

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

А. А. Захарова

ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Методические указания по выполнению курсовой работы и самостоятельной работе по
дисциплине «Теория систем и системный анализ»
для студентов направлений подготовки и специальностей в сфере информационных
технологий

Томск 2022

УДК 303.732
ББК 22.173
3-38

Рецензент:

Пермякова Н.В., доцент кафедры АОИ, канд. техн. наук

З-38 Захарова, Александра Александровна

Теория систем и системный анализ: Методические указания по выполнению курсовой работы и самостоятельной работе по дисциплине «Теория систем и системный анализ» для студентов направлений подготовки и специальностей в сфере информационных технологий / А. А. Захарова. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 27 с.

Методические указания содержат задание и указания по выполнению курсовой работы и самостоятельной работе по дисциплине «Теория систем и системный анализ». Приведено описание основных этапов работы: разработка базовых моделей системы; выявление причин возникновения проблемы; разработки и оценивание приоритетности целей системы для решения проблемной ситуации; выработка и оценивание альтернатив достижения целей как средств решения проблемы; создание автоматизированного средства для выбора наилучшего способа решения проблемной ситуации, как инструмента экспериментального исследования в выбранной предметной области.

Одобрено на заседании каф. АСУ протокол № 12 от 28.10.2022

УДК 303.732
ББК 22.173

© Захарова А.А. 2022

© Томск. Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ТЕМА И ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ	5
1.1 Выбор темы курсовой работы.....	5
1.2 Структура пояснительной записки	6
2 ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	8
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	10
3.1 Краткое описание объекта исследования	10
3.2 Моделирование системы	10
3.2.1 Модель взаимосвязи системы с окружающей средой	10
3.2.2 Модели состава и структуры системы	12
3.2.3 Построение дерева причин.....	16
3.3 Постановка целей и поиск решений	18
3.3.1. Построение дерева целей.....	18
3.3.2 Оценка целей методом анализа иерархий.....	19
3.4 Разработка и оценка альтернатив достижения цели	21
3.5 Разработка программного продукта, реализующего метод оценивания/сравнения альтернатив.....	22
Список литературы	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Образец титульного листа курсовой работы.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Образец задания по курсовой работе.....	26

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа по дисциплине «Теория систем и системный анализ» является одной из основных форм самостоятельной работы студента.

В ходе выполнения курсовой работы студент должен на основе методов системного анализа выработать и оценить альтернативы решения проблемной ситуации в конкретном процессе организационной системы определенного вида, а также разработать программное обеспечение, реализующее один из методов оценивания систем или сравнения альтернатив (метод принятия решений).

Для этого последовательно осуществляется разработка базовых моделей системы (выбранной подсистемы): черного ящика, состава и структуры. На основе построенных моделей выявляется перечень возможных причин возникновения проблемы, формируются цели системы для решения проблемной ситуации. Оценивание целей методом анализа иерархий позволяет обосновать наиболее приоритетную цель, для которой осуществляется выработка альтернативных способов её достижения. Далее в соответствии с заданным методом принятия решений осуществляется оценивание альтернатив и выбор наилучшей.

Разработка программы ЭВМ, реализующей заданный метод оценивания систем или сравнения альтернатив, осуществляется с целью создания автоматизированного средства для выбора наилучшего способа решения проблемной ситуации, как инструмента экспериментального исследования в выбранной предметной области.

Курсовая работа выполняется каждым студентом индивидуально. Защита курсовой работы осуществляется в форме устного доклада основных результатов и демонстрации программного продукта.

1 ТЕМА И ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

1.1 Выбор темы курсовой работы

Тема курсовой работы формулируется, исходя из следующих компонент задания:

1. Каждая тема начинается со слов «**Системный анализ ...**»

2. Далее следует формулировка процесса, в котором будет осуществлена постановка проблемы конкретной системы (предприятия, организации, социально-экономической системы и т.д.). Например,

- процесс выполнения заказов клиентов;
- процесс поставки материалов и комплектующих;
- процесс найма персонала;
- процесс реализации продукции;
- процесс оказания услуг;
- процесс выполнения работ;
- процесс производства продукции;
- процесс продвижения продуктов на рынке;
- процесс управления спросом на продукцию;
- процесс формирования ценовой политики и т.д.

3. Далее следует название конкретной системы (предприятия, организации, социально-экономической системы и т.д.). Например:

- интернет-магазин книжной продукции;
- рекламное агентство;
- страховая компания;
- производственное предприятие (конкретизировать отрасль, например, «предприятие по производству молочной продукции»);
- курьерская служба;
- языковая школа;
- таксопарк;
- фирма по ремонту бытовой техники;
- организатор спортивных соревнований;
- строительная фирма;
- фитнес-клуб;
- стоматологическая поликлиника;
- магазин компьютерной техники и т.д.

Примеры формулировки темы:

- системный анализ процесса выполнения заказов в интернет-магазине книжной продукции;
- системный анализ процесса продвижения на рынке программного обеспечения ИТ-фирмы-разработчика;
- системный анализ процесса найма персонала в кафе;
- системный анализ процесса организации спортивных соревнований.

Тема курсовой работы может быть сформулирована студентом самостоятельно, но должна быть согласована с преподавателем на первой неделе выполнения курсовой работы. При выборе темы студенты могут опираться на результаты выполнения практических работ по дисциплине, в ходе которых осуществлялся системный анализ конкретных систем. Могут выбирать организации, в которых они проходили практику или стажировку. Могут основываться на результатах научных исследований, выполнявшихся в рамках других дисциплин, проектного обучения. Возможно выбрать тему в соответствии с

профессиональными интересами в будущем. Студенты, не желающие формулировать тему самостоятельно, получают тему, назначенную преподавателем.

4. В теме не указывается, но в задании должен быть отражен конкретный метод оценивания систем или сравнения альтернатив, который определяется преподавателем. Ниже перечислен базовый набор методов оценивания систем и сравнения альтернатив:

- 1) нечеткое оценивание на основе функции принадлежности лингвистической переменной, заданной в табличной форме;
- 2) нечеткое оценивание на основе треугольной функции принадлежности лингвистической переменной;
- 3) нечеткое оценивание на основе трапециевидной функции принадлежности лингвистической переменной;
- 4) нечеткое оценивание на основе Гауссовой функции принадлежности лингвистической переменной;
- 5) метод группового ранжирования;
- 6) метод непосредственного оценивания систем;
- 7) метод последовательного сравнения методом Черчмена-Акоффа;
- 8) метод группового парного сравнения (система оценок 1/0);
- 9) метод группового парного сравнения (система оценок 2/1/0);
- 10) метод парных сравнений Саати;
- 11) нахождение множества Парето;
- 12) метод аддитивной свертки критериев;
- 13) метод мультипликативной свертки критериев;
- 14) метод «идеальной точки»;
- 15) выбор варианта управления по критерию среднего выигрыша;
- 16) выбор варианта управления по критерию Лапласа;
- 17) выбор варианта управления по критерию Вальда;
- 18) выбор варианта управления по критерию максимакса (оптимизма);
- 19) выбор варианта управления по критерию Гурвица;
- 20) выбор варианта управления по критерию Сэвиджа.

Перечень методов может быть дополнен, могут применяться сочетания методов. Студент может согласовать с преподавателем другой метод, не содержащийся в этом списке

1.2 Структура пояснительной записки

Пояснительная записка к курсовой работе оформляется в соответствии со стандартом оформления студенческих работ ТУСУРа, актуальным на дату выполнения работы. Структура пояснительной записки, следующая:

- титульный лист (пример приведен в Приложении А, следует уточнить у преподавателя актуальность данного титульного листа на момент оформления работы);
- задание (пример приведен в Приложении Б, следует уточнить у преподавателя актуальность данного формата задания на момент оформления работы);
- оглавление;
- введение;
- раздел 1 «Краткое описание объекта исследования»;
- раздел 2 «Моделирование системы»;
- подраздел 2.1 «Модель взаимосвязи системы с окружающей средой»;
- подраздел 2.2. «Модель состава и структуры системы»;

- подраздел 2.3. «Построение дерева причин»;
- раздел 3 «Постановка целей и поиск решений»;
- подраздел 3.1 «Построение дерева целей»;
- подраздел 3.2 «Оценка целей методом анализа иерархий»
- раздел 4 «Разработка и оценка альтернатив решения проблемы заданным методом (название метода конкретизировать)»;
 - подраздел 4.1 «Разработка альтернатив достижения цели»
 - подраздел 4.2 «Описание метода оценивания систем и/или сравнения альтернатив» (указать конкретный метод);
 - подраздел 4.3 «Оценивание и выбор альтернатив».
- раздел 5 «Разработка программного продукта, реализующего заданный метод оценивания/сравнения альтернатив» (указать конкретный метод);
 - подраздел 5.1 «Разработка алгоритма решения задачи»;
 - подраздел 5.2 «Описание программы»;
 - подраздел 5.3. «Тестирование программы»;
 - заключение;
 - сокращения, обозначения, термины и определения (при наличии);
 - список использованных источников;
 - приложение А (обязательное) – Дерево целей и результаты оценивания целей методом анализа иерархий;
 - приложение Б (обязательное) – Алгоритм программы ЭВМ, реализующей метод оценивания систем (указать какой).

Перечень и нумерация приложений может быть другой. Указанные выше приложения являются обязательными. Другие приложения могут появиться при необходимости вынести рисунки, таблицы и другие материалы из текста, например, в связи с превышением регламентированного стандартом объема пояснительной записки курсовой работы.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Структурный элемент «**Введение**» должен отражать следующую информацию.

Привести краткое описание объекта и предмета исследования. Объектом исследования является выбранная организация (система), предметом исследования – выбранный процесс. Далее необходимо кратко обосновать актуальность исследований, проблемы выбранной системы. То есть отразить необходимость выработки и оценки альтернатив решения проблемной ситуации в конкретном процессе конкретной организационной системы (указать в соответствии с темой).

Далее указать цель и задачи курсовой работы.

Цель курсовой работы – выработка и оценка альтернатив решения проблемной ситуации в конкретном процессе конкретной организационной системы на основе методов системного анализа и разработанного программного обеспечения (конкретизировать цель в соответствии с темой).

Задачи:

- изучение проблем, возникающих в выбранной системе при осуществлении конкретного процесса (конкретизировать в соответствии с заданием);
- разработка базовых моделей системы;
- выявление причин возникновения выбранной проблемы процесса;
- постановка и оценивание целей системы для решения выбранной проблемы;
- разработка и оценка альтернатив решения проблемы заданным методом (конкретизировать в соответствии с заданием);
- разработка программного продукта, реализующего заданный метод оценивания/сравнения альтернатив (конкретизировать в соответствии с заданием).

Также во введении необходимо отразить компетенции, на формирование которых направлена курсовая работа. Студент может уточнить набор компетенций по дисциплине в рабочей программе дисциплины для своего года набора.

Объем введения – до двух страниц, но не менее одной полной страницы.

В структурном элементе «**Заключение**» необходимо последовательно изложить основные результаты работы, которые показывают достижение поставленных цели и задач. Объем заключения не менее одной полной страницы. Примерная последовательность результатов в заключении:

- указать какая система была исследована, какая основная проблема в процессе выявлена;
- отразить какие модели системы были разработаны, какие основные причины проблемы выявлены;
- написать о постановке целей системы для решения проблемы, каким методом они были оценены, и какая цель оказалась приоритетной и выбрана для разработки альтернатив ее достижения;
- написать о разработке и оценивании альтернатив с указанием конкретного метода, указать наилучшую альтернативу;
- отразить основные характеристики разработанного программного продукта (функции, используемые инструментальные средства разработки, особенности, результаты тестирования и др.);
- сделать вывод о научной значимости и/или практической ценности полученных результатов, если результаты опубликованы – также отразить это в заключении.

В структурном элементе «**Список использованных источников**» необходимо в соответствии с правилами библиографического описания, определенных в стандарте ТУСУРа, перечислить все источники информации, использованные в ходе выполнения проекта.

Источники располагаются в порядке упоминания их в тексте. На каждый источник в тексте должна быть приведена ссылка в квадратных скобках с указанием номера источника в списке.

Список должен содержать не менее 15 источников. Это могут быть источники, использованные при описании предметной области, методов исследования, выбора инструментальных средств разработки и др. Нельзя использовать в качестве источников документы из различных банков студенческих работ (рефератов, курсовых и др. работ).

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ И ЕЁ ЗАЩИТЕ

3.1 Краткое описание объекта исследования

Опишите объект системного анализа – предприятие, организация, фирма, социально-экономическая система, осуществляющие конкретный вид деятельности в соответствии с выбранной темой (примеры систем приведены в разделе 1.1.). Примерный план описания:

- основной вид деятельности и его особенности;
- цели функционирования системы;
- окружение системы, связи системы и среды;
- примеры конкретных систем такого типа;
- краткое описание предмета анализа – описание конкретного процесса (в соответствии с темой курсовой работы): назначение, цели, задачи, показатели эффективности;
- сформулируйте проблему для дальнейшего исследования (например, для ИТ-фирмы по ремонту и обслуживанию компьютерной техники проблемой может быть «низкое качество выполняемых работ», «слабая удовлетворенность клиентов услугами», «низкий спрос на услуги фирмы» и т.п.).

При описании опирайтесь на информацию из различных литературных источников (научные статьи, учебные и научные издания лучше всего искать в электронных научных библиотеках, например Научная электронная библиотека [elibrary https://elibrary.ru/](https://elibrary.ru/), Киберленинка <https://cyberleninka.ru/> и др.), также можно использовать публикации в Интернете (например, сайты организаций, профессиональные порталы и другие достоверные источники), законодательные акты. Возможно для формулирования проблем и описания процессов использовать собственный опыт и знания или обратиться к опыту коллег, знакомых и др.

Объем раздела 2-3 страницы. Обязательно использование не менее 7 источников.

3.2 Моделирование системы

3.2.1 Модель взаимосвязи системы с окружающей средой

Раздел «Моделирование системы» посвящен построению базовых моделей системы и их комбинаций [2]:

- первая модель представляет собой комбинацию моделей структуры надсистемы (внешней среды) и модели «черного ящика» системы;
- вторая модель – модель состава системы;
- третья модель – модель структуры системы.

Системой здесь и далее является система, реализующая конкретный процесс (в соответствии с темой курсовой работы). Например, «Система оказания услуг по ремонту компьютерной техники», «Система найма персонала в ресторане быстрого питания», «Система выполнения заказов в мебельной фирме» и т.д.

При разработке моделей следует помнить, модели являются целевыми (то есть зависят от поставленной цели системного анализа), соответственно для одной и той же системы могут быть построены разные модели. Поэтому модель должна разрабатываться исходя из поставленной вами проблемы в первом разделе работы.

Представлению графической интерпретации моделей (диаграмм) должен предшествовать текст, обосновывающий выбор тех или иных элементов и параметров модели.

Сами диаграммы могут создаваться в любом доступном редакторе диаграмм. Главным требованием является читаемость текста в блоках и надписях на диаграмме при распечатке курсовой работы (не менее 10pt), соблюдение уровней расположения элементов (например, в модели состава), аккуратность в оформлении. В данных методических указаниях для примера приводятся рисунки диаграмм из методического пособия [4], в котором они построены с помощью Microsoft Office Visio.

Модель взаимосвязи системы с окружающей средой представляет собой комбинацию моделей «черного ящика» системы и модели структуры надсистемы (окружающей среды). Последовательность разработки модели следующая.

Конкретизируйте название вашей системы и её основное назначение (решаемые задачи).

Выделите подсистемы окружающей среды. Можете использовать стандартные основания декомпозиции: подсистемы макросреды (основываясь на экономических, технологических, географических, социально-культурных, правовых, политических факторах), подсистемы микросреды (вышестоящие и/ или подведомственные организации, поставщики, клиенты, партнеры, конкуренты. Давайте выделенным системы как можно более конкретные наименования. Например, конкурентами для ИТ-фирмы разработчика программного обеспечения (ПО) являются «Фирмы – разработчики ПО» и «Фирмы, осуществляющими поставку ПО». Ограничений на количество выявленных подсистем нет, но их должно быть достаточно, для отражения взаимодействия вашей системы со средой в контексте поставленной вами проблемы. Например, любая система, как минимум, должна иметь поставщиков ресурсов, и потребителей продукции (услуг, работ). Также маловероятно, что существуют системы, не конкурирующие за ресурсы или потребителей.

Далее определите взаимосвязи подсистем внешней среды и системы – конкретные информационные, материальные, финансовые, человеческие, энергетические и другие потоки. В большинстве случаев с каждым элементом среды возникают прямые и обратные потоки. Например, для рынка труда организация предоставляет рабочие места, а от рынка труда получает трудовые ресурсы необходимой квалификации.

Отобразите модель в виде диаграммы. Вверху диаграммы укажите проблему, которая определяет цель моделирования системы. На диаграмме в центре укажите блок анализируемой системы, с помощью выноски указывается ее описание (перечисляются основные задачи этой системы). Далее отражаете выделенные подсистемы внешней среды и связи между ними и системой. Пример из [4] представлен на рис.3.1.

Построенная модель взаимосвязи с окружающей средой служит основанием для выявления основных заинтересованных сторон анализируемой системы (стейкхолдеров или «акторов»). Это субъекты внешней и внутренней среды, оказывающие существенное влияние на возникновение и решение поставленной вами проблемы. Цели этих стейкхолдеров в отношении деятельности системы могут совпадать или не совпадать как между ними, так и с целями системы. Например, для фирмы по ремонту компьютеров это могут быть клиенты, поставщики комплектующих, руководство фирмы, работники фирмы, конкурирующие фирмы.

Приведите описание выявленных акторов (стейкхолдеров), отразите их влияние на вашу систему и, наоборот, влияние системы на них. Для каждого актора сформулируйте критерии, по которым они могут оценить уровень системы в сравнении с их представлением об «идеале». Например, клиенты оценивают качество и скорость выполнения работ по ремонту техники, уровень сервиса, руководство – прибыль и удовлетворенность клиентов, поставщики – объем закупок и своевременность расчетов, работники – условия труда и уровень заработной платы и т.д. Для каждого критерия необходимо предложить систему оценивания (шкалу). Это могут быть количественные и качественные шкалы. Критерии и систему оценивания представьте в виде таблицы 3.1, в которой приведены примеры заполнения

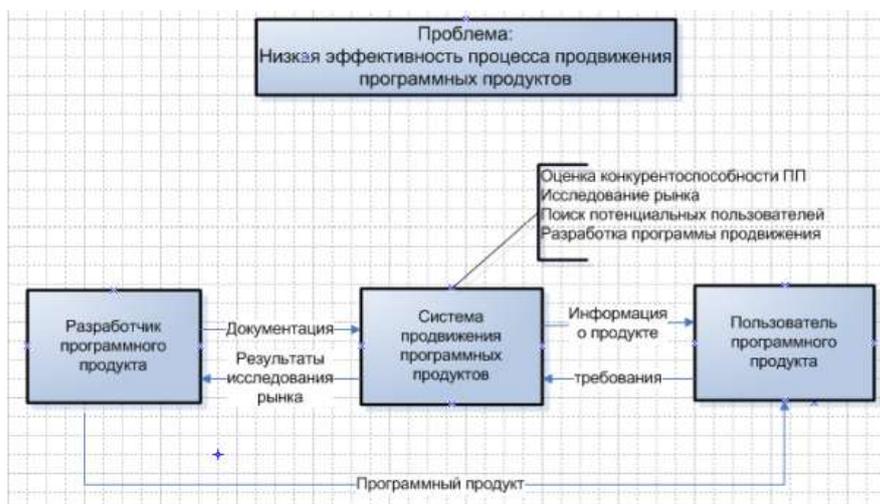


Рисунок 3.1 – Диаграмма взаимосвязи системы с окружающей средой [4]

Таблица 3.1 – Критерии оценивания системы

Актор / Критерий	Ед.изм. и/или возможные значение	Система оценивания
1. Клиент		
1.1. Время выполнения заказа по ремонту техники	Календарный день	1 – 3– «отлично»; 4 – 5– «хорошо»; 6 – 10– «удовлетворительно»; более 10 – «неудовлетворительно».
1.2. Качество выполнения ремонтных работ	Балл. Удовлетворительное – неудовлетворительное	7 – 10 – «удовлетворительное»; менее 10 баллов – «неудовлетворительное».
....		
2. Работник		
2.1. Уровень заработной платы	Тыс.руб.	более 50 – «отличный»; 35-50 – «приемлемый»; менее 35 – неудовлетворительный.

3.2.2 Модели состава и структуры системы

Для построения модели состава системы необходимо выполнить последовательную её декомпозицию по различным основаниям. В качестве оснований можно использовать стандартные основания [1]:

- виды конечных продуктов (производимой продукции, оказываемых услуг, выполняемых работ);
- жизненный цикл деятельности (выполняемого процесса): маркетинг, проектирование, разработка продукта, закупки, производство, транспортировка, реализация, послепродажное обслуживание и т.п.);

– виды обеспечивающей деятельности – информационное обеспечение; управление персоналом, охрана труда и техника безопасности, PR-деятельность, финансовая деятельность, юридическое обеспечение и т.д.;

– технологические этапы – отдельные этапы основных или обеспечивающих процессов, предусмотренные технологией.

Можно использовать другие, в том числе нестандартные основания декомпозиции, если это необходимо с точки зрения поставленной вами проблемы.

Необходимо использовать не менее двух оснований декомпозиции, при этом не рекомендуется применять более трех оснований декомпозиции.

В тексте данного раздела вы должны дать обоснование выбранным основаниям декомпозиции, описать каждую выделенную подсистему (кратко). Для каждой из выделенных основных подсистем сформулируйте возможное позитивное/негативное влияние, оказываемое на проблему системы.

Затем представьте графическую интерпретацию модели состава, отражающую иерархию выделенных вами подсистем. Если на рисунки читаемо могут быть отображены все выделенные подсистемы, то желательно модель структуры представить полностью на одном рисунке, пример приведен на рис.3.2 для системы – оказание услуг по ремонту компьютерной техники. Если же это невозможно, то можно разделить модель на несколько диаграмм с указанием этого в подписи рисунков. Так, на рисунке 3.3 приведена декомпозиция системы продвижения программных продуктов только для одной из подсистем из верхнего уровня («Маркетинговые исследования») [4], соответственно далее должны быть представлены диаграммы для подсистем «Принятие заказа», «Поставка программного продукта», а также остальных подсистем нижеследующего уровня.

Далее для каждой из основных подсистем (верхний уровень декомпозиции) необходимо выделить структурные элементы [1, 4]:

– предметы деятельности – элементы, подвергающиеся обработке, входы (сырье, материалы, комплектующие, заявка, входные данные);

– конечные продукты – результат преобразования, выходы (продукт, услуга, результаты обработки данных);

– исполнители – элементы, осуществляющие преобразование (люди, выполняющие деятельность, подразделения, организации);

– средства деятельности – элементы, используемые в процессе обработки (инструменты, станки, машины, средства связи, помещения);

– регламент деятельности – информация, как происходит преобразование (план, проект, инструкция).

Результаты представить в виде таблицы 3.2. Пример заполнения таблицы приведен для системы оказания услуг по ремонту компьютерной техники, модели структуры которой представлена на рис.3.2.

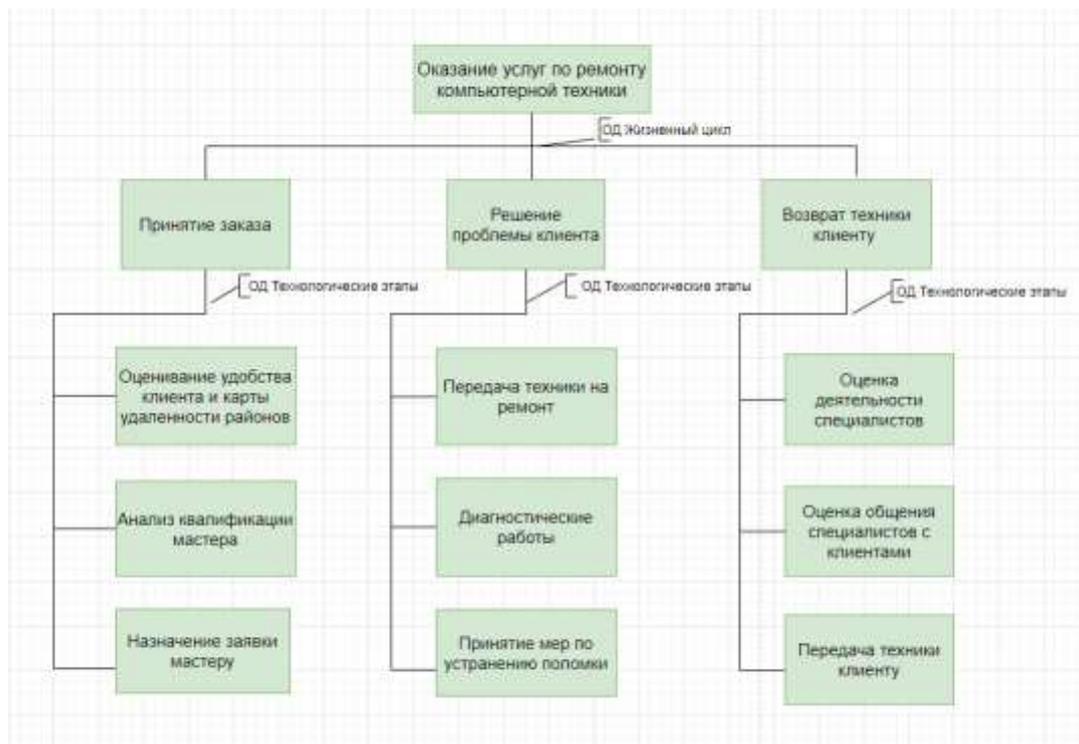


Рисунок 3.2 – Модель структуры (полное представление модели)

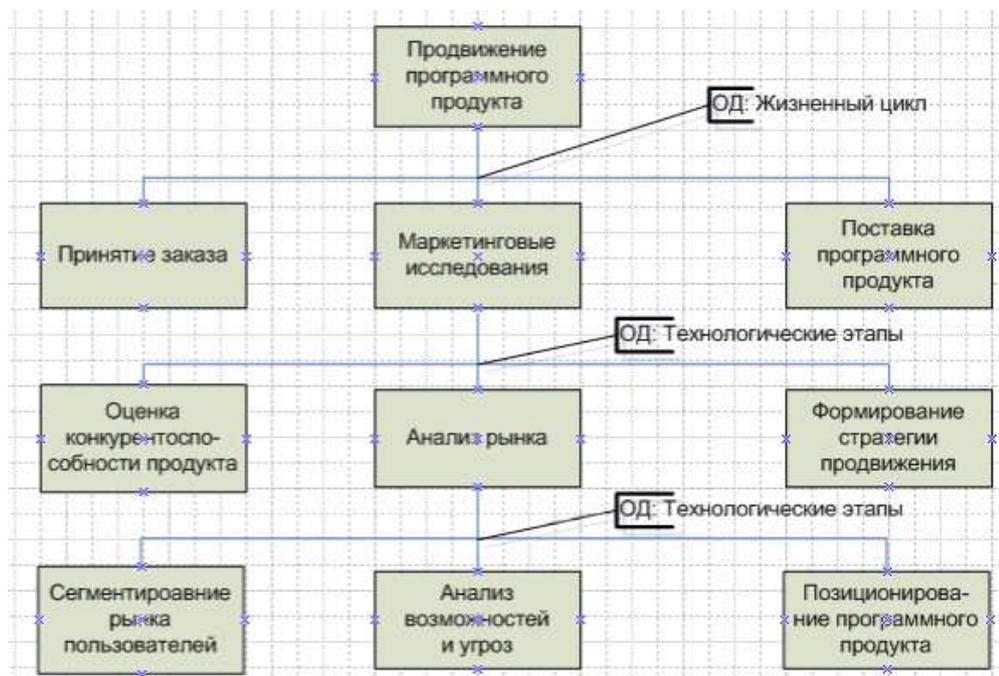


Рисунок 3.3 – Модель структуры (пример разделения модели) [4]

Таблица 3.2 – Структурные элементы деятельности

Подсистема	Предметы деятельности	Средства деятельности	Исполнители	Регламент деятельности	Конечный продукт
Принятие заказа	Заявка клиента	Компьютер, Word, приложение для связи с мастерами.	Диспетчер	Регламент, каталог услуг	Оформленный заказ, договор.
Решение проблемы клиента	Данные заказа	Квалификация мастера, инструменты, программы, жесткий диск.	Специалист по ремонту компьютерной техники	Инструкция по ремонту компьютерной техники	Отремонтированная техника
Возврат техники клиенту	Отремонтированная техника	Компьютер, Word, телефон, договор.	Мастер или диспетчер	Инструкция по поставке техники	Поставленная техника

Далее необходимо построить модель структуры системы. Для наглядности представления модели на отдельных рисунках должны быть представлены диаграммы, отражающие связи между подсистемами, полученными в результате декомпозиции одной родительской системы (подсистемы). То есть сначала строится диаграмма взаимодействия подсистем второго уровня. Пример диаграммы для иерархии подсистем, представленной на рис. 3.2., приведен на рис. 3.4.

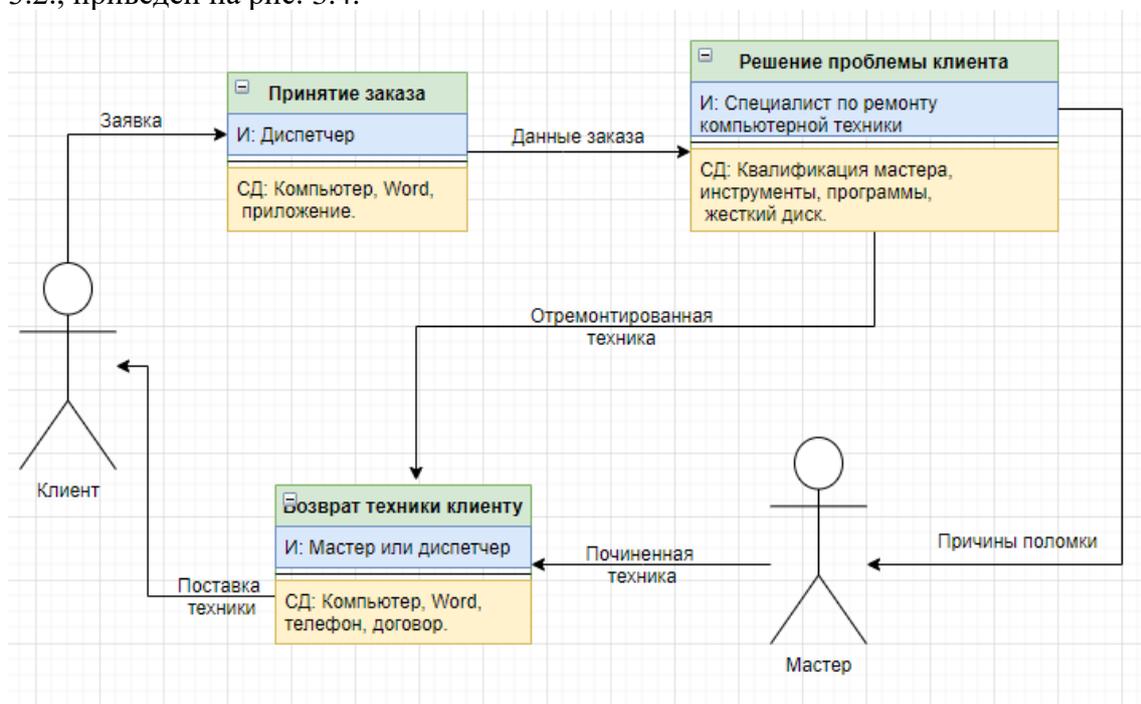


Рисунок 3.4 - Диаграмма взаимосвязи подсистем (уровень 2)

Затем для каждой из подсистем второго уровня необходимо построить диаграммы взаимодействия третьего уровня. То есть для системы, представленной на рис.3.2. таких диаграмм будет три. Диаграмма для первой из них («Принятие заказа» представлена на рис.3.5.).

Если имеется четвертый уровень декомпозиции, то следует составить диаграммы взаимодействия элементов четвертого уровня для каждой из подсистем третьего уровня.

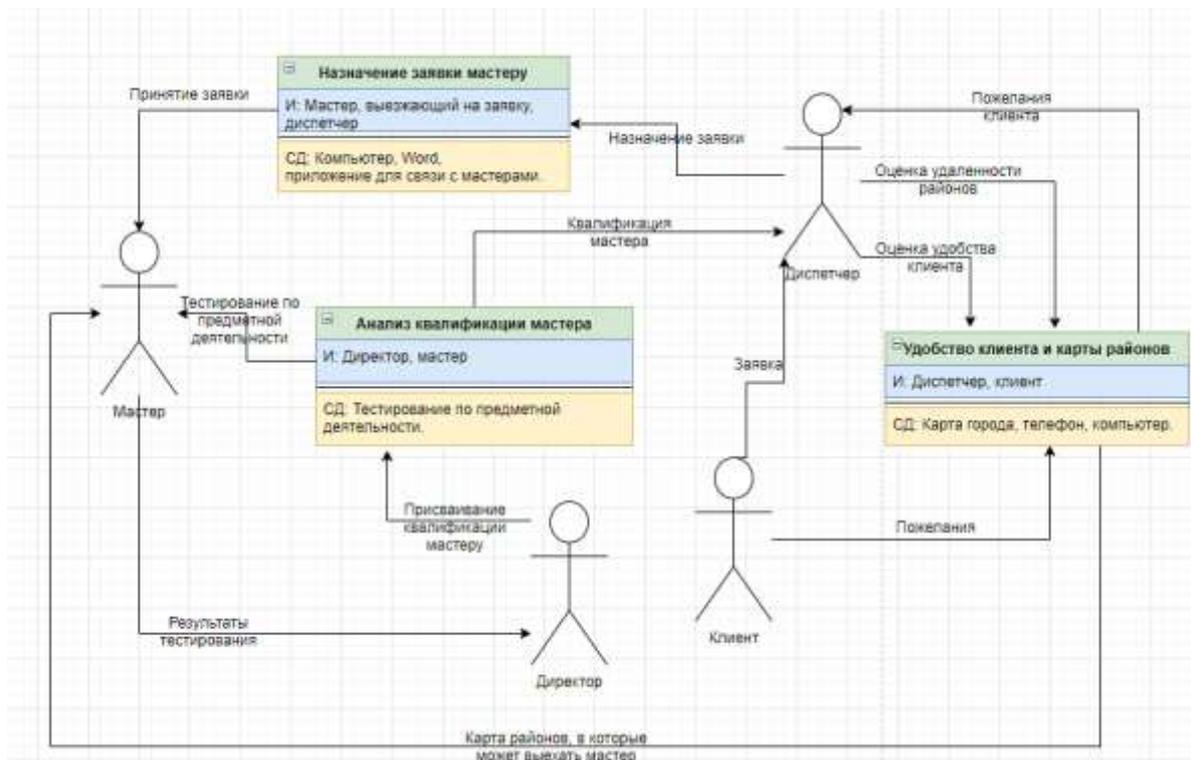


Рисунок 3.5 - Диаграмма взаимосвязи подсистемы «Принятие заказа» (уровень 3)

При составлении диаграмм обеспечивайте соответствие данных, представленных в таблице 3.2 и информации на диаграмме. Входы (предметы деятельности) и выходы (конечные продукты) отображаются через связи с другими подсистемами и со средой. Каждая линия связи должна быть подписана. Блок подсистемы на диаграммах должен содержать название подсистемы, исполнителей и средства деятельности.

3.2.3 Построение дерева причин

Следующим этапом работы является выявление возможных причин неудовлетворительного состояния системы; причинно-следственные связи между факторами, являющимися причинами неудовлетворительного состояния системы.

Дерево причин строится сверху вниз. Для основной проблемы выдвигаются "подпроблемы", являющиеся причинами ее появления. Для каждой из них также формулируются "подпроблемы" и так до тех пор, пока не будут достигнуты коренные причины. Дерево причин позволяет объединить в единую систему все полученные ранее результаты анализа.

В [1, 4] рекомендуется, например, следующая структура дерева причин:

- на верхнем уровне формулируется основная (глобальная) проблема;
- на втором уровне – основные проблемы, выявленные в ходе анализа состояния системы и среды;

- на третьем уровне – проблемы, полученные в ходе структурного анализа (модели состава и структуры);
- на следующих уровнях – проблемы, связанные с основными факторами – людьми, методами, оборудованием и так далее.

Дерево не обязательно должно иметь вид строгой иерархии, т.к. разные проблемы могут иметь одну и ту же причину.

В тексте необходимо кратко представить логику построения дерева причин, оснований для выделения уровней и взаимосвязей, краткую характеристику выявленных причин. Затем представьте дерево причин графически. Пример дерева причин для системы оказания услуг в фирме по ремонту компьютерной техники приведен на рис.3.6. Пример дерева причин для системы продвижения программных продуктов [4] представлен на рис.3.7.



Рисунок 3.6 – Дерево причин (системы оказания услуг в фирме по ремонту компьютерной техники)



Рисунок 3.7 – Дерево причин (для системы продвижения программных продуктов) [4]

Несмотря на то, что в дереве причин могут присутствовать проблемы, которые вы не рассматривали при моделировании системы, все-таки по большей части дерево причин должно иметь прямую связь с созданными моделями системы. Например, вы рассматриваете причину, связанную с наличием сильной конкуренции на рынке, при этом в модели взаимодействия со средой и при анализе требований акторов эта подсистема не присутствует. В таких случаях следует вернуться к этапу разработки базовых моделей системы. Причины могут крыться не только в низкой эффективности подсистем и элементов системы, но и, например, в их отсутствии. Также при формулировании причин следует отталкиваться от критериев оценивания системы, выявленных для основных акторов. Это поможет в дальнейшем структурировать цели улучшения вашей систем по основным заинтересованным сторонам. Каким бы способом вы не подходили к выявлению причин не забывайте о том (особенно при переходе на более низкие уровни дерева), что каждая из причин должна иметь логическую связь с основной проблемой. То есть причин, не влияющих на возникновение поставленной на верхнем уровне дерева проблемы, быть не должно, даже если эта причина связана с родительской для данной причины.

Причины, расположенные на нижнем уровне дерева причин, называют коренными. После завершения построения дерева причин, оцените важность причин одним из методов оценивания (ранжирования, парных сравнений, непосредственной оценки, последовательного сравнения). Результаты представьте в виде таблицы, содержащей перечень причин и результаты оценивания. Предварительное оценивание важности коренных причин, позволит обоснованно включать или не включать отдельные причины в список для формулирования целей совершенствования системы.

3.3 Постановка целей и поиск решений

3.3.1. Построение дерева целей

После выявления причин неудовлетворительного состояния системы, необходимо сформулировать цели совершенствования системы, реализация которых позволит решить проблему. Дерево целей строится также, как и дерево причин. Но количество уровней для каждой из ветвей должно быть одинаковым. В дереве должно быть представлено не менее четырех уровней. Не рекомендуется делать количество уровней более 5.

На первом уровне сформулируйте глобальную цель, отталкиваясь от формулировки изначально поставленной проблемы. Например, если проблема состоит в низкой удовлетворенности клиентов качеством услуг, то формулировка цели должна быть связана с повышением качества оказываемых услуг.

Затем осуществляется декомпозиция глобальной цели на подцели второго и последующих уровней. При этом внизу дерева элементы должны представлять собой элементарные цели, по сути – конкретные задачи. Например, «создать систему мотивации персонала», «внедрить CRM», «создать систему повышения квалификации персонала», «осуществить смену поставщика», «выбрать новый целевой сегмент рынка» и т.п.

При формировании дерева целей можно использовать стандартные основания декомпозиции, результаты моделирования системы, дерево причин. Например, в методе анализа иерархий (МАИ) предлагается следующая последовательности уровней дерева целей: «фокус» (проблема), «акторы», «цели акторов», «политики акторов» - «сценарии» [1]. Дерево целей может в какой-то мере повторять структуру дерева причин, поскольку для решения выявленных проблем и подпроблем следует назначить цели и подцели их решения.

Но совершенно не обязательно, чтобы каждая выявленная причина была отражена в виде цели, возможно одна цель может служить для устранения нескольких причин, и наоборот, для устранения причины требуется достижение нескольких целей.

В тексте необходимо кратко представить логику построения дерева целей, оснований для выделения уровней, краткую характеристику выявленных целей. Затем представьте дерево целей в виде схемы. Пример дерева приведен на рис.3.8.

Как и при составлении дерева причин, помните, что каждая из подцелей должна иметь логическую связь с глобальной. То есть целей, не влияющих на достижение глобальной цели, быть не может (даже если прослеживается логическая связь между отдельными подцелями и их родительскими элементами).



Рисунок 3.8 – Дерево целей (для системы продвижения программных продуктов) [4]

3.3.2 Оценка целей методом анализа иерархий

Осуществите оценку целей методом анализа иерархий. Все расчеты проводятся на листе Excell, который предъявляется для проверки преподавателю.

В связи с наличием большого числа источников, описывающих метод анализа иерархий (например, [1, п.3.3.3]), в данных методических указаниях методология не приводится, а описывается только последовательность выполнения задания и требования к оформлению результатов. Студенты самостоятельно должны ознакомиться с основными этапами расчетов по методу анализа иерархий, используя пособие [1, п.3.3.3].

Первый этап. Описание метода анализа иерархий.

Опишите кратко со ссылкой на источник метод анализа иерархий, основные этапы, формулы для расчета локальных приоритетов, индекса и отношения согласованности, глобальных приоритетов.

Второй этап. Построение матриц парных сравнений и расчет локальных приоритетов.

Постройте матрицы парных сравнений и рассчитайте локальные приоритеты для элементов иерархии относительно каждого родительского (направляющего элемента). Рассчитайте индекс согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС), проверьте условие согласованности ($ОС < 0,1$). Если отношение согласованности более 0,1 – пересмотрите матрицу парных сравнений. Все матрицы с рассчитанными локальными приоритетами представьте в виде таблиц (пример представлен в табл.3.3). Мы видим, что условие согласованности в таблице 3.3 не выполнено, следовательно такую матрицу принимать для оценивания нельзя и оценки в ней нужно изменить. В пояснительной записке приводите матрицы, добившись их согласованности.

Значение элемента собственного вектора V_i вычисляется по формуле (3.1):

$$V_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad (3.1)$$

где a_{ij} – значение элемента матрицы;

$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$ – соответственно номера строк и столбцов матрицы;

n – количество элементов.

Вектор локальных приоритетов рассчитывается путем нормирования значений элементов собственного вектора по формуле (3.2).

$$V_i^{\text{норм}} = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (3.2)$$

где $V_i^{\text{норм}}$ – i -тый элемент вектора локальных приоритетов.

Индекс согласованности (ИС) определяется по формуле (3.3):

$$\text{ИС} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (3.3)$$

где λ_{\max} – наибольшее собственное значение матрицы, рассчитывается по формулам (3.4), (3.5):

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (3.4)$$

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} * V_j^{\text{норм}} \quad (3.5)$$

Отношение согласованности (ОС) по формуле (3.6):

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{СС}}, \quad (3.6)$$

где СС – случайная согласованность матрицы (определяется по таблице для заданного значения n [1]).

Таблица 3.3 – Матрица парных сравнений для цели «Повысить качество проводимых исследований»

	Ошибки в регламенте	Подготовка сотрудников	Специальные источники	Локальный приоритет
Ошибки в регламенте	1	1/3	5	0,323
Подготовка сотрудников	3	1	3	0,567
Специальные источники	1/5	1/3	1	0,11
Индекс согласованности				0,145
Отношение согласованности				0,25 (>0.1)

Третий этап. Расчет глобальных приоритетов.

Рассчитайте глобальные приоритеты всех элементов иерархии. Для расчета глобального приоритета элемента локальные приоритеты элементов нижестоящего уровня умножаются на глобальный приоритет родительского элемента вышестоящего уровня. Если родительских элементов несколько, то находится сумма взвешенных приоритетов по всем родительским элементам. Результаты представьте в виде таблицы 3.4.

Таблица 3.4 – Значения глобальных приоритетов

Уровень иерархии	Наименование элемента иерархии	Глобальный приоритет

Для простоты представления названий элементов иерархии в таблицах парных сравнений и приоритетов можно ввести обозначения целей в дереве целей в формате a_1, a_2, \dots, a_n . Нумерацию элементов нужно осуществлять в последовательности от верхнего уровня к нижнему и от левого элемента к правому в пределах уровня. Введенные обозначения можно нанести на дереве целей.

Отобразите на схеме дерева целей, вычисленные локальные и глобальные приоритеты (пример на рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Результаты выявления приоритетов

По результатам сделайте выводы относительно того, по каким приоритетным направлениям должно идти устранение исходной проблемной ситуации. Выберите одно из приоритетных направлений для разработки и оценки возможных альтернатив его достижения.

3.4 Разработка и оценка альтернатив достижения цели

Для наиболее приоритетной цели, выявленной на предыдущем этапе, сформулируйте и подробно опишите возможные альтернативы её достижения. (не менее пяти альтернатив). Описание альтернатив должно позволять осуществлять их оценку и сравнение заданным методом.

Далее приведите краткое описание заданного метода оценивания систем и/или сравнения альтернатив. Для ознакомления с методом рекомендуется использовать источники [1,3].

Осуществите оценивание по выбранному методу. Все расчеты проводите на листе Excel, который предъявляете для проверки преподавателю.

Все результаты оценивания и расчетов приведите в тексте данного пункта. Полученные результаты и исходные данные должны быть использованы для тестирования разработанного на следующем этапе программного продукта.

Сделайте выводы о возможных альтернативах разрешения проблемы в вашей системе.

3.5 Разработка программного продукта, реализующего заданный метод оценивания/сравнения альтернатив

Разработка программы ЭВМ, реализующей заданный метод оценивания систем или сравнения альтернатив, осуществляется с целью создания автоматизированного средства для выбора наилучшего способа решения проблемной ситуации, как инструмента экспериментального исследования в выбранной предметной области.

Программа должна реализовывать заданный метод оценивания систем или сравнения альтернатив. Программа не должна иметь ограничений на количество вводимых альтернатив, критериев, состояний среды и прочих основных детерминант задачи (кроме случаев с парным сравнением, где сам метод эффективен при количестве альтернатив не более 9). В то же время возможно вводить дополнительную входную информацию и расчеты, связанные со спецификой применения метода в конкретной предметной области (особенно это касается методов выбора вариантов управления по критериям).

Разработайте алгоритм решения задачи, представьте его в виде блок-схемы. Все используемые обозначения на блок-схеме должны быть описаны в тексте. Оценивается полнота и правильность алгоритма.

Обоснуйте выбор средств разработки, опишите функции, интерфейс и технологию функционирования программы. Предусмотрите в программе обработку ошибок ввода, вывод текстовых пояснений по реализованному методу оценивания и результатов оценивания.

Представьте результаты тестирования (основываясь на расчетах по контрольному примеру из раздела 4).

Программа ЭВМ сдается преподавателю в виде исполняемого файла.

3.6 Порядок защиты курсовой работы

Для защиты курсовой работы студентом подготавливается презентация. Перечень слайдов определяется структурой курсовой работы, на слайды выносятся основные результаты по каждому разделу (подразделу) работы. Примерный перечень:

1. Титульный лист.
2. Цели задачи работы.
3. Описание системы (краткая характеристика).
4. Модели системы (несколько слайдов).
5. Дерево причин.
6. Дерево целей и результатов их оценивания.
7. Альтернативы достижения цели.
8. Описание метода оценивания альтернатив и результаты оценивания.
9. Описание программного продукта (блок-схема, средства разработки, интерфейс).

На защите студентом делается доклад (тайминг 5 минут). Далее необходимо ответить на вопросы комиссии, которые могут относиться к любому разделу работы. Примеры вопросов для защиты работы:

1. Назовите и опишите базовые модели системы
2. Какие стандартные основания декомпозиции вы знаете? Каковы принципы их формирования и применения?
3. Как формируется дерево целей с помощью стандартных оснований декомпозиции? Каковы основные принципы построения дерева целей?
4. Как формируются дерево причин и диаграмма «рыбий скелет»?

5. Каковы основные этапы метода анализа иерархий?
6. Каковы типовые уровни иерархического представления проблемы в методе МАИ?
7. Каким образом формируются матрицы парных сравнений в методе МАИ?
8. Как определяется согласованность матриц?
9. Как рассчитываются локальные и глобальные приоритеты в методе МАИ?
10. Опишите суть выбранного вами метода оценивания систем.

Список литературы

1. Силич, М.П. Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / М.П. Силич, В. А. Силич. – 2013. – 342 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/5452> (дата обращения: 01.10.2022).
2. Корилов, А.М. Теория систем и системный анализ: учебн. пособие. / А.М. Корилов, С.Н. Павлов. – Томск: ТУСУР, 2007.- 344 с.
3. Силич, М. П. Теория систем и системный анализ: Методические указания к выполнению практических работ для студентов направления подготовки 231000.62 «Программная инженерия» (бакалавриат) часть 1 [Электронный ресурс] / М. П. Силич. – Томск: ТУСУР, 2013. – 32 с. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/5450> (дата обращения: 01.10.2022).
4. Силич, М. П. Системный анализ: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / М. П. Силич. — Томск: ТУСУР, 2018. – 45 с. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/7930> (дата обращения: 01.10.2022)..

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Образец титульного листа курсовой работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра _____

ТЕМА РАБОТЫ

Курсовая работа

по дисциплине

«Теория систем и системный анализ»

Студент гр. _____

_____ И.О. Фамилия

«__» _____ 202_ г.

Руководитель

(Должность уч.степень, уч.звание)

_____ И.О. Фамлия

оценка

«__» _____ 202_ г.

Томск 202_

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Образец задания по курсовой работе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

уч.ст, уч.зв.

_____ И.О. Фамилия

01.09.2022

Задание

на курсовую работу по дисциплине
«Теория систем и системный анализ»

Студенту группы _____ факультета _____
_____ Иванову Ивану Ивановичу _____

1. Тема курсовой работы: _____

2. Срок сдачи:

3. Исходные данные:

4. Содержание работы (перечень вопросов, подлежащих разработке):

4.1. Изучение проблем, возникающих в выбранной системе при осуществлении конкретного процесса (*конкретизировать в соответствии с заданием*).

4.2. Разработка базовых моделей системы.

- 4.3. Выявление причин возникновения выбранной проблемы процесса.
- 4.4. Постановка и оценивание целей системы для решения выбранной проблемы.
- 4.5 Разработка и оценка альтернатив решения проблемы *заданным методом (конкретизировать в соответствии с заданием).*
- 4.6. Разработка программного продукта, реализующего *заданный метод оценивания/сравнения альтернатив (конкретизировать в соответствии с заданием).*
5. Перечень графического материала:
- 5.1. Дерево целей и результаты оценивания целей методом анализа иерархий.
- 5.2. Алгоритм программы ЭВМ, реализующей метод оценивания систем.
6. Требования к оформлению работы: в соответствии с ОС ТУСУР 01-2021

Дата выдачи задания 01 сентября 202__ г.

Руководитель:

Должность, уч.степень, уч.звание Фамилия И.О. _____

подпись

Задание принял к исполнению: _____
подпись

Дата