Приложение 1.2
к ПОП-П по специальности

09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Дагестан «Технический колледж имени Р.Н. Ашуралиева»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по междисциплинарному курсу

МДК. 02.04 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Специальность: 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением

Квалификация выпускника: Программист

Махачкала 2026

ОДОБРЕНО

предметной (цикловой) комиссией УГС 09.00.00. Информатика и вычислительная техника и 10.00.00 Информационная безопасность

Председатель П(Ц)К

 Ш.М. Мусаева

Протокол № 8 от 30 апреля 2026 г.

Рабочая программа междисциплинарного курса МДК. 02.04 Математическое моделирование разработана на основе:

- Приказа Минпросвещения России от 24.02.2025 N 138 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.03.2025 N 81696);

с учетом:

- Примерной образовательной программы «Профессионалитет» по специальности 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением, утвержденная протоколом ФУМО в системе СПО по УГПС 09.00.00 Информатика и вычислительная техника от 29.08.2025 № 6/2025, зарегистрирована в государственном реестре примерных образовательных программ – регистрационный номер 18/2025. Реквизиты утверждающего документа –приказ ФГБОУ ДПО ИРПО № 01-09-581/2025 от 13.10.2025;

Разработчик:

Османова Гидаят Абдулварисовна, преподаватель ГБПОУ РД «Технический колледж имени Р.Н. Ашуралиева»

© Османова Гидаят Абдулварисовна 2026

© ГБПОУ РД «Технический колледж имени Р.Н. Ашуралиева» 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА 4
3. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ 7
4. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА 12
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ 17
5.1. Типовые задания для оценки знаний и умений 17
5.2. Критерии оценивания 36
5.2.1. Критерии оценивания устного ответа 36
5.2.2. Критерии оценивания выполнения заданий на лабораторных и практических занятиях 37
5.2.3. Критерии оценивания тестовых заданий 37
5.2.4. Общая классификация ошибок 37
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 38
6.1. Теоретические вопросы 38
6.2. Практические задания 40
6.3. Критерии оценивания ответов на экзамене 46
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 46

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) междисциплинарного курса МДК.02.04 Математическое моделирование является частью программы подготовки специалистов среднего звена специальности 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением.

ФОС позволяет оценить достижение, запланированных по междисциплинарному курсу, результатов обучения.

ФОС включают оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по междисциплинарному курсу.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с целью регулярного наблюдения за ходом поэтапного освоения обучающимися междисциплинарного курса, оптимизации управления образовательной деятельностью обучающихся, своевременной корректировки персональных образовательных результатов, обучающихся педагогическими средствами.

Текущему контролю успеваемости подлежат все обучающиеся, осваивающие междисциплинарный курс.

Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного на изучение междисциплинарного курса традиционными и инновационными методами с использованием современных технологий.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся в виде оценки в балльном выражении («5», «4», «3», «2») записываются в журнале учебных занятий.

Текущий контроль освоения обучающимися программного материала междисциплинарного курса может иметь следующие виды: оперативный и рубежный контроль.

Оперативный контроль проводится с целью объективной оценки качества освоения программы междисциплинарного курса, а также стимулирования учебной работы обучающихся, мониторинга результатов образовательной деятельности, подготовки к промежуточной аттестации и обеспечения максимальной эффективности учебно-воспитательного процесса.

Рубежный контроль является контрольной точкой и проводится с целью комплексной оценки уровня освоения программного материала.

Промежуточная аттестация по междисциплинарному курсу проводится с целью оценки уровня освоения теоретических знаний, умений, приобретенного практического опыта.

Формы и периодичность промежуточной аттестации по междисциплинарному курсу определяются учебным планом образовательной программы: экзамен в 5 семестре.

Экзамен проводится непосредственно после завершения освоения междисциплинарного курса, в сроки, установленные календарным учебным графиком. Экзамен проводится в день, освобожденный от других форм учебной нагрузки.

Экзаменационные вопросы и задания составляются на основе рабочей программы междисциплинарного курса. Экзаменационные вопросы и задания должны соответствовать проверяемым результатам обучения и доводятся до сведения обучающихся в течение первых двух месяцев от начала обучения.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

ПМ.02 Разработка и интеграция модулей программного обеспечения направлен на формирование общих и профессиональных компетенций. Освоение междисциплинарного курса должно способствовать 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.
- ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
- ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Освоение междисциплинарного курса должно способствовать формированию профессиональных компетенций:
- ПК 2.1. Проектировать модули программного обеспечения.
- ПК 2.2. Разрабатывать модули программного обеспечения.

В результате освоения междисциплинарного курса обучающийся должен владеть навыками:
- Проектирования модулей ПО с учетом требований заказчика.
- Создания архитектурных диаграмм и спецификаций модулей (в части математического моделирования).
- Определения интерфейсов и взаимодействия модулей в системе (с использованием моделей).
- Оптимизации кода и алгоритмов программных модулей для увеличения производительности.
- Мониторинга и анализа производительности приложений.

В результате освоения междисциплинарного курса обучающийся должен **уметь**:

Код умения	**Название умения**
У1	Проектировать архитектуру модуля, включая выбор подходящих паттернов проектирования и структуры данных.
У2	Проводить анализ и оптимизацию проектируемого модуля для повышения его эффективности и качества.
У3	Создавать диаграммы классов, последовательностей и прочие диаграммы для визуализации проектируемого модуля (в части моделирования).
У4	Применять паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и масштабируемых модулей.
У5	Оптимизировать проектируемые модули для повышения их эффективности и качества.
У6	Проводить анализ и мониторинг производительности приложений.
У7	Применять инструменты для рефакторинга и оптимизации программного кода.

В результате освоения междисциплинарного курса обучающийся должен **знать:**

Код знания	**Название знания**
З1	Паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и масштабируемых модулей.
З2	Методы анализа требований и способов определения функциональности модуля.
З3	Методы анализа и оптимизации проектируемых модулей для повышения их эффективности и качества.
З4	Методы оптимизации кода и алгоритмов.
З5	Эффективные алгоритмы и структуры данных для повышения производительности.
З6	Техники повышения производительности программного обеспечения.
З7	Управление памятью.

Общие компетенции:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Знания, умения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	**Умения:** распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). **Знания:** актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	**Умения:** определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска; применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности. **Знания:** номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации; современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности.
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	**Умения:** грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе. **Знания:** особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений.
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	**Умения:** понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на

		знакомые или интересующие профессиональные темы. **Знания:** правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности.

Профессиональные компетенции

Код и формулировка компетенции	**Показатели освоения компетенции**
ПК 2.1. Проектировать модули программного обеспечения	**Навыки:** Проектирования модулей ПО с учетом требований заказчика. Создания архитектурных диаграмм и спецификаций модулей. Определения интерфейсов и взаимодействия модулей в системе.
	Умения: Проектировать архитектуру модуля, включая выбор подходящих паттернов проектирования и структуры данных. Создавать диаграммы классов, последовательностей и прочих диаграмм для визуализации проектируемого модуля. Проводить анализ и оптимизацию проектируемого модуля для повышения его эффективности и качества.
	Знания: Паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и масштабируемых модулей. Методы анализа требований и способов определения функциональности модуля. Методы анализа и оптимизации проектируемых модулей для повышения их эффективности и качества.
ПК 2.2. Разрабатывать модули программного обеспечения	**Навыки:** Оптимизации кода и алгоритмов программных модулей для увеличения производительности. Мониторинга и анализа производительности приложений.
	Умения: Применять паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и масштабируемых модулей. Оптимизировать проектируемые модули для повышения их эффективности и качества; Проводить анализ и мониторинг производительности приложений. Применять инструменты для рефакторинга и оптимизации программного кода.
	Знания: Методы оптимизации кода и алгоритмов. Эффективные алгоритмы и структуры данных для повышения производительности; Управление памятью. Техники повышения производительности программного обеспечения.

3. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ

Формы текущего контроля по междисциплинарному курсу:

- устный опрос (фронтальный, индивидуальный, комбинированный);
- тестирование (письменное или компьютерное);
- письменная проверка (ответы на вопросы, решение задач и примеров, составление тезисов, рефератов, выполнение схем, выполнение заданий для самостоятельной работы и др.);

- практическая проверка (при проведении практических и лабораторных занятий);
- выполнение расчетных работ;
- самоконтроль и взаимопроверка.

Возможны и другие формы текущего контроля успеваемости, в том числе инновационные на основе информационно-коммуникационных технологий.

Преподаватель на одном учебном занятии может использовать одну или несколько форм текущего контроля.

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	**Критерии оценки**	**Методы оценки**
ПК 2.1. Проектировать модули программного обеспечения	**Оценка «5» (отлично)** - Студент демонстрирует полное владение проектированием модулей и уверенно обосновывает решения: задача математического моделирования чётко разбита на модули с понятной ответственностью: ввод данных, расчётная логика, анализ чувствительности, вывод результатов; чётко определены входы/выходы каждого модуля, форматы данных, соглашения об ошибках; в проекте заложена масштабируемость и читаемость: код легко расширять, формулы не дублируются, логика отделена от данных; есть описание архитектуры (текстовое или в виде простой UML-диаграммы/схемы), указаны допущения и ограничения модели, описаны сценарии взаимодействия модулей. **Оценка «4» (хорошо)** - Студент в целом справляется с проектированием, но допускает отдельные недочёты: декомпозиция в основном верна, но есть избыточные или слабо обоснованные модули либо некоторая «размытость» ответственности (например, часть логики расчёта осталась в блоке ввода); интерфейсы описаны, но не полностью: не хватает детализации по обработке ошибок, граничным случаям или форматам данных; нефункциональные требования учтены частично: код/формулы читаемы, но не оптимальны; документация присутствует, но недостаточно структурирована: не хватает допущений, пояснений к интерфейсам или схемы взаимодействия; обоснование выбора подхода есть, но без глубокой аргументации. **Оценка «3» (удовлетворительно) -**	Экзамен в форме собеседования: практическое задание по формированию требований к программным модулям в соответствии с техническим заданием. Защита отчетов по практическим и лабораторным работам.

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
	Студент показывает базовое понимание модульного проектирования, но реализация слабая: модули выделены формально, без чёткого разделения ответственности; логика перемешана между блоками; интерфейсы не проработаны: нет чёткого описания входов/выходов, возможны несогласованные форматы данных или отсутствие обработки ошибок; нефункциональные требования практически не учтены: структура кода/таблицы неудобна для расширения, есть дублирование логики, «жёсткие» значения разбросаны по разным местам; документация минимальна: есть только краткое описание задачи, без допущений, схемы архитектуры и интерфейсов. **Оценка «2» (неудовлетворительно) -** Студент не владеет навыками проектирования модулей: отсутствует декомпозиция: решение выполнено «в одном куске» (одна функция/один лист без разделения на блоки), логика не структурирована; нет описания интерфейсов и взаимодействия модулей, либо они противоречивы и неработоспособны. .	
ПК 2.2. Разрабатывать модули программного обеспечения	**Оценка «5» (отлично) -** Студент полностью владеет навыками разработки модулей и демонстрирует профессиональный подход: модуль решает поставленную задачу математического моделирования и корректно обрабатывает все типовые и граничные случаи; модуль спроектирован так, что его можно подключить к другим частям системы; предусмотрена обработка некорректных входных данных (неверный тип, пустые значения, деление на ноль), сообщения об ошибках понятны пользователю. **Оценка «4» (хорошо) -** Студент в целом справляется с разработкой модулей, но допускает отдельные недочёты: модуль решает основную задачу, но может не полностью покрывать граничные случаи; качество кода/структуры в целом хорошее, но есть мелкие нарушения стандартов; модульность реализована, но	Экзамен в форме собеседования: практическое задание по формированию требований к программным модулям в соответствии с техническим заданием. Защита отчетов по практическим и лабораторным работам.

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
	интерфейсы можно улучшить; обработка ошибок есть, но реализована упрощённо. **Оценка «3» (удовлетворительно) –** Студент демонстрирует базовое понимание разработки модулей, но реализация слабая и требует доработки: модуль частично решает задачу: работает на простых примерах, но ломается на граничных или нетипичных данных; структура кода/таблицы неоптимальна; модульность формальная; обработка ошибок практически отсутствует. **Оценка «2» (неудовлетворительно) –** Студент не владеет навыками разработки модулей: модуль не решает задачу; структура отсутствует; нет модульности как таковой: невозможно выделить отдельный блок для повторного использования или тестирования; обработка ошибок не предусмотрена: при любых отклонениях во входных данных модуль ломается или выдаёт бессмысленные результаты.	
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач. Адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач.	Экспертное наблюдение за выполнением работ.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиаресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач. Эффективность использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности согласно формируемым умениям и получаемому практическому опыту.	Экспертное наблюдение за выполнением работ.
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста	Демонстрировать грамотность устной и письменной речи, ясность формулирования и изложения мыслей.	Экспертное наблюдение за выполнением работ.
ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на	Эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации,	Экспертное наблюдение за выполнением работ.

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
государственном и иностранном языках	в том числе на английском языке.	

4. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА МДК.02.04 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

№	Наименование темы	Результаты обучения (освоенные умения и знания)	ПК, ОК	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6
	РАЗДЕЛ 4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ				
	Тема 4.1 Основы моделирования. Детерминированные задачи. Алгоритмы решения ЗЛП	**З2, З3, У1, У2, У4**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2	Устный опрос, тестирование, проверочные работы	Экзамен
1.	Понятие модели. Классификация моделей. Понятие математической модели. Типы математических моделей.	З2, З3		Устный опрос	
2.	Понятие решения. Множество решений, оптимальное решение. Показатель эффективности решения	З2, З3		Устный опрос	
3.	Математические модели, принципы их построения, виды моделей.	З2, З3		Тестирование	
4.	Основные этапы математического моделирования	З2, З3		Устный опрос	
5.	Задачи: классификация, методы решения, граничные условия	З2, З3, У2		Устный опрос	
6.	Основные понятия и теоремы линейного программирования. Задача линейного программирования.	З2, З3, У2		Устный опрос	
7.	Симплекс – метод линейного программирования.	З2, З3, У2		Устный опрос	

№	Наименование темы	Результаты обучения (освоенные умения и знания)	ПК, ОК	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
8.	Транспортная задача. Методы нахождения начального решения транспортной задачи	З2, У2, У1,		Устный опрос	
9.	Транспортная задача. Метод потенциалов.	З2, З3, У2, У1, У4		Устный опрос	
10.	Общий вид и основная задача линейного программирования. Каноническая и стандартная формы	З2, З3, У2,		Проверочная работа	
11.	Графический метод решения ЗЛП	З2, З3, У2,		Проверочная работа	
12.	Симплекс – метод. Порядок работы с симплекс таблицей. Алгоритм перехода к следующей таблице.	З2, З3, У2,		Проверочная работа	
13.	Транспортная задача. Построение математической модели	З2, З3, У2,		Проверочная работа	
14.	Построение простейших математических моделей	З2, З3, У2, У4		Отчет по лабораторному занятию	
15.	Решение простейших однокритериальных задач	У2, У1, У4		Отчет по лабораторному занятию	
16.	Решение задачи Коши	У2, У1, У4		Отчет по лабораторному занятию	
17.	Сведение произвольной задачи линейного программирования к основной задаче линейного программирования.	З2, З3, У2,		Отчет по лабораторному занятию	
18.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	У2, У1, У4		Отчет по лабораторному занятию	

№	Наименование темы	Результаты обучения (освоенные умения и знания)	ПК, ОК	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
19.	Нахождение начального решения транспортной задачи	У2, У1, У4		Отчет по лабораторному занятию	
20.	Решение транспортной задачи методом потенциалов	У2, У1, У4		Отчет по лабораторному занятию	
	Тема 4.2 Сетевые модели ЗЛДП. Теория игр и принятия решений	**З2, З3, З5, У1, У2, У4, У5**	ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2	Устный опрос, тестирование, проверочные работы	Экзамен
21.	Графы. Основные понятия и определения. Способы задания графов.	З2, З3		Устный опрос	
22.	Методы хранения графов в памяти ПК.	З1, З5, З7, У1, У4		Устный опрос	
23.	Основные понятия динамического программирования: шаговое управление, управление операцией в целом, управление операцией в целом, оптимальное управление, выигрыш на данном шаге, выигрыш за всю операцию, аддитивный критерий, мультипликативный критерий.	З2, З3, З5, У2		Устный опрос	
24.	Модели динамического программирования. Задача о загрузке.	З2, З3, З5, У1, У2, У4		Проверочная работа	
25.	Область применимости теории принятия решений. Принятие решений в условиях определенности, в условиях риска, в условиях неопределенности	З2, З3, У1, У2, У4		Устный опрос	
26.	Критерии принятия решений в условиях неопределенности. Дерево решений	З2, З3, З5, У1, У2, У4.		Устный опрос	

№	Наименование темы	Результаты обучения (освоенные умения и знания)	ПК, ОК	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
27.	Предмет и задачи теории игр. Основные понятия теории игр: игра, игроки, партия, выигрыш, проигрыш, ход, личные и случайные ходы, стратегические игры, стратегия, оптимальная стратегия	З2, З3, З5, У1, У2, У4.		Тестирование	
28.	Антагонистические матричные игры: чистые и смешанные стратегии	З2, З3, З5, У1, У2, У4.		Устный опрос	
29.	Задача о нахождении кратчайшего пути в графе (в сети) и методы ее решения	З2, З3, З5, У1, У2, У4.		Проверочная работа	
30.	Задача о максимальном потоке и алгоритм Форда–Фалкерсона	З2, З3, З5, У1, У2, У4		Проверочная работа	
31.	Задачи, решаемые методами динамического программирования	З2, З3, З5, У1, У2, У4		Проверочная работа	
32.	Методы решения конечных игр: сведение игры mxn к задаче линейного программирования, численный метод – метод итераций.	З2, З3, З5, У1, У2, У4		Проверочная работа	
33.	Определение минимального остова сети	У1, У2, У4		Отчет по лабораторному занятию	
34.	Определение кратчайшего пути в сети.	У1, У2, У4		Отчет по лабораторному занятию	
35.	Определение максимального потока в сети	У1, У2, У4		Отчет по лабораторному занятию	
36.	Решение матричной игры со смешанными стратегиями	У1, У2, У4		Отчет по лабораторному	

№	Наименование темы	Результаты обучения (освоенные умения и знания)	ПК, ОК	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
				занятию	
37.	Решение матричной игры методом итераций	У1, У2, У4		Отчет по лабораторному занятию	
38.	Выбор оптимального решения с помощью дерева решений	У1, У2, У4		Отчет по лабораторному занятию	
	Самостоятельная работа обучающихся:	31-37		Проверка конспектов, собеседование	
39.	– систематическое изучение теоретического материала, основной и дополнительной литературы, (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий); – подготовка к лабораторным и работам с использованием базы электронных ресурсов, методических рекомендаций преподавателя; – домашние задания, подготовка устных выступлений по заданным темам, решение примеров и задач; – поиск информации по темам курса в Интернете с использованием различных технологий поиска.				

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ
МДК.02.04 Математическое моделирование

5.1. Типовые задания для оценки знаний и умений

ТЕМА 4.1 ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ. ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ. АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗЛП

Перечень вопросов для устного опроса

1. Что такое математическая модель? Приведите 2–3 примера моделей из IT-среды (например, планирование задач, распределение нагрузки).
2. Что понимается под детерминированной моделью? Чем она принципиально отличается от стохастической?
3. Дайте определение задачи линейного программирования (ЗЛП). Перечислите обязательные элементы постановки ЗЛП.
4. Что такое целевая функция и ограничения в ЗЛП? Приведите пример из практики (например, минимизация стоимости или максимизация прибыли при ограничениях на ресурсы).
5. Что значит «допустимое решение» и «оптимальное решение» в ЗЛП? В чём разница?
6. Что такое область допустимых решений (ОДР)? Какими свойствами она обладает в случае ЗЛП?
7. Почему в ЗЛП оптимум достигается в угловой точке (вершине) ОДР? Объясните это геометрически и интуитивно.

8. Опишите типовую модель «оптимальный план производства» (максимизация выпуска при ограничениях по сырью/времени). Запишите её в общем виде: переменные, целевая функция, ограничения.
9. Опишите модель «транспортная задача» как частный случай ЗЛП. Какие переменные и ограничения там появляются?
10. Опишите модель «задача о назначениях» как ЗЛП (или её целочисленную версию). В чём специфика ограничений?
11. Как привести задачу к каноническому виду ЗЛП (все ограничения — равенства, переменные — неотрицательные)? Перечислите основные приёмы (добавление slack/surplus переменных, замена переменных).
12. Как преобразовать задачу максимизации в задачу минимизации и наоборот?

13. В каких случаях можно применять графический (геометрический) метод решения ЗЛП? Назовите ограничения по размерности и типу задач.
14. Опишите пошагово алгоритм графического метода: как построить ОДР и как найти оптимальное решение.
15. Какие случаи могут встретиться при решении графическим методом? (единственное решение, бесконечное множество решений, отсутствие решения из-за неограниченности, несовместность ограничений). Приведите по одному короткому примеру ситуации.
16. Как по графику определить, что задача не имеет решения (несовместна или неограничена)?

17. В чём основная идея симплекс-метода? Почему он «переходит» от одной вершины ОДР к другой?
18. Что такое базисное допустимое решение? Как оно связано с вершинами ОДР?
19. Как выбирается переменная для ввода в базис и переменная для вывода из базиса? Объясните критерий оптимальности и условие допустимости.

20. Что означает «критерий оптимальности» в симплекс-методе? Как понять, что решение найдено?
21. Что делать, если в задаче нет очевидного начального базисного допустимого решения? Кратко объясните идею метода искусственного базиса (М-метод) или двухэтапного симплекс-метода.
22. Какие вычислительные проблемы могут возникнуть при реализации симплекс-метода (вырожденность, зацикливание)? Как их обычно предотвращают?

Тест по теме: «Математические модели, принципы их построения, виды моделей»

1. Математическая модель — это:
A) Полная копия реального объекта со всеми деталями.
B) Упрощённое описание объекта или процесса на языке математики, отражающее существенные для задачи свойства.
C) Компьютерная программа, реализующая расчёты.
D) Чертеж или схема объекта.
Ответ: B.

2. Какой из этапов НЕ является обязательным в типовой схеме математического моделирования?
A) Постановка задачи и определение цели.
B) Формализация (перевод на язык математики).
C) Реализация в конкретной среде разработки (например, Python).
D) Верификация и проверка адекватности модели.
Ответ: C.

3. Модель считается адекватной, если:
A) Она содержит как можно больше параметров и уравнений.
B) Её результаты согласуются с экспериментальными данными в рамках поставленной цели и допустимой погрешности.
C) Она быстро считается на компьютере.
D) Её разработал известный учёный.
Ответ: B.

4. Детерминированная модель отличается от стохастической тем, что:
A) Всегда даёт один и тот же результат при одинаковых входных данных.
B) Использует только целые числа.
C) Не использует уравнения.
D) Не может быть реализована в коде.
Ответ: A.

5. Что из перечисленного является математической моделью?
A) Глобус.
B) Закон Ома $I=U/R$.
C) Фотография электрической цепи.
D) Инструкция по сборке устройства.
Ответ: B.

6. Соотнесите вид модели и её описание:

Вид модели	Описание
1. Статическая модель	A. Описывает поведение системы во времени, часто через дифференциальные уравнения.
2. Динамическая модель	B. Отражает состояние системы в фиксированный момент времени; нет временной переменной.
3. Дискретная модель	C. Переменные принимают отдельные (часто целочисленные) значения; процессы происходят шагами.
4. Непрерывная модель	D. Переменные могут принимать любые значения из некоторого интервала; процессы описываются как плавные.

Правильные пары: 1–B, 2–A, 3–C, 4–D.

7. Какие из приведённых примеров являются математическими моделями? (выберите все подходящие)
A) Дифференциальное уравнение, описывающее рост популяции.
B) Таблица с историческими данными о продажах.
C) Система линейных уравнений для расчёта токов в электрической цепи.
D) Формула площади круга $S=\pi R2$.
E) Фотография графика продаж.
Ответы: A, C, D.

8. Какие принципы лежат в основе построения математических моделей? (выберите все верные)
A) Выделение существенных для цели свойств и упрощение несущественных.
B) Включение всех возможных параметров для максимальной точности.
C) Проверка адекватности и границ применимости модели.
D) Использование только аналитических (не численных) методов.
E) Баланс между сложностью и практической полезностью.
Ответы: A, C, E.

Проверочная работа 1 по теме «Общий вид и основная задача линейного программирования. Каноническая и стандартная формы»

Теоретические вопросы

1. Сформулируйте основную задачу линейного программирования (ЗЛП) в общем виде: запишите целевую функцию и общий вид ограничений.
2. Чем отличается стандартная форма ЗЛП от канонической? Перечислите 3 главных отличия.
3. Для чего в ЗЛП вводят дополнительные (балансовые) переменные? Кратко объясните на примере ограничения типа «≤».
4. Как преобразовать задачу максимизации в задачу минимизации и наоборот? Запишите формулу связи.
5. Как привести переменную, не имеющую ограничения на знак, к неотрицательной? Опишите замену.

Критерии оценивания: за каждый полностью верный и лаконичный ответ — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 6

Дана задача в общем виде:

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

при ограничениях:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 \le 10 \\ x_1 - 3x_2 + 2x_3 \ge 5 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 8 \\ x_1, x_2 \ge 0, \quad x_3 \text{ — без ограничения на знак.} \end{cases}$$

Требуется:

1. Привести задачу к стандартной форме (все ограничения — неравенства типа «≤», переменные неотрицательны, целевая функция на максимум).
2. Привести ту же задачу к канонической форме (все ограничения — равенства, переменные неотрицательны).

Для каждого шага укажите, какие преобразования вы применяете (добавление переменных, замена переменных, умножение на −1 и т. п.) и поясните смысл вводимых переменных.

Критерии оценивания (Задание 6):

- Корректность преобразований — до 3 баллов.
- Полнота пояснений (что и зачем сделано) — до 2 баллов.
  Итого — до 5 баллов.

Задание 7

Дана каноническая форма ЗЛП:

$$F = -x_1 + 5x_2 - 2x_3 + x_4 \to \min$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 = 12 \\ 3x_1 - x_2 + 4x_3 + 2x_4 = 9 \\ x_j \ge 0,\ j = 1, \dots, 4. \end{cases}$$

Требуется:

1. Переписать задачу в стандартной форме.
2. Указать, какие операции вы использовали и как они влияют на множество допустимых решений.

Критерии оценивания (Задание 7):

- Правильность преобразований — до 3 баллов.
- Обоснование операций — до 2 баллов.
  Итого — до 5 баллов.

Проверочная работа 2 по теме «Графический метод решения ЗЛП»

Теоретические вопросы

1. При каких условиях применим графический метод решения ЗЛП? Укажите ограничение по числу переменных и тип ограничений.
2. Что такое область допустимых решений (ОДР) в графическом методе? Какими свойствами она обладает в ЗЛП?
3. Как с помощью линий уровня и градиента целевой функции находят оптимальное решение? Опишите логику.
4. Перечислите возможные случаи при решении ЗЛП графическим методом (единственное решение, бесконечное множество, несовместность, неограниченность). Кратко поясните, как их распознать на чертеже.
5. Почему оптимум ЗЛП (если он существует) всегда достигается в угловой точке ОДР? Дайте геометрическое объяснение.

Критерии оценивания: за каждый полностью верный и лаконичный ответ — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 6

Решите графическим методом задачу:

$$F = 4x_1 + 3x_2 \to \max$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \le 10 \\ x_1 + 2x_2 \le 10 \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{cases}$$

Требуется:

1. Построить ОДР: для каждого ограничения указать граничную прямую, полуплоскость, отметить пересечение полуплоскостей и выписать координаты вершин ОДР.
2. Построить вектор градиента и семейство линий уровня целевой функции.
3. Найти оптимальное решение (координаты точки и значение $F*$).
4. Указать, какой случай имеет место (единственное решение / бесконечное множество / и т. п.).

Критерии оценивания (Задание 6):

- Построение ОДР и нахождение вершин — до 3 баллов.

- Корректное построение градиента и линий уровня — до 2 баллов.
- Верное определение оптимума и типа случая — до 2 баллов.
  Итого — до 7 баллов.

Задание 7

Решите графическим методом задачу:

$$F = -x_1 - 2x_2 \to \min$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \le 2 \\ -x_1 + x_2 \le 3 \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{cases}$$

Требуется:

1. Построить ОДР, выписать координаты вершин.
2. Определить направление убывания целевой функции и найти оптимальное решение.
3. Проанализировать, есть ли решение, и если да — единственное ли оно. Если решения нет — объяснить, какой именно случай (несовместность или неограниченность) имеет место и как это видно на чертеже.

Критерии оценивания (Задание 7):

- Построение ОДР и вершин — до 3 баллов.
- Определение направления убывания и поиск оптимума — до 2 баллов.
- Анализ случая и обоснование вывода — до 2 баллов.
  Итого — до 7 баллов.

Задание 8

Предприятие производит два вида изделий A и B. На единицу изделия A требуется 3 кг сырья и 2 часа работы оборудования; на B — 1 кг сырья и 4 часа. Запасы: 24 кг сырья, 32 часа оборудования. Прибыль: 5 ден. ед. за A, 6 ден. ед. за B. Нужно максимизировать прибыль.

Требуется:

1. Составить математическую модель задачи (переменные, целевая функция, ограничения).
2. Решить задачу графическим методом: построить ОДР, найти вершины, определить оптимум.
3. Дать экономическую интерпретацию результата: сколько изделий каждого вида выпускать и какова максимальная прибыль.
4. Пояснить, что означают точки на границе ОДР с экономической точки зрения (полное использование ресурсов).

Критерии оценивания (Задание 8):

- Постановка модели — до 2 баллов.
- Графическое решение (чертёж/описание ОДР, вершины, оптимум) — до 3 баллов.
- Экономическая интерпретация результата — до 2 баллов.
- Объяснение смысла граничных точек — до 1 баллом.
  Итого — до 8 баллов.

Проверочная работа 3 по теме «Симплекс-метод. Работа с симплекс-таблицей и переход к следующей таблице»

Теоретические вопросы

1. Перечислите условия, при которых можно сразу начать решение ЗЛП симплекс-методом (без искусственных переменных). Что должно быть в канонической форме и в базисе?
2. Как по индексной строке (строке целевой функции) определить, что текущее базисное решение оптимально при задаче на максимум? А при задаче на минимум?
3. Опишите алгоритм выбора ведущего столбца и ведущей строки для задачи на максимум. В чём экономический/математический смысл этих шагов?
4. Что такое ведущий элемент? Как он используется при переходе к новой симплекс-таблице?
5. Как пересчитывают элементы новой симплекс-таблицы (формулы/правила для ведущей строки и остальных строк)? Укажите правило прямоугольника как альтернативный способ.

Критерии оценивания (Часть 1): за каждый полностью верный и лаконичный ответ — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 6

Заполнение и анализ первой симплекс-таблицы

Дана задача:

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

при ограничениях:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + s_1 = 12 \\ x_1 + 2x_2 + s_2 = 10 \\ x_1, x_2, s_1, s_2 \geq 0 \end{cases}$$

Переменные s_1, s_2 — дополнительные (остатки ресурсов).

Требуется:

1. Составить первую симплекс-таблицу. Укажите в ней: столбцы переменных, строку базиса, коэффициенты ограничений, столбец свободных членов, индексную строку (с правильными знаками).
2. Проверить, является ли текущий план оптимальным. Если нет — указать ведущий столбец и пояснить, почему именно этот столбец выбран.
3. Найти ведущую строку и ведущий элемент, выполнив расчёт минимальных положительных отношений bi/aij. Поясните смысл этого отношения.

Критерии оценивания (Задание 6):

- Корректное построение таблицы — до 3 баллов.
- Проверка оптимальности и выбор ведущего столбца с обоснованием — до 2 баллов.
- Определение ведущей строки/элемента и пояснение смысла отношения — до 2 баллов.
  Итого — до 7 баллов.

Задание 7

Используя результаты задания 6, постройте вторую симплекс-таблицу:

1. Выполните пересчёт всех элементов по правилам (ведущая строка делится на ведущий элемент; остальные строки пересчитываются методом Жордана-Гаусса).
2. Проверьте оптимальность нового плана и укажите, нужно ли продолжать итерации.
3. Если план не оптимален, укажите ведущий столбец для следующей итерации (но пересчитывать третью таблицу не требуется).

Критерии оценивания (Задание 7):

- Правильный пересчёт элементов — до 4 баллов.
- Проверка оптимальности и вывод о продолжении/завершении — до 2 баллов.
- Корректный выбор ведущего столбца для следующей итерации — до 1 балла.
  Итого — до 7 баллов.

Задание 8

Предприятие производит два вида продукции P_1 и P_2. На единицу P_1 требуется 3 кг сырья и 2 часа работы оборудования; на P_2 — 1 кг сырья и 4 часа. Запасы: 24 кг сырья, 32 часа оборудования. Прибыль: 5 ден. ед. за P_1, 6 ден. ед. за P_2. Нужно максимизировать прибыль.

Требуется:

1. Составить математическую модель в канонической форме (ввести дополнительные переменные).
2. Построить первую симплекс-таблицу и выполнить одну итерацию (найти ведущий столбец, ведущую строку, ведущий элемент и пересчитать таблицу).
3. Дать экономическую интерпретацию: что означают переменные в базисе и вне базиса, как изменился план после первой итерации, что показывает значение целевой функции.

Критерии оценивания (Задание 8):

- Постановка модели и каноническая форма — до 2 баллов.
- Первая таблица и одна итерация (выбор элементов и пересчёт) — до 3 баллов.
- Экономическая интерпретация — до 2 баллов.
- Итого — до 7 баллов.

Проверочная работа 4 по теме «Транспортная задача. Построение математической модели»

Теоретические вопросы

1. Что понимается под сбалансированной транспортной задачей? При каком условии задача считается сбалансированной? Как поступить, если баланс нарушен?
2. Почему в транспортной задаче переменные имеют двойной индекс xij? Что означают индексы i и j?
3. Запишите общий вид целевой функции транспортной задачи и поясните экономический смысл каждого элемента формулы.
4. Перечислите два типа ограничений, которые обязательно присутствуют в модели транспортной задачи, и объясните, что они отражают с практической точки зрения.
5. Какие условия неотрицательности накладываются на переменные транспортной задачи и почему они необходимы?

Критерии оценивания (Часть 1): за каждый полностью верный и лаконичный ответ — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 6

Есть 3 склада (A_1, A_2, A_3) и 4 магазина (B_1, B_2, B_3, B_4). Запасы на складах: $a_1 = 100, a_2 = 150, a_3 = 120$ тонн. Потребности магазинов: $b_1 = 80, b_2 = 90, b_3 = 70, b_4 = 130$ тонн. Известны стоимости перевозки 1 тонны груза из каждого склада в каждый магазин (в ден. ед.):

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	5	8	6	7
A_2	4	9	3	5
A_3	6	7	4	2

Требуется:

1. Ввести переменные модели и пояснить их смысл.
2. Записать целевую функцию (минимизация суммарной стоимости перевозок).
3. Составить ограничения по вывозу груза со складов (по строкам).
4. Составить ограничения по удовлетворению потребностей магазинов (по столбцам).
5. Указать условия неотрицательности.
6. Проверить, является ли задача сбалансированной; если нет — описать, как её сбалансировать (какой фиктивный пункт и с каким объёмом нужно ввести).

Критерии оценивания (Задание 6):

- Корректное введение переменных и их пояснение — до 1 балла.
- Правильная целевая функция — до 2 баллов.
- Ограничения по складам — до 2 баллов.
- Ограничения по магазинам — до 2 баллов.
- Условия неотрицательности и проверка баланса — до 2 баллов.
  Итого — до 9 баллов.

Задание 7

В регионе есть 2 завода (A_1, A_2) и 3 распределительных центра (B_1, B_2, B_3). Производственные мощности: $a_1 = 200, a_2 = 250$ единиц продукции. Потребности центров: $b_1 = 150, b_2 = 180$, $b_3 = 170$. Стоимость перевозки единицы продукции задана матрицей:

$$C = \begin{pmatrix} 10 & 12 & 11 \\ 9 & 8 & 13 \end{pmatrix}$$

Требуется:

1. Построить математическую модель транспортной задачи.
2. Проверить баланс задачи и при необходимости сбалансировать её.
3. Пояснить, как изменится модель, если в одном из распределительных центров появится дополнительное требование: он должен получить не менее 50 единиц именно от завода А1. Запишите соответствующее дополнительное ограничение и объясните его смысл.

Критерии оценивания (Задание 7):

- Построение базовой модели (переменные, целевая функция, основные ограничения) — до 4 баллов.
- Проверка баланса и балансировка — до 2 баллов.
- Дополнительное ограничение и его пояснение — до 3 баллов.
  Итого — до 9 баллов.

Задание 8

Компания поставляет товары с 2 складов (A_1, A_2) в 3 розничные точки (B_1, B_2, B_3). Запасы: $a_1 = 300, a_2 = 400$. Потребности: $b_1 = 250, b_2 = 300, b_3 = 150$. Стоимости перевозок (ден. ед./ед. груза):

- Из A_1: в B_1 — 3, в B_2 — 5, в B_3 — 4.
- Из A_2: в B_1 — 6, в B_2 — 2, в B_3 — 3.

Требуется:

1. Составить математическую модель задачи.
2. Пояснить смысл оптимального плана перевозок: что означают нулевые и ненулевые значения переменных x_{ij}, как интерпретировать полное использование запаса на складе и полное удовлетворение потребности магазина.

Критерии оценивания (Задание 8):

- Математическая модель (переменные, целевая функция, ограничения, неотрицательность) — до 4 баллов.
- Экономическая интерпретация плана — до 3 баллов.
- Итого — до 7 баллов.

ТЕМА 4.2 СЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ ЗЛДП. ТЕОРИЯ ИГР И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Перечень вопросов для устного опроса

Блок 1. Сетевые модели в задачах линейного программирования

1. Как формализуется сеть для построения оптимизационной модели в терминах теории графов? Назовите основные элементы (вершины, дуги, ориентированность) и поясните, как они соотносятся с переменными и ограничениями в ЗЛП.
2. Запишите общий вид целевой функции и ограничений для задачи о потоке минимальной стоимости. Поясните экономический смысл каждого элемента (переменных x_{ij}, стоимостей c_{ij}, запасов/потребностей).
3. Что такое условие сохранения потока в вершине? Запишите его в виде равенства и объясните, как оно отражает баланс «приток = отток» (с учётом источников и стоков).
4. Как в сетевой модели отражаются пропускные способности дуг? Запишите соответствующие ограничения и поясните их смысл.
5. Как строится математическая модель задачи о кратчайшем пути как частный случай задачи о потоке? Опишите идею: одна единица потока от источника к стоку, целевая функция — сумма стоимостей по дугам.
6. В чём отличие между задачей о потоке минимальной стоимости и транспортной задачей? Укажите сходство и различия в структуре ограничений и интерпретации переменных.
7. Что такое фиктивные (вспомогательные) вершины/дуги в сетевой модели? Приведите пример, когда они нужны (например, для объединения нескольких источников в один или балансировки).
8. Как сетевая структура позволяет упростить решение по сравнению с общей ЗЛП? Укажите 2–3 преимущества (разреженность матрицы ограничений, специальные алгоритмы, наглядная интерпретация).
9. Опишите, как вы будете пояснять экзаменатору построение модели: какие элементы чертежа (сети) соответствуют переменным, ограничениям и целевой функции.
10. Приведите пример прикладной задачи (логистика, энергосети, проекты), которую естественно моделировать как сетевую, и кратко опишите, как в ней интерпретировать переменные x_{ij} и стоимости c_{ij}.

Критерии оценивания (Блок 1): за каждый полный и корректный ответ с пояснением — 1 балл. Максимум — 10 баллов.

Блок 2. Динамическое программирование

1. В чём принципиальное отличие постановки задачи в динамическом программировании (ДП) от постановки в ЗЛП? Назовите 3 ключевых отличия (этапы, рекуррентные соотношения, принцип оптимальности Беллмана).
2. Что означает «принцип оптимальности Беллмана»? Сформулируйте его простыми словами и запишите рекуррентное соотношение для простого примера (например, кратчайший путь в ориентированном ациклическом графе).
3. Как можно представить задачу о кратчайшем пути в ориентированном ациклическом графе как задачу динамического программирования? Опишите, что будет этапом, состоянием и управлением.
4. Приведите пример сетевой динамической задачи (например, управление запасами по периодам, многоэтапный проект с ресурсами) и укажите, какие переменные будут состояниями, а какие — управлениями.

5. Чем отличается подход «построить одну большую ЗЛП на все периоды» от подхода «решать динамически по этапам»? Укажите плюсы и минусы каждого (размерность, учёт неопределённости, вычислительная сложность).
6. Как в модели ДП интерпретировать «стоимость перехода» между состояниями? Приведите пример из логистики или производства и покажите, как эта стоимость связана с дугами в сети.
7. Опишите, как вы объясните экзаменатору, почему для данной задачи выбрали ДП, а не «большую ЗЛП»: укажите 1–2 аргумента (размерность задачи, естественность этапов, возможность учёта неопределённости).
8. Что такое «вырождение» по состояниям в ДП и как оно может упростить расчёты? Приведите простой пример (например, когда состояние — это только текущий остаток ресурса).
9. Как в многоэтапной сетевой задаче учесть ограничения на ресурсы, общие для нескольких этапов (например, бюджет на весь проект)? Опишите 2 подхода: включение в состояние и ограничение в рекуррентном соотношении.
10. В чём преимущество табличной формы решения ДП для демонстрационного экзамена? Перечислите, какие элементы таблицы (столбцы «этап», «состояние», «управление», «стоимость перехода», «оптимальная стоимость») удобно проговаривать вслух для проверки логики.

Критерии оценивания (Блок 2): за каждый корректный ответ с примером и обоснованием — 1 балл. Максимум — 10 баллов.

Блок 3. Теория игр и принятие решений

1. Дайте определение игры в нормальной форме (игроки, стратегии, функции выигрыша). Что означает «нормальная форма» и чем она удобна для анализа?
2. Что такое доминируемые стратегии? Как их можно исключить из рассмотрения и как это обосновать на примере платёжной матрицы?
3. Что такое ситуация равновесия по Нэшу в чистых стратегиях? Приведите словесную формулировку и формальную запись.
4. В чём смысл седловой точки в матричной игре? Запишите условие седловой точки через максимин и минимакс и поясните экономическую интерпретацию (гарантированный выигрыш/проигрыш).
5. Если в матричной игре нет седловой точки в чистых стратегиях, к какому решению переходят? Опишите идею смешанных стратегий и как записывается ожидаемый выигрыш.
6. Как свести решение матричной игры двух лиц с нулевой суммой к паре двойственных ЗЛП? Кратко опишите переменные и целевые функции обеих задач.
7. Перечислите 3–4 классических критерия принятия решений в условиях неопределённости (Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа). Кратко сформулируйте идею каждого.
8. Как строится матрица сожалений (рисков) для критерия Сэвиджа? Опишите шаги и поясните смысл «сожаления» как упущенной выгоды.
9. Что показывает критерий Гурвица? Как параметр α отражает отношение лица, принимающего решения, к риску (осторожность/оптимизм)?
10. Как отразить в модели принятие решений с несколькими этапами (последовательный выбор)? Кратко опишите идею дерева решений и как на нём отмечаются узлы «решения» и узлы «случайности».

Критерии оценивания (Блок 3): за каждый ответ с примером и пояснением — 1 балл. Максимум — 10 баллов.

Максимум — 30 баллов.

Перевод в оценку:

- 27–30 баллов — «5» (отлично): студент уверенно оперирует понятиями, различает ЗЛП и ДП, приводит примеры, обосновывает выбор моделей и критериев, ясно объясняет логику для процедуры экзамена.
- 21–26 баллов — «4» (хорошо): верные ответы и постановки, но обоснования неполные или есть 1–2 неточности в интерпретации критериев/условий.
- 15–20 баллов — «3» (удовлетворительно): базовые понятия знает, но допускает ошибки в формулировках, примерах или выборе критерия.
- Менее 15 баллов — «2» (неудовлетворительно): существенные пробелы в понимании структуры сетевых моделей, критериев принятия решений и основ теории игр.

Проверочная работа 5 по теме «Модели динамического программирования. Задача о загрузке»

Теоретические вопросы

1. В чём заключается постановка задачи о загрузке (о рюкзаке) в терминах ДП? Назовите состояние, управление, целевой критерий и объясните, почему здесь естественно применять именно ДП, а не полный перебор.
2. Что понимается под «принципом оптимальности Беллмана» применительно к задаче о загрузке? Приведите словесную формулировку и поясните, как она гарантирует, что локально-оптимальные выборы на шагах приводят к глобально-оптимальному решению.
3. Запишите рекуррентное соотношение для задачи о загрузке при обратной прогонке (от последнего предмета к первому). Поясните смысл каждого элемента: $V_k(s)$, w_i, p_i, условие $s \geq w_i$.
4. Чем отличается подход «прямая прогонка» от «обратной прогонки» в задаче о загрузке? Укажите, как меняется интерпретация состояния и рекуррентной формулы в каждом случае.
5. Как восстановить оптимальный набор предметов после заполнения таблицы ДП? Опишите алгоритм «обратного хода» и поясните, какие ячейки таблицы нужно сравнивать.

Критерии оценивания: за каждый полный и корректный ответ с пояснением — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 6

Построение модели и расчёт таблицы (без программирования)

Есть рюкзак вместимостью $W = 10$ кг. Доступно 4 предмета со следующими характеристиками:

Предмет i	Вес w_i (кг)	Прибыль p_i (ден. ед.)
1	3	6
2	4	8
3	5	10
4	2	5

Требуется:

1. Определить состояние и управление для модели ДП. Поясните, что будет шагом (номером предмета), состоянием (текущей вместимостью) и управлением (брать/не брать предмет).
   Построить таблицу значений функции $V_k(s)$ для $k = 4, 3, 2, 1$ и $s = 0, 1, \ldots, 10$, используя метод обратной прогонки. Для каждого состояния s и шага k запишите формулу расчёта:
2. $$V_k(s) = \max\{V_{k+1}(s),\ V_{k+1}(s - w_k) + p_k \quad (\text{если } s \geq w_k)\}$$
3. Найти максимальную суммарную прибыль при W=10.
4. Восстановить оптимальный набор предметов с помощью обратного хода: укажите, какие предметы вошли в решение и как вы это определили по таблице.

Критерии оценивания (Задание 6):

- Корректное описание состояния, управления, шага — до 2 баллов.
- Построение таблицы (все ячейки заполнены верно, с понятными промежуточными расчётами) — до 4 баллов.
- Определение максимальной прибыли — до 1 балла.
- Восстановление оптимального набора предметов — до 2 баллов.
- Итого — до 9 баллов.

Проверочная работа 6 по теме «Задача о нахождении кратчайшего пути в графе (в сети) и методы ее решения»

Дан ориентированный взвешенный граф с вершинами A,B,C,D,E. Длины дуг (веса рёбер) заданы таблицей:

Из \ В	A	B	C	D	E
A	-	4	2	-	-
B	-	-	1	5	-
C	-	-	-	8	10
D	-	-	-	-	2
E	-	-	-	-	-

Требуется найти кратчайший путь из вершины A в вершину E.

1. Проверьте условия применимости алгоритма Дейкстры (отсутствие отрицательных весов).
2. Выполните алгоритм Дейкстры пошагово, фиксируя на каждом шаге:
    - множество посещённых вершин,
    - текущие оценки расстояний до всех вершин,
    - вершину, выбираемую на текущем шаге,
    - релаксацию исходящих из неё рёбер (с формулой).
3. Запишите длину кратчайшего пути d(A,E) и сам путь (последовательность вершин).
4. Восстановите путь, указав, как по массиву «предшественников» (predecessor) это делается.
5. Поясните, какие шаги вы проговорите на экзамене, чтобы экзаменатор убедился в корректности расчётов (например, контроль монотонности расстояний, проверка релаксации, отсутствие отрицательных весов).

Критерии оценивания:

- Проверка условий применимости — 1 балл.
- Корректное пошаговое выполнение (все итерации, формулы релаксации) — 4 балла.
- Верная длина пути и правильная последовательность вершин — 2 балла.
- Восстановление пути через предшественников — 2 балла. Итого — до 9 баллов.

Проверочная работа 7 по теме «Задача о максимальном потоке и алгоритм Форда–Фалкерсона»

Теоретические вопросы

1. Сформулируйте постановку задачи о максимальном потоке: укажите входные данные (граф, источник, сток, пропускные способности), основные ограничения (пропускная способность рёбер, баланс потока в вершинах) и целевую функцию.
2. Что такое увеличивающий (аугментирующий) путь в остаточном графе? Поясните, как по нему увеличивают поток и как обновляют остаточные пропускные способности (прямые и обратные рёбра).
3. Запишите формулу остаточной пропускной способности для прямого и обратного ребра при увеличении потока на величину Δ. Объясните смысл обратного ребра как возможности «отменить» ранее принятое решение.

4. В чём разница между общим методом Форда–Фалкерсона и его реализацией через поиск в ширину (алгоритм Эдмондса–Карпа)? Укажите, как выбор способа поиска пути влияет на сходимость и оценку сложности.
5. Как формулируется теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе? Опишите связь между величиной максимального потока и суммарной пропускной способностью рёбер минимального разреза.
6. Как проверить, что найденный поток действительно максимален? Перечислите 2–3 признака (отсутствие увеличивающих путей, достижение границы разреза, совпадение значений потока и пропускной способности разреза).
7. Приведите 1–2 прикладные интерпретации задачи (логистика, телекоммуникации, производство). Поясните, что в них играют роль источника, стока, рёбер и пропускных способностей.
8. Опишите, какие шаги вы проговорите экзаменатору при видеофиксации, чтобы доказать корректность применения алгоритма (проверка условий задачи, контроль баланса потока, демонстрация остаточного графа и отсутствия увеличивающего пути в конце).

Критерии оценивания: за каждый полный и корректный ответ с пояснением — 1 балл. Максимум — 8 баллов.

Задание 9

Практический расчёт: алгоритм Форда–Фалкерсона (ручной расчёт)

Дан ориентированный граф с источником s и стоком t. Пропускные способности рёбер заданы таблицей (значения — в условных единицах):

Из \ В	s	A	B	C	t
s	-	8	7	-	-
A	-	-	-	6	-
B	-	3	-	5	9
C	-	-	-	-	10
t	-	-	-	-	-

Требуется найти максимальный поток из s в t с помощью алгоритма Форда–Фалкерсона.

1. Определите состояние задачи: укажите источник, сток и все рёбра с пропускными способностями.
2. Выполните алгоритм пошагово (рекомендуется искать увеличивающие пути через BFS для детерминированности). Для каждой итерации фиксируйте:
    - увеличивающий путь (последовательность вершин),
    - минимальную остаточную пропускную способность на пути (величину Δ),
    - обновление потока по рёбрам пути,
    - построение остаточного графа (прямые и обратные рёбра, новые остаточные ёмкости).
3. После завершения (когда не останется увеличивающих путей) укажите:

- величину максимального потока,
- распределение потока по рёбрам (каждое ребро: сколько реально течёт),
- минимальный разрез (множество вершин S со стороны источника и T со стороны стока, а также рёбра из S в T, которые насыщены).

4. Проверьте баланс потока во всех промежуточных вершинах (сумма входящих = сумме исходящих).

Критерии оценивания (Задание 9):

- Корректное описание входа задачи — 1 балл.
- Пошаговые итерации с правильными Δ, потоками и остаточными ёмкостями — 4 балла.
- Верная величина максимального потока и распределение по рёбрам — 2 балла.
- Определение минимального разреза и проверка баланса — 2 балла.
- Итого — до 9 баллов.

Проверочная работа 8 по теме «Задачи, решаемые методами динамического программирования»

Задание 1. Соотнесите задачу (1–5) с характерным признаком, который делает её удобной для решения методом ДП (А–Д). В ответе запишите пары вида «1–А».

Задача

1. Задача о загрузке (о рюкзаке)

2. Задача о кратчайшем пути в DAG

3. Задача о наибольшей общей подпоследовательности (LCS)

4. Задача календарного планирования с этапами

5. Задача распределения ресурсов между проектами

Признак

А. Есть естественная последовательность этапов и состояние — остаток ресурса (бюджет, время).

Б. Перекрывающиеся подзадачи и оптимальная подструктура: решение для префиксов строк.

В. Ориентированный ациклический граф позволяет упорядочить вершины и считать «сверху вниз».

Г. Дискретные предметы, состояние — доступная вместимость; подзадачи повторяются при разных ёмкостях.

Д. Распределение ресурса между объектами с аддитивной целевой функцией и ограничениями на сумму.

Критерии оценивания (Задание 1): за каждое верное соответствие — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 2. ответьте на вопросы:

1. Что такое «оптимальная подструктура» и почему она необходима для применения ДП?
2. В чём отличие «перекрывающихся подзадач» от независимых подзадач? Почему это оправдывает использование таблицы/мемоизации?
3. Как принцип оптимальности Беллмана гарантирует, что локально-оптимальные выборы на шагах приводят к глобально-оптимальному решению?
4. Приведите пример, когда жадный алгоритм может ошибиться, а ДП даст оптимальное решение (например, рюкзак 0/1).

Критерии оценивания (Задание 2): за каждый полный и корректный ответ с примером/пояснением — 1 балл. Максимум — 5 баллов.

Задание 3. Есть 10 единиц ресурса, которые нужно распределить между 3 проектами. Прибыль от выделения x единиц ресурса проекту задана таблично:

x	Проект 1	Проект 2	Проект 3
0	0	0	0
1	3	4	2
2	5	7	5
3	8	9	7
4	10	11	9
5	12	13	11
...	...	...	...

Требуется:

1. Определите состояние $V_k(s)$ и управление на шаге k. Поясните, что означают индекс k, аргумент s, и как интерпретировать «шаг».
2. Запишите рекуррентное соотношение для $V_k(s)$, включая граничные условия. Поясните смысл каждого элемента.
3. Постройте таблицу значений $V_k(s)$ для k=1,2,3 и s=0,…,10. Для каждого $V_k(s)$ укажите, при каком значении x достигается максимум (чтобы потом восстановить решение).
4. Найдите максимальную суммарную прибыль и восстановите оптимальное распределение ресурса по проектам (сколько единиц каждому). Опишите алгоритм «обратного хода» по таблице.

Критерии оценивания (Задание 3):

- Определение состояния и управления, рекуррентная формула — до 2 баллов.
- Построение таблицы (все ячейки верны, с указанием оптимальных x) — до 4 баллов.
- Максимальная прибыль и восстановление распределения — до 2 баллов.
- Итого — до 8 баллов.

Проверочная работа 9 по теме «Методы решения конечных игр: сведение игры mxn к задаче линейного программирования, численный метод – метод итераций»

Задание 1. Соотнесите понятие (1–6) с определением (А–Е). В ответе запишите пары вида «1–А».

Понятие

1. Цена игры v

2. Оптимальная смешанная стратегия игрока 1

3. Оптимальная смешанная стратегия игрока 2

4. Седловая точка в чистых стратегиях

5. Двойственная пара задач ЗЛП в теории игр

6. Гарантированный выигрыш (нижняя цена игры)

Определение

А. Пара стратегий, где ни один игрок не заинтересован в отклонении; проверяется через неравенство $a_{ij} \le v$ для всех i,j при наличии седловой точки.

Б. Максимальный гарантированный выигрыш первого игрока при оптимальной стратегии; в ЗЛП появляется как целевая функция после нормировки.

В. Распределение вероятностей по строкам матрицы, максимизирующее минимальный ожидаемый выигрыш.

Г. Распределение вероятностей по столбцам матрицы, минимизирующее максимальный ожидаемый проигрыш.

Д. Пара задач: одна для первого игрока (максимин), другая для второго (минимакс); их оптимумы совпадают и равны цене игры.

Е. Максимум по строкам минимумов: $v=\text{maximin}a_{ij}$; показывает, что игрок 1 может гарантировать себе не менее этого значения.

Критерии оценивания (Задание 1): за каждое верное соответствие — 1 балл. Ответ Б1,В2,Г3,А4,Д5,Е6. Максимум — 6 баллов.

Задание 2.

1. Почему при отсутствии седловой точки в чистых стратегиях переходят к смешанным стратегиям?
2. Как нормировка переменных (замена xi=pi/v, yj=qj/v) позволяет свести задачу максимина к линейной?
3. Запишите целевую функцию и основные ограничения для задачи первого игрока (поиск оптимальной смешанной стратегии). Поясните смысл переменных и ограничений.
4. Как связаны решения прямой и двойственной задач ЗЛП с оптимальными стратегиями обоих игроков и ценой игры?

Критерии оценивания (Задание 2): за каждый полный и корректный ответ с пояснением — 1 балл. Максимум — 4 баллов.

Задание 3. Дана платёжная матрица игры (выигрыш первого игрока):

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 5 \\ 1 & 6 & 3 \end{pmatrix}$$

Требуется:

1. Проверить наличие седловой точки в чистых стратегиях (найти нижнюю и верхнюю цены игры). Сделайте вывод: нужна ли смешанная стратегия?
2. Сформулировать задачу первого игрока как задачу линейного программирования: ввести переменные, целевую функцию, ограничения.
3. Сформулировать двойственную задачу (для второго игрока). Укажите, как по решению двойственной задачи найти оптимальную стратегию второго игрока.
4. Решите обе задачи (можно симплекс-методом или средствами ПО, но на экзамене покажите ключевые шаги). Найдите цену игры v, оптимальные смешанные стратегии p=(p1,p2) и q=(q1,q2,q3).
5. Проверьте результат: подставьте стратегии в ожидаемый выигрыш p^TAq и убедитесь, что он равен v. Также проверьте, что для каждого чистого ответа второго игрока ожидаемый выигрыш первого не меньше v, и наоборот.

Критерии оценивания (Задание 3):

- Проверка седловой точки — 1 балл.
- Прямая задача ЗЛП (переменные, целевая, ограничения) — 2 балла.
- Двойственная задача и связь со стратегией второго игрока — 2 балла.
- Нахождение v,p,q — 2 балла.
- Проверка результата подстановкой и условиями оптимальности — 2 балла.
- Итого — до 9 баллов.

Лабораторные занятия № 1 – 13:

1. Построение простейших математических моделей
2. Решение простейших однокритериальных задач
3. Решение задачи Коши
4. Сведение произвольной задачи линейного программирования к основной задаче линейного программирования.
5. Решение задач линейного программирования симплекс-методом
6. Нахождение начального решения транспортной задачи
7. Решение транспортной задачи методом потенциалов
8. Определение минимального остова сети
9. Определение кратчайшего пути в сети.
10. Определение максимального потока в сети
11. Решение матричной игры со смешанными стратегиями
12. Решение матричной игры методом итераций
13. Выбор оптимального решения с помощью дерева решений

5.2. Критерии оценивания

5.2.1. Критерии оценивания устного ответа

При оценке устного ответа обучающегося учитывается:

1. полнота и правильность ответа;

2. степень осознанности, понимания изученного.

Отметка «5»: ответ правильный, полный в соответствии с изученным материалом; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

Отметка «4»: ответ правильный, полный в соответствии с изученным материалом; материал изложен в определенной логической последовательности; возможны отдельные затруднения в формулировке выводов.

Отметка «3»: ответ, в котором в основном правильно, но схематично или с отклонениями от последовательности изложения раскрыт материал или неполный, несвязный ответ, изложенный нелогично.

Отметка «2»: при ответе обнаружено непонимание обучающимся основного содержания учебного материала, неумение его анализировать, допущены существенные ошибки, которые обучающийся не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя, отсутствует логика в изложении материала, нет необходимых обобщений и самостоятельной оценки фактов; недостаточно сформированы навыки устной речи.

5.2.2. Критерии оценивания выполнения заданий на лабораторных и практических занятиях

- **Отметка «5»**: работа выполнена полностью и правильно; сделаны правильные выводы.
- **Отметка «4»**: работа выполнена правильно с учетом 1-2 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.
- **Отметка «3»**: работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущены 3-4 существенные ошибки.
- **Отметка «2»**: допущены 5 и более существенные ошибки в ходе работы, которые обучающийся не может исправить даже по требованию преподавателя.

Задания к лабораторным занятиям представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям по МДК.02.04.

Методы оценки:

- Защита отчетов по выполненному заданию на лабораторных занятиях.
- Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося на лабораторных занятиях.

5.2.3. Критерии оценивания тестовых заданий

Оценка в баллах	Степень выполнения задания
Неуд.	Выполнено от 0 до 49,9 % предложенных заданий
Удов.	Выполнено от 50 до 69,9 % предложенных заданий
Хор.	Выполнено от 70 до 89,9 % предложенных заданий
Отл.	Выполнено от 90 до 100 % предложенных заданий

5.2.4. Общая классификация ошибок

При оценке знаний и умений учитываются ошибки и недочёты в работе.

Грубыми считаются ошибки:

- незнание определения основных понятий, законов, общепринятых символов обозначений величин;
- неумение выделить в ответе главное; обобщить результаты изучения;
- неумение применить знания для решения задач;
- неумение использовать полученные данные для выводов;
- неумение пользоваться первоисточниками, учебником, справочником;

- нарушение техники безопасности, небрежное отношение к оборудованию.

Негрубыми считаются ошибки:

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой 1-3 из этих признаков второстепенными;
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения лабораторных занятий;
- недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики изложения, подмена отдельных основных вопросов второстепенными);
- нерациональные методы работы со справочной литературой;
- неумение выполнять лабораторные задания в общем виде.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ МДК.02.04 Математическое моделирование

6.1. Теоретические вопросы

№	Вопрос	Проверяемые знания
1.	Дайте определение математической модели. Чем она отличается от физической (натурной) модели? Назовите и раскройте её основные свойства: адекватность, точность, универсальность.	**З2, З3,**
2.	Понятие решения. Множество решений, оптимальное решение. Показатель эффективности решения	**З2, З3,**
3.	Математические модели, принципы их построения, виды моделей.	**З2, З3,**
4.	Перечислите и кратко охарактеризуйте основные этапы математического моделирования. Укажите типичные ошибки на каждом этапе и способы их предотвращения.	**З2, З3,**
5.	В чём разница между детерминированными и стохастическими моделями? Приведите пример одной и той же прикладной задачи в детерминированной и стохастической постановке.	**З2, З3,**
6.	Дайте определения верификации и валидации модели. Чем различаются цели, методы и критерии этих процедур? На каком этапе они проводятся и чем отличаются?	**З2, З3,**
7.	Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования. Поясните экономический смысл целевой функции и ограничений.	**З2, З3,**
8.	На чём основан графический метод решения ЗЛП? Опишите его геометрическую интерпретацию.	**З2, З3,**
9.	Что такое область допустимых решений (ОДР), линия уровня и опорная прямая? Как они связаны между собой?	**З2, З3,**
10.	Что такое каноническая форма задачи линейного программирования? Какие преобразования нужно выполнить, чтобы привести произвольную ЗЛП к	**З2, З3,**

№	Вопрос	Проверяемые знания
	каноническому виду	
11.	Что такое базисные и небазисные (свободные) переменные? Как по системе ограничений выделить начальный допустимый базис?	**З2, З3,**
12.	Перечислите основные шаги симплекс-метода. Кратко поясните смысл каждого шага.	**З2, З3,**
13.	Как устроена симплекс-таблица? Что означают элементы таблицы: коэффициенты при переменных, столбец свободных членов, индексная (целевая) строка?	**З2, З3,**
14.	Как интерпретировать симплекс-таблицу? По каким признакам можно утверждать, что найдено оптимальное решение?	**З2, З3,**
15.	Сформулируйте экономико-математическую модель классической транспортной задачи. Раскройте смысл переменных x_{ij}, целевой функции и системы ограничений.	**З2, З3,**
16.	Опишите, как свести транспортную задачу к задаче линейного программирования. Что делать, если суммарные запасы не равны суммарному спросу?	**З2, З3,**
17.	Опишите методы нахождения начального решения транспортной задачи	**З2, З3,**
18.	В чём идея метода потенциалов? Как рассчитать потенциалы ui и vj? Как вычислять оценки свободных клеток? Какой критерий оптимальности используют в методе потенциалов?	**З2, З3,**
19.	Что такое цикл в транспортной таблице? Как с его помощью улучшить план? Как определить величину перераспределяемого груза при переходе к новому плану?	**З2, З3,**
20.	Назовите два ключевых свойства задач, решаемых методом динамического программирования. Объясните, почему без них метод неприменим.	**З2, З3, З5,**
21.	Что понимается под «состоянием» и «управлением» в динамическом программировании? Приведите пример для задачи распределения ресурсов.	**З2, З3, З5,**
22.	Опишите алгоритм прямого хода в динамическом программировании. Что именно вычисляется и сохраняется на каждом шаге?	**З2, З3, З5,**
23.	Как восстановить оптимальное решение после заполнения таблицы ДП? Опишите алгоритм обратного хода и поясните, какие данные для этого нужно хранить.	**З2, З3, З5,**
24.	Что такое седловая точка в чистых стратегиях? Как её найти по платёжной матрице и что она означает для игроков?	**З2, З3, З5,**
25.	Как свести матричную игру без седловой точки к паре двойственных задач линейного программирования? Поясните смысл нормировки переменных.	**З2, З3, З5,**

№	Вопрос	Проверяемые знания
26.	Как проверить, что найденные смешанные стратегии действительно оптимальны?	**З2, З3, З5,**
27.	Дайте определение задачи принятия решений. Назовите и раскройте основные элементы: ЛПР, альтернативы, критерии, ограничения, неопределённость.	**З2, З3, З5,**
28.	Как классифицируют задачи принятия решений по степени определённости информации? Приведите по одному примеру для условий определённости, риска и неопределённости.	**З2, З3, З5,**
29.	Что такое множество Парето? Как его строят в многокритериальной задаче и почему решения из него называют «компромиссными»?	**З2, З3, З5,**
30.	Сформулируйте и сравните критерии выбора в условиях неопределённости: Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа. Для каждого укажите, какую стратегию поведения ЛПР он отражает.	**З2, З3, З5,**

6.2. Практические задания для промежуточной аттестации (У1, У2, У4)

Задание 1

На предприятии имеется сырье видов I, II, III. Из него можно изготавливать изделия типов A и B. Пусть запасы видов сырья на предприятии составляют b1, b2, b3 ед. соответственно, изделие типа A дает прибыль c1 ден.ед., а изделие типа B - c2 ден.ед. Расход сырья на изготовление одного изделия задан в словных единицах таблицей.

Составить план выпуска изделий, при котором предприятие имеет наибольшую прибыль. Решить задачу графическим методом.

1 вариант								
Изделие	Сырье			b1	b2	b3	c1	c2
	I	II	III					
A	6	3	2	102	91	105	5	9
B	3	4	5					
2вариант								
Изделие	Сырье			b1	b2	b3	c1	c2
	I	II	III					
A	1	1	3	20	36	40	2	5
B	3	2	1					
3 вариант								
Изделие	Сырье			b1	b2	b3	c1	c2
	I	II	III					
A	2	1	3	40	34	46	1	2
B	2	2	1					
4 вариант								
Изделие	Сырье			b1	b2	b3	c1	c2
	I	II	III					
A	3	4	3	300	520	600	6	3
B	1	3	4					

Задание 2

Предприятие выпускает три вида изделий (N1, N2, N3), используя три вида ресурсов (P1, P2, P3). Запасы ресурсов (З) ограничены. Прибыль от реализации (П) единицы изделия и нормы расхода ресурсов представлены в таблице. Определить ассортимент и объемы выпуска

продукции, получаемую прибыль, величину остатков. Найти решение задачи симплексным методом с представлением всех симплексных таблиц и проанализировать полученные результаты.

Вариант 1				
	N1	N2	N3	З
Р1	1	8	5	43
Р2	4	1	6	74
Р3	5	2	2	35
П	5	7	6	
Вариант 2				
	N1	N2	N3	З
Р1	3	5	4	81
Р2	6	1	3	74
Р3	1	5	2	33
П	4	8	7	
Вариант 3				
	N1	N2	N3	З
Р1	6	7	2	57
Р2	6	6	1	97
Р3	3	7	8	63
П	5	6	8	
Вариант 4				
	N1	N2	N3	З
Р1	7	8	3	81
Р2	4	1	6	68
Р3	5	1	7	54
П	2	5	6	

Задание3 . Имеются три пункта поставки однородного груза **А1, А2, А3** и пять пунктов **В1, В2, В3, В4, В5** потребления этого груза. На пунктах **А1, А2 и А3** находится груз соответственно в количестве ***a1, a2 и a3*** тонн. В пункты **В1, В2, В3, В4, В5** требуется доставить соответственно ***b1, b2, b3, b4, b5*** тонн груза. Расстояние между пунктами поставки и пунктами потребления приведено в таблице:

Вариант1

Потребители Поставщики	**В1**	**В2**	**В3**	**В4**	**В5**	Запасы
А1	24	50	55	27	16	200
А2	50	47	23	17	21	350
А3	35	59	55	27	41	300
Потребности	270	130	190	150	110	

Вариант2

Потребители Поставщики	**В1**	**В2**	**В3**	**В4**	**В5**	Запасы
А1	20	10	13	13	18	200
А2	27	19	20	16	22	300

A3	26	17	19	21	23	250
Потребности	210	150	120	135	135	

Вариант3

Потребители Поставщики	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	Запасы
A1	40	19	25	25	35	230
A2	49	26	27	18	38	250
A3	46	27	36	40	45	170
Потребности	140	90	160	110	150	

Вариант4

Потребители Поставщики	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	Запасы
A1	22	14	16	28	30	350
A2	19	17	26	36	36	200
A3	37	30	31	39	41	300
Потребности	170	140	200	195	145	

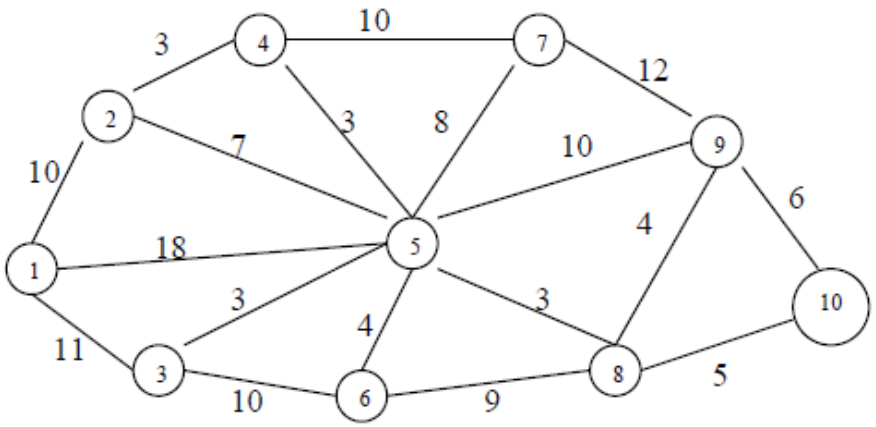
Найти такой план закрепления потребителей за поставщиками однородного груза, чтобы общие затраты по перевозкам были минимальными.

Задание 4

1 вариант.

Задача 1. Планируется работа двух отраслей производства А и В на 4 года. Количество x средств, вложенных в отрасль А, позволяет получить доход 2x и уменьшается до 0,6x. Количество y средств, вложенных в отрасль В, позволяет получить доход 3y и уменьшается до 0,2y. Необходимо распределить выделенные ресурсы в количестве S_0=850 единиц между отраслями по годам планируемого периода для получения максимальной прибыли за весь период.

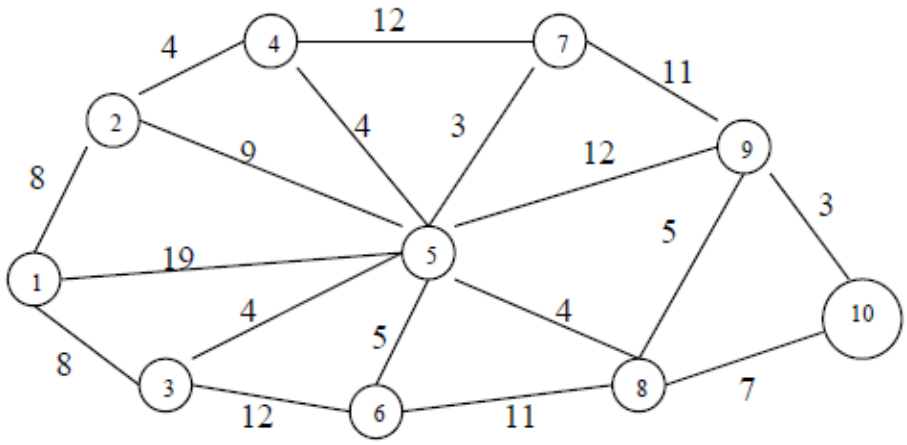
Задача 2. По заданной схеме, соединяющей 10 точек, найти кратчайшее расстояние от 1 точки до 10.



2 вариант.

Задача 1. Двум предприятиям А и В на 4 квартала выделено S_0=900 единиц средств. Каждый квартал предприятие А получает x средств, предприятие В - y средств. При этом от выделенных средств предприятие А получает 4x единиц и остаток средств 0,3x единиц, а предприятие В - доход 5y единиц и остаток выделенных средств 0,1y единиц. Необходимо распределить средства между предприятиями поквартально таким образом, чтобы за весь год оба предприятия получили максимальный доход.

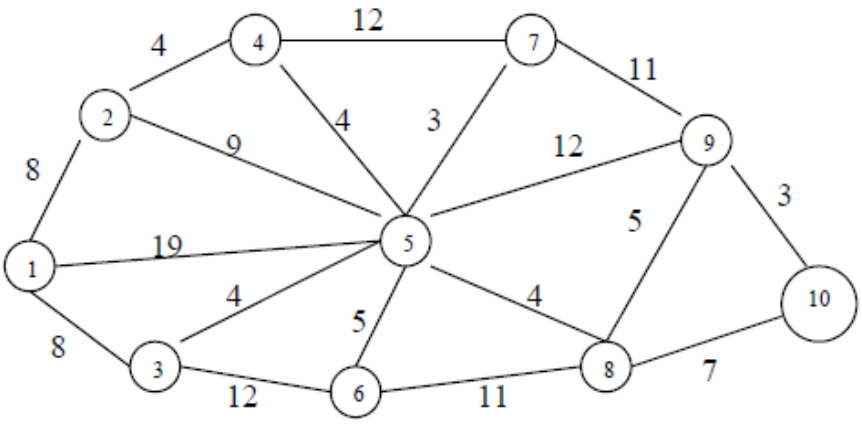
Задача 2. По заданной схеме, соединяющей 10 точек, найти кратчайшее расстояние от 1 точки до 10.



3 вариант.

Задача 1. Планируется работа двух отраслей производства А и В на 4 года. Количество x средств, вложенных в отрасль А, позволяет получить доход 5x и уменьшается до 0,1x. Количество y средств, вложенных в отрасль В, позволяет получить доход 3y и уменьшается до 0,5y. Необходимо распределить выделенные ресурсы в количестве S_0=1100 единиц между отраслями по годам планируемого периода для получения максимальной прибыли за весь период.

Задача 2. По заданной схеме, соединяющей 10 точек, найти кратчайшее расстояние от 1 точки до 10.

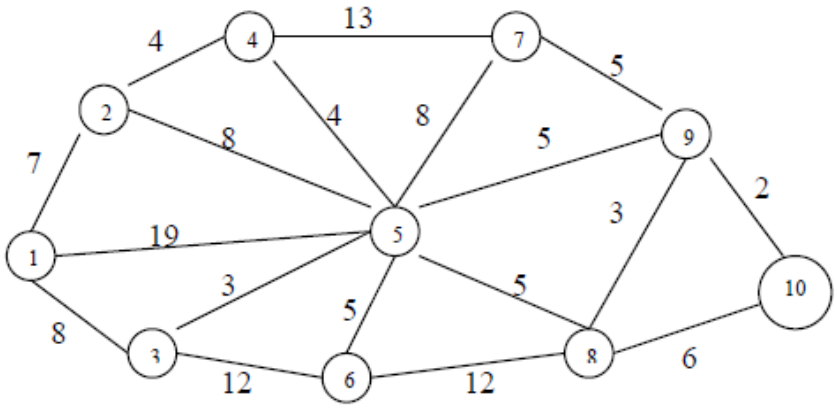


4 вариант.

Задача 1. Двум предприятиям А и В на 4 квартала выделено S_0=750 единиц средств. Каждый квартал предприятие А получает x средств, предприятие В - y средств. При этом от выделенных средств предприятие А получает 4x единиц и остаток средств 0,3x единиц, а

предприятие В - доход 3у единиц и остаток выделенных средств 0,6у единиц. Необходимо распределить средства между предприятиями поквартально таким образом, чтобы за весь год оба предприятия получили максимальный доход.

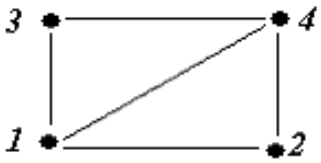
Задача 2. По заданной схеме, соединяющей 10 точек, найти кратчайшее расстояние от 1 точки до 10.



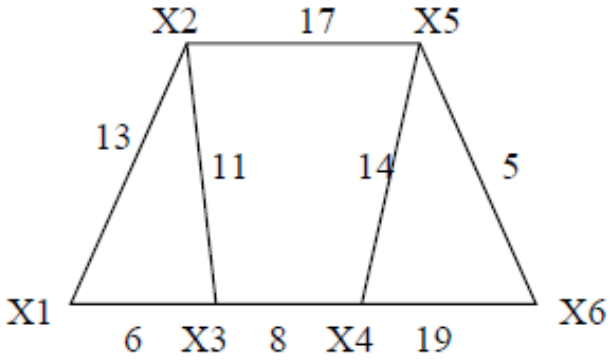
Задание 5

1 вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:

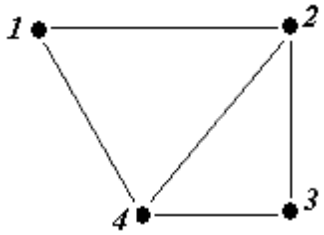


Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки X1 до всех остальных точек.

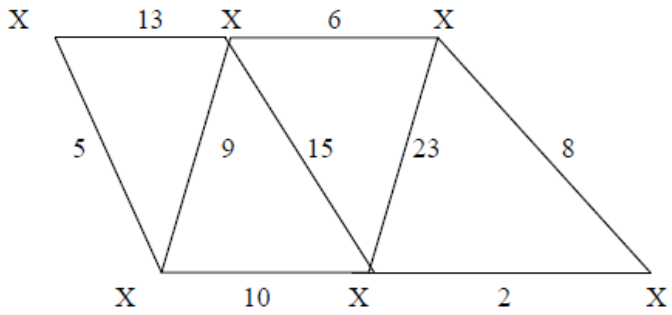


2 вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:

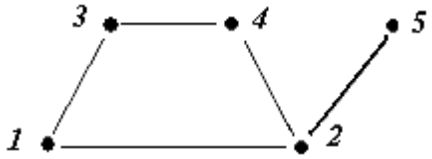


Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки X1 до всех остальных точек.

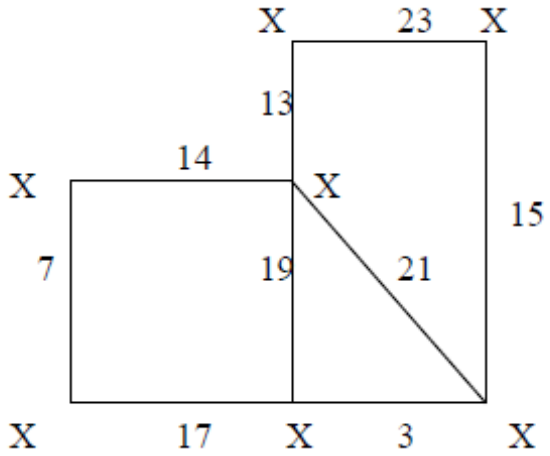


3 вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:

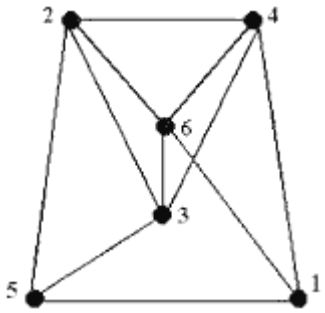


Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки X1 до всех остальных точек.

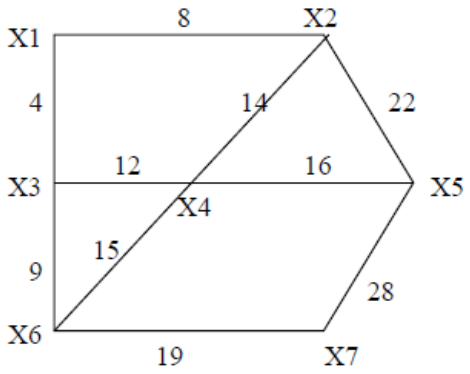


4 вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:



Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки X1 до всех остальных точек.



6.3. Критерии оценивания ответов на экзамене

- оценка **«отлично»**, если студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе на вопросы продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросам; сделал вывод по излагаемому материалу; практическое задание выполнено полностью и правильно, обосновано.
- оценка **«хорошо»**, если студент обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала; но имеются существенные неточности в формулировании понятий и закономерностей по вопросам; не полностью сделаны выводы по излагаемому материалу; практическое задание выполнено с 1-2 несущественными ошибками.
- оценка **«удовлетворительно»**, если студент имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения; практическое задание выполнено не менее чем на половину.
- оценка **«неудовлетворительно»**, если студент не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения; ни один вопрос не рассмотрен до конца, наводящие вопросы не помогают; практическое задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Основная литература

1. Агальцов, В. П. «Математические методы в программировании» : учебник / В. П. Агальцов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 240 с. — (Среднее профессиональное образование). — ISBN 978-5-8199-0410-7. — Текст : электронный. URL: znanium.ru (режим доступа: по подписке). dom-rsuh.ru
2. Балакин, А. А. «Численные методы и математическое моделирование» : учебное пособие / А. А. Балакин. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2026. — 287 с. — ISBN 978-5-91559-297-0. — Текст : электронный. URL: znanium.ru (дата обращения: 10.03.2026). — Режим доступа: по подписке. dontu.ru
3. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Рейзлин. — 2- е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 126 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15286-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/520443

4. Математическое моделирование и проектирование : учебное пособие / А. С. Коломейченко, И. Н. Кравченко, А. Н. Ставцев, А. А. Полухин ; под ред. А. С. Коломейченко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 181 с. — (Среднее профессиональное образование). — ISBN 978-5-16-015651-4. — Текст : электронный. URL: znanium.ru. college.ibnd.ru
5. Костюкова, Н. И. Основы математического моделирования: учебное пособие для СПО / Н. И. Костюкова. — Саратов : Профобразование, 2021. — 219 с. — ISBN 978-5-4488-1001-5. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102194.html
6. Губарь, Ю. В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для СПО / Ю. В. Губарь. — Саратов: Профобразование, 2021. — 178 с. — ISBN 978-5-4488-0991-0. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/102184.html

7.2. Дополнительная литература

1. Замятина, О. М. Инфокоммуникационные системы и сети. Основы моделирования : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. М. Замятина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 159 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10682-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518012
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 133 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13307-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518822
3. Древс, Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. Г. Древс, В. В. Золотарёв. — 2- е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 142 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11951-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517790
4. Никонов, О. И. Математическое моделирование и методы принятия решений : учебное пособие для СПО / О. И. Никонов, С. В. Кругликов, М. А. Медведева ; под редакцией А. А. Астафьева. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 99 с. — ISBN 978-5-4488-0482-3, 978-5-7996-2828-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/87825.html
5. Губарь, Ю. В. Введение в математическое программирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. — 3- е изд. — Москва : Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 225 с. — ISBN 978-5-4497-0872-4. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/101994.html

7.3. Интернет ресурсы:

- http://www.intuit.ru Интернет-университет информационных технологий (ИНТУИТ.ру)
- http://znanium.com — Электронная библиотечная система
- http://www.iprbookshop.ru — Электронная библиотечная система
- https://www.urait.ru — Электронная библиотечная система
- https://e.lanbook.com — Электронная библиотечная система

- www.math.ru — Общероссийский математический портал
- www.math-net.ru — журнал «Математическое моделирование»
- www.exponenta.ru — образовательный математический сайт.