

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК 02.04 Математическое моделирование

**для обучающихся специальности
09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
Лабораторное занятие №80	4
Лабораторное занятие №81	5
Лабораторное занятие №82	6
Лабораторное занятие №83	7
Лабораторное занятие №84	8
Лабораторное занятие №85	10
Лабораторное занятие №86	11
Лабораторное занятие №87	12
Лабораторное занятие №88	13
Лабораторное занятие №89	14
Лабораторное занятие №90	17
Лабораторное занятие №91	18
Лабораторное занятие №92	19
Лабораторное занятие №93	20
Лабораторное занятие №94	22
Лабораторное занятие №95	23

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «Разработка и интеграция модулей программного обеспечения» предусмотрено проведение лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;
- У 2.2.2 применять паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и масштабируемых модулей;
- У 2.2.3 анализировать требования и определять функциональность модуля;
- У 2.2.4 создавать интерфейсы для взаимодействия с другими модулями и системами;
- У 2.2.5 обеспечивать безопасность, производительность и масштабируемость при разработке модулей;
- У 2.2.6 оптимизировать проектируемые модули для повышения их эффективности и качества;
- У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;
- У 2.5.2 создавать диаграммы для иллюстрации работы модулей;
- У 2.5.3 программировать с использованием комментариев для документирования кода;
- У 2.5.4 использовать специальные метки/теги для отметки важных частей кода в документации;
- У 2.5.5 вести журнал изменений и фиксировать обновления программных модулей;
- У 2.5.6 разбивать модули на логические блоки и описывать каждый блок отдельно;
- У 2.5.7 включать в документацию особенности модулей, такие как ограничения, уязвимости или оптимальные настройки;
- У 2.5.8 проводить регулярное обновление документации при изменении модулей или добавлении нового функционала.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на освоение вида деятельности программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.2 Разрабатывать модули программного обеспечения;

ПК 2.5 Осуществлять документирование программных модулей программного обеспечения.

А также формированию общих компетенций:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

Лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 4.1. Математическое моделирование как методология решения практических задач

Лабораторное занятие №80

Построение простейших математических моделей. Построение простейших статистических моделей

Цель: освоить базовые принципы математического моделирования, научиться формализовать практические задачи в виде математических зависимостей и строить простейшие статистические модели для анализа данных и прогнозирования.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;

У 2.2.3 анализировать требования и определять функциональность модуля.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. На основе предоставленного описания практической задачи (например, зависимость спроса от цены, рост популяции, изменение температуры) выделить ключевые переменные, параметры и ограничения, построить простейшую математическую модель (линейную, экспоненциальную, логистическую);
2. На основе выборки реальных или сгенерированных данных построить статистическую модель (линейная регрессия, корреляционный анализ), оценить коэффициенты, проверить значимость и адекватность модели, визуализировать результаты.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы математического моделирования: этапы построения модели (постановка задачи → формализация → решение → верификация → интерпретация), типы моделей (детерминированные/стохастические, статические/динамические), принципы выбора адекватной модели.
2. Ответить на вопросы: В чём разница между математической и статистической моделью? Почему важно проверять адекватность модели перед её использованием для прогнозирования? Как выбросы и шум в данных влияют на качество статистической модели?
3. Изучить структуру проекта: подготовить файл с исходными данными, создать скрипт для построения модели, настроить визуализацию результатов (графики, таблицы коэффициентов, метрики качества).
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом построения модели: сбор/подготовка данных → выбор типа модели → оценка параметров (МНК, метод максимального правдоподобия) → проверка гипотез и значимости коэффициентов → оценка качества (R^2 , MSE, MAE) → интерпретация результатов.
5. Реализовать построение математической и статистической моделей, выполнить расчёты, построить графики зависимости, проанализировать остатки и сделать выводы о применимости модели.
6. Оформить отчёт, включив описание задачи, формулы модели, таблицу коэффициентов, графики и краткие выводы о качестве и ограничениях построенных моделей.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №81 **Решение простейших однокритериальных задач**

Цель: освоить методы постановки и численного/аналитического решения простейших однокритериальных оптимизационных задач, научиться формализовать практические проблемы в виде математических моделей и интерпретировать полученные результаты.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;

У 2.2.6 оптимизировать проектируемые модули для повышения их эффективности и качества.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать математическую модель простейшей однокритериальной задачи (например, минимизация затрат, максимизация эффективности или оптимизация параметров функции) с учетом заданных ограничений и граничных условий;
2. Реализовать решение задачи выбранным методом (аналитическим, градиентным, симплекс-методом или численным поиском), проверить корректность найденного решения и проанализировать его оптимальность.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы однокритериальной оптимизации: понятия целевой функции, области допустимых решений, ограничений, условий экстремума (необходимые и достаточные), классификацию задач (линейные, нелинейные, выпуклые, невыпуклые).
2. Ответить на вопросы: В чём разница между локальным и глобальным экстремумом однокритериальной задачи? Как наличие ограничений влияет на выбор метода решения? Почему важно проверять допустимость и устойчивость найденного решения перед его практическим применением?
3. Изучить структуру проекта: подготовить файл с исходными данными и формулировкой задачи, создать скрипт/таблицу для реализации модели и расчётов, настроить вывод результатов (значения переменных, значение целевой функции, статус сходимости).
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом решения: формализация задачи → запись целевой функции и системы ограничений → выбор подходящего метода оптимизации → запуск вычислений → проверка статуса решения → анализ результатов и чувствительности.

5. Реализовать модель, выполнить расчёты на тестовых данных, проверить корректность подстановки оптимальных значений в исходные ограничения, зафиксировать метрики сходимости и точности.
6. Оформить отчёт, включив математическую постановку задачи, фрагменты кода/расчётов, полученные оптимальные значения и краткие выводы о применимости выбранного метода.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №82
Задача Коши для уравнения теплопроводности

Цель: освоить методы численного решения уравнения теплопроводности с начальными условиями, реализовать разностные схемы на ЭВМ и проанализировать их устойчивость, точность и физическую корректность.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;

У 2.2.5 обеспечивать безопасность, производительность и масштабируемость при разработке модулей.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать математическую постановку задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности с заданным начальным распределением температуры;
2. Реализовать численное решение методом конечных разностей (явная схема), провести анализ устойчивости при различных соотношениях шагов по времени и пространству, сравнить численное решение с аналитическим (при наличии) и визуализировать результаты.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: физический смысл уравнения теплопроводности, постановка задачи Коши, метод конечных разностей, аппроксимация производных, условие устойчивости Куранта-Фридрихса-Леви (КФЛ);
2. Ответить на вопросы: В чём физический и математический смысл начальных условий в задаче Коши? Почему явные разностные схемы требуют соблюдения условия

- устойчивости? Как выбор шагов сетки влияет на точность, вычислительную стоимость и наличие численных осцилляций?
3. Подготовить вычислительную сетку: задать пространственный шаг Δx , временной шаг Δt , количество узлов, параметры среды (коэффициент температуропроводности);
 4. Ознакомиться с типовым алгоритмом: инициализация массива температуры по начальному условию $\rightarrow$ построение разностной схемы $\rightarrow$ пошаговое вычисление нового слоя температуры $\rightarrow$ контроль устойчивости $\rightarrow$ сохранение/визуализация результатов;
 5. Реализовать алгоритм в выбранной среде, выполнить расчёты для стабильного и неустойчивого режимов, построить графики распределения температуры в различные моменты времени, оценить погрешность;
 6. Оформить отчёт, включив математическую постановку, фрагменты кода, графики, анализ устойчивости и выводы о применимости выбранной схемы.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №83

Сведение произвольной задачи линейного программирования к основной задаче линейного программирования

Цель: освоить алгоритм эквивалентных преобразований произвольных задач линейного программирования, научиться приводить модели с разными типами ограничений, произвольными переменными и направлением оптимизации к канонической (основной) форме, пригодной для решения симплекс-методом

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;

У 2.2.3 анализировать требования и определять функциональность модуля.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Взять произвольную задачу линейного программирования (с ограничениями типа « $\leq$ », « $\geq$ », « $=$ », переменными без знака и целевой функцией на минимизацию);
2. Выполнить пошаговое приведение задачи к основной (канонической) форме, зафиксировать все промежуточные преобразования, проверить эквивалентность моделей и подготовить коэффициенты для последующего решения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: понятия основной и канонической формы ЛП, правила замены знака целевой функции ($\min \leftrightarrow \max$), введение дополнительных (slack/surplus) и искусственных переменных, замена свободных переменных разностью двух неотрицательных.
2. Ответить на вопросы: Почему симплекс-метод требует именно канонической формы? Как введение дополнительных переменных влияет на геометрическую интерпретацию допустимой области? В каких случаях необходимо использовать искусственные переменные и метод двухэтапного симплекса?
3. Проанализировать исходную задачу: определить типы ограничений, знаки переменных, направление оптимизации, выделить коэффициенты целевой функции и матрицы ограничений.
4. Выполнить последовательное преобразование: привести целевую функцию к виду $\max$, заменить неравенства равенствами, устранить переменные без знака, обеспечить условие неотрицательности всех неизвестных, записать итоговую систему в матричном виде.
5. Проверить эквивалентность: убедиться, что размерность задачи увеличилась корректно, ранг системы ограничений сохранён, а оптимальное значение целевой функции исходной задачи совпадает с приведённой (с учётом знака).
6. Оформить отчёт, включив исходную постановку, пошаговые преобразования, итоговую каноническую форму и краткие выводы о готовности модели к алгоритмическому решению.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №84**Решение задач линейного программирования симплекс–методом**

Цель: освоить алгоритм симплекс-метода, научиться приводить задачи линейного программирования к каноническому виду, составлять и преобразовывать симплекс-таблицы для нахождения оптимального плана

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;

У 2.2.6 оптимизировать проектируемые модули для повышения их эффективности и качества.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать математическую модель задачи линейного программирования, привести её к каноническому виду, составить начальную симплекс-таблицу;
2. Реализовать решение симплекс-методом (вручную или с использованием вычислительных средств), выполнить последовательные итерации до достижения критерия оптимальности, зафиксировать оптимальный план и значение целевой функции.

Порядок выполнения работы:

7. Изучить теоретические основы линейного программирования: постановка задачи, стандартная и каноническая формы, понятие базисного допустимого решения, алгоритм симплекс-метода, критерий оптимальности и признаки неограниченности/неразрешимости.
8. Ответить на вопросы: Зачем преобразовывать систему ограничений в равенства? Как по симплекс-таблице выбрать разрешающий столбец и строку? Что означают нулевые оценки в индексной строке и как проверить единственность оптимального решения?
9. Подготовить исходные данные: записать целевую функцию и ограничения, ввести дополнительные/балансовые переменные, определить начальный базис, сформировать первую симплекс-таблицу.
10. Ознакомиться с типовым алгоритмом итерации: проверка оптимальности → выбор ведущего элемента → выполнение преобразований Жордана-Гаусса → расчёт новой таблицы → повторение цикла до выполнения условия оптимальности.
11. Выполнить расчёты, записать все промежуточные таблицы, определить оптимальные значения переменных, вычислить значение целевой функции и проверить выполнение исходных ограничений.
12. Оформить отчёт, включив математическую постановку, каноническую форму, полный цикл симплекс-таблиц и выводы о практической применимости найденного решения.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №85

Нахождение начального решения транспортной задачи. Решение транспортной задачи методом потенциалов

Цель: освоить алгоритмы построения начального опорного плана транспортной задачи и научиться оптимизировать его методом потенциалов для нахождения минимальных транспортных затрат.

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий;

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать транспортную задачу на основе исходных данных (объёмы поставок, потребности потребителей, тарифы), проверить условие баланса и построить начальный опорный план выбранным распределительным методом;
2. Проверить план на вырожденность и оптимальность методом потенциалов, при необходимости выполнить перераспределение грузов по циклу и зафиксировать итоговый оптимальный план и минимальные затраты.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: постановку транспортной задачи, условия баланса (закрытая/открытая модель), методы построения начального плана, алгоритм метода потенциалов (расчёт потенциалов строк/столбцов, оценка свободных клеток, построение цикла перераспределения), критерий оптимальности.
2. Ответить на вопросы: В чём отличие методов северо-западного угла и минимального элемента по количеству итераций до оптимума? Как определяется вырожденность плана и чем она опасна для вычислительного процесса? Что означают отрицательные оценки свободных клеток в методе потенциалов?
3. Подготовить исходные данные: проверить условие баланса, при необходимости ввести фиктивный пункт, составить матрицу тарифов, векторы запасов и потребностей.
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом: построение начального плана → проверка на оптимальность через систему уравнений $u_i + v_j = c_{ij} \rightarrow$ расчёт оценок $\Delta_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j) \rightarrow$ при $\Delta_{ij} < 0$ построение цикла и перерасчёт поставок → повторение до выполнения условия оптимальности.
5. Выполнить расчёты в выбранной среде, записать все промежуточные таблицы, определить оптимальный план перевозок, вычислить минимальную стоимость и проверить выполнение исходных ограничений.
6. Оформить отчёт, включив математическую постановку, таблицы начального и оптимального планов, расчёт потенциалов и оценок, а также краткие выводы об эффективности выбранного метода.

Форма представления результата:

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №86

Применение метода стрельбы для решения линейной краевой задачи

Цель: освоить численный метод стрельбы для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), реализовать алгоритм на ЭВМ и проанализировать точность, устойчивость и вычислительную эффективность полученного решения.

Выполнив работу, вы будете уметь:

- У 2.2.4 создавать интерфейсы для взаимодействия с другими модулями и системами;
- У 2.5.3 программировать с использованием комментариев для документирования кода;
- У 2.5.5 вести журнал изменений и фиксировать обновления программных модулей.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать линейную краевую задачу для ОДУ второго порядка с заданными граничными условиями на концах расчётного отрезка;
2. Реализовать алгоритм метода стрельбы, выполнить свёртку краевой задачи в две задачи Коши, найти параметр стрельбы, обеспечивающий выполнение правого граничного условия, и визуализировать численное решение.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы метода стрельбы: принцип сведения краевой задачи к задачам Коши, линейная суперпозиция решений, условия сходимости метода, выбор базового интегратора (Рунге–Кутты 4-го порядка, методы Адамса);
2. Ответить на вопросы: В чём принципиальное отличие краевой задачи от задачи Коши? Почему метод стрельбы гарантирует точное решение для линейных уравнений при использовании линейной интерполяции? Как шаг интегрирования влияет на накопление погрешности и устойчивость расчёта?
3. Подготовить вычислительную среду: задать коэффициенты ОДУ, граничные условия, интервал интегрирования, начальные приближения для параметра стрельбы и критерий останова (допустимая невязка);
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: выбор пробного значения производной в левой точке → численное интегрирование ОДУ → фиксация отклонения от правого

- граничного условия → коррекция параметра стрельбы (метод секущих или линейная интерполяция) → повторение цикла до достижения заданной точности;
5. Реализовать алгоритм в выбранной среде, выполнить расчёты, сравнить численное решение с аналитическим, оценить абсолютную и относительную погрешность, построить графики решения и распределения невязки;
 6. Оформить отчёт, включив математическую постановку, фрагменты кода, графики решения, таблицу погрешностей при разных шагах сетки и краткие выводы о применимости метода.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №87

Задача о распределении средств между предприятиями

Цель: освоить метод динамического программирования для решения задач оптимального распределения ограниченных ресурсов, научиться формализовать задачу распределения капитала между предприятиями и реализовывать пошаговый алгоритм поиска оптимального плана вложений

Выполнив работу, вы будете уметь:

- У 2.2.4 создавать интерфейсы для взаимодействия с другими модулями и системами;
- У 2.5.6 разбивать модули на логические блоки и описывать каждый блок отдельно;
- У 2.5.8 проводить регулярное обновление документации при изменении модулей или добавлении нового функционала.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать математическую модель задачи распределения ограниченного капитала между N предприятиями с учётом заданных функций доходности (или прироста выпуска);
2. Реализовать алгоритм динамического программирования, выполнить пошаговый расчёт условно-оптимальных значений, определить оптимальный план распределения средств и вычислить суммарный максимальный экономический эффект.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы динамического программирования: принцип оптимальности Беллмана, понятия шага, состояния, управления и выигрыша, рекуррентные уравнения, прямой и обратный ход вычислений.

2. Ответить на вопросы: Почему задачу распределения средств целесообразно решать именно методом динамического программирования? Как формулируется рекуррентное соотношение для k -го шага? В чём отличие условного оптимального управления на промежуточных шагах от безусловного оптимального плана?
3. Подготовить исходные данные: задать общий объём средств, количество предприятий, дискретные значения выделяемых сумм и соответствующие функции прибыли/доходности, составить таблицу состояний и управлений.
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: инициализация нулевого шага → прямой проход (расчёт условно-оптимальных значений целевой функции для каждого состояния и шага) → сохранение оптимальных управлений → обратный проход (восстановление оптимального плана распределения) → вычисление итогового эффекта.
5. Реализовать алгоритм в выбранной среде, выполнить расчёты, проверить корректность распределения (сумма выделенных средств должна равняться общему объёму), проанализировать чувствительность решения к изменению функций доходности, зафиксировать результаты.
6. Оформить отчёт, включив математическую постановку, таблицы условно-оптимальных решений, схему восстановления оптимального плана и краткие выводы о практической применимости метода.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №88 **Задача о замене оборудования**

Цель: освоить метод динамического программирования для решения задач оптимального управления жизненным циклом оборудования, научиться формализовать экономико-технические параметры, строить рекуррентные модели затрат и определять оптимальные сроки замены с учётом горизонта планирования

Выполнив работу, вы будете уметь:

- У 2.2.4 создавать интерфейсы для взаимодействия с другими модулями и системами;
- У 2.5.5 вести журнал изменений и фиксировать обновления программных модулей;
- У 2.5.7 включать в документацию особенности модулей, такие как ограничения, уязвимости или оптимальные настройки.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать математическую модель задачи о замене оборудования с заданным горизонтом планирования, функциями роста эксплуатационных расходов, стоимости покупки и ликвидационной (остаточной) стоимости по годам службы;
2. Реализовать алгоритм динамического программирования, выполнить пошаговый расчёт минимальных совокупных затрат, определить оптимальные годы замены и оценить экономический эффект по сравнению с политикой «без замены» или «замена по фиксированному сроку».

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: принципы динамического программирования в задачах управления активами, структуру затрат на владение оборудованием, рекуррентное уравнение Беллмана для минимизации приведённых затрат, учёт дисконтирования и инфляции (при необходимости).
2. Ответить на вопросы: Почему рост затрат на техническое обслуживание делает замену оборудования экономически обоснованной? Как горизонт планирования влияет на структуру оптимальной политики замены? В чём преимущество динамического программирования перед эвристическими правилами «заменять каждые N лет»?
3. Подготовить исходные данные: задать горизонт планирования (например, 5–10 лет), таблицу эксплуатационных расходов по годам службы, стоимость нового оборудования, график остаточной стоимости, ставку дисконтирования; проверить полноту и непротиворечивость данных.
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: инициализация конечного состояния → обратный ход (расчёт функции минимальных затрат для каждого возраста и оставшегося срока) → определение оптимального управления (сохранить или заменить) → прямой ход (восстановление оптимальной траектории замены) → расчёт суммарных приведённых затрат.
5. Реализовать алгоритм в выбранной среде, выполнить расчёты, построить график изменения затрат по годам, сравнить оптимальную политику с альтернативными стратегиями, проанализировать чувствительность решения к изменению ключевых параметров.
6. Оформить отчёт, включив математическую постановку, таблицы рекуррентных вычислений, восстановленный план замены, расчёт экономии и краткие выводы о практической применимости модели.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №89**Нахождение кратчайших путей в графе. Решение задачи о максимальном потоке**

Цель: освоить алгоритмическое моделирование сетевых задач, реализовать программные модули для нахождения кратчайших путей и расчёта максимального потока в графах, проанализировать их вычислительную сложность и практическую применимость в транспортных и коммуникационных системах

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.4 создавать интерфейсы для взаимодействия с другими модулями и системами;

У 2.5.4 использовать специальные метки/теги для отметки важных частей кода в документации

У 2.5.6 разбивать модули на логические блоки и описывать каждый блок отдельно.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Реализовать изолированный модуль для нахождения кратчайшего пути между заданными вершинами во взвешенном графе (алгоритм Дейкстры для неотрицательных весов или Беллмана-Форда для графов с отрицательными весами);
2. Реализовать модуль для расчёта максимального потока в транспортной сети (алгоритм Форда-Фалкерсона или Эдмондса-Карпа), выполнить тестирование на графах разной структуры и плотности, визуализировать найденные пути и минимальные разрезы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: способы представления графов в памяти, алгоритмы поиска кратчайших путей, понятия потока, пропускной способности, остаточного графа, увеличивающих путей, теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке и минимальном разрезе.
2. Ответить на вопросы: В каких случаях алгоритм Дейкстры неприменим и почему? Как остаточный граф позволяет последовательно увеличивать поток до достижения максимума? Почему выбор стратегии поиска увеличивающего пути (DFS/BFS) критичен для времени выполнения алгоритма максимального потока?
3. Подготовить вычислительную среду: создать структуры данных для хранения вершин, рёбер, весов и пропускных способностей, загрузить тестовые наборы разной размерности (плотные/разреженные графы, сети с узкими местами).
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: инициализация меток расстояний/потоков → выбор стратегии обхода/поиска пути → обновление потенциалов/остаточных пропускных способностей → проверка условия сходимости → восстановление маршрута или расчёт итогового потока и разреза.
5. Реализовать модули, провести тестирование на эталонных графах, проверить корректность результатов, замерить время выполнения и потребление памяти, построить визуализацию кратчайших путей и иных рёбер максимального потока.
6. Оформить отчёт, включив математические постановки задач, фрагменты кода, результаты тестирования, анализ асимптотической сложности и выводы о целесообразности применения алгоритмов в реальных сетевых задачах.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Тема 4.2 Задачи в условиях неопределенности

Лабораторное занятие №90

Составление систем уравнений Колмогорова. Нахождение финальных вероятностей. Нахождение характеристик простейших систем массового Обслуживания

Цель: освоить методы построения и решения систем уравнений Колмогорова для марковских процессов, научиться вычислять финальные (стационарные) вероятности состояний и определять ключевые показатели эффективности простейших систем массового обслуживания (СМО).

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;

У 2.5.2 создавать диаграммы для иллюстрации работы модулей.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. По заданному графу состояний и интенсивностям переходов составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова, перейти к алгебраической системе для нахождения финальных вероятностей;
2. На основе найденных вероятностей рассчитать характеристики простейшей СМО (М/М/1 или М/М/п), выполнить параметрический анализ и оценить влияние изменения интенсивности входного потока и числа каналов на эффективность системы.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: понятия цепи Маркова с непрерывным временем, интенсивности переходов, прямые и обратные уравнения Колмогорова, условия эргодичности и существования финальных вероятностей, классификация простейших СМО, формулы Эрланга и метрики эффективности.
2. Ответить на вопросы: В чём физический смысл уравнений Колмогорова и почему при поиске финальных вероятностей производные вероятностей приравниваются к нулю? Как условие нормировки обеспечивает единственность решения? Почему при $\rho \geq 1$ стационарный режим в СМО с ожиданием не существует?
3. Подготовить исходные данные: задать граф состояний, матрицу интенсивностей переходов, параметры входного и обслуживающего потоков (λ , μ), количество каналов, тип СМО (с отказами, с неограниченной/ограниченной очередью).
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом: построение системы дифференциальных уравнений по правилу баланса интенсивностей $\rightarrow$ приравнивание производных к нулю $\rightarrow$ добавление нормировочного уравнения ($\sum P_i = 1$) $\rightarrow$ решение полученной СЛАУ $\rightarrow$ расчёт характеристик СМО ($P_{зан}$, L , L_q , W , W_q , коэффициент загрузки) $\rightarrow$ проверка адекватности результатов.
5. Реализовать расчёты в выбранной среде, выполнить параметрический анализ (например, при пошаговом изменении λ или μ), зафиксировать результаты в таблицах, построить графики зависимости показателей от нагрузки, проверить выполнение условий эргодичности.
6. Оформить отчёт, включив граф состояний, систему уравнений Колмогорова, расчёт финальных вероятностей, таблицу характеристик СМО и краткие выводы о режиме работы и эффективности системы.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №91

Решение задач массового обслуживания методами имитационного моделирования

Цель: освоить принципы дискретно-событийного имитационного моделирования, научиться создавать компьютерные модели систем массового обслуживания, проводить эксперименты со случайными факторами и анализировать статистические результаты для оценки эффективности реальных систем

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;

У 2.5.3 программировать с использованием комментариев для документирования кода.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Разработать имитационную модель простейшей системы массового обслуживания (М/М/1, М/М/п или М/Г/1) с учётом заданных законов распределения входного потока и времени обслуживания;
2. Провести серию имитационных экспериментов, собрать статистику по ключевым показателям (среднее время ожидания, длина очереди, загрузка каналов, вероятность отказа), сравнить результаты с аналитическими расчётами и оценить точность моделирования.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы имитационного моделирования: принципы дискретно-событийного подхода, генерация случайных величин с экспоненциальным/нормальным/равномерным распределением, управление модельным временем, сбор и усреднение статистики, оценка погрешности и доверительных интервалов.
2. Ответить на вопросы: В чём преимущество имитационного моделирования перед аналитическими методами при анализе сложных СМО? Почему необходимо «разогреть» модель перед сбором статистики? Как длина моделирования и количество прогонов влияют на точность оценок показателей?
3. Подготовить исходные данные: задать параметры входного потока (λ), времени обслуживания (μ), количество каналов, дисциплину очереди, длительность моделирования, число независимых прогонов, начальные условия.

4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: инициализация модели и генераторов случайных чисел → определение событий (прибытие, начало обслуживания, завершение, уход из очереди) → цикл обработки событий в хронологическом порядке → сбор статистики по каждому показателю → усреднение результатов по прогонам → расчёт доверительных интервалов.
5. Реализовать модель в выбранной среде, выполнить серию экспериментов при различных значениях нагрузки ($\rho = \lambda/\mu$), сравнить имитационные оценки с аналитическими формулами Эрланга, построить графики зависимости показателей от параметров, проанализировать расхождения и источники погрешности.
6. Оформить отчёт, включив описание логики модели, фрагменты кода обработки событий, таблицы и графики результатов, сравнение с аналитикой и краткие выводы о применимости имитационного подхода.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №92

Построение прогнозов

Цель: освоить методы статистического и машинного прогнозирования временных рядов, научиться выбирать адекватные модели прогнозирования, оценивать их точность и интерпретировать результаты для поддержки управленческих решений

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;

У 2.5.5 вести журнал изменений и фиксировать обновления программных модулей.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Провести разведочный анализ временного ряда: визуализировать данные, выявить тренд, сезонность, циклические компоненты и аномалии, проверить ряд на стационарность;
2. Построить прогнозы с использованием как минимум двух различных методов (например, скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, линейная регрессия, ARIMA), сравнить их точность на тестовой выборке и обосновать выбор оптимальной модели.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы прогнозирования: классификация методов (наивные, сглаживающие, регрессионные, авторегрессионные), понятия тренда, сезонности,

стационарности, принципы разделения данных на обучающую и тестовую выборки, метрики оценки точности прогнозов.

2. Ответить на вопросы: Почему важно проверять ряд на стационарность перед применением моделей типа ARIMA? В чём разница между точечным и интервальным прогнозом? Как переобучение модели влияет на качество прогноза на новых данных?
3. Подготовить исходные данные: загрузить временной ряд, выполнить предобработку (удаление пропусков, обработка выбросов, при необходимости — дифференцирование или логарифмирование), разделить данные на обучающую и тестовую части.
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: разведочный анализ → выбор кандидатов-моделей → обучение на тренировочной выборке → генерация прогноза на тестовый период → расчёт метрик ошибки (MAE, MAPE, RMSE) → анализ остатков (автокорреляция, нормальность) → выбор лучшей модели.
5. Реализовать прогнозирование в выбранной среде, построить графики фактических и прогнозных значений, визуализировать доверительные интервалы, выполнить параметрический анализ (например, изменение горизонта прогноза или параметров сглаживания), зафиксировать результаты.
6. Оформить отчёт, включив графики исходного ряда и прогнозов, таблицы метрик точности, анализ остатков и краткие выводы о применимости выбранных методов для решения практической задачи.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №93

Решение матричной игры методом итераций

Цель: освоить численный итерационный подход (метод фиктивного разыгрывания / Брауна-Робинсона) для нахождения приближённого значения антагонистической матричной игры и оптимальных смешанных стратегий игроков

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;

У 2.5.6 разбивать модули на логические блоки и описывать каждый блок отдельно.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать антагонистическую матричную игру на основе заданной платёжной матрицы, реализовать алгоритм итерационного метода для поиска приближённого значения игры и смешанных стратегий обоих игроков;
2. Провести серию вычислительных экспериментов при различном числе итераций, оценить скорость сходимости, точность приближения к теоретическому значению игры и зафиксировать результаты в сравнительной таблице и на графиках.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: понятие матричной игры, чистые и смешанные стратегии, цена игры, седловая точка, метод Брауна-Робинсона (итерационный метод фиктивного разыгрывания), условия сходимости и оценка погрешности;
2. Ответить на вопросы: В чём заключается принцип накопления «накопленного выигрыша» на каждой итерации? Почему метод гарантирует сходимость нижней и верхней оценок к цене игры, но не всегда быстро стабилизирует сами смешанные стратегии? Как выбор начальной стратегии и число итераций влияют на точность и вычислительные затраты?
3. Подготовить вычислительную среду: задать платёжную матрицу, выбрать начальную чистую стратегию, определить максимальное число итераций и допустимую погрешность для критерия останова;
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом: инициализация векторов накопленных выигрышей → на каждой итерации выбор лучшей ответной стратегии текущего игрока → обновление накопленных сумм → вычисление текущих оценок цены игры для обоих игроков → проверка сходимости → переход к следующей итерации;
5. Реализовать алгоритм в выбранной среде, выполнить расчёты для тестовых матриц, построить графики сходимости нижней и верхней оценок к теоретическому значению, оценить относительную погрешность при фиксированном числе шагов;
6. Оформить отчёт, включив математическую постановку, фрагменты кода, графики сходимости, таблицу оценок цены игры и стратегий, а также краткие выводы о эффективности и ограничениях итерационного метода.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №94

Моделирование прогноза

Цель: освоить методы компьютерного моделирования прогнозных сценариев, научиться генерировать множественные траектории развития процессов с учётом стохастических факторов и оценивать неопределённость прогнозов для поддержки принятия решений

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;

У 2.5.7 включать в документацию особенности модулей, такие как ограничения, уязвимости или оптимальные настройки.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Разработать имитационную модель прогнозирования для заданного процесса (например, динамика спроса, финансовый показатель, нагрузка на систему) с учётом стохастических компонентов и параметров неопределённости;
2. Провести серию имитационных экспериментов методом Монте-Карло, сгенерировать ансамбль прогнозных траекторий, построить доверительные интервалы и оценить вероятностные характеристики целевых показателей.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы моделирования прогнозов: понятия стохастического процесса, методы генерации случайных величин с заданными распределениями, принцип метода Монте-Карло, построение доверительных интервалов и квантильных оценок, анализ чувствительности;
2. Ответить на вопросы: Почему точечный прогноз недостаточен для принятия решений в условиях неопределённости? Как количество симуляций влияет на стабильность оценок доверительных интервалов? В чём разница между алеаторной и эпистемической неопределённостью и как каждая из них учитывается в модели?
3. Подготовить исходные данные: загрузить исторический ряд, оценить параметры распределений (среднее, дисперсия, автокорреляция), определить диапазон варьирования ключевых параметров, задать число симуляций и горизонт прогнозирования;
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: калибровка базовой модели на исторических данных → генерация случайных возмущений по заданному закону → пошаговое моделирование траектории на прогнозном горизонте → повторение цикла для получения ансамбля сценариев → расчёт статистик (среднее, медиана, перцентили) → визуализация результатов;
5. Реализовать модель в выбранной среде, выполнить симуляции (не менее 1000 прогонов), построить графики с доверительными интервалами, проанализировать распределение ключевых показателей, оценить вероятность достижения пороговых значений;
6. Оформить отчёт, включив описание модели, фрагменты кода генерации сценариев, графики ансамбля траекторий и доверительных интервалов, таблицы вероятностных характеристик и краткие выводы о практической ценности сценарного прогнозирования.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторное занятие №95 **Выбор оптимального решения с помощью дерева решений**

Цель: освоить метод построения и анализа деревьев решений для поддержки принятия решений в условиях неопределённости, научиться рассчитывать ожидаемые значения альтернатив, оценивать риски и выбирать оптимальную стратегию на основе количественных критериев

Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.8 улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места;

У 2.5.8 проводить регулярное обновление документации при изменении модулей или добавлении нового функционала.

Материальное обеспечение:

MATLAB, WebStorm

Задание:

1. Сформулировать задачу принятия решений в условиях неопределённости, построить дерево решений с узлами выбора, узлами вероятностных событий и конечными исходами;
2. Рассчитать ожидаемые значения для каждой альтернативы методом обратной индукции (свёртки дерева), выполнить анализ чувствительности к изменению ключевых вероятностей и обосновать выбор оптимальной стратегии.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические основы: структуру дерева решений, типы узлов (решение, случайность, исход), правила построения и чтения дерева, метод обратной индукции, критерии принятия решений (максимум ожидаемой полезности, критерий Вальда, Гурвица, Сэвиджа), анализ чувствительности и ценность дополнительной информации;
2. Ответить на вопросы: В чём разница между узлом решения и узлом случайного события? Почему расчёт ведётся справа налево (обратная индукция)? Как изменение вероятностей состояний среды влияет на оптимальную ветвь и когда дерево становится неустойчивым к малым отклонениям?
3. Подготовить исходные данные: определить альтернативы, возможные состояния среды, их вероятности (априорные или оценочные), финансовые/полезностные исходы, построить схематичное дерево;
4. Ознакомиться с типовым алгоритмом реализации: построение дерева → присваивание вероятностей и значений исходам → расчёт ожидаемых значений в узлах случайности → выбор лучшей ветви в узлах решений → последовательная свёртка к корню → фиксация оптимальной стратегии и её ожидаемого выигрыша → анализ чувствительности;

5. Реализовать расчёты в выбранной среде (таблицы, скрипт или графический инструмент), выполнить сценарный анализ (изменение вероятностей $\pm 10\text{--}20\%$, учёт стоимости дополнительной информации), визуализировать дерево с рассчитанными значениями;
6. Оформить отчёт, включив построенное дерево, таблицу расчётов, результаты анализа чувствительности и краткие выводы о выбранной стратегии и её устойчивости.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.