

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

Кафедра управления и информатики в технических системах

В.В. Тугов, Т.В. Гаибова

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 27.03.03 Системный анализ и управление, 27.03.04 Управление в технических системах

Оренбург

2018

УДК 519.8:681.5(076.5)

ББК 22.18я7+32.965я7

Т 81

Рецензент – доктор технических наук, доцент А.И. Сергеев

Тугов, В.В.

Т 81 Системное моделирование технологического процесса: методические указания / В.В. Тугов, Т.В. Гаибова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 50 с.

Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Моделирование систем и процессов» предназначены для студентов направления подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, кроме того они могут быть использованы при моделировании технологических процессов студентами направлений подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 27.03.04 Управление в технических системах. Составлены на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Содержат описание целей и задач, рекомендации по структуре и содержанию, требования по подготовке и защите курсовой работы. Представлена примерная тематика курсовых работ. Методические указания могут использоваться для самостоятельной работы студентов.

УДК 519.8:681.5(076.5)

ББК 22.18я7+32.965я7

© Тугов В.В.,
Гаибова Т.В., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

Введение	4
1 Общие теоретические сведения	6
2 Основные положения по курсовой работе	9
3 Порядок работ по выполнению курсовой работы	11
4 Рекомендации по структуре и содержанию курсовой работы	13
5 Требования к подготовке и защите курсовой работы	46
6 Примерная тематика курсовых работ	47
7 Рекомендуемая литература.....	48

Введение

Постоянное усложнение создаваемых технических, организационных, информационных, энергетических, производственных и других систем требует применения специального теоретического инструментария анализа и синтеза сложных систем любой природы. Современная наука занимается поиском способов и методов для строгой формализации общих закономерностей развития природы и общества с использованием достижений в области математики, логики, кибернетики, информатики и других точных наук. В основе проводимых исследований и проектирования сложных систем лежит теория и практика математического моделирования систем. Так, системный подход использует математическое моделирование с применением теории подобия, математической статистики, теории алгоритмов и ряда других фундаментальных теорий.

Процедуры моделирования используются в решении основных задач исследования систем (анализ, синтез, улучшение системы). Поэтому модели применяются практически во всех процессах 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.

Курсовая работа по системному моделированию обеспечивает усвоение теории курса и приобретение практических навыков в области анализа и проектирования технических и информационных систем.

Цель курсовой работы – закрепить теоретические знания, а также практические умения и навыки моделирования сложных систем и процессов при разработке проектов автоматизации предприятий.

Создание концептуальной и математической модели проекта является первой фазой разработки непосредственно системы автоматизации на основе анализа предметной области проектируемой системы и требований к системе.

Для реализации поставленной цели студент должен:

а) знать:

- особенности применения принципов системного подхода к моделированию сложных объектов и процессов техники и технологии;
- задачи и процедуры идентификации моделей сложных систем;

б) уметь:

- определять точку зрения и цели моделирования при анализе и синтезе систем;
- формализовать сформулированную задачу исследования;

в) владеть:

- навыками применения методов и средств функционального моделирования для исследования предметной области системы.

Процесс выполнения курсовой работы направлен на формирование следующих компетенций для обучающихся направления подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление:

- ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;

- ОПК-2 способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами, работать с традиционными носителями информации, базами знаний;

- ПК-1 способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

1 Общие теоретические сведения

Под моделью обычно понимается качественное или количественное представление объекта или процесса, отражающее влияние факторов, важных для рассмотрения [1-3].

Модели применяются в основном для оценки и предсказания результатов, а также для анализа и изучения различных элементов системы [4]. 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 получения той же информации от реальной системы, которую нужно создать и провести потом все необходимые исследования.

Структурная схема объекта моделирования представлена на рисунке 1.

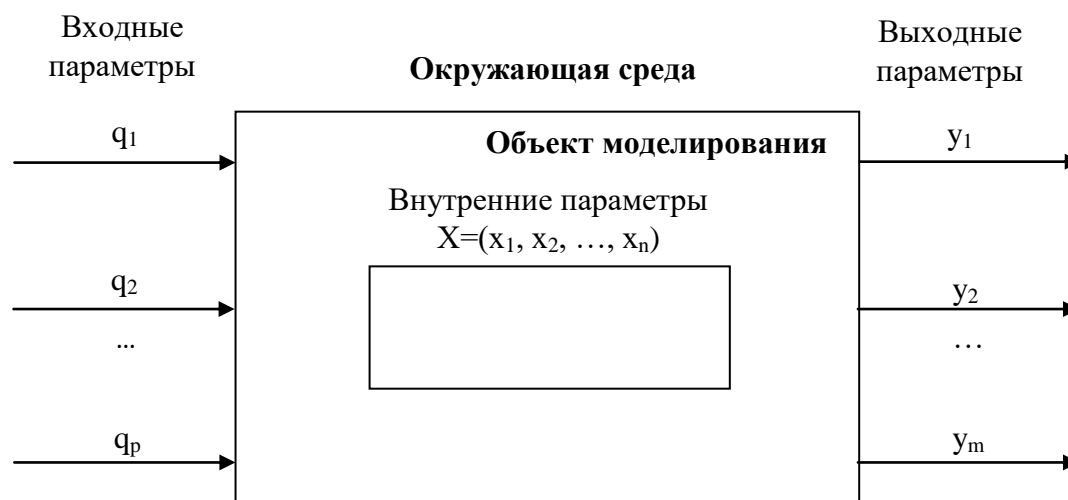


Рисунок 1 – Структурная схема объекта моделирования

Таким образом, необходимость математического моделирования является основой системного подхода к решению сложных проблем.

При исследовании системы (задача анализа) необходимо произвести описание системы, зафиксировать ее свойства, поведение, структуру и параметры, то есть

построить одну или несколько моделей системы. Для этого необходимо ответить на три основных вопроса [5]:

- 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)?

Применение моделирования в процедурах анализа системы показано на рисунке 2.

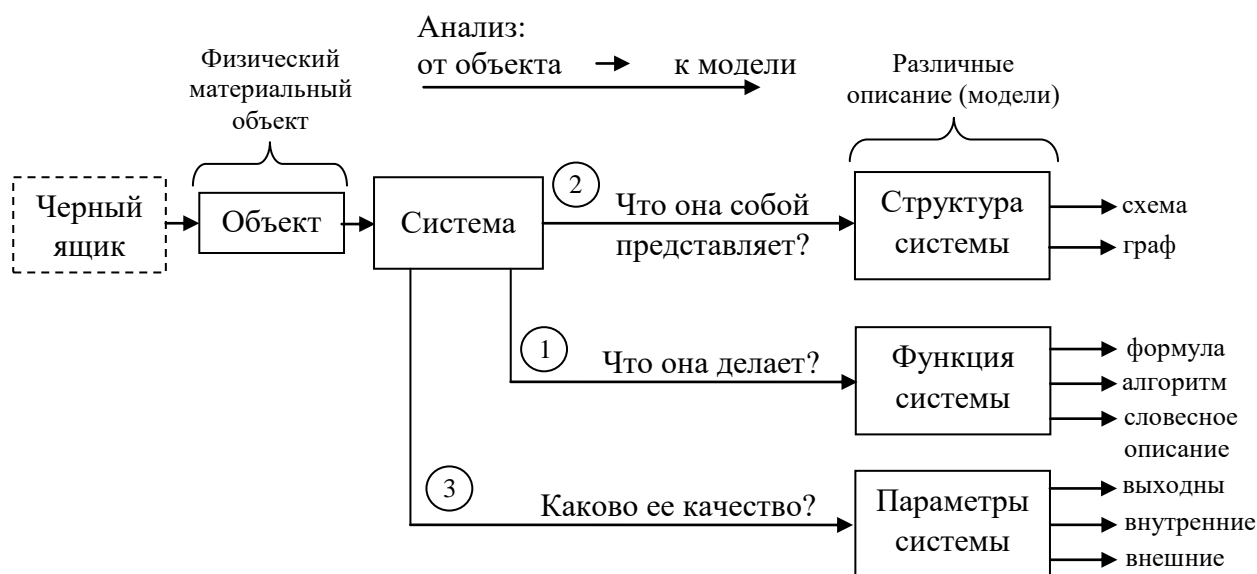


Рисунок 2 – Модели, используемые при анализе системы

При проведении процедуры анализа предполагается, что объект существует и задача сводится к его изучению, исследованию. Определив его функцию и структуру, «измерив» его параметры, находят решение этой задачи. Но чаще при исследовании возникает противоположная задача – объекта не существует, и возникает необходимость его создания, проектирования. Отсюда возникает задача синтеза объекта. С позиции системного подхода для ее решения необходимо сделать три шага: выявить функцию системы (абстрактный синтез), разработать структуру системы (структурный синтез) и определить параметры системы так, чтобы получить желаемое качество проекта (рисунок 3).



Рисунок 3 – Этапы синтеза объекта

Сначала выявляют глобальную функцию системы, рассматривая саму систему на абстрактном уровне в виде черного ящика, о котором известно только то, что он будет делать. Затем следует «транслировать» функциональное описание в структурное, например, разбивая глобальную функцию системы на подфункции и повторяя, при необходимости, это дробление 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.

2 Основные положения по курсовой работе

По дисциплине «Системное моделирование» предусмотрена курсовая работа в соответствии с действующим учебным планом по направлению 27.03.03 Системный анализ и управление.

Курсовая работа – это индивидуальная, самостоятельная работа, которая выполняется в течение семестра обучающимся под руководством преподавателя и включает проектирование комплекса мероприятий, используемых для решения сформулированных задач с четко определенной целью.

При выполнении курсовой работы решаются следующие задачи: производится обзор современных методов моделирования объекта исследования, концептуальное моделирование системы, а также разработка и исследование математической модели системы.

В ходе выполнения курсовой работы обучающиеся используют специализированную литературу фундаментального и прикладного характера, интернет-источники, справочные и методические материалы, патенты, а также проектные материалы, на основании которых они выбирают и систематизируют материалы теоретического плана и фактические данные, обобщают и анализируют их, делают определенные заключения и формулируют предложения.

В результате выполнения курсовой работы обучающийся готовится к самостоятельному решению более сложной проблемы – выполнению выпускной квалификационной работы.

Курсовая работа должна базироваться на использовании проверенных практикой программных средств, применяемых для моделирования. Кроме текстового материала она включает также иллюстративный материал: рисунки, схемы, графики, диаграммы, которые выполняются в соответствии с требованиями к оформлению студенческих работ в соответствии с СТО 02069024.101–2015 РАБОТЫ СТУДЕНЧЕСКИЕ. Общие требования и правила оформления.

Объем курсовой работы должен содержать от 25 до 30 страниц на листах формата А4, не считая приложения.

При выполнении курсовой работы обучающийся проходит все этапы, свойственные выполнению этой работы: составляет план, производит подбор и анализ литературных и других источников, проводит необходимые исследования, обрабатывает результаты проведенного исследования, подготавливает выводы.

Темы курсовых работ разрабатываются и утверждаются кафедрой, а также могут быть предложены обучающимися с необходимым обоснованием целесообразности их разработки.

На начальном этапе обучающимся объясняются требования, которые предъявляют к работе, характеризуются основные вопросы работы, рассматриваются их альтернативные решения, составляется план организации работ, представленный в разделе 3.

Курсовая работа защищается на кафедре у руководителя в присутствии учебной группы. Защита включает в себя доклад обучающегося по содержанию работы, ее презентацию и ответы на вопросы. В результате защиты студент получает оценку. Лучшие курсовые работы могут быть рекомендованы к опубликованию в сборнике студенческих научных работ или в журналах, к применению в конкретных организациях.

Тематика курсовой работы выбирается обучающимся, исходя из личного опыта и интереса к какому-либо из направлений деятельности, выполняемой научно-исследовательской работы. Выбранная тема согласуется с руководителем и закрепляется за обучающимся.

Обучающийся должен в течении первой недели с момента выдачи тем курсовой работы самостоятельно определиться с темой работы из предложенного перечня. Если он этого не сделал и не согласовал ее с руководителем, то в этом случае руководитель закрепляет за этим обучающимся тему по своему усмотрению.

3 Порядок работ по выполнению курсовой работы

Для выполнения работы обучающемуся назначается руководитель. Тематику обучающийся выбирает самостоятельно, руководствуясь прилагаемым перечнем направлений работы, представленных в разделе 6. Темы индивидуальны для каждого обучающегося и повторять их нельзя. Так как тематика курсовых работ не может разрабатываться как некий шаблон и быть применимой для всех технологических процессов при их моделировании, поэтому приведенные в разделе 6 формулировки следует рассматривать как примерные тематические направления. Они могут служить ориентиром в поиске темы курсовой работы.

Основная тематика курсовых работ связана с системным моделированием технологических процессов.

В качестве объекта исследования курсовой работы могут быть выбраны:

- технологические процессы производства;
- технологические процессы сбора, хранения и обработки информации.

Желательно, чтобы тема была актуальной для конкретного предприятия, а предлагаемые результаты имели практическую или методическую значимость. Тема должна быть принципиально разрешимой, иметь информационное и методическое обеспечение, а также соответствовать возможностям обучающихся с учетом отведенного времени.

Тема курсовой работы должна отвечать интересам обучающегося с учетом места будущей работы в какой-либо области; способствовать развитию творческих, исследовательских навыков; обеспечить применение новых методик к решению старых задач и так далее.

Основные выводы, предложения и конкретные разработки обучающегося должны строиться с учетом их последующего внедрения на предприятии, по материалам которого выполняется курсовая работа, и, следовательно, желательно получить положительную оценку руководства этого предприятия.

Тема курсовой работы может быть развита в выпускной квалификационной работе.

Обучающийся разрабатывает план курсовой работы после утверждения темы и представляет его на согласование руководителю. После утверждения плана обучающийся приступает к процессу выполнения курсовой работы.

Примерный план работ над курсовой представлен в таблице 1. В ней указаны примерные сроки в неделях (подразумевается, что курсовая работа выполняется в течение одного семестра длительностью 16 недель).

Таблица 1 – Примерный план

	Вид работ	Сроки
1	Выбор темы и согласование ее с руководителем	1-ая неделя
2	Разработка плана курсовой работы и согласование его с руководителем	2,3-я недели
3	Составление предварительного перечня литературы, необходимой для выполнения курсовой работы	2,3-я недели
4	Работа над «Основной частью» курсовой работы	4-10-ая недели
5	Представление руководителю «Основной части» курсовой работы	11,12-ая недели
6	Исправление «Основной части» в соответствии с замечаниями руководителя	13,14-ая недели
7	Работа над заключением и оформлением курсовой работы	13,14-ая недели
8	Сдача оформленной курсовой работы руководителю для ознакомления	15-ая неделя
9	Защита курсовой работы	16-ая неделя

4 Рекомендации по структуре и содержанию курсовой работы

Типовая структура курсовой работы включает:

- титульный лист;
- задание;
- содержание;
- обозначения и сокращения;
- введение;
- раздел 1. Обзор современных методов моделирования объекта исследования;
- раздел 2. Концептуальное моделирование системы;
- раздел 3. Разработка и исследование математической модели системы;
- заключение;
- список использованных источников.

Графические материалы представляются по тексту в виде схем, графиков, рисунков, а также выносятся на чертежи стандартного формата.

Работу необходимо начать с обзора и изучения различных источников по исследуемой теме. На первом этапе изучить учебные издания, затем перейти к научным публикациям, патентам, а также к периодическим изданиям (журналам) и статьям, опубликованным в сети Интернет.

При систематизированном изучении различных источников информации произойдет отсев несущественного материала, усвоятся основные понятия, термины, сформируются общие представления об объекте исследования. Одновременно выявляются недостатки и нерешенные проблемы, требующие дополнительного изучения. На основе этого определяются цель и задачи курсовой работы, составляется список использованных источников.

4.1 Введение

Введение включает в себя следующую информацию:

- обоснование актуальности разрабатываемой темы, ее значимость;
- цель и задачи курсовой работы.

Назначение введения – обоснованно пояснить, какую проблему решает курсовая работа. Студенту необходимо выделить объект и предмет исследования. В конце введения должно быть указано краткое содержание основных разделов курсовой работы.

По объему введение должно составлять примерно от 3 до 5 % от общего количества текстового материала (1 – 2 страницы).

4.2 Обзор современных методов моделирования объекта исследования

Рассматриваемый раздел должен содержать два подраздела.

4.2.1 Обзор математических моделей, разработанных для рассматриваемого объекта исследования

В этом подразделе должно быть представлено описание не менее шести математических моделей по теме исследования. Источником информации могут служить следующие журналы: «Математическое моделирование», «Информационно-управляющие системы», «Автоматизация процессов управления», «Проблемы теории и практики управления», а также журналы по моделированию в рассматриваемой предметной области. Информацию необходимо представить в виде таблицы со столбцами «Название источника», «Фамилия И.О. автора/авторов», «Выходные библиографические данные»; «Основные математические конструкции

модели» с обязательной расшифровкой параметров модели; «Возможности применения модели»; «Достоинства и недостатки модели».

В качестве примера в таблице 2 представлены модели процесса веб-разработки для повышения его коммерческой эффективности.

Таблица 2 – Обзор существующих математических моделей

Информация о источнике	Основные математические конструкции	Возможности применения модели	Достоинства и недостатки модели
1	2	3	4
<p>Основы инженерии качества программных систем /Ф.И. Андон, Г.И. Коваль, Т.М. Коротун, Е.М. Лаврищева, В.Ю. Суслов. 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Академперіодика, 2007. – 672 с.</p>	<p>Математическая модель SLIM Количество персонала: $\frac{dy}{dt} = 2 \cdot K \cdot a \cdot t \cdot \exp(-a \cdot t^2),$ где $\frac{dy}{dt}$ – интенсивность использования персонала; K – общие трудозатраты на проект от его начала до завершения; a – параметр, определяющий наклон кривой; t – общая продолжительность жизненного цикла проекта. Функция общих трудозатрат: $y(t) = \int_0^t \frac{dy(t)}{dt} dt = K \cdot (1 - e^{-at^2}).$ Производительность персонала $P = \frac{S}{E},$ где S – размер программного средства; E – трудозатраты на разработку. Трудозатраты на разработку: $E = 0.4 \left[\frac{S}{C} \right]^3 \cdot \frac{1}{(t^d)^4}.$ Время разработки: $t^d = 2.4E^{1/3}.$</p>	<p>Реализация в программном комплексе QSM's SLIM-Estimate для расчета оценки трудоемкости проекта.</p>	<p>Несмотря на то, что широкого распространения эта модель не приобрела, некоторые фирмы до сих пор используют ее для расчета трудозатрат.</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
<p>Расчет трудоемкости создания ПО / К.А.Дыкина // XVI Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. – Т.: Томский политехнический университет, 2010. С. 305-307.</p>	<p>Модель издержек разработки (СОСОМОП) Размер продукта: $SIZE^A = \sum_{k=1}^N SIZE_k$, где $SIZE_k$ – компонент продукта. Базовая трудоемкость: $PM^B = A \cdot (SIZE^A)^B \cdot SCED$, где $SIZE$ – суммарный размер продукта; $SCED$ – сжатие расписания. Базовая трудоемкость: $PM_k^B = PM^B \cdot \frac{SIZE_k}{SIZE^A}$. Трудоемкость компонентов: $PM'_k = PM_k^B \cdot \prod_{i=1}^6 EM_i$, где EM_i – множитель трудоемкости. Итоговая трудоемкость: $PM = \sum_{k=1}^N PM'_k$. Длительность проекта: $TDEV = 3.67 \cdot (PM_{NS})^{0.28+0.2 \cdot 0.01 \cdot \sum_{j=1}^5 SF_j} \cdot \frac{SCED}{100}$, где PM_{NS} – трудоемкость проекта без учета $SCED$, SF_j – факторы масштаба.</p>	<p>Используется для оценки стоимости разработки проекта. Наиболее распространена реализация модели в форме онлайн-калькуляторов.</p>	<p>Намного гибче предыдущей модели и по оценке трудоемкости, и по стоимости ПО, учитывает намного больше различных факторов, влияющих на выполнение проекта.</p>
<p>Технология разработки программного обеспечения / под ред. Л. Г Гагариной. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. – 400 с.</p>	<p>Линейный метод. Стоимость разработки: $C = T \cdot Ц$, где C – стоимость; T – трудозатраты; $Ц$ – удельная стоимость. Трудозатраты: $T = P \cdot П$, где P – размер кода, программы; $П$ – временная производительность</p>	<p>-----</p>	<p>Недостаток такого подхода кроется в способе, которым измеряется результат. Получается, что у программиста отсутствует стимул для повышения своего мастерства и написания лаконичного кода, более простого в отладке и соответственно более дешевого.</p>

4.2.2 Обзор нормативных документов, регламентирующих проектирование, эксплуатацию и оценку качества объекта исследования

Обзор нормативных документов представляет собой совокупность взаимосвязанных документов, принимаемых компетентными органами исполнительной власти и управления предприятиями и организациями. Он содержит наиболее актуальное и полное собрание технических норм, которые применяются на всех этапах создания и эксплуатации объекта исследования.

Так, например, при описании процесса моделирования оценки риска возникновения пожара в случае разгерметизации магистрального нефтепровода, применяется следующая нормативная документация, представленная в таблице 3.

Таблица 3 – Нормативные документы, регламентирующие правила, требования и нормы по обеспечению пожарной безопасности

Наименование	Содержание
Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности».	Настоящий Федеральный закон принимается в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.
ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования».	Стандарт устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла.
ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывоопасность. Общие требования».	Настоящий стандарт распространяется на производственные процессы (включая транспортирование и хранение), в которых участвуют вещества, способные образовать взрывоопасную среду, и устанавливает общие требования по обеспечению их взрывобезопасности.

4.3 Концептуальное моделирование системы

Данный раздел должен содержать четыре подраздела: содержательное описание системы; описание проблемной ситуации; моделирование процессов предметной области; цели и критерии системы и подсистем.

4.3.1 Содержательное описание системы

В данном подразделе должны быть представлены: система и окружающая среда (система в целом, надсистема, подсистемы), модель черного ящика, классификация параметров, характеризующих работу системы, модели состава. Установление границ формальной модели. Объем подраздела не менее 3 страниц.

В качестве примера рассмотрим проблему управления процессом обезвоживания нефти с позиции системного подхода.

Обезвоживание нефти – это процесс отделения нефти от воды в процессе её добычи и подготовки к транспортированию. Так как процесс обезвоживания нефти зачастую протекает одновременно с процессом обессоливания, за систему примем весь процесс подготовки нефти. Соответственно, рассматриваемый участок управления процессом обезвоживания, представленный на рисунке 4, будем считать подсистемой. Управление процессом переработки нефти, включающий управление подготовкой, первичной и вторичной переработкой нефти и управление процессом очистки нефтепродуктов, выделим в надсистему.



Рисунок 4 – Иерархия систем управления процессом переработки нефти

Пример модели черного ящика процесса переработки попутного газа представлен на рисунке 5.

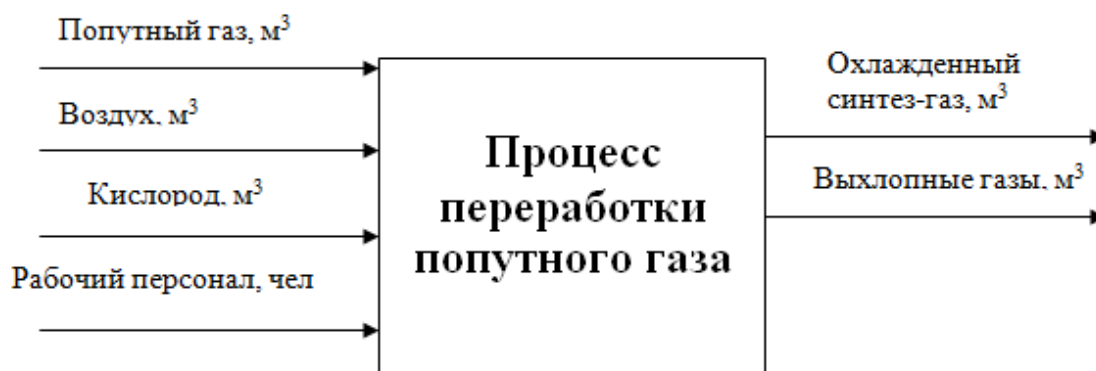


Рисунок 5 – Модель черного ящика процесса переработки попутного газа

Параметры процесса переработки попутного нефтяного газа классифицируют следующим образом:

- теплофизические параметры. К этому классу относятся плотность, фактор сжимаемости, показатель адиабаты, коэффициент динамической вязкости;
- технологические параметры. Они включают в себя температуру и давление.

На рисунке 6 представлена модель состава системы переработки попутного нефтяного газа.

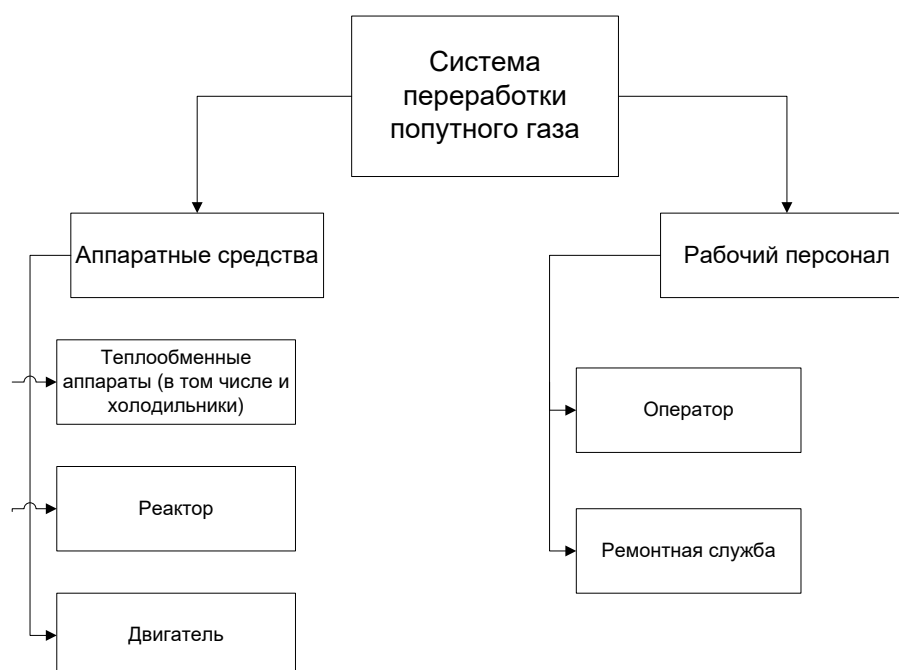


Рисунок 6 – Модель состава системы переработки попутного газа

4.3.2 Описание проблемной ситуации

В этом подразделе должны быть представлены: перечень заинтересованных в проблеме лиц, объектов и ситуаций, подлежащих исследованию; определение степени подробности представления элементов системы. Объем не менее 3 страниц.

Для построения проблематики системы необходимо выявить перечень заинтересованных лиц. Так, например, для проблемы обеспечения пожарной безопасности на нефтегазоперерабатывающих заводах, составлен следующий перечень заинтересованных лиц:

- руководитель предприятия;
- инженер по промышленной безопасности;
- инженер по охране труда;
- производственная диспетчерская служба;
- главный механик;
- главный приборист;
- главный метролог;
- служба главного механика;
- Государственная служба по обеспечению ППБ;
- МЧС;
- пожарные службы;
- Федеральная противопожарная служба;
- Государственный пожарный надзор;
- Ростехнадзор.

Следующим этапом является выявление целей. Для этого нужно рассмотреть причины возникновения аварий на нефтегазоперерабатывающих заводах. Построим причинно – следственную диаграмму Исикавы. Она представлена на рисунке 7.

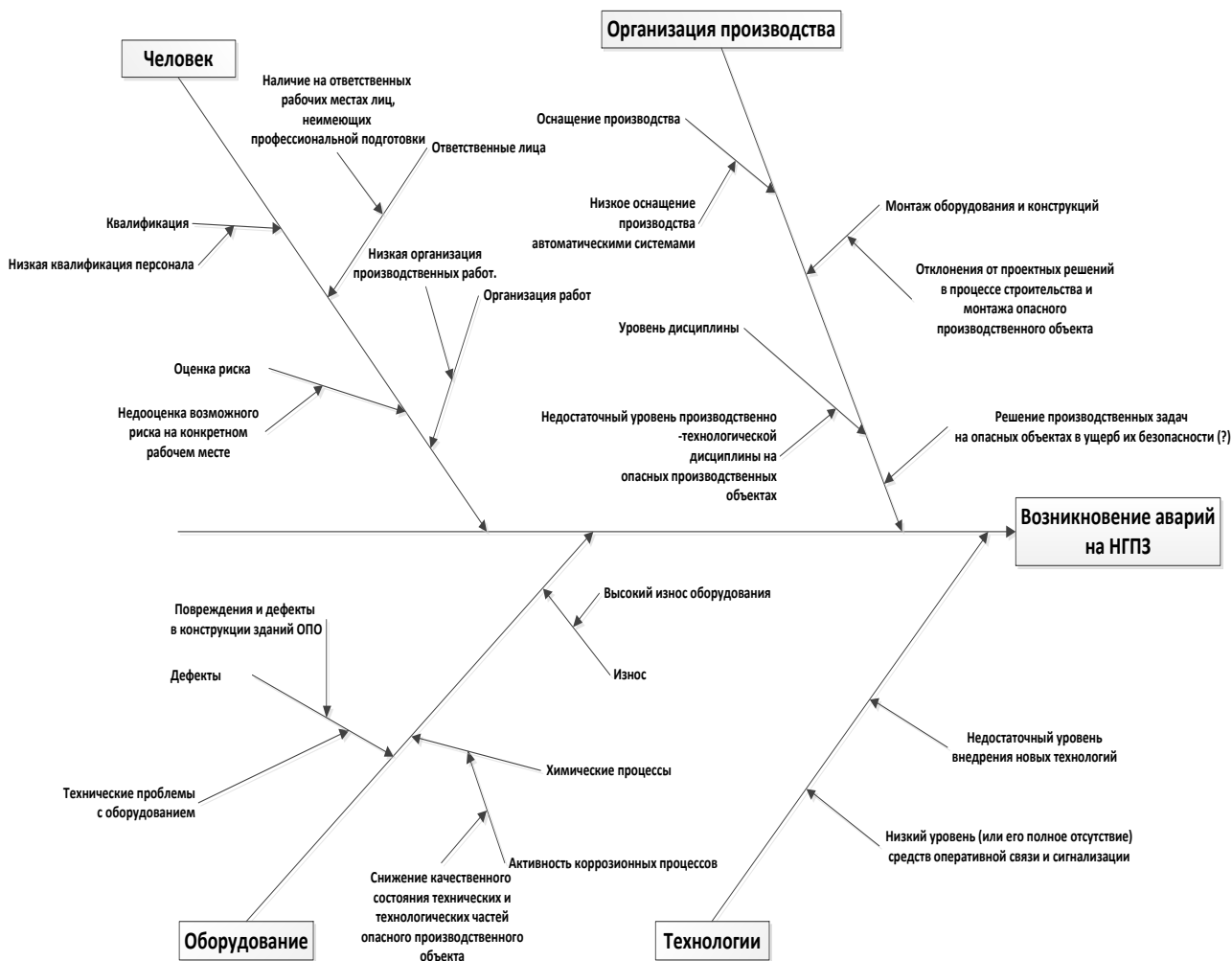


Рисунок 7 – Диаграмма Исикавы

4.3.3 Моделирование процессов предметной области

Для моделируемого процесса должны быть представлены: цель моделирования, точка зрения на модель, список данных, список функций, родительская диаграмма (общее количество стрелок-потоков – не менее 20), диаграммы IDEF0 (число функций на диаграммах декомпозиции каждого уровня – не менее 5), диаграммы IDEF3, DFD. Объем подраздела не менее 9 страниц.

Цель и точка зрения модели определяются на самой ранней стадии создания модели. Выбор цели осуществляется с учетом вопросов, на которые должна ответить модель, а выбор точки зрения – в соответствии с выбором позиции, с которой описывается система. Иногда цель и точку зрения можно выбрать до того,

как будет сделана первая диаграмма. Вначале необходимо записать ряд специфических вопросов, на которые модель должна ответить, чтобы убедиться, что цель сформулирована точно, и рассмотреть систему с нескольких различных точек зрения, прежде чем выбрать одну из них.

Иногда оказывается, что определить цель и точку зрения в самом начале моделирования чрезвычайно трудно. В таком случае необходимо составить списки данных и функций, и, может быть, нарисовать «родительскую» диаграмму A0 или несколько альтернативных A0-диаграмм, прежде чем появится достаточная уверенность для того, чтобы осуществить выбор правильной цели и точки зрения.

Списки объектов системы, создаваемых в ходе моделирования, в SADT принято называть «списками данных». Термин «данное» здесь употребляется как синоним слова «объект». Составление списка данных является начальным этапом создания каждой диаграммы функциональной SADT-модели. Правило заключается в том, чтобы вначале составить список данных, а потом список функций. Начните свою диаграмму с выделения всех основных групп и категорий данных, используемых и генерируемых системой. При сомнении, записывайте все, что приходит на ум, потому что лучше записать слишком много, чем провести неполный анализ. В современных аналитических методах часто уделяется повышенное внимание функциям в ущерб данным. Начиная с составления списка данных, можно избежать перехода к немедленной функциональной декомпозиции. Списки данных помогут выполнить более глубокий анализ и при этом не концентрироваться на функциях системы, избегая пробелов, которые часто возникают из предвзятых представлений о функциональных декомпозициях. Кроме того, можно уделить должное внимание данным и идентифицировать ограничения, определяющие функциональную декомпозицию.

SADT-диаграммы представляют границы функций и ограничения, накладываемые на них, причем ограничения должны присутствовать во всех системах. Указывая вначале ограничения, выявляют естественную структуру системы. Без ограничений функциональная SADT-диаграмма представляет собой не более чем схему потоков данных. Благодаря тому, что в SADT различаются входные

дуги и дуги управления (информация, необходимая для пояснения декомпозиции), SADT-диаграммы ясно объясняют изучаемую систему и причину такой декомпозиции.

После составления списка данных составляют список функций. Для этого представьте функции системы, использующие тот или иной класс (тип) или набор данных. Помните, что несколько различных типов данных может использоваться одной функцией. Обозначьте, какие типы или наборы данных необходимы для каждой конкретной функции. Это позволит выделить данные сходных типов, которые затем можно объединить в метатипы.

По мере продвижения по списку, проверяйте, верны ли первоначальные представления, которые часто могут не совпадать с выбранной целью и точкой зрения модели. С другой стороны, не следует автоматически отвергать первоначальные идеи, если они кажутся неверными. Дальнейшие размышления могут прояснить внутренние аспекты работы системы, неочевидные при первом взгляде, и возможно, восстановление исходной идеи после построения нескольких других диаграмм.

Список функций должен находиться на одной странице со списком данных. Не пытайтесь объединять функции между собой. Вместо этого постарайтесь вначале сосредоточиться на каждой конкретной функции и ее отношении к группам данных. Кроме того, старайтесь подбирать такие функции, которые могли бы работать с наиболее общими типами данных из общего списка. Затем объединяйте функции в «агрегаты». Стремитесь к организации от трех до шести функциональных группировок. Старайтесь, чтобы эти группировки имели один и тот же уровень сложности, содержали примерно одинаковый «объем» функциональности, и функции в каждой из них имели сходные операции и цели. Объединение не всегда легко осуществить. Плохая группировка обнаружит свою слабость на этапе декомпозиции. Если это произойдет, всегда можно вернуться назад и попробовать другой вариант объединения.

Исходное содержание диаграммы А0 обеспечивают списки данных и функций. Для правильного описания системы содержанию надо придать форму. В

SADT это делается посредством построения диаграммы: расположите блоки на странице, нарисуйте основные дуги, представляющие ограничения, нарисуйте внешние дуги и нарисуйте все оставшиеся дуги. Правильное расположение блоков является самым важным этапом построения диаграммы. Блоки располагаются в соответствии с их доминированием (по степени важности или по порядку следования). Самый доминантный блок обычно располагается в верхнем левом углу, а наименее доминантный – в нижнем правом. Это приводит к расположению, при котором более доминантные блоки ограничивают менее доминантные, образуя «ступенчатую» схему. Доминирование имеет важнейшее значение для ясного представления процесса. Например, не имеет смысла говорить о контроле за выполнением задания до изготовления детали.

Затем изображают основные дуги, представляющие ограничения. Это является второй важной частью построения диаграммы A0. Они дают основание для разбиения объекта диаграммы на три – шесть системных функций, изображаемых блоками. Рисуя эти дуги, проверяйте, действительно ли каждая из них оказывает влияние, соответствующее декомпозиции объекта. Проследите по списку данных, не отсутствуют ли какие-то дуги, представляющие ограничения. Если это так, необходимо проверить правильность декомпозиции.

Основными дугами, представляющими ограничения, всегда являются внешние дуги, т.е. дуги, представляющие данные, поступающие из непосредственного окружения диаграммы.

Следующим шагом в построении диаграммы является размещение остальных внешних дуг и назначение им соответствующих ISOM-кодов (эта схема кодирования дуг – «ISOM» – получила название по первым буквам английских эквивалентов слов вход (Input), управление (Control), выход (Output), механизм (Mechanism)). Таким образом, все данные, входящие в систему или выходящие из нее, оказываются учтенными на рисунке. Потеря внешней дуги – это ошибка интерфейса, одна из самых распространенных в системном анализе. Занимаясь декомпозицией объекта, можно забыть об интерфейсных данных, потому что очень легко сосредоточиться на деталях. Начиная с изображения всех внешних дуг,

повысите точность диаграммы, включив все интерфейсные данные. Затем нарисуйте все остальные дуги, отражающие детали работы системы в целом. Во-первых, нарисуйте оставшиеся ограничения, действующие между блоками. Во-вторых, нарисуйте основной поток данных. В-третьих, рассмотрите все «патологические» потоки данных (случаи возникновения ошибок). В-четвертых, уточните обратные связи в потоках данных. В заключение изобразите все обратные связи, вызываемые ошибочными ситуациями.

На практике оказывается невозможным нарисовать диаграмму сразу набело. Для того, чтобы придать некоторую форму данным и функциям, лучше всего сделать набросок (черновик). В процессе работы с черновиком, ситуация начинает проясняться. То, что вначале виделось смутно, становится четким по окончании наброска. При этом часто приходится переименовывать дуги и блоки, зачеркивать дуги, перемещать блоки. Поэтому рекомендуется вначале делать набросок диаграммы, а потом перерисовывать диаграмму набело, чтобы уточнить свое понимание, прояснить ситуацию и создать описание, которое могут посмотреть другие.

Для любой SADT-диаграммы есть родительская диаграмма, содержащая ее контекст, где под контекстом понимается блок с набором входных дуг, дуг управления и выходных дуг. Верхняя диаграмма модели (т.е. диаграмма A0) не составляет исключения. Контекстом для нее служит диаграмма A-0, представляющая собой обобщение всей модели. Диаграмма A-0 имеет несколько предназначений. Во-первых, она объявляет общую функцию всей системы. Во-вторых, она дает множество основных типов или наборов данных, которые использует или производит система. В-третьих, A-0-диаграмма указывает взаимоотношения между основными типами данных, проводя их разграничение. Таким образом, A-0-диаграмма представляет собой общий вид изучаемой системы.

При создании диаграммы A-0 используется информация, уже зафиксированная на диаграмме A0. Вначале в центре SADT-бланка рисуют один большой блок, название которого совпадает с названием диаграммы A0. В этот момент следует проверить, адекватно ли название отражает то, что делает система.

Все внешние дуги диаграммы A0 изображаются на диаграмме A-0 входящими в соответствующую сторону блока. При этом проверьте, что название каждой дуги описывает то, чем обмениваются система и ее среда. Нарисовав дуги управления, убедитесь, что именно они управляют тем, как система преобразует входные данные в выходные. Наконец, напишите цель и точку зрения модели под основным блоком и сверьте их с тем, что представляется блоком и его дугами.

В процессе обобщения убедитесь в том, что он помогает прояснить описание системы, потому что при обобщении необходимо просматривать метки дуг для более точного наименования данных, которыми обмениваются система и ее среда. Кроме того, во время обобщения дуги часто объединяются для упрощения изображения модели. В этом случае дуги разветвляются на свои составляющие на диаграмме A0.

Построение диаграммы A-0 свидетельствует об окончании начального этапа моделирования. К этому моменту сделана первая попытка обобщить и описать основную деятельность системы и показать связь системы с ее средой. Несмотря на ограниченное число описанных деталей, диаграммы A-0 и A0 представляют законченную картину, потому что они отражают все основные входы, управления, выходы и функции системы. Общий вид системы, полученный с помощью диаграмм A-0 и A0, – основная цель аналитика на начальном этапе построения SADT-модели.

Процесс декомпозиции ограниченного объекта состоит из следующих шагов:

- 1) выбор блока диаграммы;
- 2) рассмотрение объекта, определенного этим блоком;
- 3) создание новой диаграммы;
- 4) выявление недостатков новой диаграммы;
- 5) создание альтернативных декомпозиции;
- 6) корректировка новой диаграммы;
- 7) корректировка всех связанных с ней диаграмм.

Шаги 1–3 представляют созидательную часть процесса. Выполняя их, аналитик концентрирует свои усилия, связанные с выявлением новой информации об объекте, на более высоком уровне детализации, чтобы достичь ясности изло-

жения. Шаги 4–7 составляют этап саморецензирования, в ходе которого аналитик, создав новую диаграмму, проверяет, какую она несет информацию, и в каком она находится отношении с родительской диаграммой. Затем в созданную диаграмму и, соответственно, в связанные с ней диаграммы вносятся изменения, чтобы достичь ясности для других.

Декомпозиция начинается с чтения диаграммы A0 и определения самого содержательного блока. Это такой блок, декомпозиция которого выявит многие аспекты диаграммы A0 и будет оказывать большое влияние на будущие декомпозиции других блоков этой диаграммы. При выборе самого содержательного блока следует учитывать доминирование, функциональную сложность и понятность. Лучшим не обязательно будет блок, наиболее трудный для понимания. Лучшим блоком для первой декомпозиции будет тот, который позволит наиболее глубоко проникнуть в суть рассматриваемой системы.

Затем составляется список данных со всех дуг, касающихся блока, используя ИСОМ-кодирование для того, чтобы не потерять какие-либо интерфейсные данные. Этот список теперь улучшается благодаря декомпозиции первоначальных данных или введению новых, тесно связанных данных. Далее, на основе списка данных составляем список функций, придерживаясь функции, соответствующей блоку верхней диаграммы. Стремитесь ограничиваться разумным уровнем сложности при объединении функций и данных: четыре–пять функциональных блоков, как правило, лучше всего. Слишком много данных и функций часто содержат слишком много информации. Это приводит к запутанным диаграммам. А небольшое число блоков дает слишком мало, и диаграмма становится почти бесполезной. Проверьте также, во всех ли отношениях написанные слова адекватны объекту, определенному блоком, и его граничными дугами на родительской диаграмме.

Новая диаграмма строится аналогично диаграммам A0 и A-0. Блоки размещаются в соответствии с доминированием (т.е. согласно взаимным ограничениям блоков), затем создаются основные дуги, представляющие ограничения, потом внешние и, наконец, внутренние дуги.

Количество декомпозиций определяется аналитиком, исходя из целей моделирования. Обычно модель строится слоями, большинство из которых не являются глубокими. Чаще всего ограничиваются тремя уровнями. Опыт показывает, что, как правило, создаются несколько диаграмм второго и третьего уровней только для того, чтобы убедиться, что для достижения цели уже первый уровень содержит достаточно информации.

Однако типичной также является декомпозиция части SADT-модели на глубину пяти–шести уровней. В этом случае на такую глубину декомпозируется обычно один из блоков диаграммы A0. Функции, которые требуют такого уровня детализации, часто очень важны, и их детальное описание дает ключ к секретам работы всей системы. Но хотя важные функции могут нуждаться в глубокой детализации, таких функций при создании одной модели насчитывается, как правило, немного.

Авторская проверка – это процесс критической оценки собственной работы. Обычно только что построенную диаграмму вначале подвергают критике и комментированию. Затем пытаются построить альтернативные декомпозиции, которые могли бы лучше выразить нужную информацию. Даже если альтернативные декомпозиции хуже исходного, они часто проливают свет на новые факты путем объединения и разъединения функций и данных. В конце после сравнения диаграммы с родительской и другими связанными диаграммами в нее, а также при необходимости в родительскую и другие связанные диаграммы, вносятся все необходимые изменения.

Содержание графического материала в виде SADT-диаграмм, отражающих основное содержание курсовой работы, определяется студентом по согласованию с преподавателем.

Рассмотрим пример разработки автоматизированного рабочего места (АРМ) менеджера платежного сервиса банка. АРМ применяется для планирования распределения имеющихся ресурсов, позволяет учесть большое количество взаимосвязанных факторов, обеспечить многовариантность плановых расчетов,

находить оптимальные варианты планов распределения выделяемого бюджета и многое другое.

Перед началом проектирования АРМ менеджера платежного сервиса банка необходимо провести функциональное моделирование предметной области.

Цель SADT-моделирования: детальное исследование деятельности менеджера платежного сервиса банка.

Точка зрения: процесс исследуется с точки зрения системного аналитика, задачей которого является оптимизация работы менеджера платежного сервиса банка.

Родительская диаграмма деятельности менеджера платежного сервиса банка приведена на рисунке 8.

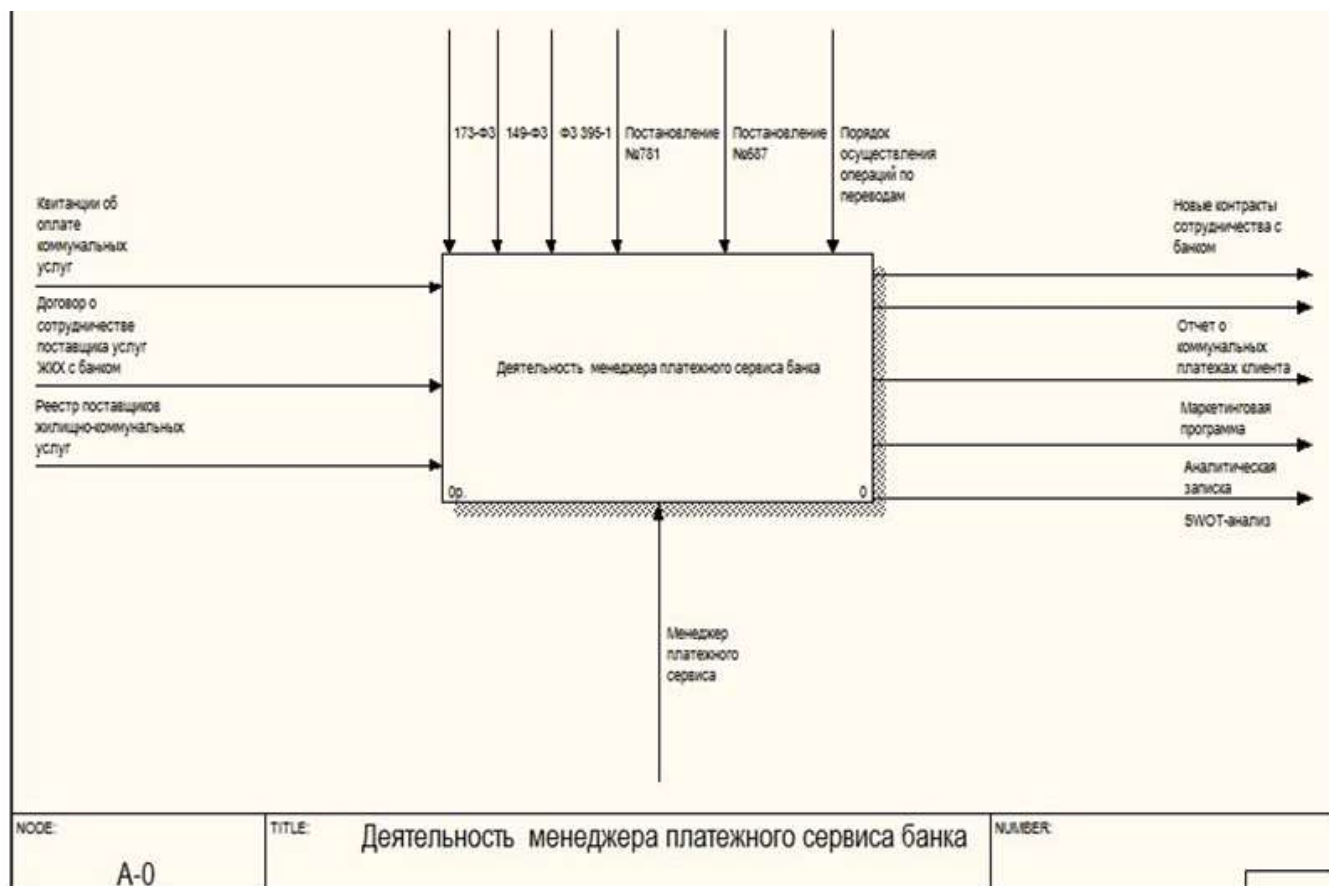


Рисунок 8 – Родительская диаграмма SADT-моделирования работы менеджера платежного сервиса банка

Далее производим декомпозицию процесса (рисунки 9,10).

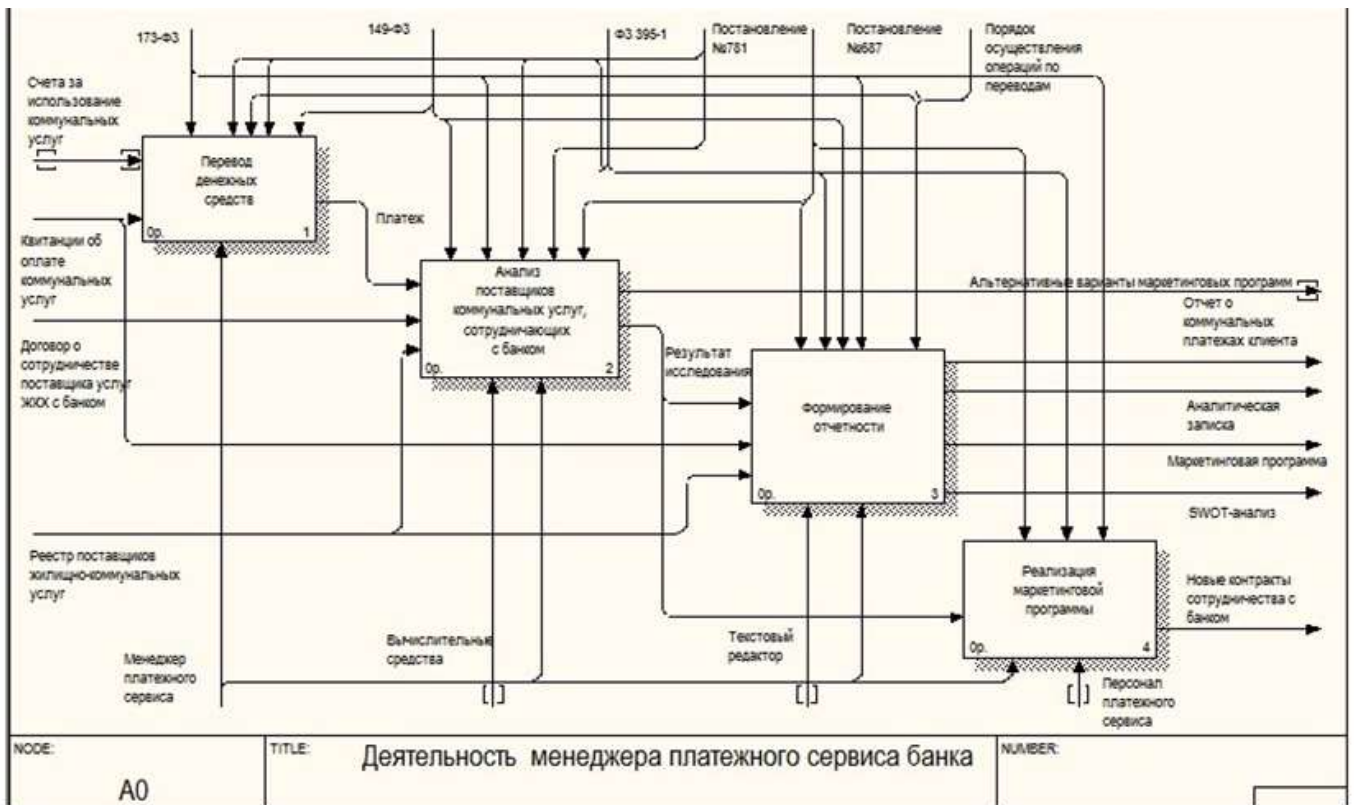


Рисунок 9 – Декомпозиция первого уровня деятельности менеджера платежного сервиса банка

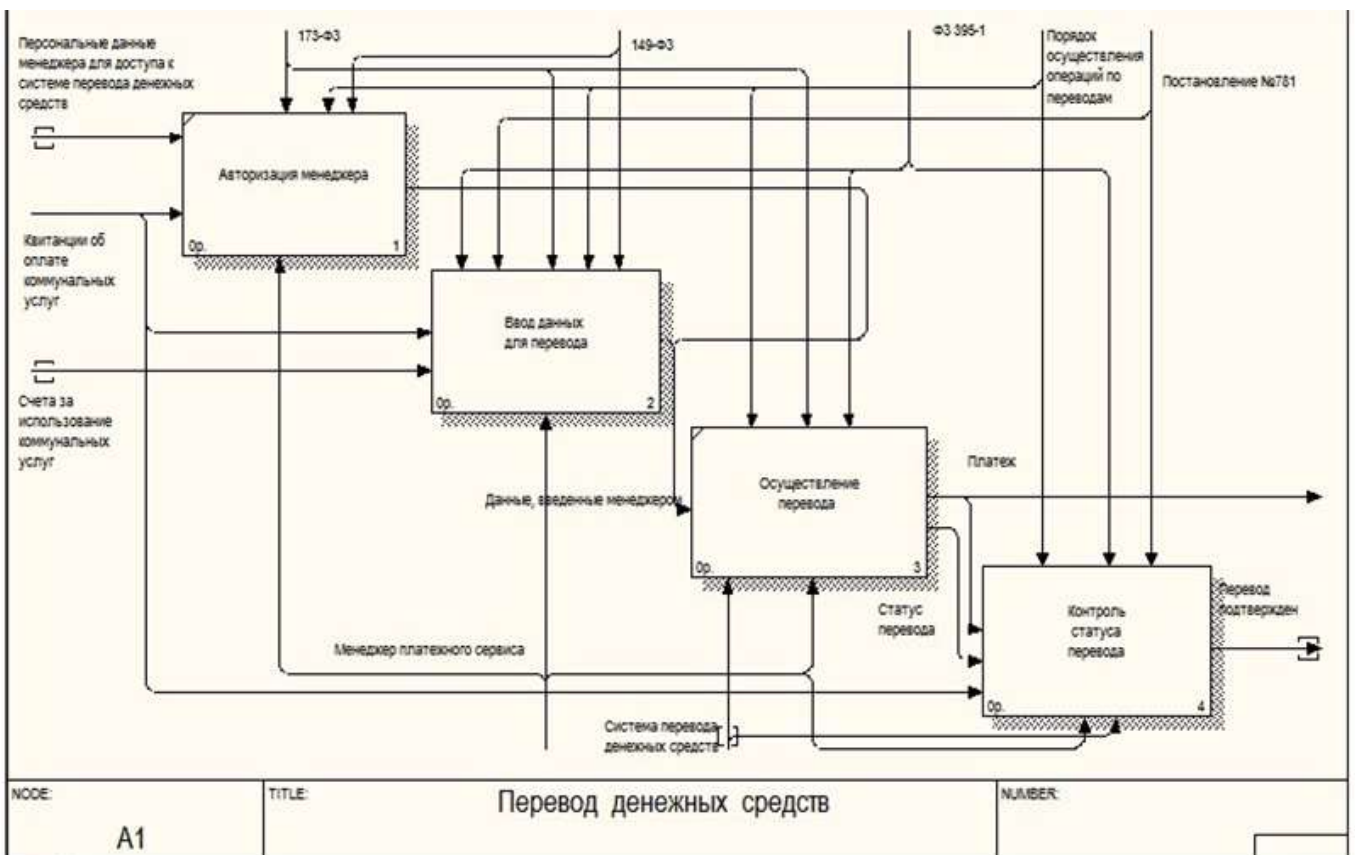


Рисунок 10 – Декомпозиция функции «Перевод денежных средств»

Применяя SADT-моделирование, выделены следующие виды деятельности менеджера платежного сервиса банка:

- перевод денежных средств;
- анализ сотрудничающих поставщиков коммунальных услуг с банком;
- формирование отчетности;
- реализация маркетинговой программы.

Перевод денежных средств следует декомпозировать по следующим функциям:

- авторизация менеджера;
- ввод данных для перевода:
 - а) ввод данных плательщика;
 - б) ввод данных поставщика услуг, в адрес которого осуществляется перевод;
 - в) ввод счета поставщика услуг;
 - г) ввод реквизитов операции;
 - д) ввод суммы для перевода;
 - е) проверка адекватности введенных данных;
- отправка перевода;
- контроль статуса перевода:
 - а) ожидание завершения операции;
 - б) повторное осуществление операции;
 - в) подтверждение перевода.

Анализ сотрудничающих поставщиков коммунальных услуг с банком следует декомпозировать по следующим функциям:

- прогнозирование объемов платежей по каждому поставщику коммунальных услуг:
 - а) выделение исходных данных для прогнозирования объемов платежей;
 - б) вычисление прогнозных значений объемов платежей;
 - в) определение точности прогноза;

г) формирование альтернативных вариантов распределения маркетинговой активности;

– ранжирование поставщиков услуг ЖКХ:

а) выбор участников ранжирования;

б) выбор показателя ранжирования;

в) операция расчета ранга поставщика;

г) создание рекомендаций для вариантов распределения маркетинговой активности;

– графическая интерпретация результатов исследования:

а) выбор исходных данных для построения графиков;

б) построение графиков динамики объемов платежей;

в) построение гистограммы распределения участников ранжирования;

г) формулировка выводов по результатам графического представления анализа.

Формирование отчетности следует декомпозировать по следующим функциям:

– отчет о коммунальных платежах клиента:

а) подсчет общей суммы за несколько операций от одного клиента;

б) фиксация всех полученных данных в специальные шаблонные акты;

в) экспорт данных в бухгалтерские реестры;

– формирование SWOT-анализа:

а) выявление сильных сторон работы платежного сервиса банка;

б) выявление слабых сторон работы платежного сервиса (ПС) банка;

в) определение возможностей для более эффективной работы ПС банка;

г) определение угроз работы ПС банка;

– создание аналитической записки:

а) обобщение результатов исследований;

б) выдвижение альтернативных вариантов распределения бюджета, выделяемого на маркетинг;

в) обоснование каждого варианта;

- г) составление рекомендаций относительно выбора одного из вариантов;
- формирование маркетинговой программы:
 - а) сегментация клиентов платежного сервиса банка (STP-маркетинг);
 - б) определение целевых сегментов (targeting);
 - в) позиционирование услуг платежного сервиса (positioning);
- архивация данных.

Реализация маркетинговой программы следует декомпозировать по следующим функциям:

- проведение рекламных акций;
- распространение бумажного рекламного материала;
- проведение PR–кампании;
- заключение новых контрактов о сотрудничестве;
- определение эффективности реализации маркетинговой программы:
 - а) определение критериев эффективности;
 - б) вычисление показателей эффективности;
 - в) формирование выводов по найденным показателям.

4.3.4 Цели и критерии системы и подсистем

Описать желаемый конечный результат моделируемого процесса (цель / цели) и подобрать количественные показатели для измерения степени его достижения (критерии). Представить информацию в виде таблицы со столбцами «Цель», «Критерии», «Единицы измерения», «Способ получения». Если способом получения значения критерия является вычисление – то указать формулу, если измерение – указать средства измерения. Объем подраздела не менее 2 страниц.

В качестве примера рассмотрим процесс моделирования оценки риска возникновения пожара при разгерметизации магистрального нефтепровода.

Основной целью исследуемой системы является оценка риска возникновения аварий на объектах нефтегазодобычи, которая достигается путем построения сценария развития событий и вычисления:

- потенциального риска возникновения аварии;
- индивидуального риска возникновения аварии;
- ожидаемого ущерба от аварии;
- коллективного риска;
- ожидаемых потерь нефти;
- эмоциональный ущерб;
- экологический риск;
- социальный риск.

Критерии и способы получения критериев представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Критерии системы и способы их получения

Критерии, %	Способы получения
$R_{\text{пот}(x,y)}$	$R_{\text{пот}(x,y)} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \lambda(x) \sum_{k=1}^{k_0} Q_k * \min(1.1 - \prod_{j=1}^{\Phi_k(x,y)} (1 - v_{\text{уяз}}^{kj}(x_0, r_0) * Q_{\text{пор}}^{kj}(x, x_0, r_0))) dx$
R_i	$R_i = \sum_{j=1}^G q_{ij} * R_{\text{пот}(j)}$
R	$R = \sum_{j=1}^J N_j * Q_j$
$R_{\text{кол}}$	$R_{\text{кол}} = \sum_{j=1}^J N_{\text{ср.гриб}}^j * Q_j$
$R_{\text{п}}$	$R_{\text{п}} = \sum_{j=1}^J V_j * Q_j$
R_Y	$R_Y = \sum_{j=1}^J y_j * Q_j$
$R_{\text{эк}}$	$R_{\text{эк}} = \sum_{j=1}^J (y_{\text{э}})_j * Q_j$
$F(x)$	$F(x) = \sum_{j=1}^{N(x)} Q_j$

Параметры, используемые в таблице 4:

- $\lambda(x)$ – удельная частота разгерметизации в точке с координатой x вдоль оси;
- $K_0(x)$ – число сценариев развития аварии;
- Q_k – условная вероятность реализации k сценария развития аварии;

– $v_{уязв}^{kj}$ – коэффициент уязвимости человека, находящегося в точке территории с координатами (x_0, r_0) от j поражающего фактора, который может реализоваться в ходе k сценария аварии и зависящий от защитных свойств помещения, укрытия, в котором может находиться человек в момент аварии, и изменяющийся от 0 (человек неуязвим) до 1 (человек не защищен из-за незначительных защитных свойств укрытия);

– $\Phi_k(x_0, r_0)$ – количество поражающих факторов, которые могут действовать одновременно при реализации k сценария, в точке с координатами (x_0, r_0) ;

– $Q_{ноп}^{kj}(x, x_0, r_0)$ – условная вероятность поражения человека в точке территории с координатой (x_0, r_0) в результате реализации k сценария развития аварии, произошедшей в точке с координатой;

– I – число сценариев развития аварий;

– Q_i – частота реализации в течение i года сценария развития аварии, год⁻¹;

– q_{ij} – вероятность присутствия i работника в j области территории;

– G – число областей, на которые условно можно разбить территорию объекта, при условии, что величина потенциального риска на всей площади каждой из таких областей можно считать одинаковой;

– $R_{ном}(j)$ – величина потенциального риска в j области территории, год⁻¹;

– J – число сценариев развития аварий для всего объекта, его отдельных составляющих или отдельных участков соответственно;

– Q_j – частота реализации в течение года j сценария развития аварии;

– N_j – ожидаемый ущерб (объем разлива нефти, число погибших) при реализации j сценария;

– $N(x)$ – число сценариев, при которых гибнет не менее x человек;

– Q_j – ожидаемые частоты реализаций аварийных ситуаций C_j , при которых гибнет не менее x человек.

Для проведения анализа риска возникновения пожара при разгерметизации магистрального нефтепровода используется формула вычисления потенциального риска $R_{ном(x,y)}$.

4.4 Разработка и исследование математической модели системы

4.4.1 Обоснование метода моделирования

Для составления математического описания используется принцип декомпозиции, согласно которому созданию математической модели предшествует анализ простейших процессов, протекающих в объекте моделирования. Эксперименты по изучению каждого такого процесса проводят в максимально приближенных условиях эксплуатации объекта моделирования.

Существует три группы методов составления математического описания системы:

- 1) аналитические;
- 2) экспериментально-статистические;
- 3) комбинированные.

К аналитическим методам составления математического описания относят способы вывода уравнений статистики и динамики на основе теоретического анализа физических и химических процессов, которые происходят в рассматриваемом объекте, а также на основе заданных конструктивных параметров аппаратного обеспечения и характеристик перерабатываемых веществ. При выводе таких уравнений используются фундаментальные законы сохранения энергии и веществ, кинетические закономерности переноса массы и теплоты и другие.

Для составления математического описания с помощью аналитических методов не требуется проведения каких-либо экспериментов на объекте, поэтому такие методы пригодны для нахождения статических и динамических характеристик вновь проектируемых объектов, физико-химические процессы в которых достаточно хорошо изучены.

Недостаток аналитических методов: сложность решения получающейся системы уравнений при достаточно полном описании объекта.

В отличие от моделей, построенных на регрессионных соотношениях экспериментально-статистическим методом, математические модели, построенные

на основе аналитического метода, отражают основные закономерности процесса и качественно более правильно характеризуют его даже при наличии недостаточно точных параметров модели.

Экспериментально-статистический метод составления математического описания используется для управления и исследования объектов в узком, «рабочем» диапазоне изменения входных и выходных переменных (например, при построении системы автоматической стабилизации отдельных технологических параметров). Эти методы чаще всего основываются на предположении о линейности зависимостей и сосредоточенности параметров объекта. Требуется постановка экспериментов на изучаемом объекте (активных или пассивных).

Достоинство – простота получаемого математического описания при достаточно точном описании свойств объекта в узком диапазоне изменения параметров.

Недостаток – невозможно установить функциональную связь между числовыми параметрами и конструктивными характеристиками объекта, режимными параметрами процесса, физико-химическими свойствами перерабатываемого вещества. Уравнения математического описания, получаемые с использованием рассматриваемого метода, представляют систему регрессионных уравнений, связывающих выходные и входные переменные эмпирических зависимостей, полученных в ходе статистического обследования действующего объекта. Они не отражают физическую сущность объекта моделирования, что затрудняет обобщение результатов, получаемых при их применении.

Комбинированный метод. Наличие сильных и слабых сторон аналитического и экспериментально-статистического методов моделирования привело к необходимости разработки комбинированного метода. Сущность его заключается в аналитическом составлении уравнений описания, проведении экспериментальных исследований и нахождении по их результатам параметров уравнений. При таком подходе сохраняются положительные свойства аналитических и экспериментальных методов.

4.4.2 Математическая модель системы

Модель – объект или описание объекта, системы для замещения (при определенных условиях предложениях, гипотезах) одной системы (т.е. оригинала) другой системой для изучения оригинала или воспроизведения его каких-либо свойств [5].

В таблице 5 показаны виды математических моделей по различным признакам классификации.

Таблица 5 – Классификация математических моделей

Признаки классификации	Виды математических моделей
1 Принадлежность к иерархическому уровню	1 Модели микроуровня 2 Модели макроуровня 3 Модели метауровня
2 Характер отображаемых свойств объекта	1 Структурные 2 Функциональные
3 Способ представления свойств объекта	1 Аналитические 2 Алгоритмические 3 Имитационные
4 Способ получения модели	1 Теоретические 2 Эмпирические
5 Особенности поведения объекта	1 Детерминированные 2 Вероятностные

Приведенная классификация математических моделей может быть применена по отношению к любым объектам. Рассмотрим особенности различных видов моделей применительно к производственным (технологическим) объектам (процессам).

Математические модели на микроуровне производственного процесса отражают физические процессы, протекающие, например, при резании металлов. Они описывают процессы на уровне отдельной технологической операции.

Математические модели на макроуровне производственного процесса описывают технологические процессы.

Математические модели на метауровне производственного процесса описывают технологические системы (участки, цехи, предприятие в целом).

Структурные математические модели предназначены для отображения структурных свойств объектов.

Функциональные математические модели предназначены для отображения информационных, физических, временных процессов, протекающих в работающем оборудовании, в ходе выполнения технологических процессов и т.д.

Аналитические математические модели представляют собой явные математические выражения выходных параметров как функций от параметров входных и внутренних.

Алгоритмические математические модели выражают связи между выходными параметрами и параметрами входными и внутренними в виде алгоритма.

Имитационные математические модели – это алгоритмические модели, отражающие развитие процесса (поведение исследуемого объекта) во времени при задании внешних воздействий на процесс (объект). Например, это модели систем массового обслуживания, заданные в алгоритмической форме.

Теоретические математические модели создаются в результате исследования объектов (процессов) на теоретическом уровне. Например, существуют выражения для сил резания, полученные на основе обобщения физических законов. Но они не приемлемы для практического использования, т.к. очень громоздки и не совсем адаптированы к реальным процессам обработки материалов.

Эмпирические математические модели создаются в результате проведения экспериментов (изучения внешних проявлений свойств объекта с помощью измерения его параметров на входе и выходе) и обработки их результатов методами математической статистики.

Детерминированные математические модели описывают поведение объекта с позиций полной определенности в настоящем и будущем. Примеры таких моделей: формулы физических законов, технологические процессы обработки деталей и т.д.

Вероятностные математические модели учитывают влияние случайных факторов на поведение объекта, т.е. оценивают его будущее с позиций вероятности тех или иных событий. Примеры таких моделей: описание ожидаемых длин очередей в системах массового обслуживания, ожидаемых объемов выпуска

сверхплановой продукции производственным участком, точности размеров в партии деталей с учетом явления рассеяния и т.д.

4.4.3 Программная реализация модели

Программная реализация модели может быть представлена в виде модульной структуры программы, структурной модели программы, в виде текста программы на каком-либо языке программирования, а также реализована в готовом программном продукте.

Например, для разработки системы управления процессом обессоливания воды применялась нечеткая логика. Для моделирования системы нечеткого управления расходом реагента для обессоливания воды использовались возможности среды технологических расчетов MATLAB, а также сопутствующее системы для моделирования динамических нелинейных систем – Simulink, системы разработки нечетких систем управления FuzzyLogicToolbox.

Система разработки нечетких систем управления FuzzyLogicToolbox обладает простым и хорошо продуманным интерфейсом, позволяющим легко проектировать и диагностировать нечеткие модели. Графические средства FuzzyLogicToolbox позволяют интерактивно отслеживать особенности поведения системы. FuzzyLogicToolbox предназначена для совместной работы с Simulink.

На рисунке 11 представлено диалоговое окно задания нечеткой модели. Редактор позволяет выбрать вид функций принадлежности и произвести ручную настройку параметров нечеткой системы. В нашем случае заданы две входные лингвистические переменные «величина ошибки сигнала» (e) и «величина скорости изменения ошибки сигнала» (V_e) и выходная переменная «Изменение величины тока задания» (i).

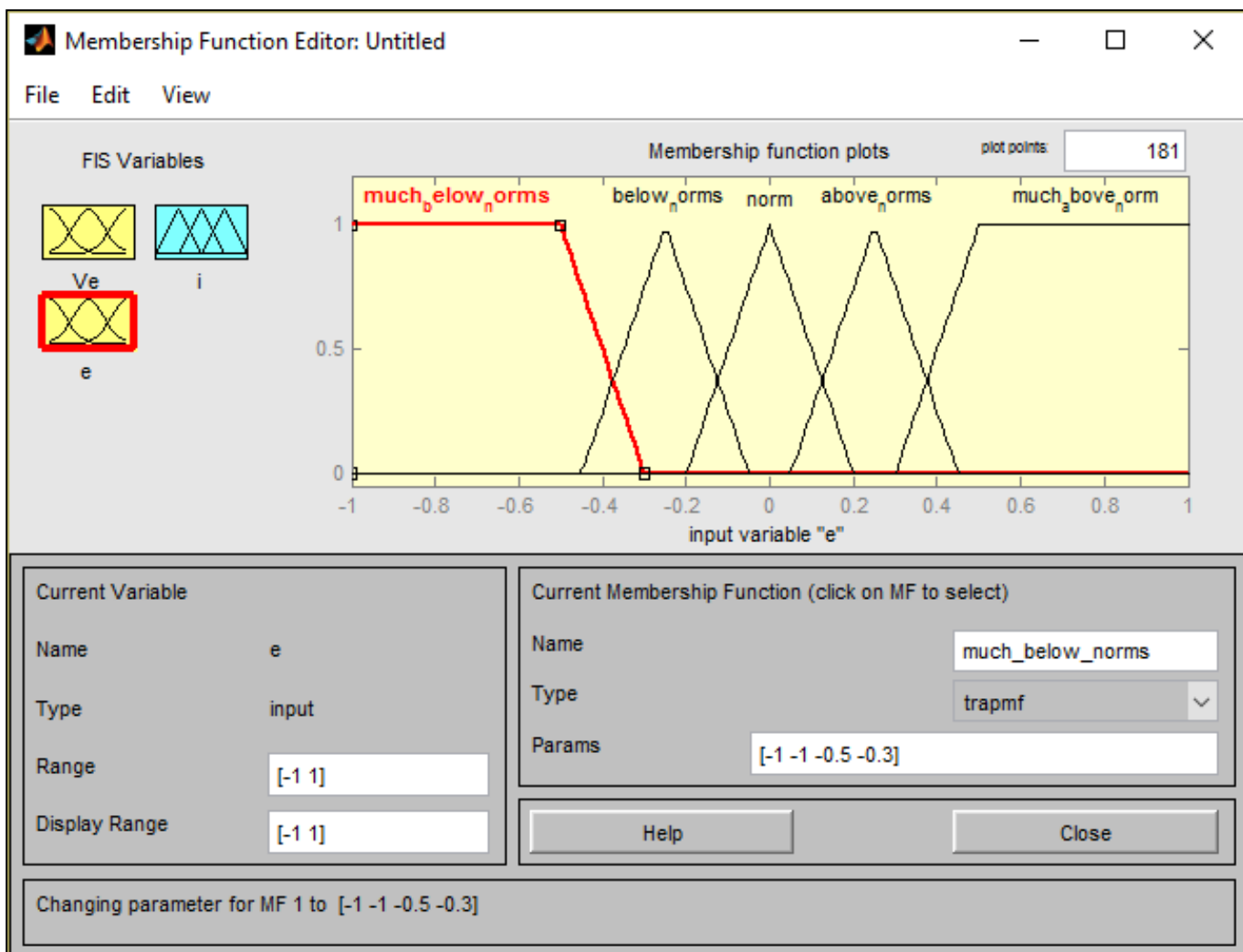


Рисунок 11 – Реализация входной переменной для нечеткого регулятора в среде FuzzyLogicToolbox

На рисунке 12 представлено диалоговое окно задания нечетких правил. Редактор позволяет явно задать базу нечетких правил. Задаются сочетание всех возможных ситуаций и реакции на каждую ситуацию.

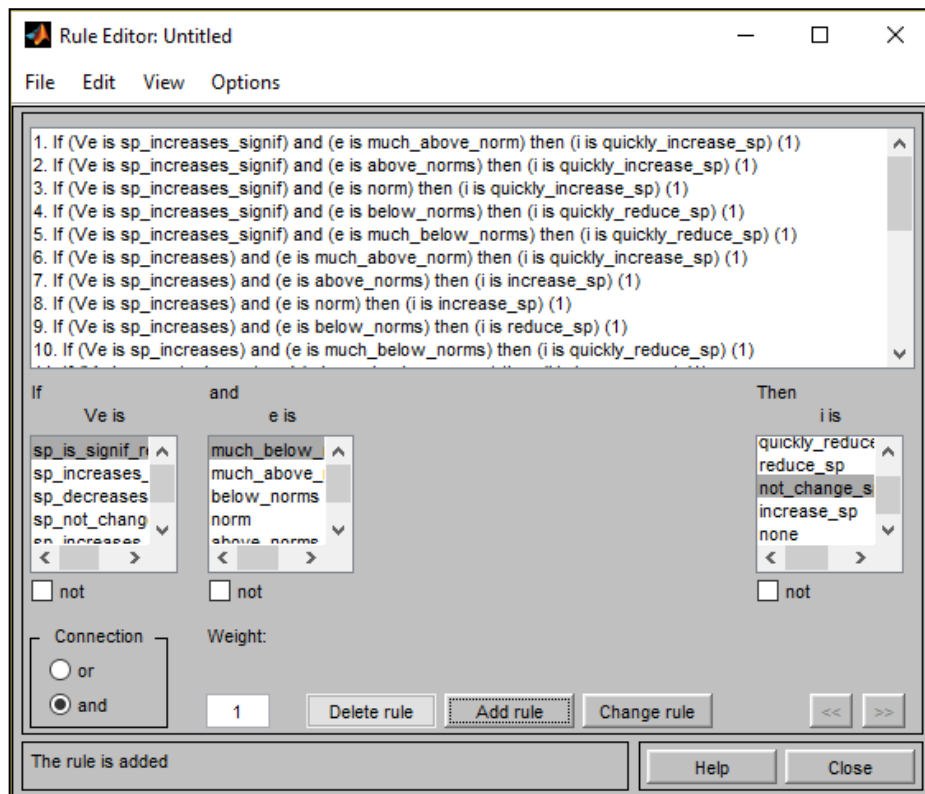


Рисунок 12 – Реализация продукционных правил

На рисунке 13 представлено диалоговое окно задания выходной переменной типа Мамдани, аналогично заданию входной переменной.

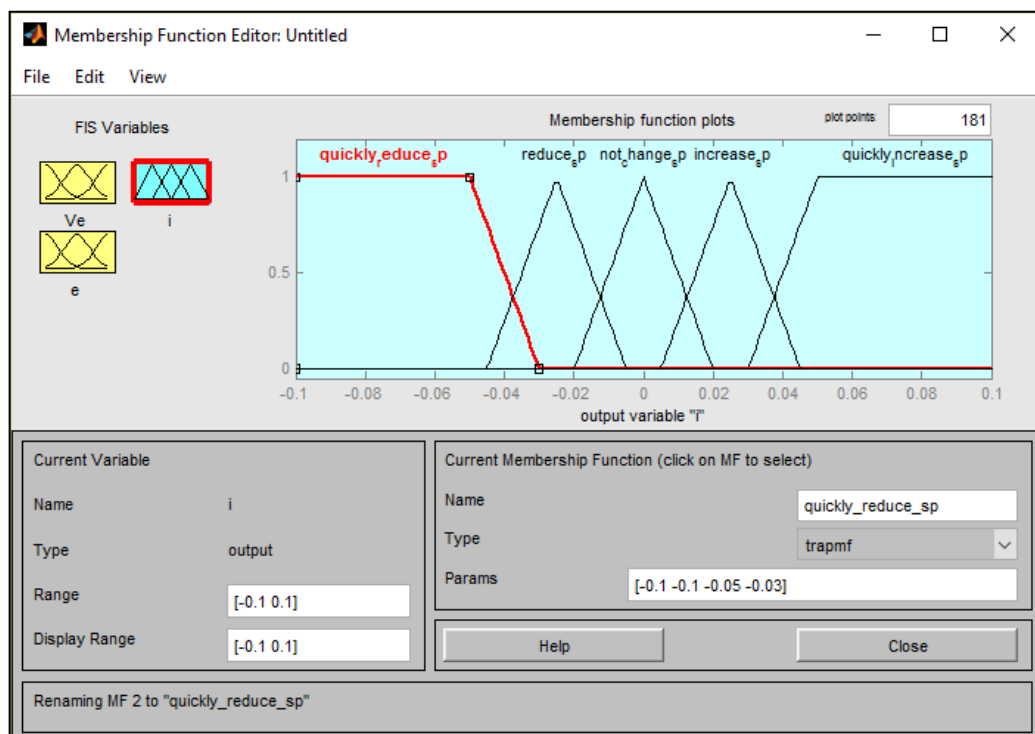


Рисунок 13 – Реализация выходной переменной

На рисунке 14 представлена визуализация процесса принятия нечеткого решения в системе типа Мамдани.

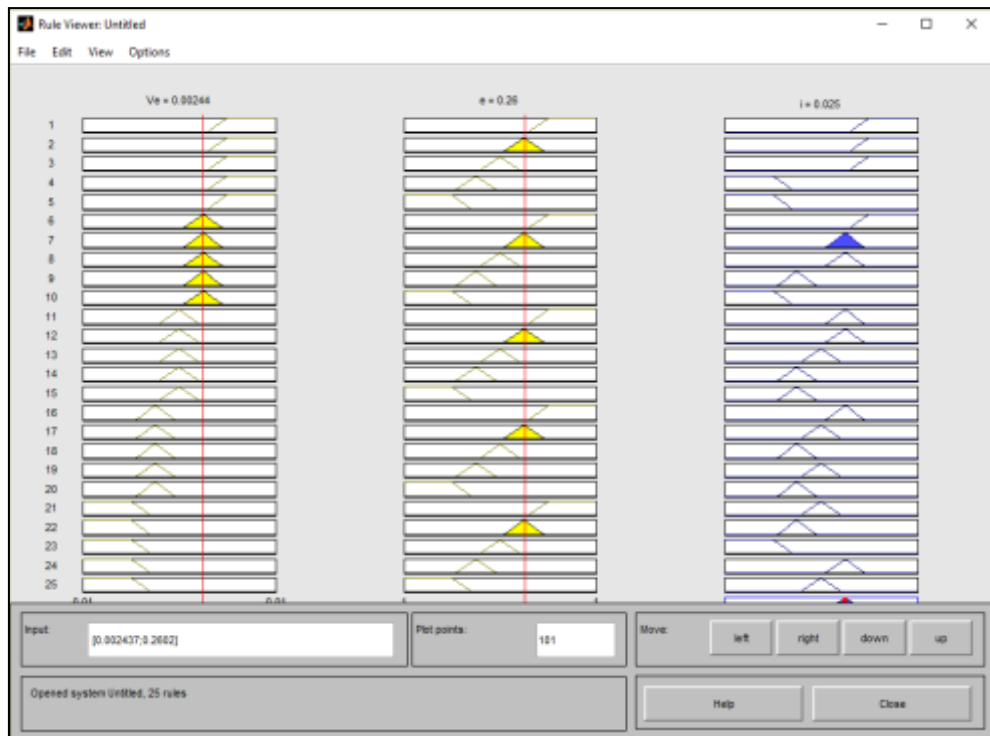


Рисунок 14 – Визуализация процесса принятия решения

На рисунке 15 представлена поверхность отклика.

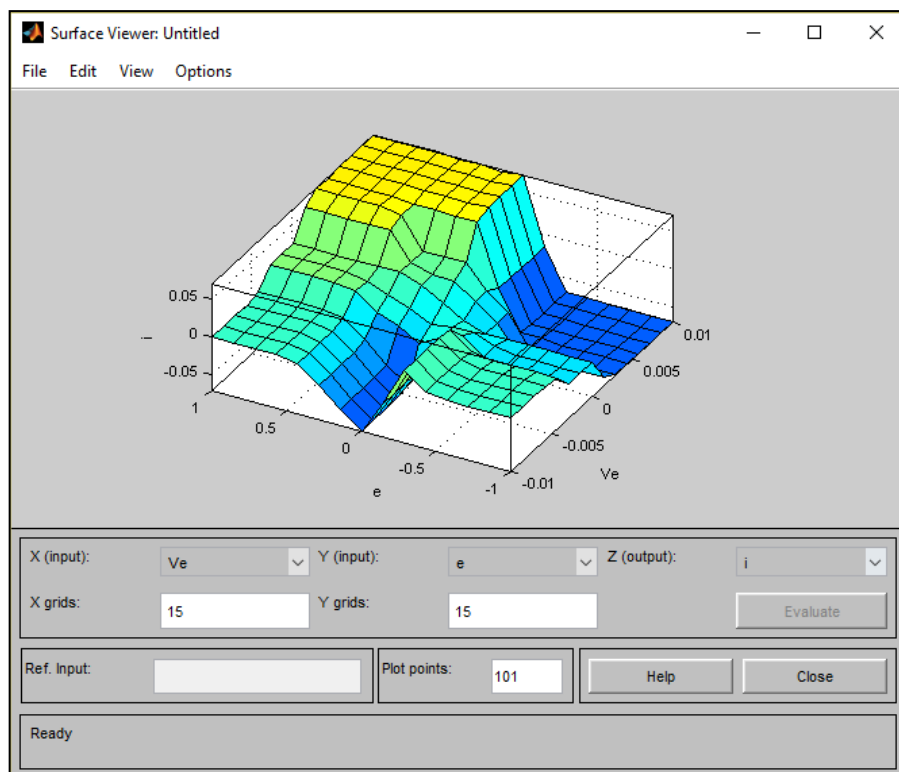


Рисунок 15 – Поверхность отклика

4.4.4 Результаты экспериментальной апробации модели

Результаты апробации модели должны свидетельствовать о том, что задача, связанная с разработкой модели, решена и ее можно применять на практике.

Так, например, выполним оценку построенной системы нечеткого вывода для задачи оценки риска возникновения пожара при разгерметизации магистрального трубопровода. Для этого в программе MATLAB задаются значения входных переменных для частного случая, когда текущая температура рабочей среды равна плюс 40 °С, диаметр трубы равен 100 м. Результатом является значение выходной переменной «риск», равное 50 °С. Данное значение соответствует среднему риску возникновения пожара. Графический интерфейс программа просмотра правил после выполнения процедуры нечеткого вывода для значений входных переменных изображен на рисунке 16.

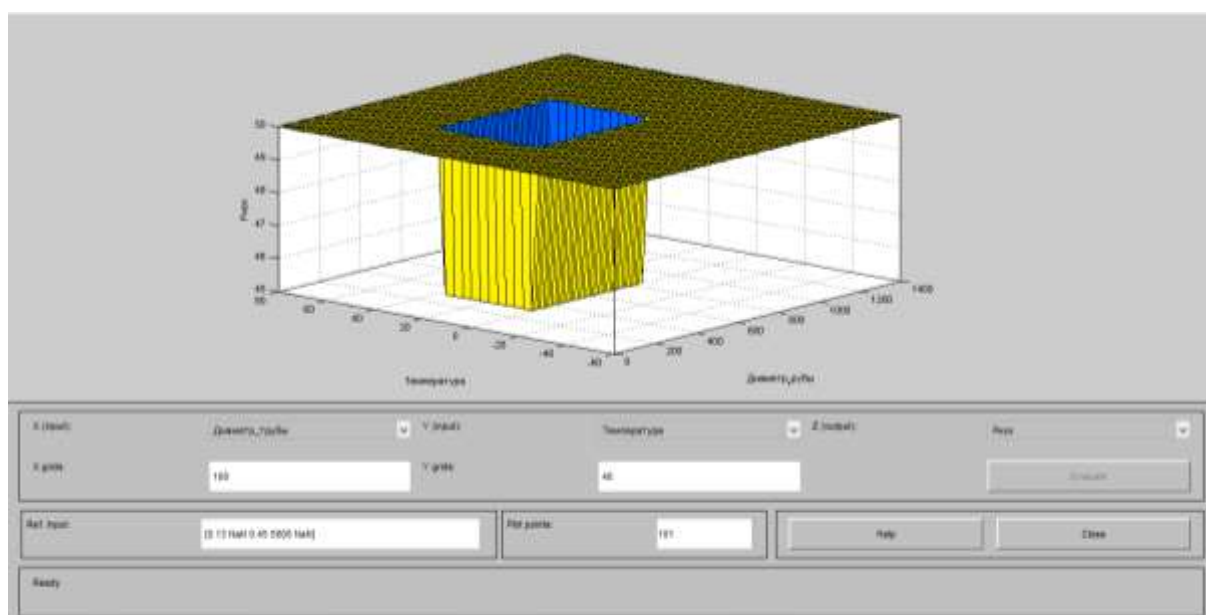


Рисунок 16 – График зависимости величины риска от температуры и диаметра

Данная поверхность нечеткого вывода позволяет установить зависимость значений выходной от значений входных переменных риска возникновения пожара при разгерметизации магистрального трубопровода. При апробации модели с данными параметрами уровень риска выше 50, что соответствует среднему уровню риска возникновения пожара при разгерметизации.

4.4.5 Выводы по результатам моделирования и рекомендации по использованию модели

Выводы зависят от результатов моделирования и поэтому могут иметь разную интерпретацию.

Предложенная в рамках курсовой работы модель оценки стоимости веб-проектов позволяет определить приблизительный объем затрат, связанный с разработкой веб-проектов различного уровня функциональной стоимости. Это обеспечивается использованием метода функциональных точек в сочетании с процедурой оценки трудоемкости веб-разработки на основе регрессионного анализа зависимости трудоемкости от количества функциональных точек.

Главное достоинство модели – в учете функциональной стоимости разрабатываемого продукта, что обеспечивается использованием метода функциональных точек.

Полученное регрессионное уравнение зависимости трудоемкости проекта от функциональности сайта описывает основные тенденции разработки.

Разработанная математическая модель может быть использована для приблизительной оценки коммерческой эффективности веб-проектов.

4.5 Заключение

Заключение должно быть кратким (не более 2 страниц текста). Оно должно отражать: оценку общего состояния объекта исследования и/или оценку изученности исследуемой проблемы; итоги проведенного моделирования; краткое описание предлагаемых действий по устранению недостатков.

4.6 Список использованных источников

Список использованных источников помещают после заключения. На каждый источник должна быть ссылка в тексте.

5 Требования к подготовке и защите курсовой работы

Оформленная курсовая работа представляется обучающимся руководителю в электронном виде для просмотра не позднее двух недель до начала сессии.

Если в результате проверки обнаружатся ошибки, неполный объем или низкое качество оформления, несоответствие уровня работы предъявляемым требованиям, то работа возвращается для доработки.

После внесения обучающимся всех исправлений руководитель ставит на титульном листе свою подпись, что означает допуск к защите.

К защите курсовой работы студент готовит доклад, рассчитанный на выступление до 5 минут, а также презентацию. Доклад строится в той же последовательности, в какой написана работа. Во время защиты студент должен кратко сформулировать цель работы, изложить содержание, акцентируя внимание на наиболее важных и интересных с его точки зрения решениях, в первую очередь, принятых студентом самостоятельно.

Защита курсовой работы, как правило, проводится публично, в присутствии студенческой группы.

Оценка работы производится с учетом: актуальности темы, глубины анализа исследуемого объекта, правильности выбранных методов моделирования, правильности выполнения иллюстративного материала и соблюдения требований государственных стандартов к оформлению пояснительной записки, умения логично и аргументировано излагать материал.

Студент, не представивший в установленный срок полностью выполненную курсовую работу по дисциплине учебного плана или незащитивший ее, кроме случая неявки студента по уважительной причине, считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче экзамена по данной учебной дисциплине.

6 Примерная тематика курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ следующая:

- 1) Моделирование технологического процесса изготовления деталей;
- 2) Моделирование процессов комплексной переработки отвальных шлаков никеля;
- 3) Моделирование процесса экологического мониторинга;
- 4) Моделирование процесса управления качеством;
- 5) Моделирование процесса стабилизации подачи зерна;
- 6) Моделирование процесса управления Интернет-магазином;
- 7) Моделирование процесса переработки попутного нефтяного газа;
- 8) Моделирование технологического процесса обезвоживания нефти;
- 9) Моделирование процесса очистки осевого компрессора на дожимных компрессорных станциях;
- 10) Моделирование процесса оказания услуг связи на основе IP-телефонии;
- 11) Моделирование технологического процесса обессоливания воды;
- 12) Моделирование технологического процесса предварительной очистки воды;
- 13) Моделирование процесса планирования ИТ- бюджета предприятия;
- 14) Моделирование процесса формирования резервного фонда проекта;
- 15) Моделирование процесса подготовки нефти и газа к транспортировке;
- 16) Моделирование процесса управления микроклиматом в здании кинотеатра;
- 17) Моделирование процесса очистки газа от серосодержащих соединений;
- 18) Моделирование технологического процесса по резке стекла;
- 19) Моделирование процесса нейтрализации азотной кислоты;
- 20) Моделирование технологического процесса покраски.

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1 Барботько, А.И. Основы теории математического моделирования: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / А.И. Барботько, А.О. Гладышкин. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 212 с.

2 Кудряшов, В.С. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Кудряшов, М.В. Алексеев. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. – 208 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141980>.

3 Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. – 398 с. ISBN 978-5-16-006482-6. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=392652>.

4 Гаибова, Т.В. Моделирование систем в среде ВрWin [Текст]: методические указания к выполнению курсовой работы / Т.В. Гаибова, А.П. Гузенко, Н.А. Шумилина. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 13 с.

5 Гаибова, Т. В. Системное моделирование: учеб. пособие для вузов / Т.В. Гаибова, В.В. Тугов, Н.А. Шумилина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. Ч. 1. – 113 с.

7.2 Дополнительная литература

1 Мусина, О.Н. Планирование и постановка научного эксперимента [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.Н. Мусина. – М.: Берлин:

Директ-Медиа, 2015. – 88 с. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274057>.

2 Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование: вводный курс: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 «Информатика» / Ю. Ю. Тарасевич. – 6-е изд. – М.: ЛИБРОКОМ, 2013. – 149 с.

3 Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие / Н. И. Сидняев. – М.: Юрайт, 2012. – 400 с.

4 Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – М.: Флинта, 2011. – 271 с. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>.

5 Полякова, Н.С. Математическое моделирование и планирование эксперимента: методические указания к выполнению домашнего задания [Электронный ресурс]: методические указания / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 36 с. – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256837>.

7.3 Периодические издания

1) Автоматизация. Современные технологии: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016, 2017.

2) Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016.

3) Приборы и техника эксперимента: журнал. – М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2016, 2017.

4) САПР и графика: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016, 2017.

5) Справочник. Инженерный журнал: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016, 2017.

7.4 Интернет-ресурсы

1) <http://www.i-us.ru/section-spm> - web-сайт научного журнала «Информационно-управляющие системы», рубрика «Моделирование систем и процессов»;

2) <http://mais-journal.ru/jour> - web-сайт журнала «Моделирование и анализ информационных систем»;

3) <http://mmp.vestnik.susu.ru/page/ru/greet> - web-сайт журнала «Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия «Математическое моделирование программирование».