ-услуг для аутсорсинга [Электронный ресурс] - М.: НП Астра, 2012. - Режим доступа: <http://www.astra-partners.ru/images/docs/Katalog-IT-uslug.pdf>.

21 Брукс, П. Метрики для управления ИТ-услугами; пер. с англ. / Питер Брукс. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. - 283 с.

Приложение А

(обязательное)

Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников в соответствии с профессиональными стандартами

Таблица А.1 – Обобщенные трудовые функции и трудовые функции выпускников направления 27.03.03

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)
Системный аналитик УТВЕРЖДЕН от «28» октября 2014 г. № 809н	Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности (С)	Планирование разработки или восстановления требований к системе (С/01.6)
		Анализ проблемной ситуации заинтересованных лиц (С/02.6)
		Разработка бизнес-требований заинтересованных лиц (С/03.6)
		Постановка целей создания системы (С/04.6)
		Разработка концепции системы (С/05.6)
		Разработка технического задания на систему (С/06.6)
		Организация оценки соответствия требованиям существующих систем и их аналогов (С/07.6)
		Представление концепции, технического задания на систему и изменений в них заинтересованным лицам (С/08.6)
		Организация согласования требований к системе (С/09.6)
		Разработка шаблонов документов требований (С/10.6)
		Постановка задачи на разработку требований к подсистемам и контроль их качества (С/11.6)
		Сопровождение приемочных испытаний и ввода в эксплуатацию системы (С/12.6)
		Обработка запросов на изменение требований к системе (С/13.6)

Продолжение таблицы А.1

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)
Программист УТВЕРЖДЕН от «18» ноября 2013 г. № 679н;	Разработка требований и проектирование программного обеспечения (D)	Анализ требований к программному обеспечению (D/01.6)
		Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие (D/02.6)
		Проектирование программного обеспечения (D/03.6)
Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами УТВЕРЖДЕН от «11» февраля 2014 г. № 86н	Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике (A)	Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану (A/01.6)
		Управление разработкой технической документации проектных работ (A/02.6)
		Осуществление работ по планированию ресурсного обеспечения проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (A/03.6)
	Организация проведения работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (B)	Организация выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом сектора (лаборатории) (B/01.6)
		Управление ресурсами соответствующего структурного подразделения организации (B/02.6)
		Организация анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (B/03.6)
Специалист по информационным системам УТВЕРЖДЕН от «18» ноября 2014 г. № 896н;	Выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы (C)	Определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализации в ИС на этапе предконтрактных работ (C/01.6)
		Инженерно-техническая поддержка подготовки коммерческого предложения заказчику на поставку, создание (модификацию) и ввод в эксплуатацию ИС на этапе предконтрактных работ (C/02.6)
		Планирование коммуникаций с заказчиком в проектах создания (модификации) и ввода ИС в эксплуатацию (C/03.6)
		Идентификация заинтересованных сторон проекта (C/04.6)
		Распространение информации о ходе выполнения работ по проекту (C/05.6)
		Управление заинтересованными сторонами проекта (C/06.6)

Продолжение таблицы А.1

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)
		Документирование существующих бизнес-процессов организации заказчика (реверс-инжиниринг бизнес-процессов организации) (С/07.6)
		Разработка модели бизнес-процессов заказчика (С/08.6)
		Адаптация бизнес-процессов заказчика к возможностям ИС (С/09.6)
		Инженерно-технологическая поддержка планирования управления требованиями (С/10.6)
		Выявление требований к ИС(С/11.6)
		Анализ требований (С/12.6)
		Согласование и утверждение требований к ИС (С/13.6)
		Разработка архитектуры ИС(С/14.6)
		Разработка прототипов ИС(С/15.6)
		Проектирование и дизайн ИС (С/16.6)
		Разработка баз данных ИС (С/17.6)
		Организационное и технологическое обеспечение кодирования на языках программирования (С/18.6)
		Организационное и технологическое обеспечение модульного тестирования ИС (верификации) (С/19.6)
		Организационное и технологическое обеспечение интеграционного тестирования ИС (верификации) (С/20.6)
		Исправление дефектов и несоответствий в архитектуре и дизайне ИС, подтверждение исправления дефектов и несоответствий в коде ИС и документации к ИС (С/21.6)
		Создание пользовательской документации к ИС (С/22.6)
		Методологическое обеспечение обучения пользователей ИС (С/23.6)
		Развертывание ИС у заказчика (С/24.6)
		Разработка технологий интеграции ИС с существующими ИС у заказчика (С/25.6)
		Оптимизация работы ИС(С/26.6)
Определение порядка управления изменениями (С/27.6)		
Анализ запросов на изменение (С/28.6)		
Согласование запросов на изменение с заказчиком (С/29.6)		
Проверка реализации запросов на изменение в ИС (С/30.6)		

Продолжение таблицы А.1

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)
		Управление доступом к данным (С/31.6)
		Контроль поступления оплат по договорам за выполненные работы (С/32.6)
		Реализация процесса обеспечения качества в соответствии с регламентами организации (С/33.6)
		Реализация процесса контроля качества в соответствии с регламентами организации (С/34.6)
		Организация приемо-сдаточных испытаний (валидации) ИС (С/35.6)
		Осуществление закупок (С/36.6)
		Идентификация конфигурации ИС (С/37.6)
		Ведение отчетности по статусу конфигурации (С/38.6)
		Осуществление аудита конфигураций (С/39.6)
		Организация репозитория хранения данных о создании (модификации) и вводе ИС в эксплуатацию (С/40.6)
		Управление сборкой базовых элементов конфигурации ИС (С/41.6)
		Организация заключения договоров на выполняемые работы, связанных с ИС (С/42.6)
		Мониторинг и управление исполнением договоров на выполняемые работы (С/43.6)
		Организация заключения дополнительных соглашений к договорам (С/44.6)
		Закрытие договоров на выполняемые работы (С/45.6)
		Регистрация запросов заказчика (С/46.6)
		Организация заключения договоров сопровождения ИС (С/47.6)
		Обработка запросов заказчика по вопросам использования ИС (С/48.6)
		Инициирование работ по реализации запросов, связанных с использованием ИС (С/49.6)
		Закрытие запросов заказчика (С/50.6)
		Определение порядка управления документацией (С/51.6)
		Организация согласования документации (С/52.6)
		Организация утверждения документации (С/53.6)
		Управление распространением документации (С/54.6)

Продолжение таблицы А.1

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)
		<p>Командообразование и развитие персонала (С/55.6)</p> <p>Управление эффективностью работы персонала (С/56.6)</p>
<p>Руководитель проектов в области информационных технологий УТВЕРЖДЕН от «18» ноября 2014 г. № 893н;</p>	<p>Управление проектами в области ИТ на основе полученных планов проектов в условиях, когда проект не выходит за пределы утвержденных параметров (А)</p>	<p>Идентификация конфигурации информационной системы (ИС) в соответствии с полученным планом (А/01.6)</p> <p>Ведение отчетности по статусу конфигурации ИС в соответствии с полученным планом (А/02.6)</p> <p>Аудит конфигураций ИС в соответствии с полученным планом (А/03.6)</p> <p>Организация репозитория проекта в области ИТ в соответствии с полученным планом (А/04.6)</p> <p>Проверка реализации запросов на изменение (верификация) в соответствии с полученным планом (А/05.6)</p> <p>Организация заключения договоров в проектах в соответствии с полученным заданием (А/06.6)</p> <p>Мониторинг выполнения договоров в проектах в области ИТ в соответствии с полученным планом (А/07.6)</p> <p>Организация заключения дополнительных соглашений к договорам в соответствии с полученным заданием (А/08.6)</p> <p>Регистрация запросов заказчика в соответствии с установленными регламентами (А/09.6)</p> <p>Согласование документации в соответствии с установленными регламентами (А/10.6)</p> <p>Управление распространением документации в соответствии с установленными регламентами (А/11.6)</p> <p>Контроль хранения документации в соответствии с установленными регламентами (А/12.6)</p> <p>Сбор информации для инициации проекта в соответствии с полученным заданием (А/13.6)</p>

Продолжение таблицы А.1

Профессиональный стандарт	Обобщенные трудовые функции (с кодами)	Трудовые функции (с кодами)
		Планирование проекта в соответствии с полученным заданием (А/14.6)
		Организация исполнения работ проекта в соответствии с полученным планом (А/15.6)
		Мониторинг и управление работами проекта в соответствии с установленными регламентами (А/16.6)
		Общее управление изменениями в проектах в соответствии с полученным заданием (А/17.6)
		Завершение проекта в соответствии с полученным заданием (А/18.6)
		Подготовка к выбору поставщиков в проектах в области ИТ в соответствии с полученным заданием (А/19.6)
		Исполнение закупок в ИТ-проектах в соответствии с полученным заданием (А/20.6)
		Обеспечение качества в проектах в области ИТ в соответствии с установленными регламентами (А/21.6)
		Организация приемо-сдаточных испытаний (валидация) в проектах малого и среднего уровня сложности в области ИТ в соответствии с установленными регламентами (А/22.6)
		Организация выполнения работ по выявлению требований в соответствии с полученным планом (А/23.6)
		Организация выполнения работ по анализу требований в соответствии с полученным планом (А/24.6)
		Согласование требований в соответствии с полученными планами (А/25.6)
		Реализация мер по неразглашению информации, полученной от заказчика (А/26.6)
		Идентификация заинтересованных сторон проекта в области ИТ в соответствии с полученным заданием (А/27.6)
		Распространение информации в проектах в области ИТ в соответствии с полученным заданием (А/28.6)
		Идентификация рисков проектов в области ИТ в соответствии с полученным заданием (А/29.6)
		Анализ рисков в проектах в области ИТ в соответствии с полученным заданием (А/30.6)

Приложение Б
(обязательное)

Пример документирования запросов заинтересованного лица

«Название системы»

Запросы заинтересованного лица
<Фамилия Имя Отчество>

Утверждено:

ФИО, ФИО, ... , ФИО.

Согласовано:

ФИО, ФИО, ... , ФИО.

Содержание

1.	Введение	197
1.1	Цель документа	197
1.2	Рамки документа	197
1.3	Целевая аудитория документа	197
1.4	Материалы	197
2.	Описание заинтересованного лица или пользователя.....	198
3.	Исследование проблем заинтересованного лица	198
4.	Понимание рабочего окружения пользователя.....	199
5.	Подтверждение понимания проблем	199
6.	Вклад аналитика в определение проблем заинтересованных лиц (подтвердить или опровергнуть предположения)	200
7.	Исследование (оценка) предлагаемого решения (если применимо).....	201
8.	Исследование (оценка) перспектив	201
9.	Исследование (оценка) надежности, производительности и поддержки.....	201
9.1	Другие требования	202
10.	Резюме.....	202
11.	Сводка аналитика.....	202
Приложение 1		
11.1	Вспомогательный текст.....	
12.	История изменений шаблона	

Список изменений документа

Версия	Дата	Изменения	Автор
1.0		Документ создан.	

*

1. Введение

1.1 Цель документа

В этом разделе описывается цель создания документа.

Пример

Целью данного документа является описание проблем заинтересованного лица для дальнейшего анализа и выявления требований к системе «Название системы».

1.2 Рамки документа

В этом разделе документа приводится описание рамок документа: указывается, причина появления данного документа, его роль в будущем, какие другие документы должны появиться на базе этого документа, кто и что должен сделать в связи с появлением текущего документа.

Пример

Настоящий документ описывает запросы конкретного заинтересованного лица, которые являются результатом проведения одного или несколько интервью с заинтересованным лицом. Документ будет использоваться при разработке требований к системе «Название системы». Документ не утверждается и не согласовывается.

1.3 Целевая аудитория документа

В этом разделе описывается целевая аудитория документа.

Пример

Документ предназначен для бизнес аналитиков и системных аналитиков, которые участвуют в сборе и анализе требований.

1.4 Материалы

Необязательный раздел.

В данном разделе приводятся ссылки на различные документы, с которыми полезно ознакомиться перед изучением данного документа.

2. Описание заинтересованного лица или пользователя

В данном разделе необходимо дать краткую характеристику заинтересованного лица или пользователя.

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Имя:* _____ *Компания:* _____
 2. *Должность:* _____
 3. *Каковы ваши ключевые обязанности?*
 4. *Что является результатом вашей работы с материальной точки зрения (изделие, программный код, документ и т.п.) и кто им пользуется?*
 5. *Каковы критерии успеха вашей работы?*
 6. *Какие проблемы являются помехой для успешной работы?*
 7. *Какие, если есть, отклонения делают вашу работу сложнее или легче?*
-

3. Исследование проблем заинтересованного лица

В этом разделе содержится описание выявленных задач и проблем в работе заинтересованного лица.

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Для решения, каких задач вам требуются инструментальные средства?*
2. *Что это за задачи? [Подсказка: продолжайте спрашивать “Что-нибудь еще?"]*

Для каждой задачи уточните:

1. *Какая проблема возникла при решении задачи и почему эта проблема возникла?*
2. *Как вы сейчас ее решаете?*
3. *Как вы хотели бы ее решать?*

4. Понимание рабочего окружения пользователя

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Кто является пользователем?*
2. *Каков их образовательный уровень?*
3. *Каков их уровень владения компьютером?*
4. *Обладают ли пользователи опытом работы с подобными приложениями?*
5. *Какие платформы используются? Какие планируются?*
6. *Интерфейс с какими дополнительными приложениями требуется?*
7. *Каковы ваши ожидания относительно удобства пользования продуктом?*
8. *Каковы ваши ожидания относительно времени обучения необходимого для пользования продуктом?*
9. *Какая бумажная и on-line документация необходима?*

5. Подтверждение понимания проблем

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Вы сказали мне [список описанных заинтересованным лицом проблем своими словами]:*
 -
 -
 -
2. *Правильно ли это отражает проблемы, имеющиеся при использовании существующего решения?*
3. *Какие, если есть, другие проблемы были обнаружены?*

6. Вклад аналитика в определение проблем заинтересованных лиц (подтвердить или опровергнуть предположения)

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *[В этом разделе опишите проблемы, которые не связаны с заинтересованным лицом, но которые, по вашему мнению, могут его касаться]*

Список любых потребностей и проблем, которые могут касаться заинтересованного лица:

-
-
-

2. *Для каждой предложенной проблемы выяснить:*

1. *Является ли эта проблема реальной?*
2. *Каковы причины этой проблемы?*
3. *Как вы решаете данную проблему?*
4. *Как хотели бы решать?*
5. *Какой бы вы выставили приоритет решения данной проблемы по сравнению с ранее указанными?*

7. Исследование (оценка) предлагаемого решения (если применимо)

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Что было бы, если вы [резюмируете ключевые возможности предлагаемого решения]*
 -
 -
 -
2. *Какой бы вы выставили приоритет важности этого?*

8. Исследование (оценка) перспектив

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Кто является потребителем обсуждаемого приложения в вашей организации?*
2. *Как много пользователей разных типов будут использовать приложение?*
3. *Какова для вас ценность успешного решения?*

9. Исследование (оценка) надежности, производительности и поддержки

Предлагается ответить на следующие вопросы:

Каковы ваши ожидания относительно надежности (отказоустойчивости)?

1. *Каковы ваши ожидания относительно производительности?*
2. *Кто будет заниматься поддержкой продукта?*
3. *Есть ли специфичные потребности в поддержке? Есть ли требования по техническому обслуживанию?*

4. *Каковы требования к безопасности?*
5. *Каковы требования к процессу инсталляции и конфигурирования?*
6. *Есть ли специфичные лицензионные требования?*
7. *Какими способами будет распространяться ПО?*
8. *Каковы требования к оформлению продукта (логотипы и т.п.) ?*

9.1 Другие требования

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Каковы, если есть, законодательные или дополнительные требования или необходимые для поддержки стандарты?*
 2. *Можете ли вы вспомнить другие требования, о которых следует сказать?*
-

10. Резюме

Предлагается ответить на следующие вопросы:

1. *Есть ли еще вопросы, которые необходимо обсудить?*
 2. *Если мне потребуются разъяснения, могу ли я позвонить?*
 3. *Могли бы вы принять участие в рецензировании требований?*
-

11. Сводка аналитика

Приведите резюме 3-4 самых высокоприоритетных проблем для данного пользователя/заинтересованного лица.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Приложение В (обязательное)

Классификация предприятий с точки зрения организации системной архитектуры

Таблица В.1 – Категории офисов с точки зрения организации системной архитектуры

Классификационные признаки	Типы офисов		
	Малый офис	Средний офис	Большой офис
Назначение	Продажи, обслуживание и сервис, учебные центры	Комплексный офис одного или нескольких бизнес-дивизионов компании, включающий основные внутренние подразделения (отделы продаж, качества, кадров, маркетинг, бухгалтерию и пр.)	Комплексный офис нескольких бизнес-дивизионов компании, включающий как подразделения самих дивизионов, так и различные вспомогательные и обеспечивающие службы. Помимо этого большие офисы демонстрируют имидж компании и используются для выполнения представительских функций
Количество персонала	5-50 сотрудников	50-250 сотрудников	250-1000 сотрудников
Физическое расположение	Город	Город	Город, центральная часть
Площадь/Этажность	50-150 кв. м./1 этаж	200-2000 кв. м./1-2 этажа	>2000 кв. м./2-3 этажа
Помещения под офис (собственность/аренда)	В основном аренда помещений у собственников офисных зданий	В основном аренда помещений у собственников офисных зданий	В основном аренда помещений у собственников офисных зданий
Вероятность изменения географического местоположения	Существует	Существует	Существует
Частота переездов офиса	2-3 в пределах 3-х летнего периода	1 в пределах 3-х летнего периода	1 в пределах 5 летнего периода
Дизайн офиса	Функциональный	Типовой, функциональный	Представительский, функциональный
Размещение персонала	В произвольном порядке	Структурировано по подразделениям	Структурировано по подразделениям
Переезды персонала в пределах офиса	Характеристика не применяется	Возможно, периодическое	Возможно, периодическое

Продолжение таблицы В.1

Классификационные признаки	Типы офисов		
	Малый офис	Средний офис	Большой офис
Группы промышленного инжиниринга	Отсутствуют	Могут присутствовать одна или несколько групп различных направлений	Могут присутствовать одна или несколько групп различных направлений
Развитость ядра ИТ инфраструктуры в пределах офиса (серверы, резервное копирование, ИБП и пр.)	Отсутствуют	Полноценный комплект серверного и телекоммуникационного оборудования, включающий устройства резервного копирования, системы бесперебойного питания	Серверное оборудование различных классов, системы непосредственного и сетевого резервного копирования, многофункциональное телекоммуникационное оборудование, специальные системы энергоснабжения и бесперебойного электропитания
Наличие защищенных помещений для размещения ядра ИТ инфраструктуры (серверные и кроссовые объекты)	Отсутствует	Одно серверное помещение, от 1 до 3 кроссовых комнат с системами кондиционирования/вентиляции/пожаротушения	Несколько автономных серверных помещений, от 4 до 10 кроссовых комнат с системами кондиционирования/вентиляции/пожаротушения
Локальная вычислительная сеть (проводная/беспроводная)	ЛВС обычно проводная, возможно использование комбинированных решений с беспроводными точками доступа	ЛВС обычно проводная. Беспроводные компоненты сети могут использоваться для организации гостевых сегментов со специально настроенными точками доступа	ЛВС комбинированная. Проводная сеть в значительной степени дополнена беспроводными решениями корпоративного уровня, позволяющими расширить возможности пользователей компании в сочетании с развертыванием гостевых сегментов со специально настроенными точками доступа
Структурированная кабельная система (СКС)	Прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Принадлежит компании, прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Принадлежит компании, прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели
Наличие локальной ИТ поддержки	Отсутствует	Присутствует	Присутствует

Продолжение таблицы В.1

Классификационные признаки	Типы офисов		
	Малый офис	Средний офис	Большой офис
Защищенность ИТ информации	Централизованная защита отсутствует. Ответственность за хранение данных возлагается на пользователей-владельцев компьютеров	Информация защищена посредством организации централизованного безопасного хранения данных на файловых серверах и в системах резервного копирования, размещаемых в помещениях ограниченного и контролируемого доступа. Доступ в помещения предоставляется только авторизованному персоналу	Информация защищена посредством организации централизованного безопасного хранения данных на файловых серверах и в системах резервного копирования, размещаемых в ЦОД и помещениях ограниченного и контролируемого доступа. Доступ в помещения предоставляется только авторизованному персоналу
Организация офисной печати, сканирования, копирования, факсов	Локальные принтеры и сканеры подключены к компьютерам пользователей. Принт-серверы отсутствуют. Копиры и факсы, отдельные, не интегрированные устройства	Печать, копирование и сканирование организованы как сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных (или большое количество персональных принтеров и принтеров/плоттеров для небольших рабочих групп). Факсы – отдельные, не интегрированные в корпоративную сеть устройства. Принтеры и копиры могут обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта	Печать, копирование и сканирование организованы как единый сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Оборудованы специализированные комнаты или киоски печати, которые могут обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта
Основные типы ПК в офисе – настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, собственные устройства	Настольные, ноутбуки. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов	Настольные, ноутбуки, возможно использование тонких клиентов. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов	Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов, а также получать специальный доступ к данным посредством программных клиентов корпоративного уровня

Продолжение таблицы В.1

Классификационные признаки	Типы офисов		
	Малый офис	Средний офис	Большой офис
Средства проведения презентаций – проекторы, телевизионные панели	Наличие таких устройств наиболее характерно для учебных и сервисных центров	Присутствуют в переговорных и конференц-комнатах. В общую сеть офиса обычно не интегрируются	Присутствуют в переговорных и конференц-залах. Интегрируются в общую сеть офиса, могут управляться дистанционно
Телефонные аппараты	Стационарные и мобильные телефоны сотрудников	Стационарные и мобильные телефоны сотрудников	Стационарные и мобильные телефоны сотрудников
Ресурсы телефонной связи (внутренние/внешние)	Телефонные ресурсы могут быть как собственностью компании, так и предоставляться арендодателем. Производится дополнительная стыковка с телефонной инфраструктурой компании. Предоставляется полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь	Телефонные ресурсы расположены непосредственно в офисе и являются собственностью компании. Предоставляют полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь	Телефонные ресурсы расположены непосредственно в офисе и являются собственностью компании. Предоставляют полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь
Системы видеоконференций	Специальное оборудование отсутствует. Видеоконференции могут проводиться при помощи программных клиентов, установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер	Возможно комбинированное решение с использованием как специального оборудования для проведения видеоконференций, так и эксплуатацию программных клиентов, установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер. Система видеоконференций подключена к корпоративной сети и потребляет ее ресурсы	Возможно комбинированное решение с использованием как специального оборудования для проведения видеоконференций, так и эксплуатацию программных клиентов, установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер. Система видеоконференций подключена к корпоративной сети и потребляет ее ресурсы

Таблица В.2 – Категории производственных предприятий с точки зрения организации системной архитектуры

Классификационные признаки	Типы производств			
	Проектно-опытное / единичное	Дискретное автоматизированное (серийное, групповое, поточное, массовое)	Дискретное неавтоматизированное (механизированное / ручное)	Процессное
1	2	3	4	5
Назначение	Производство опытных образцов продукции, оборудования специфичного тому или иному внедренческому проекту. Малый объем выпуска изделий	Гибкое производство повторяющихся серий изделий в различных объемах с общими конструктивными или технологическими признаками с заданными уровнями трудоемкости и качества изготовления	Производство небольших серий или комплектов изделий с использованием механизированных или ручных технологических операций и процедур	Производство, предназначенное для многоэтапной переработки первичного сырья в готовую продукцию
Объемы производства	Единичные объемы, уникальные образцы	Малые средние или большие	Малые, средние	Большие
Автоматизация производства	Частично	Полная	Нет	Полная
Масштабируемость производства	Нет	Да	Да	Да
Наличие систем MES, PLM и др.	Нет	Да	Нет	Да
Использование продуктов компьютерного проектирования (CAD/CAM/DM)	Возможно	Возможно	Возможно	Возможно
Интеграция производственных приложений с корпоративными ERP системами	Возможно	Возможно	Возможно	Возможно

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5
Инжиниринговые группы на производстве	Одна или несколько, непосредственно связанные с организацией выпуска продукции предприятием	Одна или несколько, непосредственно связанные с организацией выпуска продукции предприятием	Одна или несколько, непосредственно связанные с организацией выпуска продукции предприятием	Одна или несколько, непосредственно связанные с организацией выпуска продукции предприятием
Преимущественное физическое расположение	Город, пригород, промышленная зона	Город, пригород, промышленная зона	Город, пригород, промышленная зона	Пригород, промышленная зона
Вероятность изменения географического местоположения	Возможно	Маловероятно	Возможно	Маловероятно
Размещение персонала	Инжиниринговые группы могут располагаться непосредственно на производстве. Вспомогательные службы в специально отведенных помещениях офисного типа	Производственный персонал размещается непосредственно на производстве. Вспомогательные службы и инженеринговые группы в специально отведенных помещениях офисного типа	Производственный персонал размещается непосредственно на производстве. Вспомогательные службы в специально отведенных помещениях офисного типа	Производственный персонал размещается непосредственно на производстве. Вспомогательные службы и инженеринговые группы в специально отведенных помещениях офисного типа
Переезды персонала в пределах производства	Возможно	Маловероятно	Возможно	Маловероятно
Развитость ядра ИТ инфраструктуры в пределах производства (серверы, резервное копирование, телекоммуникационные устройства, ИБП и пр.)	Возможно в сокращенном варианте с целью обеспечения проектно-опытной деятельности производства	Серверное оборудование различных классов, системы непосредственного и сетевого резервного копирования, многофункциональное телекоммуникационное оборудование, специальные системы энергоснабжения и бесперебойного электропитания	Возможно в сокращенном варианте с целью обеспечения сбороочной деятельности производства	Серверное оборудование различных классов, системы непосредственного и сетевого резервного копирования, многофункциональное телекоммуникационное оборудование, специальные системы энергоснабжения и бесперебойного электропитания

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5
Наличие защищенных помещений для размещения ядра ИТ инфраструктуры (серверные и кроссовые объекты)	Возможно в сокращенном варианте	Одно или несколько автономных серверных помещений/кроссовые комнаты с системами кондиционирования/вентиляции/пожаротушения	Отсутствуют	Одно или несколько автономных серверных помещений/кроссовые комнаты с системами кондиционирования/вентиляции/пожаротушения
Локальная вычислительная сеть (проводная/беспроводная)	ЛВС обычно проводная, возможно использование комбинированных решений с беспроводными точками доступа	ЛВС обычно проводная. Беспроводные компоненты сети могут использоваться для организации специальных производственных или гостевых сегментов с использованием помехозащищенных точек доступа	ЛВС обычно проводная, возможно использование комбинированных решений с беспроводными точками доступа	ЛВС обычно проводная. Беспроводные компоненты сети могут использоваться для организации специальных производственных или гостевых сегментов с использованием помехозащищенных точек доступа
Защищенность ИТ информации	Информация защищена посредством организации централизованного безопасного хранения данных на файловых серверах и в системах резервного копирования, размещаемых в помещениях ограниченного и контролируемого доступа	Информация защищена посредством организации централизованного безопасного хранения данных на файловых серверах и в системах резервного копирования, размещаемых в ЦОД и помещениях ограниченного и контролируемого доступа. Доступ в помещения предоставляется только авторизованному персоналу	Информация защищена посредством организации централизованного безопасного хранения данных на файловых серверах и в системах резервного копирования, размещаемых в помещениях ограниченного и контролируемого доступа	Информация защищена посредством организации централизованного безопасного хранения данных на файловых серверах и в системах резервного копирования, размещаемых в ЦОД и помещениях ограниченного и контролируемого доступа. Доступ в помещения предоставляется только авторизованному персоналу

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5
Структурированная кабельная система (СКС)	Принадлежит компании, прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Принадлежит компании, прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Принадлежит компании, прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Принадлежит компании, прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели
Наличие локальной ИТ поддержки	Отсутствует	Присутствует	Отсутствует	Присутствует
Организация печати, сканирования, копирования, факсов	Печать, копирование и сканирование организованы как сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Как вариант возможно использование принтеров/плоттеров для небольших рабочих групп. Факсы – отдельные, не интегрированные в корпоративную сеть устройства. Печатное оборудование может обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта	Печать, копирование и сканирование организованы как единый сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Оборудованы специализированные комнаты или киоски печати, которые могут обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта	Печать, копирование и сканирование организованы как сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Печатное оборудование может обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта	Печать, копирование и сканирование организованы как единый сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Оборудованы специализированные комнаты или киоски печати, которые могут обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5
<p>Основные типы ПК – настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, промышленные, собственные устройства</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, промышленные компьютеры как отдельно, так и в составе производственных линий. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, промышленные компьютеры как отдельно, так и в составе производственных линий. Собственные устройства не интегрированы в корпоративную сеть, однако могут использоваться для чтения корпоративной почты с помощью специальных защищенных программ клиентов</p>
<p>Средства проведения презентаций – проекторы, телевизионные панели</p>	<p>Ограниченное количество. В сеть офиса, как правило, не интегрируются</p>	<p>Присутствуют в переговорных и конференц-залах. Возможно использование панелей контроля производства в диспетчерских помещениях. Интегрируются в общую сеть офиса, могут управляться дистанционно</p>	<p>Ограниченное количество</p>	<p>Присутствуют в переговорных и конференц-залах. Возможно использование панелей контроля производства в диспетчерских помещениях. Интегрируются в общую сеть офиса, могут управляться дистанционно</p>
<p>Ресурсы телефонной связи (внутренние/внешние)</p>	<p>Телефонные ресурсы расположены непосредственно на производстве и являются собственностью компании. Предоставляют полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>	<p>Телефонные ресурсы расположены непосредственно на производстве и являются собственностью компании. Предоставляют полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>	<p>Телефонные ресурсы расположены непосредственно в офисе и являются собственностью компании. Предоставляют полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>	<p>Телефонные ресурсы расположены непосредственно на производстве и являются собственностью компании. Предоставляют полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5
Телефонные аппараты	Стационарные и мобильные телефоны сотрудников	Стационарные, мобильные телефоны сотрудников, радиотелефоны, системы специальной связи	Стационарные, мобильные телефоны сотрудников, радиотелефоны	Стационарные, мобильные телефоны сотрудников, радиотелефоны, системы специальной связи
Системы видеоконференций	Специальное оборудование отсутствует. Видеоконференции могут проводиться при помощи программных клиентов установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер	Возможно комбинированное решение с использованием как специального оборудования для проведения видеоконференций, так и эксплуатацию программных клиентов установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер. Система видеоконференций подключена к корпоративной сети и потребляет ее ресурсы	Специальное оборудование отсутствует. Видеоконференции могут проводиться при помощи программных клиентов установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер	Возможно комбинированное решение с использованием как специального оборудования для проведения видеоконференций, так и эксплуатацию программных клиентов установленных на локальные компьютеры при наличии встроенных или навесных видеокамер. Система видеоконференций подключена к корпоративной сети и потребляет ее ресурсы
Наличие помех промышленного характера	Нет	Возможны	Нет	Возможны
Наличие специальных площадок для проведения испытаний	Возможно	Возможно	Возможно	Нет

Таблица В.3 – Категории складских комплексов с точки зрения организации системной архитектуры

Классификационные признаки	Типы складских комплексов		
	Немеханизированные	Механизированные	Автоматизированные
1	2	3	4
Назначение	Склады такого типа применяются для хранения легкой, небольшого размера продукции. Товары размещаются на полках или в специальных емкостях. Может использоваться простое вспомогательное оборудование (тележки для перемещения паллет, карусели)	Предназначены для приемки, выдачи и хранения различных грузов с использованием различных видов механизированного оборудования (штабелеров, кранов, конвейеров и пр.). Управление механизированными системами осуществляется операторами	Комплекс стеллажных систем, обслуживаемый высокоскоростными кранами-штабелерами, погрузочно-разгрузочными роботами, автоматическими транспортерами для оптимального и своевременного перемещения большого количества единиц хранения
Объемы хранения	Малые, средние	Средние или большие	Большие
Масштабируемость	Обычно отсутствует	Да	Да
Наличие систем WMS	Нет или системы начального уровня	Системы среднего уровня	Комплексные системы
Интеграция складских приложений с корпоративными ERP системами	Обычно отсутствует	Да	Да
Использование RFID	Нет	Возможно	Да
Преимущественное физическое расположение	Город, пригород, промышленная зона	Город, пригород, промышленная зона	Город, пригород, промышленная зона
Вероятность изменения географического местоположения	Возможно	Маловероятно	Маловероятно
Офисное помещение в составе складского комплекса	Обычно отсутствует	Возможно	Возможно
Размещение персонала	В пределах склада	В специально отведенных помещениях офисного типа	В специально отведенных помещениях офисного типа

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4
Наличие специальных помещений для размещения объектов ИТ инфраструктуры (специальное оборудование, кроссовые объекты)	Нет	Возможно	Возможно
Локальная вычислительная сеть (проводная/беспроводная)	ЛВС обычно проводная, возможно использование комбинированных решений с беспроводными точками доступа	Комбинированные решения с беспроводными точками доступа	Комбинированные решения с беспроводными точками доступа
Структурированная кабельная система (СКС)	Прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели	Прокладывается сертифицированными подрядчиками. Включает в себя как сетевые, так и телефонные кабели
Наличие локальной ИТ поддержки	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Развитость ядра ИТ инфраструктуры в пределах складских комплексов (серверы, резервное копирование, телекоммуникационные устройства, ИБП и пр.)	Отсутствует	Возможно использование серверного оборудования для организации печати и хранения файловых данных	Возможно использование серверного оборудования для организации печати и хранения файловых данных
Наличие защищенных помещений для размещения ядра ИТ инфраструктуры (серверные и кроссовые объекты)	Нет	Возможно в сокращенном варианте	Возможно в сокращенном варианте
Использование специальных технологий печати и сканирования	Специальная печать отсутствует, могут использоваться отдельные модели сканеров	Печать этикеток, лазерная маркировка, каплеструйные маркеры. Ручные, стационарные, комбинированные сканеры, объединенные с системой управления складом	Печать этикеток, лазерная маркировка, каплеструйные маркеры. Ручные, стационарные, комбинированные сканеры, объединенные с системой управления складом

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4
<p>Организация печати, сканирования, копирования, факсов</p>	<p>Локальные принтеры и сканеры подключены к компьютерам пользователей. Принт-серверы отсутствуют. Копиры и факсы, отдельные, не интегрированные устройства</p>	<p>Печать, копирование и сканирование организованы как единый сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Системы печати могут обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта</p>	<p>Печать, копирование и сканирование организованы как единый сетевой сервис с использованием серверов печати и разделяемых хранилищ для сканированных данных. Системы печати могут обслуживаться сторонней сертифицированной компанией на основе долгосрочного контракта.</p>
<p>Основные типы ПК – настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, промышленные, собственные устройства</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты</p>	<p>Настольные, ноутбуки, тонкие клиенты, промышленные компьютеры, в составе складских линий интегрированные с системой управления складом</p>
<p>Телефонные аппараты</p>	<p>Стационарные и мобильные телефоны сотрудников, радиотелефоны</p>	<p>Стационарные, мобильные телефоны сотрудников, радиотелефоны</p>	<p>Стационарные, мобильные телефоны сотрудников, радиотелефоны</p>
<p>Ресурсы телефонной связи (внутренние/внешние)</p>	<p>Телефонные ресурсы могут быть как собственностью компании, так и предоставляться арендодателем. Производится дополнительная стыковка с телефонной инфраструктурой компании. Предоставляется полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>	<p>Телефонные ресурсы могут быть как собственностью компании, так и предоставляться арендодателем. Производится дополнительная стыковка с телефонной инфраструктурой компании. Предоставляется полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>	<p>Телефонные ресурсы могут быть как собственностью компании, так и предоставляться арендодателем. Производится дополнительная стыковка с телефонной инфраструктурой компании. Предоставляется полный спектр телефонных сервисов, включая внутреннюю, междугородную и международную связь</p>
<p>Системы видеоконтроля</p>	<p>Автономные, не подключаемые в общую ИТ инфраструктуру</p>	<p>Специальные системы, подключенные к корпоративной сети и потребляющие ее ресурсы</p>	<p>Специальные системы, подключенные к корпоративной сети и потребляющие ее ресурсы</p>

Приложение Г

(обязательное)

Параметры для формализации типовых задач поддержки и предоставления ИТ-сервисов

Таблица Г.1 – Параметры для формализации типовых задач поддержки и предоставления ИТ-сервисов с точки зрения краткосрочных целей

Задача	Метрики
Управление инцидентами	<ul style="list-style-type: none">- процент инцидентов, решенных на первой линии поддержки- средняя продолжительность обработки инцидента до момента эскалации- процент инцидентов, некорректно назначенных на сотрудников службы поддержки- процент инцидентов, решенных в течение заданного времени согласно приоритету- среднее время ответа второго уровня поддержки- среднее время решения инцидента- процент переназначенных инцидентов- процент неправильно классифицированных инцидентов- процент обращений, поступивших к специалистам службы поддержки напрямую, минуя первый уровень- степень удовлетворенности клиентов- процент звонков, являющихся запросами на оказание услуг- процент инцидентов, правильно решенных с первого раза- процент инцидентов, решенных проактивно
Управление конфигурациями	<ul style="list-style-type: none">- число неиспользуемых лицензий- число RFC, не выполненных из-за неверных данных в CMDB- число неавторизованных конфигураций- число инцидентов, связанных с невыполнением изменений из-за неправильно задокументированных CI- число нарушений SLA, вызванных ошибками CMDB- число RFC, по которым не было обновления CI- процент некорректных CI- степень удовлетворенности клиентов
Управление релизами	<ul style="list-style-type: none">- число установленных программных пакетов, отсутствующих в DSL- число срочных релизов- число инцидентов, вызванных новым релизом- процент своевременных релизов- число непротестированных релизов- средние трудозатраты на релиз- число неиспользуемых лицензий на ПО- процент точности оценки трудозатрат на релиз- степень удовлетворенности клиентов

Продолжение таблицы Г.1

Задача	Метрики
Управление изменениями	<ul style="list-style-type: none"> - процент изменений, которые не удалось выполнить - процент отклоненных запросов - число неавторизованных изменений - число невыполненных изменений - простои во время изменений - число неудачных изменений без плана возвращения в исходное состояние - процент изменений, выполненных вовремя - процент изменений, вызвавших инциденты - число экстренных изменений - число изменений, не принесших ожидаемых результатов - степень удовлетворенности клиентов
Управление поддержкой приложений	<ul style="list-style-type: none"> - число проанализированных программных ошибок - число оптимизаций - число приложений/ревизий, выпущенных в производство - число учебных занятий для конечных пользователей - число дефектов, обнаруженных по журналам регистрации - число временных решений, протестированных и выпущенных в производство - число временных решений, возвращенных для доработки
Управление разработкой приложений	<ul style="list-style-type: none"> - число ошибок, выявленных при разработке или тестировании - число ошибок, исправленных при тестировании - число зарегистрированных ошибок, которые были исправлены - число приложений/ревизий, принятых к использованию - число приложений/ревизий, отклоненных службой поддержки приложений - число разработок приложений, одобренных компанией - число успешных сборок приложений - число дней, потраченных на развертывание приложения
Управление операциями / инфраструктурой ИКТ	<ul style="list-style-type: none"> - число планов, одобренных компанией - число планов, не готовых для одобрения. Отставание от плана внедрения - число проблем, возникших при внедрении - число серьезных или критических событий на один управляемый объект - число событий, угрожающих информационной безопасности - число сбоев при выполнении заданий/скриптов/резервного копирования - число инцидентов, вызванных изменениями, которые возникли в результате выполнения операций - степень удовлетворенности клиентов

Таблица Г.2 – Параметры для формализации типовых задач поддержки и предоставления ИТ-сервисов с точки зрения среднесрочных целей

Задача	Метрики
Управление уровнем сервиса	<ul style="list-style-type: none"> - число случаев нарушения SLA - число случаев, когда SLA находится под угрозой нарушения - процент SLA, требующих изменения - число пересмотров SLA, произведенных своевременно - число нарушений SLA по вине внешних подрядчиков, осуществляющих поддержку - затраты на предоставление услуг - число услуг, не охватываемых SLA - число еще не согласованных операционных соглашений об уровне услуг (OLA) и внешних договоров (UC) - степень удовлетворенности клиентов - время между выработкой требований по уровню обслуживания (SLR) и соглашением SLA
Управление проблемами	<ul style="list-style-type: none"> - число решенных проблем - число инцидентов, разрешенных при помощи базы данных, где описано решение аналогичных задач - общее число инцидентов - общее время неработоспособности пользователей - число запросов, инициированных процессом управления проблемами - среднее число открытых проблем - среднее время закрытия проблемы - процент инцидентов, которые не удалось связать с проблемой - число проблем, не решенных в течение заданного времени - степень удовлетворенности клиентов - 5 категорий инцидентов, по которым было больше всего обращений за отчетный период - число инцидентов, разрешаемых путем обучения пользователей - затраты на решение проблемы
Управление финансами для ИТ-услуг	<ul style="list-style-type: none"> - процент учитываемых расходов на ИТ - число изменений, сделанных в алгоритме начисления платы - задержки в создании финансового отчета - задержки в создании ежемесячного прогноза - степень достоверности (в процентах) последнего финансового прогноза - степень достоверности (в процентах) финансового прогноза на предыдущий квартал - совокупная стоимость владения (Total Cost of Ownership — TCO) ИТ - число жалоб, касающихся затрат на ИТ - число вопросов, касающихся затрат на ИТ - степень удовлетворенности клиента

Продолжение таблицы Г.2

Задача	Метрики
Управление мощностями	<ul style="list-style-type: none"> - число нарушений SLA из-за недостаточно быстрого обслуживания - число нарушений SLA из-за недостаточной производительности компонента - число инцидентов, вызванных недостаточной производительностью или мощностью - стоимость разработки плана развития мощностей - число незапланированных приобретений аппаратных средств, нужных для повышения производительности - степень достоверности (в процентах) плана предстоящих расходов - процент избыточной производительности ИТ - процент CI, для которых ведется мониторинг производительности - степень удовлетворенности клиентов - соотношение (в процентах) между общей и ожидаемой загрузкой ИТ-ресурсов.
Управление непрерывностью предоставления ИТ-услуг	<ul style="list-style-type: none"> - число услуг, не охватываемых планом ITSC - задержка с подготовкой/обновлением плана ITSC - задержка с тестированием плана ITSC - число проблем, выявленных при последнем тестировании и еще не решенных - результаты опроса по осведомленности о непрерывности предоставления ИТ-услуг проведенного выборочно — процент удовлетворительных ответов - число выявленных за данный период проблем, которые ставят под угрозу план ITSC - число писем, предназначенных для конкретной группы сотрудников - число неверных записей в справочнике группы кризисного контроля - запаздывание готовности резервных мощностей - степень удовлетворенности клиентов
Управление доступностью	<ul style="list-style-type: none"> - время простоя, недоступности услуг - время недоступности компонентов - время обнаружения инцидента - время реагирования на инцидент - время восстановления при инциденте - время восстановления после инцидента - время возобновления обслуживания после инцидента - время разрешения инцидента - среднее время между системными инцидентами - среднее время ликвидации простоя - среднее время восстановления доступности - время простоя в критические периоды - время недоступности услуг внешнего подрядчика - время недоступности компонентов, принадлежащих внешнему подрядчику - время возобновления недоступных услуг - число повторных сбоев

Продолжение таблицы Г.2

Задача	Метрики
Управление информационной безопасностью	<ul style="list-style-type: none"> - число инцидентов, связанных с информационной безопасностью - число решенных проблем, связанных с информационной безопасностью - число решенных проблем, выявленных в ходе аудита и внутренних проверок - процент своевременно проведенных проверок и аудитов - число выявленных рисков (предостережения и новые угрозы) - процент SLA, где явно оговорены вопросы информационной безопасности - процент внешних договоров, где явно оговорены вопросы информационной безопасности - число выявленных проблем релиза, связанных с информационной безопасностью релиза (возвраты к исходному состоянию/вирусы и т.д.) - число изменений, которые были по соображениям информационной безопасности отменены (и система возвращена в исходное состояние) - скорость установки патчей, связанных с информационной безопасностью

Таблица Г.3 – Параметры для формализации типовых задач поддержки и предоставления ИТ-сервисов с точки зрения долгосрочных целей

Задача	Метрики
Управление поставкой услуг	<ul style="list-style-type: none"> - средние затраты на предоставление одной услуги - степень удовлетворенности клиента - число жалоб на обслуживание - число невыполненных действий с момента последней проверки данного сервиса - максимальное число инцидентов, связанных с одним поставщиком - процент постоянных поставщиков, удовлетворяющих стандартам (на пример, ISO20000 - процент проверок качества услуг поставщиков на соответствие определенным требованиям, проведенных в срок. • Число нерешенных проблем, относящихся к поставщикам. Минимальная оценка степени удовлетворенности клиентов. • Число инцидентов. • Степень удовлетворенности клиентов.
Управление рисками	<ul style="list-style-type: none"> - процент процессов, подлежащих оценке со стороны операционного риска (Operational Risk Assessment — ORA) - число инцидентов в связи с рисками, не учтенными в рамках ORA - процент инцидентов, частота которых превышает предсказанную при ORA - процент CI, длительность простоя которых превышает предсказанную при ORA - число действий, направленных на сокращение риска - число вновь выявленных рисков - процент CI, не включенных в план по непрерывности предоставления услуг - число совещаний с поставщиками и владельцами внутрикорпоративных процессов

Продолжение таблицы Г.3

Задача	Метрики
Управление документацией	<ul style="list-style-type: none"> - процент документов, для которых не была проведена в срок плановая проверка - процент документов, не пересматривавшихся в течение года - процент документов, не использовавшихся в течение года - число невыполненных запросов о внесении изменений в документы - число недокументированных SLA - число неполных политик и планов по управлению услугами - число несоответствий между отдельными планами и общим планом по управлению услугами - число инцидентов, относящихся к ошибкам в документации - степень удовлетворенности клиентов
Компетентность, осведомленность и обучение	<ul style="list-style-type: none"> - число должностных инструкций, в которых не конкретизированы требования к компетентности - процент сотрудников ИТ-подразделения, квалификация которых официально признана в отрасли - средний процент недостаточности уровня подготовки - процент сотрудников, имеющих подписанный план индивидуального развития - процент ИТ-персонала с неоптимальным для занимаемой должности уровнем подготовки - процент сотрудников с уровнем компетентности, не удовлетворяющим минимальным требованиям - процент сотрудников, не выполняющих план индивидуального развития - процент текучести кадров в сфере ИТ - процент сотрудников, не имеющих формально определенной роли или сферы ответственности
Управление программами и проектами	<ul style="list-style-type: none"> - число не достигнутых в срок контрольных точек - общее время задержки проекта в текущем месяце - число полученных результатов проекта - число достигнутых результатов проекта в текущем месяце - число выявленных рисков - задержка критического пути - число эскалации - число несостоявшихся совещаний по проекту - предполагаемая вероятность завершения проекта к намеченному сроку в рамках бюджета - степень удовлетворенности клиентов - число задач, сформулированных на совещании по планированию проекта, которые не были выполнены

Учебное пособие

Татьяна Викторовна Гаибова

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ**

ISBN 978-5-7410-1650-3

