

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотни Галина Ивановна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 02.04.2026 14:03:56

Уникальный программный ключ:

476db7d4acc6b3def81301b2be235472473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

Опоруный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Самарский государственный технический университет»

(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине:

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

для обучающихся очной, очно-заочной и заочной форм обучения
направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
профиль Информатика и вычислительная техника в нефтехимическом производстве

Методические указания разработаны на кафедре «Информатика и системы управления» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 929 от 19.09.2017 и рабочей программой дисциплины «Основы системного анализа».

Методические указания предназначены для обучающихся очной, заочной и очно-заочной форм обучения и содержат указания по выполнению лабораторных работ, а также требования к оформлению отчетов по их выполнению.

Разработчик(и): Волкодаева А.В.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Правила работы в лаборатории	5
3. Алгоритм проведения лабораторной работы	7
4. Материально-техническое обеспечение выполнения лабораторных работ.....	8
5. Учебно-методическое обеспечение выполнения лабораторных работ	8
6. Содержание лабораторных работ.....	11
7. Критерии и показатели оценки результата выполнения лабораторных работ	40
Приложение А.....	43
Приложение Б.....	44

1. Общие положения

Лабораторные занятия – одна из форм практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в образовательной организации. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых процессах, обучающиеся осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

Лабораторная работа – это форма организации учебного процесса, в рамках которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно выполняют специально разработанные задания. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях. Продолжительность – не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности обучающегося, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Цели лабораторного занятия:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;

- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;

- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения практических работ и исследований.

В зависимости от задач, решаемых на лабораторных занятиях, различают:

- ознакомительные лабораторные занятия, которые проводятся с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала, а также для изучения конструктивных особенностей, устройство средств производственной деятельности (оборудования, инструментов приспособлений и т.д.) и средств исследовательской деятельности (испытательных установок, приборов и т.д.), а также их наладки и настройки;

- экспериментальные лабораторные занятия, которые проводятся с целью получения новой информации на основе формализованных методов, обеспечивающих накопление знаний, умений и практического опыта и включают экспериментальные и исследовательские задания (по изучению и отработке методики проведения различных исследований, по конструированию, переконструированию и доконструированию различных схем и приспособлений, по исследованию влияния различных факторов на свойства объектов, по определению степени соответствия экспериментальных и расчетных данных, по проверке, иллюстрации, подтверждению законов, закономерностей и т.д.;

- творческие лабораторные занятия (проблемно-поисковые работы), которые ставят своей целью получение новой информации на основе формализованных методов и обеспечивают накопление знаний, умений и практического опыта, а также включают постановку и проведение экспериментов и отличаются они только степенью проблемности экспериментальных задач, при этом речь идет об уровнях проблемности этих задач: новизне объектов, условий, в которых проводится эксперимент по сравнению с известными ранее (к этой группе лабораторных работ относятся и работы по проверке различных гипотез учебного и научного уровня проблемности).

При проведении лабораторных занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек, а в случае индивидуальной подготовки и менее.

2. Правила работы в лаборатории

Правила работы в лаборатории обязательны для исполнения всеми обучающимися, преподавателями и сотрудниками, находящимися в лаборатории. Нарушение правил влечет за собой предупреждение, отстранение от работы и/или другие дисциплинарные меры, предусмотренные уставом образовательной организации. Администрация лаборатории не несет ответственности за несчастные случаи, произошедшие в результате несоблюдения настоящих правил.

Одежда и защитные средства при выполнении лабораторной работы

При проведении лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа» не предусмотрены специальная одежда и защитные средства. Обучающимся запрещается находиться в аудитории в верхней одежде при работе за компьютером.

Инструктаж перед выполнением лабораторной работы

Перед началом выполнения лабораторной работы обучающиеся должны пройти инструктаж по работе в лаборатории, оснащенной персональными компьютерами. Инструктаж может быть как общим (в начале семестра), так и индивидуальным (перед каждой работой, при необходимости). Инструктаж включает:

1. Общие правила работы в лаборатории.
 2. Меры безопасности при работе с компьютерной техникой (электробезопасность, правильная посадка за рабочим местом, перерывы).
 3. Правила работы с программным обеспечением.
 4. Правила хранения и использования данных (конфиденциальность, резервное копирование).
 5. Подтверждение прохождения инструктажа – подпись обучающегося в журнале (при необходимости).
1. Общие правила работы в лаборатории:
 - поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте;
 - не оставлять личные вещи на проходах и рабочих столах;
 - не употреблять пищу и напитки за компьютерами;
 - не использовать постороннее программное обеспечение без разрешения преподавателя;
 - сообщать о любых неисправностях оборудования или программного обеспечения лаборанту или преподавателю.
 - соблюдать правильную осанку при работе за компьютером;
 - регулярно делать перерывы для отдыха глаз и разминки.
 2. Меры безопасности при работе с компьютерной техникой:
 - запрет на эксплуатацию поврежденного оборудования: необходимо немедленно прекратить использование компьютера, если имеются повреждения корпуса или силовых кабелей, а также если в розетке отсутствует заземление;
 - избежание посторонних предметов на системном блоке: на корпусе системного блока не должно быть посторонних предметов, так как это может привести к вибрациям и сбоям в работе оборудования;
 - работа в сухих условиях: следует избегать работы с компьютером в условиях повышенной влажности или при открытом корпусе;
 - правильное расположение проводов и кабелей: провода должны располагаться так, чтобы исключить риск наступления на них или перегрузки тяжелыми предметами;

- не пытаться самостоятельно ремонтировать компьютерную технику;
- использовать средства защиты от излучения монитора (при необходимости);
- не перекрывать вентиляционные отверстия на системном блоке и мониторе;
- не прикасаться к экрану и корпусу монитора, а также изменять местоположение системного блока и монитора.

3. Правила работы с программным обеспечением:

- необходимо использовать только лицензионное программное обеспечение;
- запрещается устанавливать программное обеспечение без разрешения преподавателя;
- запрещается модернизировать или изменять параметры (настройки) операционной системы.

4. Правила хранения и использования данных

- при необходимости создавать резервные копии своих данных;
- не распространять персональные данные без разрешения;
- не посещать сайты, содержащие вирусы или вредоносное программное обеспечение.

Меры безопасности при выполнении лабораторной работы

При выполнении лабораторной работы обучающиеся обязаны соблюдать следующие меры безопасности:

- включать, отключать, работать за компьютером без разрешения преподавателя или лаборанта;
- подключать и отключать любые периферийные устройства, за исключением флэш-накопителей; прикасаться к соединительным кабелям и их разъемам.
- прикасаться к соединительным кабелям и их разъемам;
- открывать корпус системного блока, монитора, периферийных устройств;
- размещать какие-либо предметы (тетради, дискеты, книги и др.) на элементах оборудования персонального компьютера;
- продолжать работу при наличии сбоев и неполадок функционирования, нехарактерного шума компьютера или признаков возникновения пожара (запаха гари).

- открывать корпус системного блока, монитора, периферийных устройств;

Перед началом работы обучающиеся должны убедиться в отсутствии видимых повреждений на компьютерах (нарушении целостности корпуса, нарушении изоляции проводов, неисправность индикации включения питания, признаки электрического напряжения на корпусе и т. д.), начинать работу с персональным компьютером только по указанию преподавателя.

В процессе работы обучающиеся должны при непроизвольном отключении персонального компьютера, сбоев в работе, нехарактерного шума или запаха гари немедленно сообщить преподавателю или лаборанту.

По окончании работы необходимо выполнить операцию выхода из системы (компьютер не выключать!), поставить преподавателя в известность об окончании работы с персональным компьютером.

Ответственность обучающихся при выполнении лабораторной работы

Обучающиеся несут ответственность за сохранность оборудования и программного обеспечения, предоставленных для выполнения лабораторной работы. В случае повреждения по вине обучающегося, он обязан возместить ущерб в установленном порядке. Обучающиеся несут ответственность за нарушение конфиденциальности данных.

3. Алгоритм проведения лабораторной работы

Цель проведения лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа» заключается в формировании у обучающихся практических навыков применения системного подхода для решения профессиональных задач, включая декомпозицию целей и функций объектов, построение моделей систем, использование методов экспертного оценивания, а также освоение численных методов оптимизации (включая линейное и целочисленное программирование) с применением специализированных программных средств.

Содержание лабораторных работ определяется требованиями к результатам обучения по дисциплине «Основы системного анализа» (таблица 1) в виде умений и навыков в соответствии с **компетенциями**.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Основы системного анализа»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
ОПК-9 Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ОПК-9.1 Анализирует и применяет техническую документацию по использованию программных средств для решения практических задач	Уметь применять техническую документацию по использованию программных средств для решения практических задач. Владеть методиками использования программных средств для решения практических задач.
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Использует системный подход для решения поставленных задач.	Уметь применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников. Владеть навыками использования методов системного анализа и навыками решения оптимизационных задач.

Алгоритм проведения лабораторной работы по дисциплине «Основы системного анализа» включает шесть основных этапов. Последовательность и содержание выполнения лабораторной работы представлено в таблице 2.

Таблица 2

Последовательность и содержание выполнения лабораторной работы по дисциплине «Основы системного анализа»

Этап	Содержание
1. Подготовка к лабораторной работе	Получение задания от преподавателя (описание задачи, данные, требования к отчету). Изучение теоретического материала (конспекты лекций, учебная литература, методические указания). Ознакомление с используемым программным обеспечением. Подготовка плана выполнения работы.
2. Начало лабораторной работы	Запуск необходимого программного обеспечения. Загрузка предоставленных данных или подготовка данных самостоятельно. Создание новых файлов для хранения результатов работы.

Этап	Содержание
3. Выполнение работы	Выполнение анализа данных в соответствии с заданием. Очистка и подготовка данных. Выбор и применение подходящих методов выполнения поставленных задач. Интерпретация результатов анализа. Фиксация промежуточных результатов. Создание таблиц, графиков, диаграмм для визуализации данных. Формулировка выводов и рекомендаций на основе результатов анализа.
4. Завершение работы	Сохранение всех рабочих файлов. Закрытие программного обеспечения. Удаление временных файлов (при необходимости).
5. Оформление отчета	В отчете должны быть четко сформулированы цель работы, описание использованных методов, результаты анализа (с таблицами, графиками), выводы и рекомендации. Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями методических указаний. Указание источников данных и использованного программного обеспечения.
6. Защита лабораторной работы	Демонстрация преподавателю результатов работы. Ответы на вопросы по методике анализа, интерпретации результатов и сделанным выводам. Объяснение ограничений использованных методов. Предложения по дальнейшему развитию анализа. Обоснование практической значимости полученных результатов лабораторной работы.

4. Материально-техническое обеспечение выполнения лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа», образовательная организация располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Помещения оснащены оборудованием персональными компьютерами, программным обеспечением, комплектом мебели для обучающихся и преподавателя, а также другими техническими средствами обучения.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде образовательной организации из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории образовательной организации, так и вне ее.

Компьютерная техника оснащена подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации.

Образовательная организация обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (в соответствии с программой дисциплины) и подлежит обновлению при необходимости.

Оборудование и программное обеспечение, используемое при проведении лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа»:

- программное обеспечение: среда разработки Anaconda 3 (Python), браузер, LibreOffice 2026, доступ в ЭИОС и Интернет;
- документация по языку Python, cplusplus.com, cppreference.com.

5. Учебно-методическое обеспечение выполнения лабораторных работ

Учебно-методическое обеспечение выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа» включает:

1. Перечень литературы по дисциплине.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

3. Описание процесса проведения лабораторных работ.

1. Перечень литературы по дисциплине.

Основная литература:

1. Основы системного анализа. В 2 частях. Ч.1; Издательство Южного федерального университета, 2022.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||125707
2. Основы системного анализа; Троицкий мост, 2022.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||111173
3. Системный анализ и проектирование информационных систем на основе объектно-ориентированного подхода; Российский университет транспорта (МИИТ), 2020.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||115990
4. Золотов, В.П. Введение в общую теорию систем и системный анализ : учеб. пособие / В. П. Золотов, С. М. Крылов , М. В. Сараев; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2009.- 40 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||110781
5. Системы автоматического регулирования : практикум по математическому моделированию : учеб.пособие / Б. А. Карташов [и др.] .- 2-е изд., перераб. и доп..- Ростов н/Д, Феникс, 2015.- 458 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||116556
6. Черноруцкий, И.Г. Методы принятия решений : Учеб.пособие / И. Г. Черноруцкий.- СПб., БХВ-Петербург, 2005.- 408 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||98220

Дополнительная литература:

1. Основы теории систем и системного анализа; Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||115732.
2. Основы теории систем и системного анализа; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||72159
3. Сузи, Р.А. Язык программирования PYTHON : учеб.пособие / Р. А. Сузи.- М., Интернет-Ун-т Информ.Технологий, 2006М., БИНОМ.Лаб.знаний.- 326 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||106445
4. Системный анализ в экономике и организации производства : Учеб. для вузов по спец. "Экон. информатика и АСУ" / С.А.Валуев, В.Н.Волкова, В.Н.Градов и др.; Под общ. ред. С.А.Валуева, В.Н.Волковой.- Л., Политехника, 1991.- 398 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||53998
5. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем : Учеб. .- 2-е изд.,испр.и доп..- Минск, Дизайн ПРО, 2004.- 639 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||64902
6. Математические методы моделирования и анализа управляемых процессов : сб. / Ленингр.гос.ун-т им.А.А.Жданова; науч. ред. Н. Е. Кирина.- Л., 1989.- 194 с. Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||catalog||78277

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

Методические материалы размещены на сайте филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Новокуйбышевске, в разделе «Сведения об образовательной организации», подраздел «Образование», таблица «Информация по образовательным программам» в ячейке «Ссылка на иные компоненты, оценочные и методические материалы, а также в предусмотренных ФЗ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в РФ» случаях в виде рабочей программы воспитания,

календарного плана воспитательной работы, форм аттестации в виде электронного документа».

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа» содержат общие положения, правила работы в лаборатории, алгоритм проведения лабораторной работы, материально-техническое обеспечение выполнения лабораторных работ, учебно-методическое обеспечение выполнения лабораторных работ, содержание лабораторных работ, критерии и показатели оценки результата выполнения лабораторных работ.

3. Описание процесса проведения лабораторных работ

Процесс проведения лабораторных работ по дисциплине «Основы системного анализа» направлен на формирование у обучающихся практических навыков в соответствии с указанной выше целью. Процесс проведения лабораторных работ состоит из шести этапов, перечисленных выше. Рассмотрим содержание и ход выполнения работ в соответствии с этапами проведения лабораторной работы.

1. Подготовка к лабораторной работе

Преподаватель предоставляет обучающим описание лабораторной работы, включающее цель работы, постановку задачи, требования к программному обеспечению, требования к отчету по результатам проведения лабораторной работы, критерии оценки (параметры, по которым будет оцениваться выполненная работа).

Обучающиеся выбирают и осваивают программные средства, которые будут использоваться для выполнения работы, знакомятся с интерфейсом, основными функциями и инструментами, примерами выполнения учебных заданий, осуществляют поиск дополнительных материалов и документации для выполнения лабораторных задач. Обучающиеся разрабатывают план выполнения лабораторной работы, включающий определение последовательности действий, распределение времени на выполнение каждого этапа работы, подготовку необходимых ресурсов (данные, программное обеспечение, инструменты).

2. Выполнение лабораторной работы (начало лабораторной работы, выполнение работы, завершение работы).

Обучающиеся собирают необходимые для выполнения лабораторной работы данные из указанных источников, подготавливают данные для анализа, осуществляет преобразование данных, масштабирование данных. В процессе анализа данных обучающиеся применяют выбранные методы для решения поставленной задачи, интерпретируют результаты анализа данных, делая выводы о решении поставленной задачи. Выводы должны быть обоснованы результатами анализа. Обучающиеся оформляют результаты работы в виде таблиц, графиков, диаграмм. Формат представления результатов должен быть понятным и наглядным.

3. Оформление и сдача отчета

Обучающиеся оформляют отчет по лабораторной работе. Отчет включает следующие элементы:

- титульный лист (Приложения А);
- цель работы;
- индивидуальный вариант задания;
- листинг программы (исходный код с комментариями, с указанием структуры и специальной функции);
- результаты выполнения программы (скриншот консоли с выводом данных и результата);
- выводы по лабораторной работе.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями. Текст должен быть четким и лаконичным. Таблицы и графики должны быть подписаны и

пронумерованы. Формулы должны быть набраны в редакторе формул. Отчет должен быть предоставлен на проверку преподавателю в установленный срок. Образец отчета по лабораторной работе представлен в Приложении Б.

4. Защита лабораторной работы

Обучающиеся готовятся к защите, повторяя материал и анализируя результаты своей работы. Необходимо быть готовым ответить на вопросы преподавателя, касающиеся цели и задач работы, методики выполнения работы, результатов работы и сформулированных выводов.

В процессе защиты, обучающийся кратко излагает цель, задачи и результаты своей работы, отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует понимание результатов анализа и их практической значимости. Преподаватель оценивает качество выполненной работы, уровень знаний обучающегося и его способность применять эти знания на практике.

Обучающиеся должны активно участвовать в выполнении лабораторных работ, проявлять самостоятельность и инициативу. При анализе данных необходимо проявлять критическое мышление, оценивать достоверность информации и обоснованность выводов.

6. Содержание лабораторных работ

В рамках дисциплины «Основы системного анализа» предусмотрено 16 академических часов на выполнение лабораторных работ согласно учебному плану. Лабораторные работы предусмотрены в рамках разделов дисциплины:

- основы системного анализа;
- основы экспертного оценивания;
- основы оптимизации систем.

Темы лабораторных работ и соответствующие им планируемые результаты обучения представлены в таблице 3.

Таблица 3

Темы лабораторных работ и соответствующие планируемые результаты обучения

Темы лабораторных работ	Кол-во часов	Код индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (умения, навыки)
Раздел 1. Основы системного анализа			
1. Системный анализ функций объекта. Дерево целей. Модель. Моделирование систем	2	УК-1.2	Уметь применять системный подход для декомпозиции функций объекта. Владеть навыками построения структурно-функциональных моделей систем.
2. Матрица системных характеристик. Системный анализ ситуации выбора	2	ОПК-9.1	Уметь использовать матричные формы представления данных для анализа альтернатив в ситуации выбора. Владеть навыками применения табличных процессоров для построения матрицы системных характеристик.
Раздел 2. Основы экспертного оценивания			
3. Принятие решений в неструктурированных задачах на основе методов экспертного анализа	2	УК-1.2	Уметь применять методы экспертного анализа для решения неструктурированных задач. Владеть навыками организации процедуры экспертного опроса и классификации объектов по шкалам измерений.

Темы лабораторных работ	Кол-во часов	Код индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (умения, навыки)
4. Экспертное оценивание систем	2	ОПК-9.1	Уметь применять методики сбора и обработки экспертной информации. Владеть навыками построения парных сравнений и расчета групповых оценок в табличных процессорах.
5. Экспертное оценивание систем	2	ОПК-9.1	Уметь применять статистические методы для анализа согласованности мнений экспертов. Владеть навыками расчета коэффициентов конкордации с использованием программного обеспечения.
Раздел 3. Основы оптимизации систем			
6. Отыскание базисных решений и опорных планов задачи линейного программирования	2	УК-1.2	Уметь формализовывать практическую задачу в виде модели линейного программирования. Владеть навыками поиска опорных планов в табличных процессорах.
7. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса	2	УК-1.2	Уметь применять алгоритм симплекс-метода и метод искусственного базиса для решения оптимизационных задач. Владеть навыками построения симплекс-таблиц и определения оптимальности текущего плана.
8. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса	2	ОПК-9.1	Уметь решать задачи линейного программирования с двухсторонними ограничениями программными средствами. Владеть навыками анализа чувствительности оптимального решения и настройки параметров решателя по технической документации.

Содержание лабораторных работ отражает цель, код и наименование индикатора достижения компетенции, виды работ, время выполнения лабораторной работы, информацию о подготовке к лабораторной работе, общее задание для всех вариантов ответов, индивидуальные варианты заданий, методику выполнения, содержание отчета (шаблон), выводы, контрольные вопросы (для допуска и защиты).

Лабораторная работа №1. Системный анализ функций объекта. Дерево целей. Модель. Моделирование систем

Цель: сформировать навык применения системного подхода для анализа и моделирования технических и информационных систем. Научиться: декомпозировать функции объекта, строить иерархическую структуру целей («дерево целей») и разрабатывать структурно-функциональные модели систем.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: УК-1.2
Использует системный подход для решения поставленных задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- основные понятия теории систем: система, элемент, структура, связь, цель, функция;
- понятие и принципы построения «дерева целей»;
- сущность структурно-функционального моделирования систем;
- методика системного анализа и декомпозиции функций объекта.

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте структурно-функциональную модель и дерево целей для системы, которая:

- определяет объект исследования в соответствии с индивидуальным вариантом;
- в ходе анализа выявляет основные элементы (подсистемы) и формулирует глобальную цель;
- реализует декомпозицию глобальной цели в иерархическую структуру («дерево целей») глубиной не менее 3 уровней;
- реализует структурно-функциональную модель системы, отражающую выявленные элементы и связи между ними;
- формулирует критерии оценки достижения глобальной цели.

Индивидуальные варианты заданий:

Вариант 1. Система управления библиотечным фондом вуза.

Проанализируйте систему, предназначенную для автоматизации работы библиотеки. Выделите основные подсистемы (учет книг, работа с читателями, выдача/возврат, поиск). Глобальная цель – обеспечение эффективного доступа студентов и сотрудников к литературе. При построении дерева целей учтите такие аспекты, как комплектование фонда, сохранность книг и скорость обслуживания. На структурной модели покажите взаимодействие подсистем между собой и с внешней средой (читателями, поставщиками).

Вариант 2. Система городского пассажирского транспорта.

Рассмотрите транспортную систему города как совокупность маршрутов, подвижного состава, диспетчерских служб и остановочных пунктов. Глобальная цель – своевременное и безопасное перемещение пассажиров по городу. Декомпозируйте эту цель на подцели, связанные с оптимизацией маршрутной сети, обновлением парка, обеспечением регулярности движения и информированием пассажиров. В структурно-функциональной модели отобразите информационные потоки между диспетчерской и транспортными средствами.

Вариант 3. Автоматизированная система продажи авиабилетов.

Объект исследования – онлайн-система бронирования и продажи авиабилетов. Ее элементы: интерфейс пользователя, система поиска рейсов, модуль оплаты, база данных, система взаимодействия с авиакомпаниями. Глобальная цель – предоставление клиентам возможности быстрого и надежного приобретения авиабилетов. В дереве целей отразите удобство интерфейса, скорость обработки запросов, надежность транзакций и актуальность данных.

Вариант 4. Система электронного документооборота предприятия.

Проанализируйте систему, автоматизирующую создание, согласование, хранение и учет внутренних и внешних документов предприятия. Элементы: модули регистрации, маршрутизации, архива, поиска. Глобальная цель – повышение эффективности управления предприятием за счет ускорения и прозрачности движения документов. При построении дерева целей сделайте упор на сокращение времени согласования, контроль версий и разграничение прав доступа.

Вариант 5. Информационная система интернет-магазина.

Рассмотрите типовой интернет-магазин как систему. Выделите каталог товаров, корзину, модуль заказов, платежную систему, личный кабинет пользователя и административную панель. Глобальная цель – обеспечение процесса дистанционной торговли с максимальным уровнем продаж и удовлетворенности клиентов. В дереве целей учтите удобство навигации, скорость загрузки страниц, безопасность платежей и прозрачность доставки.

Вариант 6. Система управления проектами.

Объект – программный комплекс для управления проектами (аналог Jira, Trello, Asana). Основные элементы: доска задач, модуль назначения исполнителей,

календарь, диаграмма Ганта, система отчетности. Глобальная цель – обеспечить эффективное планирование, распределение ресурсов и контроль сроков выполнения проектных задач. При декомпозиции цели обратите внимание на визуализацию статусов задач, прозрачность загрузки команды и автоматизацию отчетности.

Вариант 7. Система контроля и управления доступом (СКУД).

Проанализируйте систему, обеспечивающую безопасность на объекте (например, в офисном здании). Элементы: контроллеры, считыватели, электромагнитные замки, сервер с базой данных пропусков, рабочее место охраны. Глобальная цель — обеспечение санкционированного доступа сотрудников на охраняемую территорию. В дереве целей отразите идентификацию личности, ведение журнала событий, оперативное реагирование на попытки НСД и интеграцию с пожарной сигнализацией.

Вариант 8. АСУ ТП резервуарного парка нефтепродуктов.

Объект – автоматизированная система управления технологическим процессом на резервуарном парке. Элементы: датчики уровня и температуры, исполнительные механизмы задвижек, программируемый логический контроллер (ПЛК), АРМ оператора. Глобальная цель – безопасное и безаварийное хранение и перекачка нефтепродуктов. Декомпозируйте цель на подцели: поддержание заданного уровня, контроль загазованности, предотвращение переливов, точность учета продукта.

Вариант 9. Система дистанционного обучения.

Рассмотрите платформу для онлайн-обучения (например, Moodle или Stepik). Элементы: модуль курсов, система тестирования, форум, журнал оценок, личный кабинет студента и преподавателя. Глобальная цель – обеспечение непрерывного и эффективного образовательного процесса с использованием интернет-технологий. В дереве целей учтите доступность контента, объективность оценки знаний, возможность коммуникации между участниками и отслеживание прогресса.

Вариант 10. Система мониторинга компьютерной сети предприятия.

Объект – система, следящая за состоянием оборудования и сервисов в локальной сети (аналог Zabbix, Nagios). Элементы: сервер мониторинга, агенты на узлах, база данных, модуль оповещения, веб-интерфейс. Глобальная цель – обеспечение отказоустойчивости и бесперебойной работы ИТ-инфраструктуры предприятия. При построении дерева целей сделайте акцент на раннем обнаружении сбоев, прогнозировании нагрузки и быстром уведомлении ответственного персонала.

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Используя метод декомпозиции, последовательно разбейте глобальную цель на мелкие цели и постройте иерархию глубиной минимум 3 уровня.
3. Изобразите полученное «дерево целей» графически.
4. Выделите основные функциональные элементы (подсистемы), необходимые для реализации построенных целей.
5. Определите характер связей между выделенными элементами.
6. Постройте структурно-функциональную модель системы в виде блок-схемы.
7. Сформулируйте не менее двух критериев (количественных или качественных), по которым можно оценить, насколько успешно ваша система выполняет свою главную цель.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).

4. Результаты анализа системы (сформулированная глобальная цель, перечень основных элементов (подсистем) объекта).
5. Графическое изображение «дерева целей».
6. Графическое изображение структурно-функциональной модели.
7. Сформулированные критерии оценки достижения цели.
8. Выводы.

Выводы:

1. Опишите, в чем заключается практическая ценность построения «дерева целей» для сложной системы. Помогает ли оно лучше понять структуру решаемой проблемы?
2. Проанализируйте связь между построенной вами структурно-функциональной моделью и «деревом целей». Каким образом элементы и связи модели обеспечивают выполнение сформулированных целей и подцелей?
3. Почему при системном анализе важно не только определить цели и структуру, но и сформулировать критерии оценки их достижения? Как это связано с последующим этапом принятия решений?

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. В чем заключается суть системного подхода при анализе объекта исследования?
2. Каковы основные правила построения «дерева целей»?
3. Что такое декомпозиция и какова ее роль в системном анализе?
4. Чем структурная модель системы отличается от функциональной?
5. Какие типы связей могут существовать между элементами системы?

Лабораторная работа №2. Матрица системных характеристик. Системный анализ ситуации выбора

Цель: сформировать навык формализации задач выбора в условиях многокритериальности. Научиться: строить матрицу системных характеристик, выполнять нормализацию критериев и проводить сравнительный анализ альтернатив с использованием табличных процессоров.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: ОПК-9.1
Анализирует и применяет техническую документацию по использованию программных средств для решения практических задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- понятие многокритериальной задачи выбора;
- критерии эффективности и их виды (стоимостные, технические, качественные);
- матричная форма представления данных;
- методы нормализации критериев (приведение к единой шкале);
- понятие весовых коэффициентов важности критериев

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте модель выбора оптимального решения в электронной таблице, которая:

- определяет перечень альтернатив и критериев оценки в соответствии с индивидуальным вариантом;
- в табличном процессоре создает матрицу системных характеристик;
- реализует процедуру нормализации критериев для приведения их к единому масштабу;
- выполняет расчет интегральной оценки для каждой альтернативы с учетом весовых коэффициентов;

- выводит ранжированный список альтернатив и выделяет оптимальное решение;

Индивидуальные варианты заданий:

Для всех вариантов исходные данные (числовые значения) необходимо придумать самостоятельно, исходя из логики задачи и специфики нефтехимического производства. Количество альтернатив – не менее 5, критериев – не менее 4.

Вариант 1. Выбор программного обеспечения для моделирования технологических процессов.

Предприятие планирует приобрести лицензию на ПО для моделирования и оптимизации технологических процессов. Рассмотрите не менее 5 программных продуктов. Критерии выбора: стоимость лицензии (тыс. руб.), наличие библиотеки компонентов (количество), точность расчетов (экспертная оценка от 1 до 10), стоимость годовой техподдержки (тыс. руб.). Весовые коэффициенты: стоимость лицензии – 0,3, библиотека – 0,2, точность – 0,4, техподдержка – 0,1.

Вариант 2. Выбор SCADA-системы для автоматизации резервуарного парка.

Для модернизации резервуарного парка нефтебазы необходимо выбрать SCADA-систему (диспетчерское управление). Рассмотрите не менее 5 SCADA-систем. Критерии: стоимость внедрения (тыс. руб.), максимальное количество точек ввода/вывода (шт.), время реакции системы (мс), наличие встроенных драйверов к оборудованию (количество). Все критерии равнозначны (веса равны).

Вариант 3. Выбор контроллера (ПЛК) для управления установкой гидроочистки.

Требуется выбрать программируемый логический контроллер (ПЛК) для замены устаревшего на установке гидроочистки. Рассмотрите не менее 5 моделей ведущих производителей. Критерии: цена (тыс. руб.), объем памяти (Мб), рабочая температура (°C), количество дискретных входов/выходов (шт.), наличие сертификатов взрывозащиты (да/нет – при расчетах использовать 1 или 0). Критерий «взрывозащита» – обязателен, остальные – равнозначны.

Вариант 4. Выбор насосного оборудования для перекачки нефтепродуктов.

Необходимо выбрать центробежный насос для перекачки светлых нефтепродуктов. Рассмотрите не менее 5 моделей насосов. Критерии: производительность (м³/час), напор (м), потребляемая мощность (кВт), цена (тыс. руб.), межремонтный период (мес.). Критерии имеют различные веса: производительность и напор – по 0,25, остальные – по 0,15.

Вариант 5. Выбор языка программирования для разработки АРМ оператора.

Для разработки автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора технологической установки выбирается язык программирования. Рассмотрите не менее 5 языков. Критерии: скорость разработки (экспертная оценка 1-10), производительность приложений (оценка 1-10), наличие библиотек для работы с оборудованием (количество), стоимость среды разработки (тыс. руб.), сложность обучения (оценка 1-10, где 1 – очень сложно). Все критерии равнозначны.

Вариант 6. Выбор системы управления базами данных (СУБД).

Для создания информационной системы учета материальных потоков на производстве выбирается СУБД. Рассмотрите не менее 5 вариантов. Критерии: стоимость лицензии (тыс. руб.), максимальный размер базы данных (Тб), скорость выполнения запросов (оценка 1-10), надежность (оценка 1-10), наличие бесплатной версии (да/нет – 1 или 0). Веса: стоимость – 0,3, остальные – по 0,175.

Вариант 7. Выбор датчика давления для взрывоопасной зоны.

Требуется выбрать датчик избыточного давления для установки во взрывоопасной зоне (класс взрывозащиты Ex). Рассмотрите не менее 5 моделей. Критерии: цена (тыс. руб.), диапазон измерений (МПа), класс точности (чем меньше число, тем лучше), наличие взрывозащиты (обязательно, но, если есть – 1, нет – исключается), степень защиты IP (чем выше, тем лучше). Все критерии, кроме обязательного, равнозначны.

Вариант 8. Выбор поставщика серверного оборудования.

Для развертывания серверной ИТ-инфраструктуры предприятия необходимо выбрать поставщика оборудования. Рассматриваются не менее 5 компаний-интеграторов. Критерии: цена оборудования (тыс. руб.), срок гарантии (мес.), время реакции сервисной службы (часы), опыт работ на аналогичных объектах (лет), отсрочка платежа (дни). Веса: цена – 0,4, срок гарантии – 0,2, остальные – по 0,1.

Вариант 9. Выбор формата обучения сотрудников ИТ-отдела.

Необходимо выбрать оптимальную форму повышения квалификации для сотрудников ИТ-отдела. Рассмотрите не менее 5 форматов: онлайн-курсы, очные тренинги в Москве, корпоративное обучение с выездом преподавателя, дистанционное обучение с тьютором, стажировка на предприятии-партнере. Критерии: стоимость обучения за одного сотрудника (тыс. руб.), продолжительность (дней), отрыв от производства (оценка 1-10, где 1 – минимальный отрыв), качество обучения (оценка 1-10). Все критерии равнозначны.

Вариант 10. Выбор системы автоматизированного проектирования (САПР).

Конструкторскому отделу нефтехимического предприятия требуется САПР для разработки технологической документации и чертежей. Рассмотрите не менее 5 систем. Критерии: стоимость лицензии (тыс. руб.), наличие встроенных библиотек ГОСТ/ISO (оценка 1-10), сложность освоения (оценка 1-10, где 1 – очень сложно), совместимость с другими форматами (оценка 1-10), стоимость обучения персонала (тыс. руб.). Весовые коэффициенты: стоимость – 0,4, совместимость – 0,3, остальные – по 0,15.

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания.
2. Создайте новую электронную таблицу в табличном редакторе.
3. Сформируйте матрицу исходных данных:
 - в столбцах расположите критерии оценки (с указанием единиц измерения);
 - в строках расположите альтернативы (объекты выбора);
 - заполните таблицу реалистичными числовыми значениями, воспользовавшись поисковой системой.
4. Выполните нормализацию критериев (приведение к единой шкале, например от 0 до 1):
 - для критериев, которые нужно максимизировать, используйте формулу: $(\text{значение} - \text{МИН}) / (\text{МАКС} - \text{МИН})$;
 - для критериев, которые нужно минимизировать, используйте формулу: $(\text{МАКС} - \text{значение}) / (\text{МАКС} - \text{МИН})$.
 - для качественных критериев (да/нет) используйте значения 1 или 0.
5. Создайте строку или столбец с весовыми коэффициентами (если они заданы в варианте; если нет – установите все веса равными $1/\text{количество_критериев}$).
6. Рассчитайте интегральную оценку для каждой альтернативы как сумму произведений нормализованных значений критериев на их веса (функция СУММПРОИЗВ).
7. Выполните ранжирование альтернатив по убыванию интегральной оценки (с помощью сортировки или функции НАИБОЛЬШИЙ/ПОИСКПОЗ).

8. Визуализируйте полученные результаты с помощью диаграммы (гистограмма, лепестковая диаграмма).

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Исходная матрица системных характеристик (таблица с исходными данными).
5. Нормализованная матрица системных характеристик (таблица с расчетами).
6. Таблица с весовыми коэффициентами и итоговыми интегральными оценками.
7. Ранжированный список альтернатив с выделением оптимального решения.
8. Выводы.

Выводы:

1. Опишите, какая альтернатива оказалась оптимальной по результатам расчетов. Совпадает ли этот результат с вашим интуитивным предположением, сделанным до начала расчетов? Почему?
2. Проанализируйте, как изменение весовых коэффициентов (например, если бы вы сделали самый дорогой критерий самым важным) повлияло бы на итоговый выбор. Какая альтернатива могла бы стать лидером в этом случае?
3. В чем заключается преимущество использования нормализации критериев перед простым сравнением «сырых» данных? Как этот метод помогает лицу, принимающему решение (ЛПР)?

Контрольные вопросы:

1. Что такое многокритериальная задача выбора? Приведите примеры.
2. Для чего необходимо выполнять нормализацию критериев?
3. Как учитывается разная важность критериев при расчете интегральной оценки?
4. Какие типы критериев (направления оптимизации) вы знаете?
5. В чем различие между количественными и качественными критериями? Как можно формализовать качественные критерии?

Лабораторная работа №3. Принятие решений в неструктурированных задачах на основе методов экспертного анализа

Цель: сформировать навык применения экспертных методов для анализа слабо формализуемых проблемных ситуаций. Научиться: организовывать процедуру экспертного опроса, обрабатывать экспертные оценки и классифицировать объекты по различным типам шкал.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: УК-1.2
Использует системный подход для решения поставленных задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- понятие неструктурированной и слабоструктурированной задачи;
- сущность метода экспертного оценивания, область его применения;
- типы шкал измерений: номинальная, порядковая, интервальная, отношений;
- методы подбора экспертов и требования к экспертной группе;
- процедуры опроса экспертов (анкетирование, интервью, метод Дельфи).

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте модель экспертного анализа для неструктурированной проблемной ситуации, которая:

- определяет проблемную ситуацию и перечень исследуемых объектов в соответствии с индивидуальным вариантом;

- обосновывает выбор типа шкалы для оценивания объектов;
- разрабатывает форму анкеты или опросного листа для сбора экспертных мнений;
- имитирует сбор данных от группы экспертов (не менее 5 экспертов);
- выполняет первичную обработку полученных экспертных оценок (расчет средних, построение частотных распределений);
- представляет результаты анализа в табличной и графической форме, формулирует выводы для принятия решения.

Индивидуальные варианты заданий:

Для всех вариантов необходимо смоделировать ситуацию, придумать условных экспертов (не менее 5 человек) и их оценки (в соответствии с выбранной шкалой). Исходные данные должны быть правдоподобными и отражать специфику ИТ и нефтехимического производства.

Вариант 1. Оценка рисков внедрения новой MES-системы на производстве.

На предприятии планируется внедрение MES-системы (системы управления производственными процессами). Выделены следующие группы рисков: технические риски, организационные риски, финансовые риски, риски персонала, риски интеграции с существующими системами. Сформируйте группу из 5 экспертов. Используя порядковую шкалу, оцените каждую группу рисков. Определите, какие риски эксперты считают наиболее опасными, постройте диаграмму средних оценок.

Вариант 2. Классификация факторов, влияющих на надежность работы АСУ ТП.

Требуется классифицировать факторы, влияющие на отказоустойчивость автоматизированной системы управления технологическим процессом. Перечень факторов: сбои оборудования, ошибки персонала, сбои электропитания, кибератаки, ошибки программного обеспечения, износ кабельных трасс. Используя номинальную шкалу, предложите экспертам разбить эти факторы на 3 категории: «технические», «человеческие», «внешние». Представьте результаты в виде таблицы соответствия и круговой диаграммы, показывающей, какую долю эксперты отнесли к каждой категории.

Вариант 3. Ранжирование проектов цифровизации нефтехимического предприятия.

Руководство предприятия рассматривает 5 проектов цифровизации: внедрение ERP-системы, создание цифрового двойника установки, внедрение системы предиктивной аналитики, модернизация сети передачи данных, внедрение системы электронного документооборота. 5 экспертов должны проранжировать эти проекты по степени их приоритетности. Рассчитайте средний ранг для каждого проекта. Постройте результирующий рейтинг проектов (от самого приоритетного к наименее приоритетному).

Вариант 4. Оценка компетенций кандидата на вакансию руководителя ИТ-проекта.

Кадровая служба проводит оценку кандидата на должность руководителя ИТ-проектов в нефтехимической компании. Эксперты оценивают кандидата по следующим компетенциям: знание технологических процессов, опыт управления проектами, коммуникативные навыки, стрессоустойчивость, знание английского языка. Используя интервальную шкалу, эксперты выставляют оценки. Рассчитайте среднюю оценку по каждой компетенции. Постройте «профиль кандидата» (лепестковую диаграмму). Определите его сильные и слабые стороны.

Вариант 5. Выбор поставщика облачных услуг для развертывания корпоративной ИС.

ИТ-отделу необходимо выбрать провайдера облачных услуг (IaaS) для размещения корпоративных информационных систем. Рассматриваются 5 компаний. Группа из 5 экспертов оценивает поставщиков по критериям: стоимость услуг, надежность (SLA), качество техподдержки, удобство интерфейса управления. Используйте порядковую шкалу. Постройте итоговую таблицу оценок. Выявите поставщика, получившего максимальные суммарные баллы.

Вариант 6. Прогнозирование развития технологий промышленного Интернета вещей (IIoT).

Группа экспертов пытается спрогнозировать, какая технология станет наиболее востребованной в нефтехимической отрасли через 5 лет. Перечень технологий: беспроводные сенсорные сети, промышленный WiFi 6, NB-IoT, 5G на производстве, LoRaWAN. Используя шкалу отношений, эксперты высказывают свои прогнозы. Рассчитайте среднюю прогнозируемую вероятность для каждой технологии. Постройте гистограмму. Какая технология, по мнению экспертов, имеет наибольшие шансы?

Вариант 7. Определение ключевых факторов успеха внедрения ERP-системы.

Предприятие готовится к внедрению ERP-системы. Для успешной реализации проекта необходимо определить ключевые факторы успеха. Перечень факторов: поддержка руководства, квалификация проектной команды, качество бизнес-процессов, готовность персонала к изменениям, качество программного обеспечения. Группа из 5 экспертов должна с помощью метода парных сравнений определить наиболее важный фактор. Для этого каждый эксперт в матрице 5x5 отмечает, какой из двух факторов важнее. Постройте итоговую матрицу предпочтений и определите фактор, набравший наибольшее число предпочтений.

Вариант 8. Оценка эффективности мероприятий по импортозамещению ПО.

На предприятии составлен план мероприятий по импортозамещению программного обеспечения. Мероприятия: замена операционных систем на Linux, замена офисного пакета, замена САПР, переход на отечественную СУБД, внедрение российского антивируса. Эксперты оценивают каждое мероприятие по двум критериям: сложность реализации и ожидаемый экономический эффект. Используйте интервальную шкалу. Постройте диаграмму рассеяния («пузырьковую диаграмму»), где по оси X – сложность, по оси Y – эффект.

Вариант 9. Классификация инцидентов информационной безопасности.

Служба информационной безопасности предприятия ведет журнал инцидентов. Требуется классифицировать типы инцидентов по степени критичности. Типы инцидентов: вирусное заражение, попытка несанкционированного доступа, отказ оборудования, ошибка пользователя, утечка данных. Группа экспертов использует порядковую шкалу с тремя градациями: «низкая критичность», «средняя критичность», «высокая критичность». Проведите опрос экспертов. Постройте таблицу, показывающую, сколько экспертов отнесли каждый тип инцидента к той или иной категории. Определите типы инцидентов, которые большинство экспертов считают наиболее критичными.

Вариант 10. Оценка потребительских качеств аналитической платформы для Big Data.

Предприятию требуется платформа для анализа больших данных с целью оптимизации производственных показателей. Рассматриваются 5 программных продуктов. Группа экспертов оценивает платформы по качественным критериям: удобство загрузки данных, наличие встроенных алгоритмов машинного обучения, качество визуализации, масштабируемость, стоимость владения. Используйте шкалу

отношений. Рассчитайте итоговые средневзвешенные оценки и определите лучшую платформу.

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Изучите проблемную ситуацию и перечень объектов для оценивания.
3. Определите, какой тип шкалы измерений наиболее подходит для вашей задачи.
4. Создайте структуру данных для сбора экспертной информации:
 - если используется анкетирование – продумайте форму анкеты;
 - определите список условных экспертов, укажите их должности/роли.
5. Смоделируйте ответы экспертов.
6. Выполните обработку полученных данных:
 - для номинальной шкалы подсчитайте частоту отнесения объекта к каждой категории;
 - для порядковой шкалы рассчитайте сумму рангов или средний ранг;
 - для интервальной шкалы или шкалы отношений рассчитайте среднее арифметическое, дисперсию (разброс мнений).
7. Визуализируйте результаты: постройте диаграммы (гистограммы, круговые диаграммы, лепестковые диаграммы, графики).
8. Сформулируйте выводы и рекомендации для лица, принимающего решения (ЛПР), на основе полученных экспертных оценок.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Описание состава экспертной группы.
5. Форма анкеты или опросного листа.
6. Сводная таблица исходных экспертных оценок.
7. Результаты обработки экспертных данных.
8. Визуализация результатов (диаграммы и графики).
9. Выводы.

Выводы:

1. Опишите, насколько, по вашему мнению, выбранный тип шкалы соответствовал решаемой задаче. Позволил ли он получить содержательные выводы? Если бы вы выбрали другую шкалу, изменились бы результаты?
2. Проанализируйте разброс мнений экспертов. По каким объектам (факторам, рискам) мнения оказались наиболее согласованными, а по каким – наиболее противоречивыми? С чем это может быть связано?
3. В каких практических ситуациях на производстве (в нефтехимии, в ИТ) применение экспертных методов является безальтернативным? Приведите пример из вашего варианта или смежной области.

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. В каких случаях применяются методы экспертного оценивания?
2. Какие типы измерительных шкал используются в экспертном анализе? Приведите примеры.
3. Чем номинальная шкала отличается от порядковой?
4. Какие требования предъявляются к формированию экспертной группы?
5. Что такое метод Дельфи и для чего он используется?

Лабораторная работа №4. Экспертное оценивание систем

Цель: сформировать навык проведения экспертного оценивания сложных систем с использованием метода парных сравнений. Научиться: применять методики сбора и обработки экспертной информации, строить матрицы парных сравнений и рассчитывать групповые оценки с использованием табличных процессоров.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: ОПК-9.1
Анализирует и применяет техническую документацию по использованию программных средств для решения практических задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- методы экспертного оценивания: индивидуальные и коллективные;
- метод парных сравнений: сущность, области применения;
- построение матрицы парных сравнений;
- обработка результатов парных сравнений: расчет приоритетов, определение весовых коэффициентов;
- использование табличных процессоров для матричных вычислений.

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте модель экспертного оценивания системы в электронной таблице, которая:

- определяет объекты сравнения (факторы, критерии, альтернативы) в соответствии с индивидуальным вариантом;
- создает шаблон матрицы парных сравнений для опроса экспертов;
- имитирует сбор данных от группы экспертов (не менее 3 экспертов);
- для каждого эксперта строит индивидуальную матрицу парных сравнений;
- выполняет расчет весовых коэффициентов (приоритетов) для объектов по каждому эксперту;
- рассчитывает итоговые групповые оценки (средние геометрические или агрегированные матрицы);
- представляет результаты в табличной и графической форме, формулирует выводы.

Индивидуальные варианты заданий:

Для всех вариантов необходимо смоделировать ответы условных экспертов (не менее 3 человек). Количество сравниваемых объектов – не менее 5. При заполнении матриц парных сравнений используйте шкалу относительной важности, например: 1 – равная важность, 3 – умеренное превосходство, 5 – сильное превосходство, 7 – очень сильное превосходство, 9 – абсолютное превосходство (промежуточные значения 2, 4, 6, 8 – для компромиссов).

Вариант 1. Определение приоритетных направлений автоматизации производственных процессов.

На нефтехимическом предприятии планируется программа автоматизации. Эксперты сравнивают следующие направления по степени важности:

- автоматизация резервуарного парка;
- автоматизация установки первичной переработки нефти;
- автоматизация процессов смешения;
- автоматизация лабораторного контроля качества;
- автоматизация энергоучета.

Постройте матрицы парных сравнений для каждого эксперта, рассчитайте локальные приоритеты, определите итоговый рейтинг направлений автоматизации.

Вариант 2. Выбор критериев оценки эффективности ИТ-инфраструктуры.

Руководителю ИТ-отдела необходимо выбрать наиболее важные критерии для оценки эффективности работы ИТ-инфраструктуры предприятия. Эксперты сравнивают критерии:

- доступность сервисов (uptime);
- производительность (время отклика);
- безопасность (количество инцидентов);
- стоимость владения (ТСО);
- удовлетворенность пользователей.

Проведите парные сравнения, определите веса критериев, постройте диаграмму значимости.

Вариант 3. Оценка факторов, влияющих на выбор программного обеспечения.

При выборе программного обеспечения для моделирования технологических процессов необходимо определить важность различных факторов. Эксперты сравнивают:

- точность расчетов;
- стоимость лицензии;
- наличие технической поддержки на русском языке;
- совместимость с существующим оборудованием;
- наличие встроенных библиотек нефтехимических компонентов.

Рассчитайте весовые коэффициенты факторов и определите, какой фактор эксперты считают наиболее важным.

Вариант 4. Определение ключевых компетенций ИТ-специалиста для нефтехимического предприятия.

Кадровая служба совместно с руководителями подразделений определяет, какие компетенции наиболее важны для ИТ-специалиста, работающего в нефтехимической отрасли. Эксперты сравнивают:

- знание технологических процессов нефтепереработки;
- владение языками программирования (C++, Python);
- опыт работы с SCADA-системами;
- знание стандартов информационной безопасности;
- навыки проектного управления.

Постройте итоговый профиль значимости компетенций.

Вариант 5. Оценка рисков внедрения цифрового двойника установки.

Предприятие планирует создание цифрового двойника (digital twin) технологической установки. Эксперты оценивают значимость следующих групп рисков:

- технические риски (несовместимость данных, сложность моделирования);
- финансовые риски (превышение бюджета);
- организационные риски (сопротивление персонала);
- риски безопасности (киберугрозы);
- риски недостоверности данных.

Используя метод парных сравнений, определите, какие риски требуют первоочередного внимания руководства.

Вариант 6. Выбор приоритетных мер по импортозамещению ПО.

На предприятии составлен перечень мер по импортозамещению программного обеспечения. Эксперты сравнивают меры по степени срочности и важности:

- замена серверных операционных систем;
- замена офисного пакета;
- переход на отечественную СУБД;
- внедрение российского ПО для проектирования (САПР);

- замена систем виртуализации.

Рассчитайте приоритеты и предложите очередность реализации мер.

Вариант 7. Оценка предпочтительности форматов повышения квалификации.

Отдел развития персонала определяет наиболее эффективные форматы обучения для технических специалистов. Эксперты сравнивают:

- очные курсы с отрывом от производства;
- дистанционное обучение (вебинары, онлайн-курсы);
- стажировки на предприятиях-партнерах;
- участие в отраслевых конференциях;
- внутреннее обучение (наставничество, обмен опытом).

Определите, какие форматы эксперты считают наиболее предпочтительными.

Вариант 8. Определение значимости критериев выбора СУБД.

ИТ-отдел выбирает систему управления базами данных для создания корпоративного хранилища данных. Эксперты сравнивают критерии:

- производительность (скорость выполнения запросов);
- надежность (отказоустойчивость, резервное копирование);
- масштабируемость (возможность роста);
- стоимость лицензирования;
- наличие квалифицированных специалистов на рынке труда.

Рассчитайте веса критериев. Какой критерий оказался самым важным?

Вариант 9. Оценка факторов комфортности АРМ оператора.

При проектировании автоматизированных рабочих мест (АРМ) для операторов технологических установок важно учесть эргономические факторы. Эксперты сравнивают:

- удобство расположения органов управления;
- качество визуализации (мониторы, мнемосхемы);
- освещенность рабочего места;
- уровень шума от оборудования;
- удобство кресла и рабочей позы.

Определите, какие факторы вносят наибольший вклад в комфорт и эффективность работы оператора.

Вариант 10. Выбор приоритетных направлений развития ИТ-инфраструктуры предприятия.

ИТ-стратегия предприятия на ближайшие 3 года включает несколько направлений развития. Эксперты сравнивают:

- модернизация сетевой инфраструктуры;
- внедрение ERP-системы;
- развитие систем промышленной автоматизации (АСУ ТП);
- внедрение систем бизнес-аналитики (BI);
- повышение уровня информационной безопасности.

Проведите парные сравнения, постройте рейтинг направлений и дайте рекомендации по распределению бюджета развития.

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Определите перечень сравниваемых объектов (факторов, критериев, направлений) – не менее 5. Обозначьте их как А1, А2, А3, А4, А5.
3. Создайте в табличном редакторе структуру для сбора данных:
 - создайте отдельный лист для каждого эксперта;
 - на каждом листе постройте матрицу парных сравнений размером 5 на 5;
 - заполните диагональ матрицы значения 1 (объект равен сам себе).

4. Смоделируйте ответы экспертов:
 - для каждой пары объектов (i, j) определите, какой объект важнее и насколько, используя шкалу;
 - заполните ячейку a_{ij} значением превосходства объекта i над объектом j ;
 - заполните симметричную ячейку a_{ji} обратным значением $(1 / a_{ij})$. Например, если $a_{ij} = 5$, то $a_{ji} = 1/5 = 0,2$.
5. Выполните расчет вектора приоритетов для каждого эксперта:
 - рассчитайте среднее геометрическое по каждой строке матрицы (функция СРГЕОМ или $\text{EXP}(\text{CP3HACH}(\text{LN}(\text{диапазон})))$);
 - пронормируйте полученные значения так, чтобы их сумма равнялась 1 (разделите каждое значение на общую сумму). Это и будут весовые коэффициенты (приоритеты).
6. Для получения групповой оценки рассчитайте среднее арифметическое весов по всем экспертам для каждого объекта или постройте агрегированную матрицу, вычислив среднее геометрическое соответствующих ячеек из матриц всех экспертов, и затем повторите расчет приоритетов для агрегированной матрицы.
7. Постройте диаграмму (гистограмму или круговую), отображающую итоговые весовые коэффициенты объектов.
8. Сформулируйте выводы: какие объекты получили наивысший приоритет, какие – наименьший, насколько согласованы мнения экспертов.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Перечень сравниваемых объектов.
5. Для каждого эксперта (не менее 3) матрица парных сравнений и таблица с расчетом вектора приоритетов.
6. Сводная таблица итоговых групповых оценок (весовых коэффициентов).
7. Диаграмма значимости объектов.
8. Выводы.

Выводы:

1. Проанализируйте полученные итоговые весовые коэффициенты. Какой объект (фактор, критерий) эксперты признали наиболее важным? Совпадает ли это с вашими ожиданиями? Почему, на ваш взгляд, этот объект оказался лидером?
2. Сравните индивидуальные приоритеты разных экспертов. Были ли существенные различия в их мнениях? С чем это может быть связано (разные профессиональные роли, личный опыт)?
3. В чем, на ваш взгляд, преимущество метода парных сравнений перед простым ранжированием объектов? В каких ситуациях этот метод незаменим?

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. В чем сущность метода парных сравнений?
2. Как заполняется матрица парных сравнений? Что означает значение $a_{ij} = 3$, $a_{ij} = 1/7$?
3. Почему диагональные элементы матрицы парных сравнений всегда равны 1?
4. Как вычисляется вектор приоритетов по матрице парных сравнений?
5. Как можно агрегировать индивидуальные экспертные оценки в групповую?

Лабораторная работа №5. Экспертное оценивание систем

Цель: сформировать навык статистического анализа результатов экспертного оценивания. Научиться: рассчитывать коэффициенты согласованности экспертных

мнений (коэффициент конкордации Кендалла), оценивать их значимость и интерпретировать полученные результаты с использованием программного обеспечения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: ОПК-9.1
Анализирует и применяет техническую документацию по использованию программных средств для решения практических задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- понятие согласованности экспертных мнений;
- коэффициент конкордации Кендалла (W): назначение, область применения, интерпретация значений;
- дисперсионный коэффициент конкордации;
- энтропийный коэффициент согласия;
- оценка значимости коэффициента конкордации;
- понятие ранговой корреляции как меры связи между двумя переменными.

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте модель статистического анализа экспертных оценок в электронной таблице, которая:

- принимает исходные данные – матрицу рангов (или балльных оценок), выставленных группой экспертов объектам экспертизы;
- выполняет проверку возможности использования коэффициента конкордации (преобразование баллов в ранги при необходимости);
- рассчитывает коэффициент конкордации Кендалла (W) для оценки общей согласованности мнений всей группы экспертов;
- оценивает статистическую значимость коэффициента конкордации с использованием критерия χ^2 ;
- при наличии выраженных расхождений во мнениях выполняет попарный расчет коэффициентов ранговой корреляции (Спирмена) для выявления экспертов, мнения которых сильно различаются;
- представляет результаты расчетов и формулирует выводы о качестве проведенной экспертизы.

Индивидуальные варианты заданий:

Для всех вариантов исходные данные представлены в виде матрицы оценок (баллы от 1 до 10 или ранги). Если в варианте даны баллы, их необходимо преобразовать в ранги (лучшему значению – ранг 1). Количество экспертов – 5, количество объектов – 6. Данные для каждого варианта приведены в таблицах.

Вариант 1. Оценка рисков внедрения АСУ ТП.

Пять экспертов оценивали шесть видов рисков при внедрении автоматизированной системы управления по 10-балльной шкале (чем выше балл, тем опаснее риск).

Объект (Риск)	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Технические риски	9	8	9	7	8
Программные риски	7	7	6	8	7
Организационные риски	5	4	5	6	5
Риски персонала	6	5	7	5	6
Финансовые риски	8	9	8	9	9
Риски безопасности	4	3	4	4	3

Вариант 2. Оценка качества SCADA-систем.

Эксперты оценивали пять SCADA-систем (объекты А-Е) по 10-балльной шкале (чем выше балл, тем лучше система). Добавлен шестой объект – гипотетический эталон.

Объект (SCADA)	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
MasterSCADA	9	8	9	8	9
WinCC	8	9	8	9	8
TRACE MODE	7	6	7	7	6
Alpha.Platform	5	5	6	5	5
Simple-SCADA	4	4	5	4	4
Citect SCADA	6	7	6	6	7

Вариант 3. Ранжирование факторов надежности оборудования (ранги).

Эксперты проранжировали факторы, влияющие на надежность работы насосного оборудования (ранг 1 – самый важный фактор).

Объект (Фактор)	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Качество изготовления	1	2	1	2	1
Соблюдение регламентов обслуживания	2	1	3	1	2
Квалификация персонала	4	3	2	3	3
Условия эксплуатации	3	4	4	4	5
Качество сырья (нефтепродукта)	5	5	5	6	4
Срок службы (износ)	6	6	6	5	6

Вариант 4. Оценка компетенций сотрудника ИТ-отдела (баллы).

Пять экспертов оценивали сотрудника по шести компетенциям (баллы от 1 до 10, где 10 – выдающийся уровень).

Компетенция	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Знание сетевых технологий	8	7	9	8	7
Администрирование Linux	7	6	8	7	8
Администрирование Windows	9	8	7	9	9
Знание SQL	6	5	6	5	6
Английский язык (технический)	5	4	5	4	5
Навыки документирования	4	5	4	6	4

Вариант 5. Приоритетность проектов цифровизации (ранги).

Эксперты проранжировали проекты цифровизации по степени приоритетности (1 – наивысший приоритет).

Проект	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Внедрение ERP	1	2	1	2	1
Цифровой двойник установки	2	1	3	1	2
Система предиктивной аналитики	3	3	2	3	3
Модернизация сети передачи данных	5	4	4	5	4
Система электронного документооборота	6	5	5	4	6
Развитие систем ИБ	4	6	6	6	5

Вариант 6. Оценка эффективности мероприятий по энергосбережению (баллы).

Эксперты оценивали мероприятия по энергосбережению на производстве по 10-балльной шкале (чем выше балл, тем эффективнее мероприятие).

Мероприятие	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Замена насосов на более эффективные	9	8	9	8	9
Внедрение частотных преобразователей	8	9	8	9	8
Оптимизация режимов работы печей	7	7	6	7	7
Утепление тепловых сетей	4	5	5	4	5

Внедрение системы учета энергоресурсов	6	6	7	6	6
Обучение персонала энергосбережению	3	4	4	3	4

Вариант 7. Оценка поставщиков оборудования (ранги).

Эксперты проранжировали потенциальных поставщиков оборудования по критерию «надежность» (ранг 1 – самый надежный поставщик).

Поставщик	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Поставщик А	1	2	1	2	1
Поставщик Б	2	1	2	1	3
Поставщик В	3	3	4	3	2
Поставщик Г	4	4	3	5	4
Поставщик Д	5	5	5	4	5
Поставщик Е	6	6	6	6	6

Вариант 8. Оценка факторов выбора языка программирования (баллы).

Эксперты оценивали факторы, важные при выборе языка программирования для промышленного проекта (баллы от 1 до 10, где 10 – максимальная важность).

Фактор	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Производительность	9	8	9	8	9
Надежность (безопасность кода)	8	9	8	9	8
Наличие библиотек для АСУ ТП	7	7	6	7	7
Стоимость разработки	5	6	5	5	6
Доступность специалистов на рынке	6	5	7	6	5
Кроссплатформенность	4	4	4	4	4

Вариант 9. Оценка качества работы сервисной службы (ранги).

Эксперты проранжировали аспекты работы сервисной службы по степени удовлетворенности (ранг 1 – наиболее удовлетворен).

Аспект обслуживания	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Скорость реагирования на заявку	1	2	1	3	2
Качество выполнения работ	2	1	2	1	1
Вежливость персонала	3	3	4	2	3
Стоимость услуг	4	4	3	4	4
Наличие запчастей на складе	5	5	5	5	5
Гарантийные обязательства	6	6	6	6	6

Вариант 10. Оценка значимости критериев выбора САПР (баллы).

Эксперты оценивали значимость критериев при выборе системы автоматизированного проектирования (баллы от 1 до 10, где 10 – наивысшая значимость).

Критерий	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5
Наличие библиотек ГОСТ/ISO	9	8	9	8	9
Удобство интерфейса	7	6	7	7	6
Совместимость с другими форматами	8	9	8	9	8
Стоимость лицензии	5	5	6	5	5
Производительность (скорость работы)	6	7	5	6	7
Качество техподдержки	4	4	4	4	4

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Перенесите исходные данные в электронную таблицу.
3. Если исходные данные представлены в баллах (не в рангах), выполните ранжирование:
 - для критериев, где «больше = лучше», максимальному баллу присвойте ранг 1, следующему – 2 и т.д. (при равных баллах ранги усредняются);
 - для критериев, где «меньше = лучше» (например, риски), минимальному баллу присвойте ранг 1.
4. Создайте таблицу рангов размером (количество экспертов × количество объектов).
5. Рассчитайте сумму рангов по каждому объекту.
6. Рассчитайте среднюю сумму рангов.
7. Для каждого объекта вычислите отклонение суммы рангов от средней суммы (d).
8. Возведите каждое отклонение в квадрат (d^2) и найдите общую сумму квадратов отклонений (S).
9. Рассчитайте коэффициент конкордации Кендалла (W) по формуле:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \text{ где:}$$

S – сумма квадратов отклонений;
 m – количество экспертов;
 n – количество объектов.
10. Оцените согласованность по шкале:
 - $W < 0,3$ – слабая согласованность;
 - $0,3 \leq W < 0,5$ – умеренная согласованность;
 - $0,5 \leq W < 0,7$ – заметная согласованность;
 - $0,7 \leq W < 0,9$ – сильная согласованность;
 - $W \geq 0,9$ – очень сильная согласованность.
11. Оцените статистическую значимость коэффициента конкордации:
 - рассчитайте $\chi^2 = m(n-1)W$;
 - сравните полученное значение с критическим значением χ^2 для числа степеней свободы $df = n - 1$ и уровня значимости $\alpha = 0,05$
 - если расчетное χ^2 больше критического, коэффициент значим (согласованность не случайна).
12. При слабой согласованности ($W < 0,5$), дополнительно рассчитайте попарные коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между всеми парами экспертов и выявите экспертов, чьи оценки сильнее всего расходятся с остальными.
13. Сформулируйте выводы о качестве проведенной экспертизы.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Таблица рангов (после преобразования баллов в ранги, если это требовалось).
5. Промежуточные расчеты:
 - таблица с суммами рангов, средними отклонениями и квадратами отклонений;
 - значение суммы квадратов отклонений (S).
6. Расчет коэффициента конкордации (W) с подробным выводом формулы.
7. Интерпретация значения W (степень согласованности).
8. Расчет критерия χ^2 и проверка значимости (сравнение с критическим значением).
9. Выводы.

Выводы:

1. Проанализируйте полученное значение коэффициента конкордации. Насколько согласованными оказались мнения экспертов в вашем варианте? Достаточно ли этого уровня согласованности для принятия ответственных решений?
2. Если согласованность оказалась низкой ($W < 0,5$), предположите возможные причины. С чем это может быть связано: с разной квалификацией экспертов, неоднозначностью формулировок объектов, или с объективной сложностью оцениваемой проблемы?
3. Почему недостаточно просто вычислить средние оценки по экспертам, а необходимо также проверять согласованность их мнений? Какой риск возникает при использовании несогласованных экспертных оценок?

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. Что показывает коэффициент конкордации? В каких пределах он может изменяться?
2. Какое значение коэффициента конкордации считается приемлемым для практического использования результатов экспертизы?
3. Для чего необходимо преобразовывать балльные оценки в ранги перед расчетом коэффициента конкордации?
4. Как проверить статистическую значимость коэффициента конкордации?
5. Какие еще существуют методы оценки согласованности экспертных мнений (кроме коэффициента конкордации Кендалла)?

Лабораторная работа №6. Отыскание базисных решений и опорных планов задачи линейного программирования

Цель: сформировать навык формализации практических задач в виде моделей линейного программирования. Научиться: приводить задачу линейного программирования к канонической форме, находить базисные и опорные решения графическим и аналитическим методами, выполнять поиск опорных планов с использованием табличных процессоров.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: УК-1.2
Использует системный подход для решения поставленных задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- основные понятия линейного программирования: целевая функция, система ограничений, область допустимых решений;
- каноническая и стандартная формы задачи линейного программирования;
- понятие базисного и опорного решения (плана);
- графический метод решения задач линейного программирования (для двух переменных);
- приведение системы неравенств к системе уравнений (введение дополнительных и искусственных переменных);
- использование табличных процессоров для решения систем линейных уравнений.

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте модель поиска опорных планов задачи линейного программирования в электронной таблице, которая:

- формализует практическую задачу в соответствии с индивидуальным вариантом;
- приводит полученную задачу к канонической форме (вводит дополнительные переменные для преобразования неравенств в равенства);

- для случая двух переменных выполняет графическое построение области допустимых решений и графически определяет опорные планы (угловые точки);
- реализует табличный метод поиска базисных решений (перебором или с помощью встроенных средств);
- определяет все базисные решения и выделяет среди них допустимые (опорные планы);
- представляет результаты в табличной и графической форме.

Индивидуальные варианты заданий:

Составить математическую модель задачи (целевая функция и система ограничений). Для каждого варианта заданы два вида ресурсов и целевая функции (прибыль от выпуска продукции). Переменные x^1 – количество продукции вида 1, x^2 – количество продукции вида 2. Целевая функция везде максимизируется ($F \rightarrow \max$).

Вариант 1. Производство компонентов для АСУ ТП.

Предприятие выпускает два типа контроллеров: Контроллер А и Контроллер В. Для их производства используются два вида ресурсов: микропроцессоры и память. Запасы ресурсов ограничены. Прибыль от продажи одного контроллера А – 4 ден. ед., контроллера В – 5 ден. ед.

<i>Ресурс</i>	<i>Запас</i>	<i>Расход на контроллер А</i>	<i>Расход на контроллер В</i>
Микропроцессоры (шт.)	20	2	3
Память (модулей)	15	3	1

Вариант 2. Смешение нефтепродуктов.

Нефтеперерабатывающий завод производит два вида топлива: летнее и зимнее. Для их производства используются два компонента: прямогонный бензин и алкилат. Прибыль от продажи 1 т летнего топлива – 6 ден. ед., зимнего – 4 ден. ед.

<i>Компонент</i>	<i>Запас (т)</i>	<i>Расход на летнее (т/т)</i>	<i>Расход на зимнее (т/т)</i>
Прямогонный бензин	24	3	2
Алкилат	18	2	2

Вариант 3. Производство программных продуктов.

ИТ-компания разрабатывает два типа программных продуктов: систему управления проектами и систему документооборота. Трудоемкость измеряется в человеко-часах на разработку и тестирование. Прибыль от продажи одной лицензии системы управления проектами – 8 ден. ед., системы документооборота – 3 ден. ед.

<i>Вид работ</i>	<i>Доступно (чел.-ч)</i>	<i>Трудоемкость (СУП)</i>	<i>Трудоемкость (СДО)</i>
Разработка	40	4	2
Тестирование	30	2	3

Вариант 4. Загрузка технологических установок.

На установке гидроочистки можно перерабатывать два вида сырья: легкое и тяжелое. Переработка требует затрат времени на двух стадиях: гидроочистка и риформинг. Прибыль от переработки 1 т легкого сырья – 7 ден. ед., тяжелого – 5 ден. ед.

<i>Стадия</i>	<i>Доступно времени (ч)</i>	<i>Время на легкое (ч/т)</i>	<i>Время на тяжелое (ч/т)</i>
Гидроочистка	28	2	4
Риформинг	24	3	2

Вариант 5. Производство оборудования на нефтехимическом производстве.

Завод производит два типа насосов: центробежные и шестеренчатые. Для их производства требуются токарные и фрезерные работы. Прибыль от продажи одного центробежного насоса – 10 ден. ед., шестеренчатого – 6 ден. ед.

<i>Вид работ</i>	<i>Доступно (станко-ч)</i>	<i>Трудоемкость (центробежный)</i>	<i>Трудоемкость (шестеренчатый)</i>
Токарные работы	50	5	3
Фрезерные работы	40	3	4

Вариант 6. Загрузка серверов.

Центр обработки данных может выполнять два типа задач: вычислительные и транзакционные. Для их выполнения требуются ресурсы процессора и оперативной памяти. Прибыль от выполнения одной вычислительной задачи – 9 ден. ед., транзакционной – 7 ден. ед.

<i>Ресурс</i>	<i>Доступно</i>	<i>Потребление (вычислительная)</i>	<i>Потребление (транзакционная)</i>
Процессор (ГГц·ч)	36	3	4
Память (ГБ·ч)	28	4	2

Вариант 7. Транспортная задача.

Нефтебаза отправляет топливо двум потребителям: заводу и электростанции. Используются два вида транспорта: железнодорожный и автомобильный. Прибыль от доставки 1 т железнодорожным транспортом – 5 ден. ед., автомобильным – 8 ден. ед.

<i>Ограничение</i>	<i>Доступно</i>	<i>Расход (ж/д)</i>	<i>Расход (авто)</i>
Грузоподъемность (т)	45	5	3
Время в пути (ч)	30	2	4

Вариант 8. Планирование ремонтных работ.

Ремонтная служба предприятия планирует текущий и капитальный ремонты оборудования. Требуются ресурсы: слесари и электрики. Прибыль от проведения одного текущего ремонта – 3 ден. ед., капитального – 6 ден. ед.

<i>Ресурс</i>	<i>Доступно (чел.-дней)</i>	<i>Текущий ремонт</i>	<i>Капитальный ремонт</i>
Слесари	32	2	4
Электрики	24	3	2

Вариант 9. Выбор тарифного плана.

Предприятие выбирает между двумя тарифными планами на облачные услуги: «Базовый» и «Оптимальный». Для работы требуются ресурсы: хранилище и трафик. Прибыль от использования одного часа «Базового» плана – 2 ден. ед., «Оптимального» – 5 ден. ед.

<i>Ресурс</i>	<i>Доступно в месяц</i>	<i>Расход («Базовый»)</i>	<i>Расход («Оптимальный»)</i>
Хранилище (ГБ·ч)	40	5	2
Трафик (ГБ)	30	2	3

Вариант 10. Производство реагентов.

Химическое производство выпускает два типа реагентов: для очистки и для стабилизации. Используются два вида сырья: кислота и щелочь. Прибыль от продажи 1 т реагента для очистки – 8 ден. ед., для стабилизации – 5 ден. ед.

<i>Сырье</i>	<i>Запас (т)</i>	<i>Расход на очистку (т/м)</i>	<i>Расход на стабилизацию (т/м)</i>
Кислота	48	4	3
Щелочь	30	2	4

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Составление математической модели:
 - обозначьте переменные x^1, x^2 ;
 - запишите целевую функцию (прибыль): $F = c_1x_1 + c_2x_2 \rightarrow \max$;
 - запишите систему ограничений по ресурсам в виде неравенств: $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1, a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2$;
 - добавьте условия не отрицательности: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$.
3. Для двух переменных в электронной таблице постройте область допустимых решений (ОДР), найдите все угловые точки ОДР и определите координаты каждой угловой точки.
4. Для каждого ограничения-неравенства введите дополнительную переменную x_3 и x_4 :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + x_3 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + x_4 = b_1$$
 Целевая функция остается без изменений, дополнительные переменные входят в нее с нулевыми коэффициентами.
5. Найдите базисные решения табличным методом. Система канонических уравнений содержит 2 уравнения и 4 переменные. Для получения базисного решения нужно выбрать две базисные переменные, а остальные две (свободные) приравнять к нулю. Переберите все комбинации. Для каждого случая решите систему двух уравнений с двумя неизвестными. Проверьте условие неотрицательности для всех переменных в полученном решении.
6. Сравните полученные табличным методом опорные планы с угловыми точками, найденными графически. Они должны совпадать.
7. Постройте график ОДР, отметьте на нем все опорные планы. Составьте таблицу всех базисных решений с указанием, являются ли они допустимыми.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Математическая модель задачи (обозначение переменных, целевая функция, система ограничений).
5. График области допустимых решений (ОДР) с подписанными осями и линиями ограничений. Координаты всех угловых точек (опорных планов) с расчетами.
6. Каноническая форма задачи (система уравнений с дополнительными переменными).
7. Табличный перебор базисных решений. Таблица со всеми 6 комбинациями базисных/свободных переменных. Для каждой комбинации – полученные значения переменных и отметка о допустимости (да/нет).
8. Сравнение результатов.
9. Выводы.

Выводы:

1. Сколько опорных планов (допустимых базисных решений) имеет ваша задача? Совпадает ли это количество с числом угловых точек на графике?
2. Почему для поиска оптимального решения недостаточно найти хотя бы один опорный план, а необходимо рассматривать все угловые точки области допустимых решений?
3. Какую роль играют дополнительные переменные x_3, x_4 с экономической точки зрения? Что они означают применительно к вашей задаче (например, остатки ресурсов, неиспользованное время)?

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. Что такое опорный план задачи линейного программирования?
2. В чем отличие базисного решения от опорного?
3. Зачем необходимо приводить задачу к канонической форме?
4. Какие переменные называются дополнительными (балансовыми) и какой физический смысл они имеют?
5. Что такое область допустимых решений (ОДР) и как она связана с опорными планами?

Лабораторная работа №7. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса.

Цель: сформировать навык применения алгоритма симплекс-метода для решения оптимизационных задач. Научиться: строить симплекс-таблицы, выполнять симплекс-преобразования, определять оптимальность текущего плана и применять метод искусственного базиса (М-метод) для нахождения начального опорного плана в задачах с ограничениями типа « $\geq$ » и « $=$ ».

Код и наименование индикатора достижения компетенции: УК-1.2
Использует системный подход для решения поставленных задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- симплекс-метод: основные этапы, критерий оптимальности;
- правило выбора разрешающего столбца и разрешающей строки;
- симплекс-преобразования (пересчет таблицы);
- понятие искусственных переменных и необходимость их введения;
- метод искусственного базиса (М-метод): целевая функция с большим штрафом М;
- признаки неразрешимости задачи (неограниченность, несовместность ограничений).

Общее задание для всех вариантов:

Разработайте пошаговую реализацию симплекс-метода в электронной таблице (или на бумаге с последующим оформлением в таблице), которая:

- приводит задачу линейного программирования к канонической форме;
- определяет необходимость введения искусственных переменных (для ограничений типа « $\geq$ » или « $=$ »);
- строит начальную симплекс-таблицу (с М-методом при необходимости);
- выполняет итерации симплекс-метода до получения оптимального решения;
- на каждой итерации фиксирует: выбор разрешающего столбца и строки, выполняет пересчет таблицы;
- проверяет полученное решение на оптимальность;
- интерпретирует полученное оптимальное решение (значения переменных и целевой функции);
- представляет все симплекс-таблицы и промежуточные расчеты.

Индивидуальные варианты заданий:

Для всех вариантов задана целевая функция (максимизация или минимизация) и система ограничений. Необходимо решить задачу симплекс-методом (с применением М-метода, если требуется).

Вариант 1. Максимизация прибыли при ограничениях разных типов.

$$F = 3x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + x_2 \leq 6$	$\leq$	6
$2x_1 + 3x_2 \geq 12$	$\geq$	12
$x_1 + 2x_2 \leq 10$	$\leq$	10

$$x_1 x_2 \geq 0$$

Вариант 2. Минимизация затрат (транспортная задача).

$$F = 4x_1 + 6x_2 \rightarrow \min$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + 2x_2 \geq 8$	$\geq$	8
$3x_1 + x_2 \geq 9$	$\geq$	9
$x_1 + x_2 \leq 12$	$\leq$	12
$x_1 x_2 \geq 0$		

Вариант 3. Производственная задача со смешанными ограничениями.

$$F = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + x_2 + x_3 \leq 10$	$\leq$	10
$2x_1 + x_2 - x_3 \geq 5$	$\geq$	5
$x_1 x_2 x_3 \geq 0$		

Вариант 4. Задача с ограничением-равенством.

$$F = 5x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + x_2 = 8$	$=$	8
$2x_1 + x_2 \leq 14$	$\leq$	14
$x_1 x_2 \geq 0$		

Вариант 5. Максимизация при трех переменных.

$$F = 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + x_2 + x_3 \leq 15$	$\leq$	15
$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 10$	$\geq$	10
$3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 20$	$\leq$	20
$x_1 x_2 x_3 \geq 0$		

Вариант 6. Минимизация с двумя ограничениями « $\geq$ ».

$$F = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$2x_1 + x_2 \geq 10$	$\geq$	10
$x_1 + 3x_2 \geq 12$	$\geq$	12
$x_1 x_2 \geq 0$		

Вариант 7. Задача с комбинацией всех типов ограничений.

$$F = 7x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + 2x_2 \leq 20$	$\leq$	20
$3x_1 + x_2 \geq 15$	$\geq$	15
$x_1 + x_2 = 12$	$=$	12
$x_1 x_2 \geq 0$		

Вариант 8. Производственное планирование (три продукта).

$$F = 4x_1 + 3x_2 + 5x_3 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 12$	$\leq$	12
$2x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 15$	$\geq$	15
$x_1 x_2 x_3 \geq 0$		

Вариант 9. Минимизация с равенством.

$$F = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$x_1 + x_2 = 10$	=	10
$x_1 \leq 6$	$\leq$	6
$x_2 \geq 4$	$\geq$	4
$x_1 x_2 \geq 0$		

Вариант 10. Сложная задача с тремя переменными.

$$F = 9x_1 + 7x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$$

Ограничение	Тип	Правая часть
$2x_1 + x_2 + x_3 \leq 14$	$\leq$	14
$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 12$	$\geq$	12
$x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 18$	$\leq$	18
$x_1 x_2 x_3 \geq 0$		

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Если задача на минимизацию ($F \rightarrow \min$), преобразуйте ее к максимизации, умножив целевую функцию на -1: $F' = -F \rightarrow \max$. Запишите систему в каноническом виде.
3. Если в задаче есть искусственные переменные, используйте М-метод: добавьте их в целевую функцию с большим штрафным коэффициентом. Преобразуйте целевую функцию так, чтобы она не содержала базисных искусственных переменных (выразите их через остальные и подставьте). Заполните начальную симплекс-таблицу
4. Итерации симплекс-метода. Если в строке целевой функции нет отрицательных коэффициентов (для задачи на максимум) – решение оптимально. Выберите столбец с наименьшим отрицательным коэффициентом в строке целевой функции. Для всех положительных элементов разрешающего столбца рассчитайте отношения свободных членов к этим элементам. Выберите строку с минимальным отношением. Выполните пересчет таблицы методом Жордана-Гаусса (разрешающий элемент делаем равным 1, остальные элементы разрешающего столбца – 0).
Целевая функция остается без изменений, дополнительные переменные входят в нее с нулевыми коэффициентами.
5. Запишите оптимальное решение: значения базисных переменных (свободные переменные равны 0). Вычислите значение целевой функции.
6. Сравните полученные табличным методом опорные планы с угловыми точками, найденными графически. Они должны совпадать. Если задача была на минимизацию, не забудьте вернуть знак ($F = -F'$).
7. Создайте отдельный лист для каждой итерации. Используйте формулы для автоматического пересчета таблиц (или выполняйте вручную, но с подробным описанием). Выделяйте цветом разрешающий столбец, строку и элемент.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Исходная задача (целевая функция и ограничения). Преобразование к канонической форме.
5. Обоснование применения М-метода (если есть искусственные переменные).
6. Симплекс-таблицы.
7. Описание каждой итерации.
8. Оптимальное решение.
9. Выводы.

Выводы:

1. Проанализируйте полученное оптимальное решение. Удовлетворяет ли оно всем исходным ограничениям? Является ли оно целочисленным (если это важно для контекста задачи)?
2. Сколько итераций симплекс-метода потребовалось для нахождения оптимального решения? От чего, на ваш взгляд, зависит скорость сходимости алгоритма?
3. Если в вашей задаче использовался М-метод (искусственные переменные), проанализируйте, что произошло с искусственными переменными в оптимальном решении. Выведены ли они из базиса? Почему это важно?

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. В чем суть симплекс-метода? Какова его геометрическая интерпретация?
2. Как определить, что текущее решение является оптимальным?
3. По какому правилу выбираются разрешающий столбец и разрешающая строка?
4. В каких случаях возникает необходимость введения искусственных переменных?
5. Как модифицируется целевая функция в М-методе и какой смысл имеет коэффициент М?
6. Что произойдет с искусственной переменной в оптимальном решении, если задача имеет допустимое решение?
7. Как распознать ситуацию, когда задача не имеет решения (несовместна) или не ограничена?

Лабораторная работа №8. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса.

Цель: сформировать навык решения задач линейного программирования с использованием стандартных программных средств. Научиться: применять надстройку «Поиск решения» в табличных процессорах для решения оптимизационных задач, анализировать чувствительность оптимального решения и работать с технической документацией при настройке параметров решателя.

Код и наименование индикатора достижения компетенции: ОПК-9.1
Анализирует и применяет техническую документацию по использованию программных средств для решения практических задач.

Время выполнения: 2 часа.

Подготовка к работе (повторить):

- основные понятия линейного программирования (целевая функция, ограничения, область допустимых решений);
- алгоритм симплекс-метода (общее понимание процесса);
- назначение и возможности надстройки «Поиск решения» в табличных редакторах;
- понятие анализа чувствительности, пределы изменения коэффициентов целевой функции и правых частей ограничений.

Общее задание для всех вариантов:

Используя надстройку «Поиск решения» в табличном процессоре, решите задачу линейного программирования, которая:

- формализует практическую ситуацию в соответствии с индивидуальным вариантом;
- создает рабочую книгу с исходными данными (коэффициенты целевой функции, матрица ограничений, правые части);
- настраивает параметры решателя (целевая ячейка, изменяемые ячейки, ограничения, выбор метода решения);
- выполняет поиск оптимального решения;

- анализирует полученные результаты;
- проводит анализ чувствительности (изменяет один из параметров и наблюдает за изменением решения);
- оформляет отчет с экранами диалоговых окон и результатами.

Индивидуальные варианты заданий:

Для всех вариантов необходимо решить задачу средствами табличного редактора, а затем ответить на вопросы по анализу чувствительности.

Вариант 1. Оптимизация загрузки оборудования.

Предприятие выпускает три вида продукции (P1, P2, P3), используя три типа оборудования (фрезерные, токарные, сверлильные станки). Прибыль от единицы продукции: P1 – 5 ден. ед., P2 – 7 ден. ед., P3 – 4 ден. ед. Запасы времени работы оборудования: фрезерные – 400 ч, токарные – 300 ч, сверлильные – 250 ч. Нормы времени (в часах на единицу продукции):

Оборудование	P1	P2	P3
Фрезерное	2	3	1
Токарное	3	2	2
Сверлильное	1	1	2

На сколько можно увеличить запас времени работы фрезерных станков, чтобы решение оставалось оптимальным?

Вариант 2. Составление смеси.

Нефтеперерабатывающий завод производит смесевое топливо из трех компонентов (A, B, C). Себестоимость компонентов: A – 8 ден. ед./т, B – 6 ден. ед./т, C – 5 ден. ед./т. Готовая смесь должна содержать не более 40% компонента A, не менее 30% компонента B и не менее 20% компонента C. Объем производства – 1000 т.

Как изменится оптимальный состав смеси, если себестоимость компонента A снизится до 6 ден. ед./т?

Вариант 3. Планирование рекламного бюджета.

Компания планирует рекламную кампанию в трех медиа: ТВ, радио, интернет. Стоимость одного рекламного контакта: ТВ – 10 ден. ед., радио – 4 ден. ед., интернет – 2 ден. ед. Бюджет кампании – 1000 ден. ед. Необходимо обеспечить не менее 50 контактов по ТВ, не менее 100 по радио и не менее 200 в интернете. Цель – максимизировать общее количество контактов.

Что произойдет с оптимальным планом, если бюджет увеличится до 1200 ден. ед.?

Вариант 4. Оптимизация раскроя материала.

Из листов металла размером 6×4 м необходимо выкроить заготовки трех типов. Из одного листа можно получить различные комбинации заготовок. Прибыль от реализации заготовок: тип 1 – 3 ден. ед., тип 2 – 4 ден. ед., тип 3 – 5 ден. ед. Потребность в заготовках: тип 1 – не менее 100 шт., тип 2 – не менее 150 шт., тип 3 – не менее 80 шт. Количество листов не ограничено.

Способ раскроя	Заготовка 1	Заготовка 2	Заготовка 3	Отходы (м ²)
Способ 1	2	1	0	2
Способ 2	1	2	1	1
Способ 3	0	1	3	3

Как изменится оптимальный набор способов раскроя, если потребность в заготовках типа 3 вырастет до 120 шт.?

Вариант 5. Планирование перевозок.

Нефтебаза поставяляет топливо трем АЗС. Запасы топлива на базе: 500 т. Потребности АЗС: АЗС-1 — 200 т, АЗС-2 — 250 т, АЗС-3 — 150 т. Стоимость доставки 1 т (ден. ед.):

	<i>АЗС-1</i>	<i>АЗС-2</i>	<i>АЗС-3</i>
Нефтебаза	5	7	4

На сколько изменится общая стоимость перевозок, если стоимость доставки до АЗС-2 увеличится до 9 ден. ед./т?

Вариант 6. Выбор инвестиционного портфеля.

Инвестор располагает суммой 1 000 000 ден. ед. и выбирает между тремя проектами. Доходность проектов: проект А – 15%, проект В – 12%, проект С – 10%. Риски (оценка по 10-балльной шкале): А – 8, В – 5, С – 2. Инвестор хочет максимизировать доходность, но ограничивает средневзвешенный риск не выше 4. Нельзя вложить в один проект более 50% суммы.

Как изменится портфель, если максимально допустимый риск снизить до 3?

Вариант 7. Планирование производства с учетом спроса.

Предприятие производит три вида продукции. Прогноз спроса: продукт 1 – 300 шт., продукт 2 – 200 шт., продукт 3 – 150 шт. Затраты ресурсов и прибыль:

<i>Продукт</i>	<i>Труд (чел.-ч)</i>	<i>Сырье (кг)</i>	<i>Прибыль (ден. ед./шт)</i>
Продукт 1	2	3	20
Продукт 2	3	2	25
Продукт 3	4	1	30

Доступно: труд – 1500 чел.-ч, сырье – 1200 кг. Можно производить меньше спроса (недопоставки штрафуются), но невыгодно производить больше.

Какую продукцию выгоднее всего производить сверх спроса, если появится дополнительный заказ?

Вариант 8. Оптимизация состава удобрений.

Химический завод производит три вида удобрений. Для их производства используются три ингредиента. Содержание ингредиентов в 1 кг удобрения (кг):

<i>Удобрение</i>	<i>Азот</i>	<i>Фосфор</i>	<i>Калий</i>
Удобрение 1	0,2	0,1	0,1
Удобрение 2	0,1	0,2	0,1
Удобрение 3	0,1	0,1	0,2

Запасы ингредиентов: азот – 500 кг, фосфор – 400 кг, калий – 300 кг. Прибыль от продажи удобрений: 1 – 12 ден. ед./кг, 2 – 15 ден. ед./кг, 3 – 18 ден. ед./кг.

Какой ингредиент является самым дефицитным? Как изменится прибыль при увеличении его запаса на 10%?

Вариант 9. Планирование работы call-центра.

Колл-центр принимает заказы. В смене работают операторы трех категорий (разная квалификация и оплата). Количество звонков в смену – 2000. Оператор категории 1 обрабатывает 20 зв/ч, зарплата – 300 ден. ед./смену; категории 2 – 15 зв/ч, зарплата – 250 ден. ед./смену; категории 3 – 10 зв/ч, зарплата – 200 ден. ед./смену. В смене должно быть не менее 5 операторов категории 1, не менее 10 категории 2 и не менее 5 категории 3. Всего не более 40 операторов. Цель – минимизировать затраты на зарплату.

На сколько можно сократить штат, если количество звонков снизится до 1800?

Вариант 10. Оптимизация ассортимента.

Магазин продает три группы товаров. Торговая площадь – 200 м². Норматив площади на 1 ед. товара: товар А – 2 м², товар В – 1 м², товар С – 3 м². Минимальный ассортимент: А – не менее 20 ед., В – не менее 30 ед., С – не менее 10 ед. Максимальный спрос: А – не более 50 ед., В – не более 80 ед., С – не более 30 ед. Прибыль: А – 8 ден. ед., В – 5 ден. ед., С – 12 ден. ед.

Какой товар самый выгодный с точки зрения прибыли на единицу площади? Совпадает ли это с оптимальным решением?

Методика выполнения:

1. Выберите свой вариант задания (по номеру в журнале или указанию преподавателя).
2. Создайте новую электронную таблицу. Выделите блок ячеек для исходных данных. В отдельной ячейке сформируйте формулу для целевой функции.
3. Откройте надстройку «Поиск решения». Установите целевую ячейку. Выберите направление оптимизации. Укажите изменяемые ячейки. Добавьте ограничения. В параметрах выберите метод решения: «Поиск решения линейных задач симплекс-методом».
4. Запустите поиск решения. Если решение найдено, сохраните его.
5. Измените один из параметров задачи согласно заданию вашего варианта. Повторно запустите поиск решения. Сравните новое решение с исходным.
6. Прокомментируйте, как изменение параметра повлияло на решение.

Содержание отчета (шаблон):

1. Титульный лист (по форме Приложения А).
2. Цель работы.
3. Индивидуальный вариант задания (скопируйте текст своего варианта).
4. Математическая постановка задачи (целевая функция, переменные, ограничения).
5. Реализация в табличном редакторе.
6. Результаты анализа чувствительности.
7. Выводы.

Выводы:

1. Опишите полученное оптимальное решение. Сколько единиц каждого продукта (ресурса) следует производить (использовать)? Какова максимальная прибыль (минимальные затраты)?
2. Проанализируйте, какие ограничения оказались «активными» (связанными), то есть используются полностью, а какие имеют запас. Что это говорит о «узких местах» производства?
3. Как изменение параметра (цены, запаса ресурса, спроса) повлияло на оптимальный план? Соответствует ли это вашим экономическим ожиданиям?

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

1. Для чего используется надстройка «Поиск решения»?
2. Какие параметры необходимо задать для корректной работы решателя?
3. Что означает сообщение «Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены»?
4. Что такое анализ чувствительности и для чего он нужен лицу, принимающему решения?
5. В каких случаях решатель может не найти решение и какие могут быть причины?

7. Критерии и показатели оценки результата выполнения лабораторных работ

Оценка обучающемуся за выполненную лабораторную работу выставляется по четырехбалльной шкале по итогам проверки отчета и защиты работы. Основными **критериями оценки** лабораторной работы по дисциплине «Основы системного анализа», являются:

- полнота и правильность выполнения задания (корректность построения моделей, правильность выполнения расчетов, соответствие полученных результатов поставленной задаче);

- качество аналитических моделей и расчетов (глубина проработки материала, логичность декомпозиции, обоснованность выбора методов и инструментов анализа, аргументированность принятых решений);
- владение программными средствами (умение использовать табличные процессоры для реализации методов системного анализа, корректность настройки параметров решателя);
- оформление отчета (соответствие шаблону, наличие всех разделов, аккуратность, грамотность выводов);
- ответы на вопросы на защите отчета (понимание теоретических основ и практических аспектов выполненной работы).

В таблице 4 представлены критерии и показатели оценки выполнения лабораторной работы

Таблица 4

Критерии и показатели оценки выполнения лабораторной работы

Оценка	Критерии				
	Полнота и правильность выполнения	Качество аналитических моделей и расчетов	Владение программными средствами	Оформление отчета	Ответы на контрольные вопросы/защита
«Отлично»	Задание выполнено полностью, код корректен.	Модели (дерево целей, матрицы, симплекс-таблицы) построены без ошибок, расчеты точны, выводы обоснованы.	Уверенное использование табличных процессоров, корректная настройка параметров решателя, автоматизация расчетов.	Отчет оформлен в соответствии с требованиями, выводы обоснованные.	Полные, уверенные, правильные ответы.
«Хорошо»	Задание выполнено с 1-2 незначительными недочетами.	Модели в целом верны, но есть мелкие неточности в расчетах или недостаточно полные выводы.	Программные средства использованы правильно, но есть незначительные замечания по настройкам или оформлению вычислений.	Отчет оформлен с 1-2 замечаниями, выводы есть.	Ответы в целом правильные, но с неточностями.
«Удовлетворительно»	Задание выполнено частично, есть ошибки в логике.	Модели содержат существенные ошибки, расчеты выполнены неверно или не полностью, выводы поверхностны.	Программные средства использованы, но с ошибками (неверно заданы ограничения, неправильно выбраны параметры).	Отчет оформлен небрежно, выводы поверхностные.	Ответы неполные, требуются наводящие вопросы.
«Неудовлетворительно»	Задание не выполнено или выполнено неверно.	Модели отсутствуют или полностью не соответствуют заданию, расчеты не произведены.	Программные средства не использованы или использованы совершенно некорректно.	Отчет не оформлен или оформление не соответствует требованиям.	Не может ответить на вопросы по теме.

Некоторые показатели, которые могут использоваться для оценки результата:

- корректность моделирования – адекватность построенных моделей (дерево целей, структурно-функциональные схемы, матрицы) исследуемой предметной области;

- обоснованность выбора методов – аргументированность применения конкретных методов системного анализа (экспертные оценки, парные сравнения, симплекс-метод) для решения поставленной задачи;
- точность вычислений – правильность выполнения расчетов (нормализация критериев, весовые коэффициенты, симплекс-преобразования, коэффициенты согласованности);
- полнота анализа – глубина проработки проблемы, учет всех существенных факторов и ограничений, рассмотрение альтернативных вариантов;
- интерпретация результатов – умение содержательно объяснить полученные числовые значения, связать их с реальной ситуацией и сформулировать практические рекомендации;
- качество визуализации – наглядность и информативность представления результатов (схемы, графики, диаграммы, таблицы), соответствие требованиям оформления.

В качестве дополнительных критериев оценки лабораторной работы могут быть: сложность и нестандартность решаемой задачи, использование расширенных возможностей табличных процессоров, проведение дополнительного анализа, а также полнота и качество пояснительной записки – наличие обоснований принятых решений, описание допущений, инструкции по работе с разработанными моделями в электронных таблицах.

Приложение А
Образец титульного листа отчета по лабораторной работе

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Филиал ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Новокуйбышевске

Кафедра «Информатика и системы управления»

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № ____
по дисциплине «Основы системного анализа»
Тема: _____

Выполнил:
обучающийся ____ курса _____ группы
ФИО: _____

Принял:
ФИО: _____

Оценка: _____

Дата: _____

Новокуйбышевск, 20____

Приложение Б

Образец отчета по лабораторной работе

1. Цель работы:

Сформировать навык применения системного подхода для анализа и моделирования технических и информационных систем.

Научиться декомпозировать функции объекта, строить иерархическую структуру целей и разрабатывать структурно-функциональные модели систем.

2. Подготовка к работе (Повторение)

Перед выполнением работы был повторен следующий теоретический материал:

- основные понятия теории систем: система, элемент, структура, связь, цель, функция;
- понятие и принципы построения «дерева целей» (иерархичность, полнота декомпозиции, соподчиненность);
- сущность структурно-функционального моделирования систем;
- методика системного анализа и декомпозиции функций объекта;
- критерии оценки достижения целей.

3. Ход работы (Программа выполнения)

3.1. Изучено задание, выбран вариант №1 (Система управления библиотечным фондом вуза).

3.2. Проведен системный анализ объекта (определены границы системы и внешняя среда, выделены основные подсистемы, сформулирована глобальная цель функционирования системы).

3.3. Построено «дерево целей» объекта с декомпозицией глобальной цели на подцели до 3-го уровня.

3.4. Разработана структурно-функциональная модель системы, отражающая основные элементы и информационные связи между ними.

3.5. Сформулированы критерии оценки степени достижения глобальной цели.

4. Результаты анализа системы

Объект исследования: Система управления библиотечным фондом вуза

Глобальная цель: Обеспечение эффективного доступа студентов и сотрудников к литературе для поддержки образовательного и научного процессов.

Основные элементы (подсистемы):

- подсистема учета и комплектования фонда;
- подсистема каталогизации и поиска;
- подсистема обслуживания читателей (выдача/возврат);
- подсистема учета читателей;
- подсистема аналитики и отчетности.

На рисунке 1 представлено «дерево целей» системы управления библиотечным фондом.

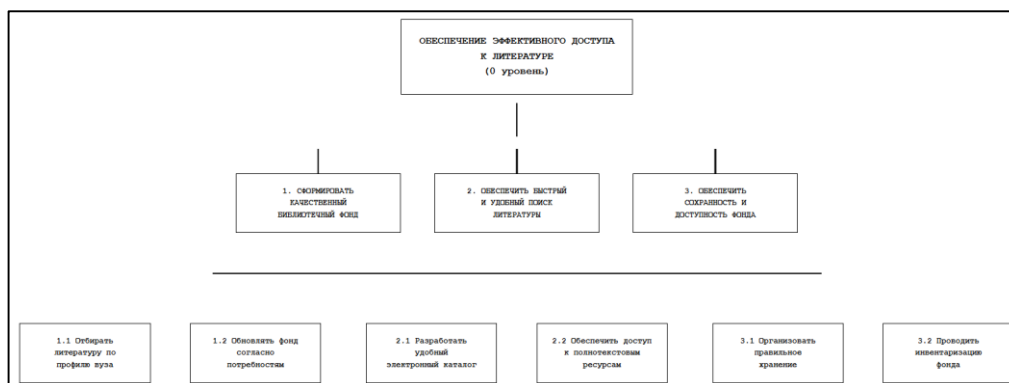


Рисунок 1 – Дерево целей системы управления библиотечным фондом

На рисунке 2 представлена структурно-функциональная модель системы, отражающая основные элементы и информационные связи между ними.

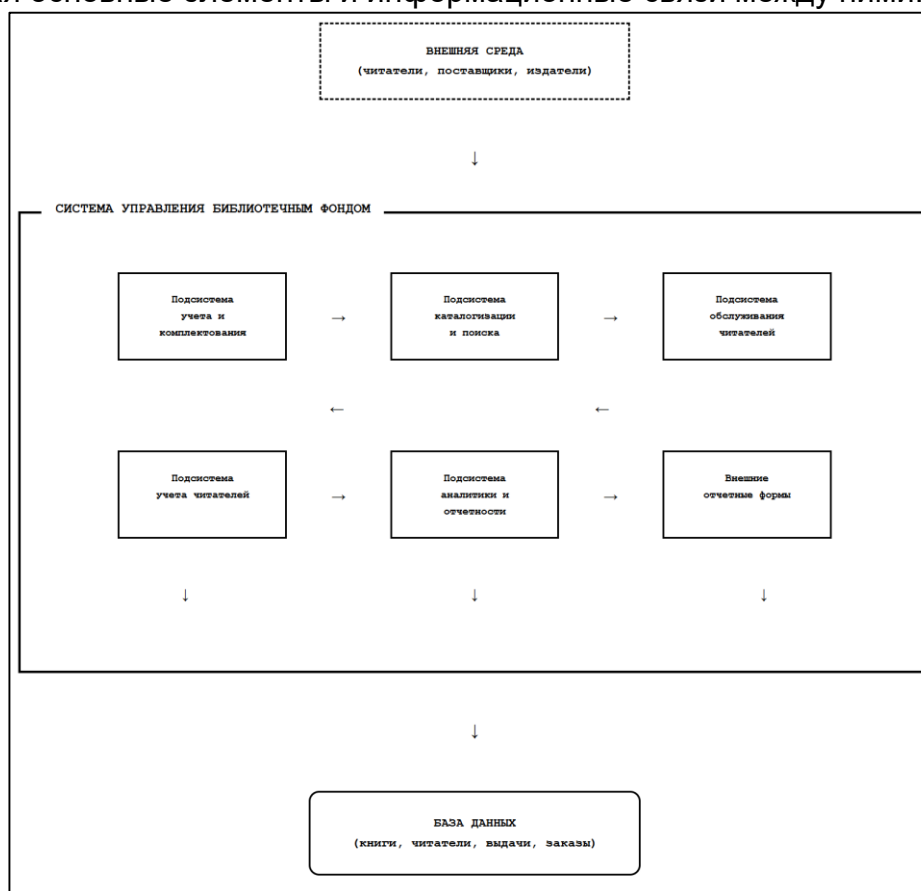


Рисунок 2 – Структурно-функциональная модель системы управления библиотечным фондом

Описание связей:

- подсистема учета и комплектования передает данные о новых поступлениях в подсистему каталогизации;
- подсистема каталогизации предоставляет данные для поиска подсистеме обслуживания читателей;
- подсистема обслуживания читателей передает данные о выданной литературе в подсистему аналитики;
- все подсистемы взаимодействуют с единой базой данных.

Для оценки эффективности системы предложены следующие критерии:

1. Коэффициент книгообеспеченности – отношение количества экземпляров литературы к числу читателей (норматив: не менее 0,5).

2. Среднее время выполнения поискового запроса (целевое значение: не более 10 секунд).
3. Доля удовлетворенных запросов на литературу (целевое значение: не менее 85%).
4. Оборачиваемость фонда – количество выдач на одну книгу в год (показатель востребованности).
5. Доля электронного каталога – процент оцифрованных изданий в общем фонде.

5. Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы:

Проведен системный анализ объекта «Система управления библиотечным фондом вуза»: определены границы системы, выделены основные подсистемы, сформулирована глобальная цель.

Построено «дерево целей» глубиной 3 уровня, позволяющее наглядно представить иерархию целей и подцелей системы. Анализ дерева целей показал, что достижение глобальной цели требует согласованного функционирования всех подсистем: комплектования, каталогизации, обслуживания и аналитики.

Разработана структурно-функциональная модель, отражающая основные элементы системы и информационные связи между ними. Модель демонстрирует, что ядром системы является единая база данных, с которой взаимодействуют все подсистемы.

Сформулированы количественные критерии оценки эффективности, позволяющие объективно измерять степень достижения глобальной цели.

Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности использования построенных моделей для:

- выявления «узких мест» в существующей библиотечной системе;
- обоснования требований к автоматизации библиотечных процессов;
- разработки технического задания на модернизацию или внедрение новой автоматизированной библиотечной системы.

Таким образом, цель работы достигнута, навыки системного анализа, построения дерева целей и структурно-функционального моделирования сформулированы.

6. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы (для допуска и защиты):

Вопрос 1. В чем заключается суть системного подхода при анализе объекта исследования?

Системный подход заключается в рассмотрении объекта не как изолированной совокупности элементов, а как целостной системы, обладающей внутренними и внешними связями. При анализе библиотечной системы это проявлялось в том, что мы рассматривали не просто набор книг и читателей, а их взаимосвязи (правила выдачи, сроки, очередность), взаимодействие с внешней средой (поставщики, издательства) и влияние одних подсистем на другие.

Вопрос 2. Каковы основные правила построения «дерева целей»?

Основные правила:

- соподчиненность – цели нижележащего уровня должны обеспечивать достижение целей вышележащего уровня;
- полнота декомпозиции – на каждом уровне совокупность подцелей должна быть необходимой и достаточной для достижения вышестоящей цели;
- непротиворечивость – цели не должны противоречить друг другу;
- конкретность – формулировки должны быть четкими и допускать возможность оценки степени достижения.

Вопрос 3. Что такое декомпозиция и какова ее роль в системном анализе?

Декомпозиция – это разделение сложной проблемы или цели на более простые составные части. В системном анализе декомпозиция позволяет:

- снизить сложность анализа за счет рассмотрения отдельных подсистем;
- выявить все факторы, влияющие на достижение цели;
- распределить ответственность между подсистемами;
- обеспечить полноту анализа (ничего не упустить).

Вопрос 4. Чем структурная модель системы отличается от функциональной?

Структурная модель отвечает на вопрос «ИЗ ЧЕГО состоит система?» – она показывает элементы (подсистемы) и связи между ними. Функциональная модель отвечает на вопрос «ЧТО ДЕЛАЕТ система?» – она описывает процессы, функции и преобразования. В данной работе была построена структурно-функциональная модель, объединяющая оба подхода: показаны элементы системы и их функции (через связи и описание).

Вопрос 5. Какие типы связей могут существовать между элементами системы?

Основные типы связей:

- информационные – передача данных, сигналов, команд (например, передача запроса от читателя к системе поиска);
- материальные – перемещение физических объектов (например, передача книги от подсистемы хранения к подсистеме выдачи);
- управляющие – воздействие одной подсистемы на другую для изменения ее поведения;
- обратной связи – передача информации о результате работы для корректировки входных воздействий.