Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.09.2026 18:50:40
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e839d98ec1c5bb2f5eb89c29abfcd7f43985447

Образовательное частное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»

(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Директор Международного института информационных технологий и бизнес-информатики
_____ Т.В. Новикова
«17» декабря 2025г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине:
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И ТЕОРИЯ ИГР

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика
(уровень бакалавриат)

Направленность (профиль):
«Анализ данных»

Форма обучения: **очная, заочная**

Москва

Фонд оценочных средств для дисциплины «Исследование операций и теория игр». Направление подготовки/специальность 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль/специализация): Анализ Данных/ О.С. Зеленская – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова.

Фонд оценочных средств является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

Разработчик: О.С. Зеленская

Заведующий кафедрой: _____/ Н. Н. Загускин

1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Исследование операций и теория игр» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины (РПД) «Исследование операций и теория игр». На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие оценочные средства:

№ п/п	Оценочное средство	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тестирование	Вид контроля, позволяющий оценить изученный теоретический материал.	Вопросы для проведения тестирования
2	Практические задания	Вид контроля, позволяющий оценить умение обучающегося применять осваиваемую компетенцию в практических ситуациях и при решении производственных задач	Задания к практическому занятию
3	Контрольная работа	Вид контроля, позволяющий определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций	Задания контрольной работы
4	Самостоятельная работа	Вид контроля, позволяющий оценить проработку теоретического материала, изучение рекомендуемой литературы, выполнение практико-ориентированных заданий (заполнение таблиц, проведение сравнительного анализа, составление схем и др.), решение практических задач, создание презентаций, написание рефератов, подборку нормативного и иного материала и выполнение других заданий	Задания самостоятельной работы
5	Курсовая работа	Вид контроля, позволяющий выявить степень владения базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для обучения, и определить уровень владения новым материалом	Индивидуальные задания (темы) для курсовой работы
6	Зачет/Зачет с оценкой/Экзамен	Вид контроля, позволяющий выявить степень овладения знаниями, умениями и навыками, необходимыми для дальнейшего освоения образовательной программы подготовки	Вопросы для подготовки к зачету/зачету с оценкой/экзамену

3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Сопроводительная информация.

Разработчик	О.С. Зеленская
Кафедра	Прикладной информатики и информационных технологий
Наименование дисциплины	Исследование операций и теория игр
Факультет / институт	Институт международной экономики, лидерства и менеджмента
Направление подготовки / специальность	09.03.03 Прикладная информатика
Количество вопросов в оценочных заданиях (диапазон)	От 10 до 20
Общее время тестирования (мин)	90
Общее количество вопросов/заданий в ФОС	20
Размещенность на сайте Университета примерного перечня вопросов, заданий ФОС – для подготовки обучающихся к прохождению оценки (да / нет)	Да

3.2. Характеристика оцениваемых компетенций.

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации

4. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

4.1. ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.

Тесты содержат набор вопросов, в полном объеме охватывающие изученный теоретический материал по указанной теме. Выполнение тестов позволяет определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций. Индивидуальный тестовый сеанс для каждого обучающегося формируется по специальному алгоритму, обеспечивающему заданную тематическую структуру и пропорциональное наличие вопросов разного типа и сложности.

При формировании тестов необходимо использовать задания следующих типов:

Тип задания 1. Задания закрытого типа на установление соответствия.

Тип задания 2. Задания закрытого типа на установление последовательности.

Тип задания 3. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных

Тип задания 4. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных

Тип задания 5. Задания открытого типа с развернутым ответом.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
Тема 1.1 Предмет в задачи исследования операции	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Задание 1.1.** Вопрос: Какие из следующих утверждений верно описывают суть и цели исследования операций (ИО)? 1) ИО занимается исключительно разработкой алгоритмов для компьютерных систем. 2) Основная цель ИО – нахождение наилучшего (оптимального) решения для управления организованной системой в условиях ограничений. 3) ИО применяет междисциплинарный научный подход, используя методы математики, статистики и инженерии. 4) ИО рассматривает только детерминированные (полностью определенные) процессы и игнорирует фактор неопределенности. Правильные ответы: 2, 3. Пояснение: Ответ 2 – правильный, так как точно отражает оптимизационную суть ИО: выбор наилучшего варианта действий из множества возможных. Ответ 3 – правильный, поскольку ИО по своей природе является синтетической дисциплиной, интегрирующей знания из разных областей для решения комплексных проблем. Ответ 1 – неверный. Хотя ИО использует алгоритмы и компьютеры, его предмет гораздо шире — это управление системами (людскими, техническими, экономическими).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ 4 – неверный. Учет неопределенности (стохастичности, поведения противника в играх) является одной из ключевых задач и разделов ИО (теория игр, стохастическое программирование). **Задание 1.2.** Вопрос: Какие элементы являются обязательными для построения математической модели в исследовании операций? 1) Переменные решения, которые мы можем выбирать. 2) Система ограничений, накладываемых на переменные. 3) Биографические данные всех участников операции. 4) Целевая функция (критерий эффективности), которую требуется оптимизировать. Правильные ответы: 1, 2, 4. Пояснение: Ответы 1, 2, 4 – правильные. Триада «переменные решения → ограничения → целевая функция» составляет ядро любой формальной математической модели в ИО. Без любого из этих элементов модель теряет свой оптимизационный смысл. Ответ 3 – неверный. Хотя человеческий фактор важен, в строгую математическую модель конкретные биографические данные не входят. Они могут учитываться косвенно через параметры предпочтений или функций полезности, но не являются обязательным элементом формальной модели. 2. Задания типа «Установи в нужном порядке»

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Задание 2.1. Вопрос: Установите правильную логическую последовательность этапов типичного исследования операций. Построение математической модели. Реализация найденного решения и контроль его эффективности. Формулировка проблемы и постановка цели. Валидация модели и поиск оптимального решения. Сбор данных и анализ системы. Правильная последовательность: 3 → 5 → 1 → 4 → 2. Пояснение: Эта последовательность отражает классический системный подход. Сначала нужно понять и сформулировать проблему (3), затем изучить систему и собрать информацию (5). На основе этого строится модель (1), которая затем проверяется и используется для расчетов (4). Финальный и crucial этап – внедрение результата в реальность, а не просто его теоретическое нахождение (2). **Задание 2.2.** Вопрос: Расположите в порядке абстрактности (от наиболее конкретного к наиболее абстрактному) следующие понятия. Математическая модель транспортной задачи (с конкретными складами и магазинами). Реальная логистическая система компании. Общая модель задачи линейного программирования в канонической форме.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Правильная последовательность: 2 → 1 → 3. Пояснение: Реальная система (2) – это конкретный объект. Математическая модель транспортной задачи (1) – это ее первое упрощенное, но еще содержательное (с контекстом "транспорт") представление. Общая модель ЛП (3) – это высшая степень абстракции, очищенная от какой-либо предметной области, работающая только с коэффициентами, переменными и ограничениями. 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» **Задание 3.1.** Вопрос: Установите соответствие между ключевыми понятиями исследования операций и их определениями. Список 1 (Понятия): Операция. Эффективность операции. Стратегия. Оптимальное решение. Список 2 (Определения): A) Полный план действий, однозначно определяющий поведение игрока (или ЛПР) при любых возможных обстоятельствах. B) Организованное действие (система действий), направленное на достижение определенной цели. C) Решение, которое по выбранному критерию является наилучшим среди всех допустимых решений. D) Степень достижения цели операции, обычно выражаемая количественным показателем (критерием).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Правильные соответствия: 1-B, 2-D, 3-A, 4-C. Пояснение: Соответствия установлены в соответствии с классическими определениями в учебниках по ИО. «Операция» — это базовое организованное действие. Ее успех измеряется «эффективностью». «Стратегия» — это полный план, а «оптимальное решение» — это та стратегия, которая максимизирует эффективность. **Задание 3.2.** Вопрос: Установите соответствие между типом математической модели и ее характерным признаком. Список 1 (Типы моделей): Детерминированная статическая модель. Стохастическая модель. Игровая модель. Динамическая модель. Список 2 (Признаки): A) Явно учитывает фактор времени, переменные зависят от временного параметра. B) Все параметры модели известны точно, и результат однозначно определяется выбранным решением. C) Включает в себя элемент неопределенности, описываемый вероятностными распределениями. D) Учитывает наличие сознательных противников или партнеров с собственными целями.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Правильные соответствия: 1-B, 2-C, 3-D, 4-A. Пояснение: Классификация основана на учете неопределенности и времени. «Детерминированная статическая» — все известно и «заморожено» во времени (B). «Стохастическая» — есть случайность (C). «Игровая» — неопределенность вызвана действиями других агентов (D). «Динамическая» — время является ключевой переменной (A). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» **Задание 4.1.** Вопрос: Что является главной отличительной чертой именно «игровой» модели в исследовании операций по сравнению с другими? Обязательное наличие выигрыша и проигрыша в денежной форме. Наличие двух или более сторон (игроков) с различными, не совпадающими интересами. Обязательное использование теории вероятностей. Требование, чтобы сумма выигрышей всех игроков была равна нулю. Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Сущность игровой модели – конфликт или взаимодействие интересов. Без этого она становится оптимизационной задачей с природной неопределенностью (стохастической) или детерминированной. Ответ 1 – неверный. Выигрыш может быть не денежным (полезность, доля рынка).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ 3 – неверный. Теория вероятностей характерна для стохастических, но не обязательна для игровых моделей (например, антагонистические игры с полной информацией могут быть детерминированными). Ответ 4 – неверный. Это признак лишь класса игр с нулевой суммой, которых много, но это частный случай. **Задание 4.2.** Вопрос: Какое из перечисленных понятий является СИНОНИМОМ «исследования операций» в современном научном контексте? Системный анализ. Математическое программирование. Теория принятия решений. Наука управления (Management Science). Правильный ответ: 4. Пояснение: Ответ 4 – правильный. Термины «Operations Research» (исследование операций) и «Management Science» (наука управления) в мировой литературе часто используются как синонимы, обозначающие междисциплинарную прикладную науку о принятии оптимальных решений в сложных организационных системах. Ответ 1 – неверный. Системный анализ – это более широкий философско-методологический подход, частью которого является ИО. Ответ 2 – неверный. Математическое программирование – это один из ключевых математических аппаратов, используемый в ИО, но лишь его часть.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ 3 – неверный. Теория принятия решений – это ядро ИО, но последнее включает также моделирование, сбор данных и внедрение, то есть является более прикладной и комплексной дисциплиной. 5. Задания типа «Открытый вопрос» **Задание 5.1.** Вопрос: Как называется основополагающий принцип исследования операций, который требует рассматривать систему как целое, а не как простую сумму её частей, и учитывать взаимосвязи между элементами системы? Правильный ответ: Системный подход (или системное мышление). Пояснение: Именно «системный подход» является философской и методологической базой ИО. Он диктует, что оптимизация работы отдельного элемента (подразделения, станка) без учета его влияния на всю систему может не привести к оптимизации системы в целом, а иногда и ухудшить её работу. **Задание 5.2.** Вопрос: Как называется числовая функция в математической модели, экстремум которой (максимум или минимум) необходимо найти при заданных ограничениях? Правильный ответ: Целевая функция (также допустимы: критерий эффективности, функция цели, показатель эффективности). Пояснение: «Целевая функция» – это стандартный и строгий математический термин, формализующий цель операции. Её оптимизация (max прибыли, min затрат, max вероятности) и есть математическая суть задачи принятия решения в ИО.
Тема 1.2 Разновидности задач	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск,	Задание 1.1. Вопрос: Какие из перечисленных задач являются классическими примерами детерминированных задач исследования операций, где все параметры известны

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
исследования операции и подходов к их решению	анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	точно? Задача составления оптимального инвестиционного портфеля при известных будущих доходах от активов. Задача о кратчайшем пути в сети с известными длинами ребер. Задача выбора стратегии на аукционе при неизвестных оценках других участников. Задача оптимального раскроя стандартных листов материала для минимизации отходов. Правильные ответы: 2, 4. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Задача о кратчайшем пути – эталонная детерминированная задача: граф и веса рёбер заданы однозначно. Ответ 4 – правильный. Задача раскроя (обрезки) – классическая задача линейного/целочисленного программирования, все параметры (размеры заготовок, деталей) считаются известными и постоянными. Ответ 1 – неверный. Будущие доходы от активов принципиально неизвестны и неопределенны, что сразу относит эту задачу к области стохастических моделей или моделей принятия решений в условиях риска. Ответ 3 – неверный. Неизвестность оценок и, как следствие, поведения других участников делает эту задачу типично игровой (в условиях неопределенности, порожденной действиями других агентов). Задание 1.2.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Вопрос: Какие из следующих утверждений верно характеризуют особенности и подходы к решению многокритериальных задач? Всегда существует единственное оптимальное решение, которое максимизирует все критерии одновременно. Для сведения к однокритериальной задаче может применяться метод взвешивания (присвоения весов критериям). Понятие «оптимальность по Парето» является ключевым для анализа множества допустимых решений. Такие задачи решаются исключительно методами теории игр, так как критерии «конфликтуют» друг с другом. Правильные ответы: 2, 3. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Метод взвешивания – один из базовых подходов к скаляризации (сведению к одному критерию) в многокритериальных задачах. Ответ 3 – правильный. Оптимальность по Парето (ситуация, когда улучшение одного критерия невозможно без ухудшения другого) – фундаментальное понятие, сужающее множество решений до эффективной границы. Ответ 1 – неверный. Это редчайший случай (полная согласованность критериев). Как правило, критерии конфликтуют, и решения, оптимального по всем критериям сразу, не существует. Ответ 4 – неверный. Теория игр изучает конфликт интересов различных субъектов. Многокритериальность – это конфликт целей одного лица, принимающего решения (ЛПР). Аппараты этих дисциплин различны, хотя и

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			пересекаются в некоторых концепциях (например, переговорные множества). 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» Задание 2.1. Вопрос: Расположите следующие типы задач в порядке возрастания сложности учета неопределенности (от простой к самой сложной). Детерминированная оптимизационная задача. Задача принятия решений в условиях стохастической неопределенности (риска). Игровая задача в условиях неопределенности (конфликта). Правильная последовательность: 1 → 2 → 3. Пояснение: Последовательность отражает иерархию неопределенности. 1) – неопределенности нет, все параметры известны. 2) – неопределенность есть, но она носит «природный», вероятностный характер (погода, спрос). 3) – неопределенность порождена сознательными действиями других игроков, что требует учета их рациональности и интересов, что сложнее вероятностных моделей. Задание 2.2. Вопрос: Установите логическую последовательность действий при решении задачи в условиях стохастической неопределенности с использованием критерия ожидаемого значения. Определить множество возможных решений (стратегий). Оценить математическое ожидание выигрыша для каждой стратегии. Выбрать стратегию с максимальным ожидаемым значением выигрыша.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Для каждой стратегии выявить возможные состояния среды (сценарии) и назначить им вероятности. Правильная последовательность: 1 → 4 → 2 → 3. Пояснение: Это стандартный алгоритм. Сначала определяем, что мы можем сделать (1). Затем анализируем внешнюю среду: что может произойти и с какой вероятностью (4). После этого для каждой нашей возможной стратегии вычисляется средневзвешенный результат (ожидаемое значение) (2). Финальный шаг – выбор наилучшей по этому критерию стратегии (3). 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» Задание 3.1. Вопрос: Установите соответствие между типом задачи исследования операций и наиболее адекватным математическим аппаратом для ее решения. Список 1 (Тип задачи): Прямая детерминированная задача распределения ресурсов. Обратная задача (задача синтеза) при заданном желаемом результате. Задача выбора в условиях неопределенности с известными вероятностями. Многокритериальная задача с конфликтующими целями. Список 2 (Математический аппарат): A) Методы стохастического программирования или анализ дерева решений с критерием ожидаемого значения. B) Методы поиска множества Парето-оптимальных решений, метод идеальной точки. C) Методы математического программирования (линейного, нелинейного, целочисленного).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			D) Методы решения систем уравнений и неравенств, задачи обратной оптимизации. Правильные соответствия: 1-C, 2-D, 3-A, 4-B. Пояснение: Прямая оптимизация при известных параметрах (1) – сфера C. Если задан результат и нужно найти параметры системы (2) – это D. Неопределенность с вероятностями (риск) (3) требует A. Работа с несколькими целями (4) – это область B. Задание 3.2. Вопрос: Установите соответствие между известными критериями выбора решений в условиях полной неопределенности (вероятности неизвестны) и их формулировкой. Список 1 (Критерий): Критерий Вальда (максимин). Критерий Сэвиджа (минимаксного сожаления). Критерий Гурвица (пессимизма-оптимизма). Критерий Лапласа (равных вероятностей). Список 2 (Логика выбора): A) Выбор стратегии, которая минимизирует максимально возможные потери («сожаление») от того, что мы не выбрали лучшую стратегию для данного состояния среды. B) Предположение, что все состояния среды равновероятны, и выбор стратегии с максимальным средним выигрышем. C) Выбор стратегии, которая максимизирует гарантированный (наихудший) выигрыш.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			D) Взвешенная комбинация оценок по наихудшему и наилучшему сценариям с заданным коэффициентом оптимизма. Правильные соответствия: 1-C, 2-A, 3-D, 4-B. Пояснение: Это классические соответствия. Вальд ориентируется на гарантированный результат (C). Сэвидж — на минимизацию сожалений (A). Гурвиц вводит субъективный коэффициент (D). Лаплас исходит из принципа недостаточного основания (B). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» Задание 4.1. Вопрос: В чём состоит основное различие между прямой и обратной задачей исследования операций? Прямая задача всегда решается методами линейного программирования, а обратная – нет. Прямая задача имеет единственное решение, а обратная – множество решений. В прямой задаче ищется оптимальное решение при заданных ресурсах, а в обратной – требуемые ресурсы или параметры системы для достижения заданного результата. Прямая задача является детерминированной, а обратная – всегда содержит неопределенность. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это и есть классическое определение: прямая задача — «что сделать при данных условиях?», обратная — «какими должны быть

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			условия, чтобы получить нужный результат?». Ответ 1 – неверный. Оба типа задач могут решаться различными методами, не только линейным программированием. Ответ 2 – неверный. Обе задачи могут иметь как единственное, так и множественное, так и не иметь допустимых решений. Ответ 4 – неверный. Оба типа могут быть как детерминированными, так и стохастическими. Задание 4.2. Вопрос: Как называется ситуация в многокритериальной задаче, когда улучшение значения одного критерия невозможно без ухудшения значения хотя бы одного другого критерия? Равновесие по Нэшу. Ситуация доминирования. Парето-оптимальность. Компромиссное решение. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это строгое определение оптимальности по Парето (Парето-оптимальности, Парето-эффективности). Ответ 1 – неверный. Равновесие по Нэшу – понятие из теории игр, описывающее устойчивое состояние в конфликте нескольких агентов.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ 2 – неверный. Доминирование – это ситуация, когда одно решение лучше другого по всем критериям, что противоположно конфликтной ситуации Парето-оптимальности. Ответ 4 – неверный. Компромиссное решение – это неформальный термин, который может быть найден среди Парето-оптимальных решений на основе дополнительных предпочтений ЛПР. 5. Задания типа «Открытый вопрос» Задание 5.1. Вопрос: Как называется принцип, лежащий в основе критерия Лапласа для выбора решений в условиях полной неопределенности, который оправдывает предположение о равной вероятности всех состояний природы? Правильный ответ: Принцип недостаточного основания (принцип индифферентности, принцип равновозможности). Пояснение: Именно «принцип недостаточного основания», сформулированный еще Бернулли и Лапласом, гласит: если у нас нет никаких данных, позволяющих предпочесть одно состояние среды другому, мы должны считать их равновероятными. Это философское обоснование для расчета простого среднего арифметического. Задание 5.2. Вопрос: Как называется общий подход к решению многокритериальных задач, при котором все критерии агрегируются в один скалярный показатель, например, путём вычисления взвешенной суммы? Правильный ответ: Скаляризация (или метод свертки критериев). Пояснение: Термин «скаляризация» точно отражает суть процесса: сведение векторного критерия (набора чисел) к одному скалярному (одному числу). Метод

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			взвешенной суммы – наиболее частный и известный пример скаляризации.
Тема 1.3 Линейное программирование.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Задание 1.1.** Вопрос: Какие из следующих условий являются необходимыми и достаточными для того, чтобы математическая модель задачи была отнесена к классу задач линейного программирования? Наличие двух и более переменных. Все функции в модели (целевая и в ограничениях) должны быть линейными. Наличие ограничений в виде равенств или неравенств. Переменные задачи должны принимать только целые неотрицательные значения. Правильные ответы: 2, 3. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Линейность — это определяющее свойство ЛП. Без него задача становится нелинейной. Ответ 3 – правильный. Наличие ограничений — обязательный признак. Задача без ограничений на бесконечности не имеет конечного оптимума для линейной функции (если она не константа). Ответ 1 – неверный. Хотя большинство задач ЛП имеют много переменных, теоретически возможна задача с одной переменной (например, max x при x <= 5). Это все еще ЛП. Ответ 4 – неверный. Это условие характерно для целочисленного линейного программирования (ЦЛП), которое является частным и более сложным случаем. В классическом ЛП переменные могут быть любыми неотрицательными действительными числами (или иметь произвольный знак, если это

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			предусмотрено). **Задание 1.2.** Вопрос: Какие из следующих утверждений о симплекс-методе являются верными? Это итеративный метод, последовательно улучшающий значение целевой функции при переходе от одной вершины многогранника решений к другой. Он гарантированно находит глобальный оптимум за конечное число шагов для любой задачи ЛП. Он может быть применен для непосредственного решения задач целочисленного линейного программирования без модификаций. На каждом шаге метода выполняется проверка условия оптимальности текущего базисного решения. Правильные ответы: 1, 2, 4. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Это геометрическая и алгебраическая суть метода: движение по вершинам (угловым точкам) области допустимых решений (ОДР). Ответ 2 – правильный. Ключевая теорема ЛП: если оптимальное решение существует, то оно достигается в вершине ОДР. Симплекс-метод, перебирая вершины, за конечное число итераций найдет его (если задача не вырождена с зацикливанием, что устраняется специальными правилами). Ответ 4 – правильный. Проверка знаков оценок (коэффициентов в индексной строке) для небазисных переменных — это и есть критерий оптимальности в симплекс-методе.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ 3 – неверный. Стандартный симплекс-метод находит дробные решения. Для решения ЦЛП требуются специальные надстройки над ним: методы отсечений (Гомори) или методы ветвей и границ. 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» **Задание 2.1.** Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при решении задачи ЛП графическим методом (для случая максимизации). Найти координаты всех вершин полученного многоугольника допустимых решений. Определить направление роста целевой функции (вектор градиента). Определить область допустимых решений (ОДР) как пересечение полуплоскостей, заданных ограничениями. Вычислить значение целевой функции во всех вершинах ОДР и выбрать вершину с максимальным значением. Построить на плоскости линии уровня целевой функции и перемещать их в направлении градиента до последней точки касания с ОДР. Правильная последовательность: 3 → 1 → 2 → 5 → 4. Пояснение: Логика графического решения строго следует этому порядку. Сначала строится ОДР (3), и сразу естественно находятся ее вершины (1). Затем анализируется целевая функция: определяется направление ее роста (2). После этого применяется метод линий уровня: их перемещение (5) позволяет визуально найти оптимальную вершину (или грань). Финальный шаг — точный аналитический расчет значений в найденной вершине(-ах) (4). Заметим, что шаги 4 и 5 взаимосвязаны, но визуальное нахождение (5) предшествует точному

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			вычислению (4). **Задание 2.2.** Вопрос: Расположите следующие понятия теории ЛП в логическом порядке их возникновения при формулировке и решении двойственной задачи. Переменные двойственной задачи. Теоремы двойственности (например, о дополняющей нежесткости). Прямая задача линейного программирования в стандартной форме. Матрица коэффициентов ограничений и вектора правых частей/коэффициентов целевой функции. Правильная последовательность: 3 → 4 → 1 → 2. Пояснение: Последовательность отражает процесс построения теории. Все начинается с формулировки прямой задачи (3). Из ее структуры (матрицы и векторов (4)) по четким правилам строятся двойственные переменные и сама двойственная задача (1). И только после того, как определены обе задачи, формулируются и доказываются глубокие теоремы двойственности, связывающие их решения (2). 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» **Задание 3.1.** Вопрос: Установите соответствие между понятием линейного программирования и его кратким определением. Список 1 (Понятие): Допустимое решение.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Опорное решение. Вырожденное опорное решение. Оптимальное решение. Список 2 (Определение): A) Допустимое решение, которое соответствует вершине многогранника решений (имеет не более m положительных компонент для задачи с m ограничениями). B) Допустимое решение, доставляющее целевой функции экстремальное (максимальное или минимальное) значение. C) Решение, удовлетворяющее всем ограничениям задачи. D) Опорное решение, в котором число положительных базисных переменных строго меньше ранга системы ограничений (числа m). Правильные соответствия: 1-C, 2-A, 3-D, 4-B. Пояснение: Это базовые определения. Допустимое — просто удовлетворяет условиям (C). Опорное — это именно угловая точка, базисное решение (A). Вырожденное — частный случай опорного, когда через точку проходит «лишняя» гиперплоскость (D). Оптимальное — лучшее из допустимых (B). **Задание 3.2.** Вопрос: Установите соответствие между типом задачи математического программирования и характерным для нее методом решения. Список 1 (Тип задачи): Классическая задача ЛП (непрерывная). Задача целочисленного линейного программирования (ЦЛП).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Транспортная задача. Задача о назначениях. Список 2 (Характерный метод): A) Метод потенциалов. B) Венгерский алгоритм. C) Симплекс-метод. D) Метод ветвей и границ. Правильные соответствия: 1-C, 2-D, 3-A, 4-B. Пояснение: 1) Решается универсальным C) симплекс-методом. 2) Для ЦЛП базовый подход — D) метод ветвей и границ, использующий симплекс-метод как подпрограмму. 3) Транспортная задача, как частный случай ЛП, эффективно решается специализированным A) методом потенциалов. 4) Задача о назначениях — частный случай транспортной, решается еще более эффективным B) Венгерским алгоритмом. 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» **Задание 4.1.** Вопрос: Что из перечисленного является основной задачей линейного программирования (в канонической форме)? Найти минимум линейной целевой функции при ограничениях в виде линейных неравенств типа «≤» и условии неотрицательности переменных. Найти максимум линейной целевой функции при ограничениях в виде линейных уравнений и условии неотрицательности переменных. Найти минимум линейной целевой функции при ограничениях в виде линейных неравенств типа «≥» и произвольных по знаку переменных.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Найти максимум или минимум линейной целевой функции при смешанных ограничениях (уравнения и неравенства). Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Каноническая (основная) форма ЛП строго определена как: максимизация линейной целевой функции при ограничениях-равенствах и условии неотрицательности всех переменных. Это форма, к которой сводятся все остальные, и для которой непосредственно описан симплекс-метод. Ответ 1 – неверный. Это стандартная (симметричная) форма задачи на максимум. Ответ 3 – неверный. Это вариант задачи на минимум, не являющийся каноническим. Ответ 4 – неверный. Это общая форма задачи ЛП, которую перед решением необходимо привести к канонической или стандартной. **Задание 4.2.** Вопрос: В чём состоит экономический смысл переменных двойственной задачи в паре с задачей об оптимальном производственном плане (прямой задаче)? Они показывают, как изменится оптимальный план при изменении на единицу запасов каждого из ресурсов. Они показывают оптимальные объемы производства каждого вида продукции. Они показывают, насколько нужно увеличить цену на продукцию, чтобы производство стало рентабельным.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Они показывают себестоимость производства единицы каждого вида продукции. Правильный ответ: 1. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Это фундаментальная экономическая интерпретация: двойственные переменные (объективно обусловленные оценки, теневые цены) отражают предельную полезность (предельную прибыльность) единицы соответствующего ресурса. Они показывают, насколько увеличится значение целевой функции (доход) при увеличении запаса данного ресурса на единицу. Ответ 2 – неверный. Это смысл переменных прямой задачи. Ответ 3 – неверный. Цены на продукцию задаются в целевой функции прямой задачи. Ответ 4 – неверный. Себестоимость может учитываться в ограничениях или коэффициентах целевой функции, но не является прямым смыслом двойственных переменных. 5. Задания типа «Открытый вопрос» **Задание 5.1.** Вопрос: Как называется основная теорема линейного программирования, утверждающая, что если оптимальное решение задачи ЛП существует и область допустимых решений является ограниченным многогранником, то по крайней мере одно из оптимальных решений является вершиной этого многогранника? Правильный ответ: Основная теорема линейного программирования (или Теорема о крайней точке). Пояснение: Именно эта теорема, часто называемая «Основной теоремой линейного программирования», является теоретическим обоснованием

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			симплекс-метода. Она позволяет ограничить поиск оптимума конечным множеством вершин (угловых точек), а не исследовать всю бесконечную внутренность многогранника. **Задание 5.2.** Вопрос: Как называется условие, связывающее оптимальные решения прямой и двойственной задач, которое гласит: если в оптимальном решении прямой задачи некоторое ограничение выполняется как строгое неравенство, то соответствующая двойственная переменная равна нулю, и наоборот? Правильный ответ: Условие дополняющей нежесткости (или условие комплементарной slackness). Пояснение: «Условие дополняющей нежесткости» (complementary slackness condition) — это ключевое утверждение второй теоремы двойственности. Оно является как необходимым критерием оптимальности, так и мощным инструментом для нахождения решений и анализа их чувствительности.
Тема 2.1: Основы динамического программирования	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Задание 1.1.** Вопрос: Какие из следующих утверждений верно характеризуют суть и особенности метода динамического программирования? Метод ДП предназначен исключительно для оптимизации многошаговых (многоэтапных) процессов. Ключевая идея ДП — разбиение исходной задачи на подзадачи, которые решаются независимо друг от друга. ДП всегда позволяет найти глобальный оптимум для задач определенного класса, избегая полного перебора. Для применения ДП обязательно наличие случайных факторов (стохастичности) в процессе.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Правильные ответы: 1, 3. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Хотя современные интерпретации ДП шире, его классическая и наиболее мощная область — оптимизация процессов, разворачивающихся во времени или в пространстве (шаг за шагом). Ответ 3 – правильный. Это одно из главных преимуществ ДП. За счет запоминания решений подзадач (оптимальных «выигрышей» с данного состояния) метод эффективно находит глобально оптимальную траекторию. Ответ 2 – неверный. Это неточная формулировка. Подзадачи в ДП решаются не независимо, а в строгой последовательности, и их решения взаимосвязаны через рекуррентные уравнения Беллмана. Именно эта связь — суть метода. Ответ 4 – неверный. ДП применяется как к детерминированным, так и к стохастическим процессам. Наличие случайности усложняет модель (стохастическое ДП), но не является обязательным условием. **Задание 1.2.** Вопрос: Какие из перечисленных условий являются необходимыми для успешного применения принципа оптимальности Беллмана и метода ДП? Возможность разбиения процесса на шаги (этапы). Возможность однозначного описания состояния системы на каждом шаге. Требование линейности целевой функции и ограничений.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Наличие аддитивного (или мультипликативного) критерия оптимальности на всем процессе. Правильные ответы: 1, 2, 4. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Без дискретизации процесса (на шаги, этапы, подзадачи) идея пошаговой оптимизации теряет смысл. Ответ 2 – правильный. Состояние — центральное понятие ДП. Оно должно нести всю информацию, необходимую для принятия оптимальных решений на будущих шагах, независимо от того, как система пришла в это состояние (свойство отсутствия последействия, марковское свойство). Ответ 4 – правильный. Критерий должен быть таким, чтобы общий выигрыш можно было выразить через выигрыш на текущем шаге и значение функции Беллмана (оптимальный выигрыш) с последующего состояния. Чаще всего это аддитивность (сумма) или мультипликативность (произведение). Ответ 3 – неверный. Метод ДП применим к нелинейным задачам, что является его огромным преимуществом перед линейным программированием. Его основное ограничение — не линейность, а «проклятие размерности» (экспоненциальный рост числа состояний). 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» З**адание 2.1**. Вопрос: Установите правильную последовательность действий при решении задачи методом динамического программирования «с конца». Определить возможные состояния системы на каждом шаге.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Записать рекуррентное уравнение Беллмана, связывающее значение функции цели на текущем и последующем шагах. Провести условную оптимизацию, двигаясь от последнего шага к первому, и заполнить таблицы условно-оптимальных решений и выигрышей. Сформулировать задачу как многошаговый процесс управления. Провести безусловную оптимизацию, двигаясь от первого шага к последнему, и определить оптимальную траекторию и общий выигрыш. Правильная последовательность: 4 → 1 → 2 → 3 → 5. Пояснение: Это канонический алгоритм решения задачи ДП. Сначала происходит постановка задачи в рамках ДП (4). Затем формализуются состояния системы (1). На основе структуры задачи выводится рекуррентное соотношение (уравнение Беллмана) (2). Далее выполняется основная вычислительная работа — обратный ход (условная оптимизация) (3). Финальный этап — прямой ход (безусловная оптимизация) для восстановления траектории (5). За**дание 2.2**. Вопрос: Расположите этапы формулировки «задачи динамического программирования в общем виде» в логическом порядке. Определение множества допустимых управлений на каждом шаге для каждого состояния. Задание уравнения, описывающего изменение состояния системы. Определение шагов (этапов) процесса.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Задание выигрыша (или потерь) на каждом шаге и общего критерия оптимальности. Определение пространства состояний системы. Правильная последовательность: 3 → 5 → 2 → 1 → 4. Пояснение: Логика построения модели такова. Сначала разбиваем процесс на шаги (3). Затем определяем, что такое состояние системы (5). После этого описываем динамику: как состояние меняется под влиянием управления (2). Далее определяем, какие управления возможны (1). И наконец, формализуем цель — выигрыш и критерий (4). 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» **Задание 3.1.** Вопрос: Установите соответствие между классической задачей, решаемой методом ДП, и ее ключевым «состоянием» в постановке ДП. Список 1 (Задача): Задача об оптимальном распределении ресурсов. Задача замены оборудования. Задача о загрузке рюкзака (ранца). Задача поиска кратчайшего пути в ациклическом графе. Список 2 (Состояние системы): А) Оставшийся ресурс (например, вес, объем, капитал), который можно

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			распределить на оставшиеся статьи. B) Возраст (или степень износа) оборудования в начале текущего года (периода). C) Текущий узел (вершина) графа, в котором находится «путешественник». D) Тип и количество уже загруженных в рюкзак предметов. Правильные соответствия: 1-A, 2-B, 3-A (или D, но A более классически), 4-C. Пояснение: 1) В задаче распределения состояние — это остаток ресурса (A), который нужно оптимально разделить между оставшимися потребителями. 2) В задаче замены ключевой параметр — возраст оборудования (B), от которого зависит производительность и затраты на ремонт. 3) В задаче о рюкзаке состояние также часто определяется как оставшаяся грузоподъемность (A). Определение как набор предметов (D) теоретически возможно, но ведет к экспоненциальному росту состояний и на практике не используется. 4) В задаче о пути состояние — это текущая вершина (C), из которой нужно найти оптимальный путь до конечной. **Задание 3.2.** Вопрос: Установите соответствие между понятием динамического программирования и его определением. Список 1 (Понятие): Принцип оптимальности Беллмана.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Функция Беллмана. Управление. Рекуррентное уравнение Беллмана. Список 2 (Определение): A) Переменные, значения которых мы выбираем на каждом шаге, влияя на состояние системы. B) Уравнение, выражающее оптимальный выигрыш с текущего шага и состояния через оптимальные выигрыши с последующих шагов. C) Утверждение о том, что оптимальная стратегия обладает тем свойством, что, каковы бы ни были начальное состояние и решение на первом шаге, последующие решения должны составлять оптимальную стратегию относительно состояния, полученного после первого решения. D) Оптимальное значение целевой функции (выигрыша) как функция начального состояния и номера шага. Правильные соответствия: 1-C, 2-D, 3-A, 4-B. Пояснение: Это фундаментальные определения. Принцип оптимальности — философская основа (C). Функция Беллмана — формальное обозначение оптимального результата (D). Управление — то, чем мы распоряжаемся (A). Рекуррентное уравнение — математический инструмент, реализующий принцип оптимальности для вычисления функции Беллмана (B). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» **Задание 4.1**. Вопрос: В чём заключается суть «принципа оптимальности» Р. Беллмана, лежащего в основе динамического программирования?

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Оптимальное решение на каждом шаге должно выбираться независимо, исходя только из локальных условий. Оптимальная стратегия управления должна обеспечивать оптимальность процесса на каждом отдельном шаге. Каково бы ни было состояние системы в результате предыдущих шагов, решения на оставшихся шагах должны быть оптимальными относительно этого состояния. Для нахождения глобального оптимума необходимо проанализировать все возможные траектории процесса. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это каноническая формулировка принципа оптимальности. Он позволяет строить оптимальную стратегию «с конца», предполагая, что как бы мы ни пришли в текущее состояние, дальнейшее управление должно быть для него оптимальным. Ответ 1 – неверный. Это как раз подход «жадных» алгоритмов, который часто не приводит к глобальному оптимуму. ДП учитывает будущие последствия текущих решений. Ответ 2 – неверный. Локальная оптимальность на каждом шаге не гарантирует глобальной оптимальности траектории. Принцип Беллмана требует оптимальности оставшейся части процесса. Ответ 4 – неверный. Это описание полного перебора, от которого метод ДП как

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			раз и позволяет уйти за счет запоминания промежуточных результатов. **Задание 4.2.** Вопрос: Какое из перечисленных ограничений является наиболее существенным и известным недостатком (слабым местом) метода динамического программирования? Он применим только к линейным моделям. Он требует, чтобы критерий оптимальности был аддитивным. «Проклятие размерности» — экспоненциальный рост объема вычислений с увеличением размерности вектора состояния. Он не гарантирует нахождения глобального оптимума для невыпуклых задач. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. «Проклятие размерности» (curse of dimensionality) — это главная фундаментальная проблема ДП. Если состояние описывается несколькими параметрами, количество возможных состояний растет как произведение их диапазонов, что быстро делает вычисления невыполнимыми. Ответ 1 – неверный. Это преимущество ДП: он великолепно справляется с нелинейностями. Ответ 2 – неверный. Хотя аддитивность/мультипликативность удобны, существуют модификации ДП и для других видов критериев. Это не самое жесткое ограничение.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ 4 – неверный. Для корректно сформулированной задачи ДП (с принципом оптимальности) метод находит именно глобальный оптимум, что является его сильной стороной. 5. Задания типа «Открытый вопрос» **Задание 5.1.** Вопрос: Как называется ключевое свойство процесса, необходимое для применения динамического программирования, которое заключается в том, что будущее развитие системы зависит только от ее текущего состояния и выбранного управления, но не от того, каким образом система пришла в это состояние? Правильный ответ: Отсутствие последействия (или Марковское свойство). Пояснение: Именно «отсутствие последействия» (или «марковское свойство») является необходимым условием. Оно позволяет описать процесс с помощью состояний и уравнений перехода. Если бы будущее зависело от всей предыстории, размерность состояния стала бы бесконечной (пришлось бы хранить всю историю), что сделало бы применение ДП невозможным. **Задание 5.2.** Вопрос: Как называется таблица (или массив), которую заполняют на этапе условной оптимизации в методе ДП, и в которой для каждого состояния на каждом шаге хранится оптимальное значение целевой функции (выигрыша) с этого момента до конца процесса? Правильный ответ: Таблица значений функции Беллмана (или таблица условно-оптимальных выигрышей). Пояснение: В вычислительной реализации ДП таблица значений функции

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Беллмана (Bellman value function table) является основным объектом. Ее поэтапное заполнение в обратном порядке (от последнего шага к первому) и есть суть алгоритма. Часто параллельно заполняется таблица условно-оптимальных управлений.
Тема 3.1 Теория игр	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Задание 1.1.** Вопрос: Какие из следующих утверждений верно характеризуют предмет и основные концепции теории игр? Теория игр изучает принятие решений в условиях конфликта или сотрудничества нескольких разумных сторон (игроков), интересы которых не совпадают. Основная задача теории игр — найти единственное правильное решение для любого конфликта. Ключевыми понятиями теории игр являются: игрок, стратегия, выигрыш, равновесие. Теория игр рассматривает только такие ситуации, где сумма выигрышей всех игроков равна нулю (антагонистические игры). Правильные ответы: 1, 3. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Это классическое определение предмета теории игр. Ответ 3 – правильный. Это базовые элементы любой формальной модели в теории игр. Ответ 2 – неверный. Теория игр не всегда дает единственное решение (например, в играх с несколькими равновесиями Нэша). Ее задача — проанализировать

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			ситуацию, найти возможные исходы (равновесия) и дать рекомендации. Ответ 4 – неверный. Антагонистические (игры с нулевой суммой) — это важный, но частный класс. Теория игр активно изучает игры с ненулевой суммой, кооперативные игры, где сумма выигрышей может меняться. З**адание 1.2.** Вопрос: Для какой из перечисленных ситуаций корректно применение методов теории статистических решений (в отличие от классической теории игр)? Фермер выбирает культуру для посева, исходя из прогноза погоды, который он считает вероятностным. Две компании устанавливают цены на конкурирующие товары, стараясь предугадать действия друг друга. Военное командование выбирает место для наступления, пытаясь скрыть свои планы от противника и разгадать его замыслы. Инвестор выбирает портфель ценных бумаг в условиях нестабильности рынка, опираясь на исторические данные о волатильности. Правильные ответы: 1, 4. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Противник (природа) — неразумный, его поведение описывается вероятностными распределениями. Это задача одного лица против природы. Ответ 4 – правильный. Аналогично: «противник» (рынок) — стохастическая

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			среда. Задача сводится к оптимизации в условиях риска. Ответ 2 и 3 – неверные. Это классические объекты теории игр, где присутствует разумный, активный противник (или несколько), преследующий свои цели. Здесь неопределенность стратегическая, а не стохастическая. 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» **Задание 2.1.** Вопрос: Установите последовательность анализа конечной антагонистической матричной игры (игры двух лиц с нулевой суммой) для нахождения ее решения в смешанных стратегиях. Проверить игру на наличие седловой точки в чистых стратегиях. Записать игру в виде платежной матрицы. Если седловой точки нет, составить и решить пару двойственных задач линейного программирования для нахождения оптимальных смешанных стратегий и цены игры. Сформулировать проблему как конфликт двух игроков с противоположными интересами, выявить их возможные действия (стратегии). Найти цену игры и интерпретировать результат. Правильная последовательность: 4 → 2 → 1 → 3 → 5. Пояснение: Это стандартный алгоритм. Сначала происходит содержательная постановка (4). Затем она формализуется в матрицу выигрышей первого игрока (2). Далее выполняется быстрая проверка на простейший случай — седловую точку (1). Если ее нет, подключается основной аппарат — сведение к ЗЛП и

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			решение (3). Финальный этап — интерпретация найденных вероятностей и значения цены игры (5). З**адание 2.2**. Вопрос: Расположите в порядке увеличения сложности учета неопределенности и взаимодействия (от простого к сложному) следующие классы задач. Задача оптимизации в детерминированных условиях. Задача теории статистических решений (против природы). Антагонистическая игра (против разумного противника). Некооперативная игра многих лиц с ненулевой суммой. Правильная последовательность: 1 → 2 → 3 → 4. Пояснение: Последовательность отражает эволюцию модели. 1) Нет неопределенности. 2) Неопределенность есть, но она «пассивная», вероятностная (природа). 3) Неопределенность «активная», создаваемая сознательным противником, но цели строго противоположны. 4) Наиболее сложный случай: несколько активных противников с произвольными (не обязательно противоположными) интересами, что приводит к сложным концепциям равновесия. 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» **Задание 3.1.** Вопрос: Установите соответствие между понятием теории игр и его определением. Список 1 (Понятие):

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Седловая точка. Равновесие по Нэшу. Оптимальная смешанная стратегия. Цена игры. Список 2 (Определение): A) Ситуация, в которой ни один игрок не может увеличить свой выигрыш в одиночку, изменив свою стратегию, если другие игроки своих стратегий не меняют. B) Значение математического ожидания выигрыша первого игрока, когда оба игрока применяют свои оптимальные смешанные стратегии. C) Пара чистых стратегий (i, j), в которых выигрыш первого игрока одновременно минимален по столбцу и максимален по строке. D) Стратегия, задающая вероятностное распределение на множестве чистых стратегий игрока, которое максимизирует его гарантированный ожидаемый выигрыш. Правильные соответствия: 1-C, 2-A, 3-D, 4-B. Пояснение: Это базовые определения. Седловая точка — свойство матрицы (C). Равновесие Нэша — общая концепция устойчивости (A). Оптимальная смешанная стратегия — решение в отсутствие седловой точки (D). Цена игры — значение игры при оптимальном поведении (B). **Задание 3.2**. Вопрос: Установите соответствие между типом игровой/решательной ситуации и рекомендуемым принципом или критерием выбора решения.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Список 1 (Ситуация): Антагонистическая матричная игра без седловой точки. Игра с природой (статистическое решение) в условиях риска (вероятности известны). Игра с природой в условиях неопределенности (вероятности неизвестны) для пессимистичного ЛПР. Некооперативная игра с ненулевой суммой. Список 2 (Принцип/Критерий): A) Критерий максимина (Вальда). B) Поиск равновесия Нэша (возможно, в смешанных стратегиях). C) Принцип максимизации ожидаемого выигрыша (среднего). D) Принцип минимакса (поиск смешанных стратегий, максимизирующих гарантированный выигрыш). Правильные соответствия: 1-D, 2-C, 3-A, 4-B. Пояснение: 1) В антагонистической игре оптимально минимаксное поведение (D). 2) Против природы с известными вероятностями — ожидаемое значение (C). 3) Против природы при незнании вероятностей для пессимиста — максимин Вальда (A). 4) В общем случае некооперативной игры центральное понятие — равновесие Нэша (B). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» **Задание 4.1.** Вопрос: Что является принципиальным отличием «игры с природой» (задачи

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			теории статистических решений) от антагонистической игры в теории игр? В игре с природой всегда только два игрока. В игре с природой «противник» (природа) не обладает разумом и не преследует цели навредить игроку; его «поведение» описывается вероятностями или неизвестно. В игре с природой выигрыш всегда измеряется в денежных единицах. Игра с природой всегда имеет седловую точку. Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Это сущностное отличие. Природа — не активный противник. Неопределенность носит стохастический, а не стратегический характер. Ответ 1 – неверный. Формально игроков два, но один из них — пассивная природа. Ответ 3 – неверный. Выигрыш может быть любой (полезность, время, физические единицы). Ответ 4 – неверный. Наличие седловой точки — свойство конкретной матрицы, а не класса задач. З**адание 4.2**. Вопрос: В чём состоит основная идея перехода к смешанным стратегиям в

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			матричной игре без седловой точки? Заставить игроков случайным образом выбирать чистые стратегии, чтобы запутать противника. Увеличить выигрыш каждого из игроков по сравнению с использованием только чистых стратегий. Гарантировать каждому игроку определенный средний выигрыш (цену игры) независимо от действий противника, тем самым разрешив конфликт в условиях отсутствия устойчивости в чистых стратегиях. Свести игру к задаче линейного программирования для упрощения вычислений. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это фундаментальный результат Дж. фон Неймана (минимаксная теорема). Смешанные стратегии восстанавливают устойчивое решение (равновесие) и гарантированное значение выигрыша (цену игры), которое отсутствовало в чистых стратегиях. Ответ 1 – неверный. Хотя рандомизация — это инструмент, цель не «запутать», а обеспечить оптимальную рандомизацию, делающую выигрыш предсказуемым в среднем. Ответ 2 – неверный. Гарантированный выигрыш первого игрока при использовании оптимальной смешанной стратегии может быть не больше, а часто равен гарантированному выигрышу в чистых стратегиях (максимину). Второй игрок своим оптимальным смешиванием уменьшает этот

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			гарантированный выигрыш первого до цены игры. Ответ 4 – неверный. Сведение к ЗЛП — это метод нахождения оптимальных смешанных стратегий, а не их идея или цель. 5. Задания типа «Открытый вопрос» **Задание 5.1.** Вопрос: Как называется фундаментальная теорема теории игр, доказанная Джоном фон Нейманом, которая утверждает, что в любой конечной антагонистической игре двух лиц существуют оптимальные смешанные стратегии и цена игры? Правильный ответ: Минимаксная теорема (или Основная теорема теории матричных игр). Пояснение: Именно «Минимаксная теорема» (Minimax theorem) фон Неймана является краеугольным камнем теории антагонистических игр. Она гарантирует существование решения в смешанных стратегиях и устанавливает равенство нижней и верхней цены игры: max min = min max. **Задание 5.2.** Вопрос: В теории статистических решений, какой принцип выбора оптимальной стратегии рекомендует рассматривать все состояния природы как равновероятные и выбирать стратегию с максимальным средним выигрышем? Правильный ответ: Критерий Лапласа (или принцип недостаточного основания). Пояснение: Это критерий Лапласа (Laplace criterion), также известный как принцип недостаточного основания Бернулли-Лапласа. Он применяется в условиях полной неопределенности (вероятности состояний природы неизвестны) и предлагает в этом вакууме информации считать все сценарии

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			равновозможными.
Тема 4.1 Теория массового обслуживания.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Задание 1.1.** Вопрос: Какие из следующих элементов являются обязательными для формального описания (задания) классической системы массового обслуживания (СМО)? Поток заявок (требований), поступающий на вход системы. Наличие очереди с определенной дисциплиной обслуживания (FIFO, LIFO и т.д.). Обслуживающие приборы (каналы), которые обрабатывают заявки. Определенный закон распределения времени обслуживания заявок. Правильные ответы: 1, 3. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Поток заявок — это исходный «материал» для работы СМО. Без него системы не существует. Ответ 3 – правильный. Обслуживающие приборы (каналы) — это «производственные мощности» системы, которые выполняют работу. Без них нет обслуживания. Ответ 2 – неверный. Очередь является важным, но не обязательным элементом. Существуют СМО с отказами (без очереди), где заявка, заставшая все каналы занятыми, сразу покидает систему. Ответ 4 – неверный. Характеристики времени обслуживания (включая его закон

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			распределения) являются ключевыми параметрами модели, но абстрактное описание СМО возможно и без конкретизации закона (хотя для расчетов он необходим). Суть СМО задается структурой, а не конкретными распределениями. **Задание 1.2.** Вопрос: Для какой из перечисленных одноканальных СМО с пуассоновским входящим потоком и показательным временем обслуживания (простейшая СМО) будут справедливы формулы, выведенные из схемы гибели и размножения? M/M/1 (с неограниченной очередью). M/M/1/N (с ограниченной очередью, длина очереди ограничена числом N). M/M/1/0 (система с отказами, без очереди). M/G/1 (с произвольным законом распределения времени обслуживания). Правильные ответы: 1, 2, 3. Пояснение: Ответы 1, 2, 3 – правильные. Схема гибели и размножения применима к марковским процессам, где время до следующего события (прихода заявки или окончания обслуживания) имеет экспоненциальное распределение. Во всех трех случаях (M/M/1, M/M/1/N, M/M/1/0) и входящий поток, и время обслуживания — показательные (марковские свойства), что позволяет описать процесс изменения числа заявок в системе как процесс гибели и размножения. Ответ 4 – неверный. В системе M/G/1 время обслуживания имеет произвольное (не показательное) распределение. Это нарушает марковское свойство процесса,

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			и для его анализа требуются более сложные методы (метод вложенных цепей Маркова, формула Полячека–Хинчина), а не прямая схема гибели и размножения. 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» **Задание 2.1.** Вопрос: Установите логическую последовательность этапов анализа простейшей СМО M/M/1 для нахождения ее стационарных характеристик. Записать систему дифференциальных уравнений для вероятностей состояний, исходя из графа состояний. Найти финальные (стационарные) вероятности состояний системы, решив систему алгебраических уравнений и используя условие нормировки. Определить состояния системы (например, k — число заявок в системе: 0, 1, 2, ...). Построить размеченный граф состояний, отражающий возможные переходы (размножение с интенсивностью λ, гибель с интенсивностью μ). Рассчитать основные характеристики: среднее число заявок в системе (Lсист), в очереди (Lоч), среднее время пребывания (Wсист) и ожидания (Wоч) по формуле Литтла. Правильная последовательность: 3 → 4 → 1 → 2 → 5. Пояснение: Это стандартный подход для марковских СМО. Сначала определяем, что есть состояние (3). Затем визуализируем переходы между ними в виде графа (4). На основе графа формально выписываем уравнения Колмогорова (1). В стационарном режиме они упрощаются до алгебраических, и мы находим

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			вероятности состояний (2). И только после того, как известно распределение вероятностей по состояниям, можно вычислить все средние характеристики (5). **Задание 2.2.** Вопрос: Расположите следующие виды СМО в порядке увеличения сложности их математического анализа (от наиболее простой к наиболее сложной). M/M/1 (одноканальная с неограниченной очередью). M/M/n/0 (многоканальная с отказами). M/G/1 (одноканальная с произвольным временем обслуживания). G/G/1 (одноканальная с произвольными входящим потоком и временем обслуживания). Правильная последовательность: 1 → 2 → 3 → 4. Пояснение: Последовательность отражает степень общности модели и наличие аналитических решений. 1) M/M/1 — простейшая, решается точно по схеме гибели/размножения. 2) M/M/n/0 — многоканальная, но также марковская и решается обобщением той же схемы (формулы Эрланга). 3) M/G/1 — теряется марковость по времени обслуживания, требуются более сложные методы (вложенные цепи), но для некоторых характеристик есть точные формулы (Полячека–Хинчина). 4) G/G/1 — наиболее общий и сложный случай, точных аналитических формул для распределений нет, используются приближенные методы или имитационное моделирование. 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» **Задание 3.1.** Вопрос: Установите соответствие между классификационной характеристикой

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			СМО (по нотации Кендалла) и ее описанием. Список 1 (Характеристика, обозначаемая буквой): M (в первом положении). D (во втором положении). ∞ (в третьем положении). FIFO (в пятом положении, если указано). Список 2 (Описание): A) Обслуживание в порядке поступления (First In, First Out). B) Показательное (экспоненциальное, Марковское) распределение времени обслуживания. C) Число мест в очереди не ограничено. D) Детерминированное (постоянное) время обслуживания. Правильные соответствия: 1-B, 2-D, 3-C, 4-A. Пояснение: Это прямое знание нотации Кендалла A/B/n/m/k/d. A (первая) — распределение входного потока (M — exponential). B (вторая) — распределение времени обслуживания (M — exponential, D — deterministic). n (третья) — число каналов. m (четвертая) — число мест в очереди (∞ — бесконечная). d (пятая, часто опускается) — дисциплина очереди (FIFO, LIFO, SIRO и т.д.). **Задание 3.2.** Вопрос: Установите соответствие между характеристикой (параметром) СМО и формулой для ее расчета в стационарном режиме простейшей системы M/M/1 (λ — интенсивность потока, μ — интенсивность обслуживания, ρ = λ/μ — загрузка).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Список 1 (Характеристика): Вероятность того, что канал свободен (p0). Среднее число заявок в системе (Lсист). Среднее время пребывания заявки в системе (Wсист). Среднее число заявок в очереди (Lоч). Список 2 (Формула для M/M/1): A) ρ / (1 - ρ) B) 1 - ρ C) ρ² / (1 - ρ) D) 1 / (μ - λ) Правильные соответствия: 1-B, 2-A, 3-D, 4-C. Пояснение: Это базовые формулы для M/M/1. p0 = 1 - ρ (B). Lсист = ρ / (1-ρ) (A). Wсист = 1 / (μ - λ) (эквивалентно Lсист/λ) (D). Lоч = ρ² / (1-ρ) (C). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» **Задание 4.1.** Вопрос: В чём состоит фундаментальный смысл формулы Литтла в теории массового обслуживания? Она позволяет рассчитать интенсивность входящего потока, если известно среднее время обслуживания. Она устанавливает количественную связь между средним числом заявок в

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			системе (или очереди) и средним временем их пребывания в системе (или ожидания в очереди) для стационарно работающей СМО. Она определяет условие существования стационарного режима: интенсивность входящего потока должна быть меньше интенсивности обслуживания. Она является основой для вывода распределения вероятностей состояний в схеме гибели и размножения. Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Это суть формулы Литтла: $L = \lambda * W$. Ее универсальность и независимость от вида распределений и дисциплины очереди делают ее краеугольным камнем ТМО. Она связывает легко наблюдаемые средние величины. Ответ 1 – неверный. Формула Литтла связывает средние значения, но не предназначена для вычисления параметров потока в отрыве от других данных. Ответ 3 – неверный. Это условие стационарности ($\rho < 1$), но оно выводится из других соображений (сумма ряда вероятностей сходится), а не из формулы Литтла. Ответ 4 – неверный. Формула Литтла — это общее соотношение, верное для любой стационарной СМО. Схема гибели и размножения — конкретный метод для марковских систем, из которого формула Литтла может быть получена, но не наоборот. **Задание 4.2.**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Вопрос: Что характеризует параметр ρ (ро) — «приведенная интенсивность потока» или «коэффициент загрузки» — в одноканальной СМО? Абсолютную пропускную способность системы (среднее число обслуженных заявок в единицу времени). Вероятность того, что канал занят в произвольный момент времени в стационарном режиме. Максимально возможную интенсивность потока, которую может выдержать система. Среднее время простоя канала. Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Для одноканальной СМО ρ = λ/μ. В стационарном режиме (ρ < 1) вероятность занятости канала Рзан = 1 - p0 = ρ. Это прямое следствие из балансных уравнений. Ответ 1 – неверный. Абсолютная пропускная способность (А) равна интенсивности входящего потока (λ) для СМО без потерь или λ*(1 - ротк) для СМО с отказами. Это не ρ. Ответ 3 – неверный. «Максимальная интенсивность» — это предельное значение λ, при котором еще существует стационарный режим (λ < μ). Сам параметр ρ характеризует текущую нагрузку относительно этого предела. Ответ 4 – неверный. Среднее время простоя связано с вероятностью p0, а не с ρ

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			напрямую. 5. Задания типа «Открытый вопрос» **Задание 5.1.** Вопрос: Как называется важнейшее условие, необходимое для существования стационарного (установившегося) режима в одноканальной СМО с неограниченной очередью? Оно требует, чтобы среднее число заявок, приходящих в систему за среднее время обслуживания одной заявки, было меньше единицы. Правильный ответ: Условие эргодичности (или условие стационарности: $\rho < 1$). Пояснение: Именно условие $\rho < 1$ (где $\rho = \lambda/\mu$) гарантирует, что система в среднем успевает справляться с потоком заявок, очередь не будет неограниченно расти, и существуют финальные (не зависящие от времени) вероятности состояний. При $\rho >= 1$ стационарного режима не существует. **Задание 5.2.** Вопрос: Как называется простейший поток событий (заявок), для которого интервалы между событиями распределены по показательному закону, и который обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последействия? Правильный ответ: Пуассоновский поток (или простейший поток). Пояснение: Пуассоновский поток — это фундаментальная математическая модель в ТМО. Его свойства (стационарность, ординарность, отсутствие последействия) делают анализ систем с таким входным потоком наиболее простым и распространенным. Он является марковским, что позволяет широко использовать аппарат схемы гибели и размножения.

Критерии оценивания тестового задания:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	от 90 до 100 % правильно выполненных заданий
хорошо	от 70 до 89 % правильно выполненных заданий
удовлетворительно	от 50 до 69 % правильно выполненных заданий
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий

4.2 ТИПОВЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Практические задания должны отражать умение обучающегося применять осваиваемую компетенцию в практических ситуациях и при решении производственных задач.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
Тема 1.1 Предмет в задачи исследования операции	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	1. Вы — аналитик в логистической компании **«ЭкспрессДоставка»**. Руководство получило предложение от стартапа: *«Наш ИИ на основе исследования операций оптимизирует ваши маршруты и сократит расходы на 40% за месяц!»* В подтверждение стартап прислал: • **Источник А** — пост в LinkedIn: *«Исследование операций = линейное программирование + машинное обучение = мгновенная прибыль!»* • **Источник Б** — фрагмент из учебника Хиллиера и Либермана «Introduction to Operations Research»: *«Исследование операций — это научный подход к принятию решений, основанный на построении математических моделей сложных реальных систем»*. **Задание:** Проанализируйте оба источника. Для каждого определите: – что является **фактом**, – что — **интерпретацией**, – что — **оценкой**. На основе анализа подготовьте краткое **заключение для руководства**: стоит ли доверять предложению стартапа? **Эталон ответа:** **Источник А (LinkedIn):** – **Факт**: Линейное программирование используется в ИО. – **Интерпретация**: Сведение ИО к комбинации LP и ML — упрощение. – **Оценка**: «Мгновенная прибыль», «сократит расходы на 40%» — маркетинговая гипербола без доказательств.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Источник Б (учебник): – **Факт**: ИО строится на математическом моделировании. – **Интерпретация**: Это «научный подход к принятию решений» — корректная характеристика. – **Оценка**: Отсутствует. **Заключение для руководства:** Предложение стартапа основано на поверхностном понимании ИО и содержит спекулятивные обещания. Настоящее исследование операций требует глубокого анализа системы, а не «мгновенных решений». Рекомендую запросить у стартапа кейсы, методологию и пилотный проект перед принятием решения. 2. Вы — экономист в городской больнице. Администрация рассматривает внедрение системы оптимизации расписания врачей на основе «методов исследования операций». Два сотрудника представили разные мнения: • **Коллега из отдела ИТ** (опираясь на статью в «Хабре»): *«Исследование операций — это когда алгоритмы сами решают всё лучше человека. Внедрим — и забудем о нехватке персонала!»* • **Главный врач** (ссылаясь на книгу Вентцель Е.С.): *«ИО помогает формализовать задачу, но решение всегда принимает человек с учётом этики, нагрузки и качества помощи»*. **Задание:** Классифицируйте утверждения обоих коллег по категориям: **факт**, **интерпретация**, **оценка**. Назовите, чья позиция лучше отражает **предмет и задачи исследования операций**. **Эталон ответа:** **Мнение коллеги из ИТ (Хабр):** – **Факт**: Алгоритмы используются в ИО.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			– **Интерпретация**: «Алгоритмы решают всё» — искажение сути ИО (ИО даёт рекомендации, не заменяя человека). – **Оценка**: «Забудем о нехватке персонала!» — необоснованный оптимизм. **Мнение главного врача (учебник):** – **Факт**: ИО формализует задачи через модели. – **Интерпретация**: Решение принимает человек с учётом контекста — это соответствует классическому пониманию ИО. – **Оценка**: Нейтральная, профессиональная. **Обоснование:** Позиция главного врача точнее отражает предмет ИО: это **инструмент поддержки принятия решений**, а не замена человека. Особенно в социальной сфере (медицине), где важны этика и качество, а не только эффективность.
Тема 1.2 Разновидности задач исследования операции и подходов к их решению	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	1. Вы — менеджер по оптимизации в розничной сети **«Магнит-Город»**. Директор по логистике предлагает внедрить систему управления запасами на основе «исследования операций». В обоснование он приводит два источника: • **Источник А** — статья в Forbes: *«Крупные ритейлеры используют ИО, чтобы полностью автоматизировать закупки и убрать людей из процесса!»* • **Источник Б** — глава из учебника Таха Х.А. «Operations Research»: *«Задачи управления запасами решаются с помощью моделей типа EOQ, (s, S) или динамического программирования, при этом учитываются издержки хранения, дефицита и заказа»*. **Задание:** Для каждого источника определите:

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			– что является **фактом**, – что — **интерпретацией**, – что — **оценкой**. Подготовьте краткое **профессиональное заключение**: какой источник корректно отражает разновидности задач ИО и подходы к их решению? **Эталон ответа:** **Источник А (Forbes):** – **Факт**: Некоторые компании применяют ИО в управлении запасами. – **Интерпретация**: «Полностью автоматизировать закупки» — преувеличение; ИО даёт рекомендации, но не исключает человека. – **Оценка**: «Убрать людей из процесса!» — провокационная, маркетинговая формулировка без технического обоснования. **Источник Б (учебник):** – **Факт**: Существуют конкретные модели (EOQ, (s,S)) для задач управления запасами. – **Интерпретация**: Эти модели основаны на учёте экономических издержек — это точная характеристика подхода ИО. – **Оценка**: Отсутствует. **Заключение:** Только источник Б корректно отражает **разновидности задач ИО** (управление запасами) и **подходы к решению** (математические модели с учётом параметров системы). Источник А вводит в заблуждение, представляя ИО как инструмент полной автоматизации, а не поддержки принятия решений. 2. Вы — аналитик в службе экстренной медицинской помощи города. Руководство рассматривает внедрение системы распределения бригад скорой помощи на основе «методов исследования операций».

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			В ходе обсуждения звучат два мнения: • **Координатор диспетчерской** (ссылаясь на TikTok-ролик): *«ИО — это когда нейросеть сама решает, куда отправить машину, и всё становится в 2 раза быстрее!»* • **Научный консультант** (ссылаясь на монографию Вентцель Е.С.): *«Задача распределения ресурсов в условиях неопределённости решается методами теории массового обслуживания и стохастического программирования, с учётом времени реакции, загрузки и географии»*. **Задание:** Классифицируйте каждое утверждение по категориям: **факт**, **интерпретация**, **оценка**. Назовите, чья позиция лучше отражает **подходы к решению задач исследования операций**. **Эталон ответа:** **Мнение координатора (TikTok):** – **Факт**: Нейросети могут использоваться как часть ИО-систем. – **Интерпретация**: «Нейросеть сама решает» — искажение: ИО использует модели, а не автономный ИИ. – **Оценка**: «Всё становится в 2 раза быстрее!» — недоказанное утверждение, ориентированное на эффект. **Мнение научного консультанта (монография):** – **Факт**: Для таких задач применяются теория массового обслуживания и стохастическое программирование. – **Интерпретация**: Учёт времени реакции, загрузки и географии — это точное описание структуры задачи. – **Оценка**: Отсутствует. **Обоснование:**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Позиция научного консультанта корректно отражает **подходы ИО**: формализация задачи, выбор метода в зависимости от условий (стохастика, неопределённость), системный анализ. TikTok-подход игнорирует сложность реальных систем и даёт ложное представление о возможностях ИО.
Тема 1.3 Линейное программирование.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	1. Вы — аналитик в производственной компании **«Экоупак»**, выпускающей бумажные пакеты двух видов: А (для продуктов) и Б (для одежды). Руководство хочет максимизировать прибыль, но сталкивается с ограничениями по сырью и времени работы оборудования. В ходе обсуждения стратегии оптимизации вы находите два источника: • **Источник А** — пост в Telegram-канале «Бизнес-лайфхаки»: *«Линейное программирование — это когда Excel сам считает, сколько чего делать, и вы сразу получаете максимум прибыли!»* • **Источник Б** — глава из учебника Хиллиера и Либермана «Introduction to Operations Research»: *«Задача линейного программирования состоит в максимизации линейной целевой функции при наличии линейных ограничений. Решение находится в вершине допустимой области, определяемой системой неравенств»*. **Задание:** Для каждого источника определите: – что является **фактом**, – что — **интерпретацией**, – что — **оценкой**. Подготовьте краткое **профессиональное заключение**: какой источник корректно отражает сущность линейного программирования как метода

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			исследования операций? **Эталон ответа:** **Источник А (Telegram):** – **Факт**: Excel может решать задачи ЛП (через «Поиск решения»). – **Интерпретация**: «Excel сам считает» — упрощение; пользователь должен правильно сформулировать модель. – **Оценка**: «Сразу получаете максимум прибыли!» — вводящая в заблуждение гипербола, игнорирующая необходимость корректной постановки задачи. **Источник Б (учебник):** – **Факт**: Целевая функция и ограничения в ЛП — линейны; решение лежит в вершине допустимой области. – **Интерпретация**: Это точное математическое описание структуры задачи ЛП. – **Оценка**: Отсутствует. **Заключение:** Только источник Б корректно отражает **математическую сущность линейного программирования**. Источник А создаёт иллюзию простоты и автоматизма, тогда как на практике успех ЛП зависит от правильной формализации реальной задачи — что требует системного подхода и глубокого анализа. 2. Вы — экономист в агропредприятии **«Зелёные поля»**. Директор хочет оптимизировать посевные площади под пшеницу и подсолнечник, учитывая ограниченность земли, воды и бюджета на удобрения. Он получил два предложения: • **От консалтинговой фирмы**: *«Мы внедрим линейное программирование — это ИИ нового поколения, который сам*

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			найдёт идеальный план и увеличит вашу прибыль на 50%!» • **От профессора местного агроуниверситета**: *«Линейное программирование применимо, если целевая функция (прибыль) и ограничения (земля, вода, бюджет) можно выразить линейными уравнениями. Метод даст оптимальное решение в рамках заданной модели»*. **Задание:** Классифицируйте каждое утверждение по категориям: **факт**, **интерпретация**, **оценка**. Назовите, чья позиция лучше отражает возможности и ограничения линейного программирования. **Эталон ответа:** **Утверждение консалтинговой фирмы:** – **Факт**: ЛП может использоваться для планирования посевов. – **Интерпретация**: «ЛП — это ИИ нового поколения» — грубая ошибка: ЛП — классический математический метод, не имеющий отношения к ИИ. – **Оценка**: «Увеличит прибыль на 50%» — недоказанная, маркетинговая спекуляция. **Утверждение профессора:** – **Факт**: ЛП требует линейности целевой функции и ограничений. – **Интерпретация**: Метод даёт оптимум **в рамках модели** — это корректное понимание его возможностей и границ. – **Оценка**: Нейтральная, научно обоснованная. **Обоснование:** Позиция профессора точно отражает **сущность линейного программирования**: это инструмент оптимизации **при условии корректной математической постановки**. Консалтинговое

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			утверждение вводит в заблуждение, приписывая ЛП свойства, которыми он не обладает, и обещая гарантированный результат вне зависимости от качества модели.
Тема 2.1: Основы динамического программирования	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	1. Вы — аналитик в логистической компании **«ЭкспрессЛогистикс»**, которая планирует оптимизировать маршруты доставки на несколько дней вперёд с учётом переменной загрузки складов и трафика. Руководство получило два предложения: • **От стартапа «AI Route»**: *«Наш алгоритм использует динамическое программирование — это как ИИ, который учится на каждом шаге и мгновенно находит самый короткий путь!»* • **От профессора кафедры прикладной математики**: *«Динамическое программирование применимо, если задача обладает свойствами оптимальной подструктуры и перекрывающихся подзадач. Оно разбивает сложную многоэтапную задачу на последовательность более простых, решая их от конца к началу (принцип Беллмана)»*. **Задание:** Для каждого источника определите: – что является **фактом**, – что — **интерпретацией**, – что — **оценкой**. Подготовьте краткое **профессиональное заключение**: какой источник корректно отражает сущность динамического программирования? **Эталон ответа:** **Предложение стартапа (открытый источник):** – **Факт**: Динамическое программирование может использоваться в

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			маршрутизации. – **Интерпретация**: «Как ИИ, который учится» — неверная трактовка; ДП не «учится», а решает детерминированную задачу по рекуррентному принципу. – **Оценка**: «Мгновенно находит самый короткий путь!» — маркетинговая гипербола, игнорирующая вычислительную сложность. **Мнение профессора (специализированный источник):** – **Факт**: ДП требует оптимальной подструктуры и перекрывающихся подзадач. – **Интерпретация**: Принцип Беллмана (решение от конца к началу) — точное описание метода. – **Оценка**: Отсутствует; формулировка научно нейтральна. **Заключение:** Только мнение профессора корректно отражает **математическую сущность динамического программирования**. Предложение стартапа вводит в заблуждение, приписывая методу свойства машинного обучения и преувеличивая его скорость. Для принятия решения необходимо понимать, что ДП — это **метод декомпозиции многоэтапных задач**, а не «умный ИИ». 2. Вы — экономист в энергокомпании **«ГринЭнерго»**, которая управляет гидроэлектростанцией с водохранилищем. Необходимо распределить объёмы выпуска воды по месяцам, чтобы максимизировать выработку электроэнергии при неопределённом притоке воды. На совещании звучат два мнения: • **От IT-директора**: *«Динамическое программирование — это когда компьютер перебирает все варианты за секунды и выдаёт идеальный план.*

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Внедрим — и забудем о ручном планировании!» • **От главного инженера** (ссылаясь на книгу Р. Беллмана «Dynamic Programming»): *«ДП позволяет решить эту задачу, так как она многоэтапная, и решение на текущем этапе зависит от состояния системы (уровень воды). Мы строим рекуррентное соотношение, минимизируя потери на каждом шаге»*. **Задание:** Классифицируйте каждое утверждение по категориям: **факт**, **интерпретация**, **оценка**. Назовите, чья позиция лучше отражает возможности и ограничения динамического программирования. **Эталон ответа:** **Мнение IT-директора:** – **Факт**: Компьютер может автоматизировать расчёт по ДП. – **Интерпретация**: «Перебирает все варианты» — ошибка; ДП **не перебирает**, а использует рекурсию и мемоизацию для избежания избыточных вычислений. – **Оценка**: «Забудем о ручном планировании!» — упрощённый взгляд, игнорирующий необходимость построения модели и проверки допущений. **Мнение главного инженера:** – **Факт**: Задача многоэтапная, состояние системы (уровень воды) влияет на решение. – **Интерпретация**: Использование рекуррентного соотношения и принципа оптимальности — точное описание ДП. – **Оценка**: Отсутствует. **Обоснование:**

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Позиция главного инженера корректно отражает **суть динамического программирования**: это **метод решения многоэтапных задач с зависимостью от состояния**, основанный на рекуррентных соотношениях. Мнение IT-директора демонстрирует поверхностное понимание и может привести к ошибкам при внедрении.
Тема 3.1 Теория игр	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	1. Вы — стратегический аналитик в телекоммуникационной компании «Связь+». На рынке действует один крупный конкурент — «МегаЛайн». Обе компании ежегодно решают, снижать ли тарифы. Руководство получило два аналитических мнения: • От маркетингового агентства: *«Теория игр — это когда вы угадываете ход конкурента и всегда выигрываете! Просто снизьте цены первыми — и захватите рынок!»* • От профессора экономики (ссылаясь на книгу Д. Фуденберга и Ж. Тироля «Game Theory»): *«В условиях дуополии возможна равновесная стратегия (по Нэшу), при которой обе стороны выбирают цену, максимизирующую прибыль с учётом реакции конкурента. Агрессивное снижение цен может привести к “войне цен” и убыткам для обоих»*. Задание: Для каждого источника определите: – что является фактом, – что — интерпретацией, – что — оценкой. Подготовьте краткое профессиональное заключение: какой источник корректно отражает сущность теории игр как инструмента

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			стратегического анализа? Эталон ответа: Мнение маркетингового агентства (открытый источник): – Факт: Теория игр используется для анализа взаимодействий между конкурентами. – Интерпретация: «Угадываете ход конкурента и всегда выигрываете» — искажение; теория игр не гарантирует победы, а моделирует рациональное поведение. – Оценка: «Просто снизьте цены первыми — и захватите рынок!» — упрощённая, рискованная рекомендация без анализа последствий. Мнение профессора (специализированный источник): – Факт: В дуополии существует равновесие Нэша. – Интерпретация: Снижение цен может вызвать цепную реакцию («войну цен») — это корректный экономический вывод. – Оценка: Отсутствует; формулировка аналитическая и нейтральная. Заключение: Только мнение профессора отражает научную суть теории игр: она помогает предвидеть последствия стратегий, а не «гарантированно выигрывать». Рекомендация агентства игнорирует взаимозависимость решений и может привести к финансовым потерям. 2. Вы — переговорщик в государственной закупочной комиссии. Необходимо провести тендер на поставку оборудования. Один из поставщиков предлагает: *«Используйте теорию игр — это ИИ, который предскажет ставки конкурентов и поможет вам “выиграть” тендер в пользу нашего предложения!»* В то же время ваш научный консультант напоминает:

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			«Теория игр изучает стратегическое взаимодействие рациональных игроков. В аукционах типа первой или второй цены можно построить модель поведения участников, но она не "предсказывает" ходы — она описывает равновесные стратегии при известных правилах и предпочтениях». **Задание:** Классифицируйте каждое утверждение по категориям: **факт**, **интерпретация**, **оценка**. Назовите, чья позиция соответствует этическим и методологическим принципам применения теории игр в государственных закупках. **Эталон ответа:** **Предложение поставщика (открытый/коммерческий источник):** – **Факт**: Теория игр применяется в анализе аукционов. – **Интерпретация**: «Это ИИ, который предскажет ставки» — грубая ошибка; теория игр не предсказывает, а моделирует. – **Оценка**: «Поможет выиграть тендер в нашу пользу» — попытка манипуляции, нарушающая принцип объективности закупок. **Мнение научного консультанта (специализированный источник):** – **Факт**: Существуют модели аукционов (первой/второй цены) в теории игр. – **Интерпретация**: Модель описывает **равновесные стратегии**, а не конкретные действия — это точное понимание метода. – **Оценка**: Отсутствует. **Обоснование:** Позиция поставщика некорректна как методологически (подмена науки ИИ), так и этически (попытка повлиять на результат). Научный подход обеспечивает **прозрачность и объективность**, что критически важно в госзакупках. Теория игр здесь — инструмент понимания, а не

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			манипуляции.
Тема 4.1 Теория массового обслуживания.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	1. Вы — руководитель службы поддержки клиентов в онлайн-банке «ФинТех Банк». Среднее время ожидания в очереди выросло до 8 минут, клиенты жалуются. IT-подрядчик предлагает решение: «Наш ИИ на основе теории массового обслуживания автоматически добавит операторов в пиковые часы и сократит время ожидания до 30 секунд!» В то же время ваш внутренний аналитик, ссылаясь на учебник Саати «Элементы теории массового обслуживания и надёжности», поясняет: «Теория массового обслуживания позволяет оценить, сколько операторов нужно при заданном потоке заявок и допустимом времени ожидания, но она не “автоматически управляет” — она даёт расчётные нормативы на основе статистических моделей (например, M/M/c)». Задание: Для каждого утверждения определите: – что является фактом, – что — интерпретацией, – что — оценкой. Подготовьте краткое профессиональное заключение: какой источник корректно отражает возможности теории массового обслуживания? Эталон ответа: Утверждение IT-подрядчика (открытый/коммерческий источник): – Факт: Теория массового обслуживания может использоваться для расчёта числа операторов. – Интерпретация: «ИИ на основе ТМО автоматически добавит

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			операторов» — искажение; ТМО сама по себе не управляет, а предоставляет модель. – Оценка: «Сократит время до 30 секунд!» — недоказанная, маркетинговая гипербола. Мнение аналитика (специализированный источник): – Факт: ТМО использует модели типа M/M/c для расчёта характеристик очереди. – Интерпретация: Модель даёт нормативы, а не прямое управление — это точное понимание метода. – Оценка: Отсутствует. Заключение: Только мнение аналитика корректно отражает суть теории массового обслуживания: это инструмент количественной оценки, а не автономная система управления. Решение подрядчика может быть реализовано, но только на основе расчётов по ТМО, а не как «волшебный ИИ». 2. Вы — заместитель главного врача по логистике в городской поликлинике. Пациенты долго ждут приёма у терапевта. Администрация получает два предложения: • **От консалтинговой фирмы**: *«Теория массового обслуживания — это когда компьютер считает, сколько врачей нужно, и всё сразу становится быстро! Внедрим за неделю — и очередь исчезнет!»* • **От профессора кафедры прикладной математики**: *«ТМО позволяет смоделировать поток пациентов как случайный процесс, оценить среднее время ожидания и найти оптимальное число каналов обслуживания при заданных ограничениях. Но модель требует точных данных о*

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			интенсивности потока и времени приёма». **Задание:** Классифицируйте каждое утверждение по категориям: **факт**, **интерпретация**, **оценка**. Назовите, чья позиция обеспечивает реалистичное и этичное применение теории массового обслуживания в здравоохранении. **Эталон ответа:** **Предложение консалтинговой фирмы:** – **Факт**: ТМО может использоваться для расчёта числа врачей. – **Интерпретация**: «Компьютер считает — и всё становится быстро» — упрощение; игнорируется необходимость сбора данных и верификации модели. – **Оценка**: «Очередь исчезнет за неделю!» — необоснованное обещание, создающее ложные ожидания. **Мнение профессора:** – **Факт**: Поток пациентов моделируется как случайный процесс; используются параметры λ (интенсивность потока) и μ (интенсивность обслуживания). – **Интерпретация**: Модель даёт оценку при условии достоверных данных — это научно корректный подход. – **Оценка**: Отсутствует. **Обоснование:** Позиция профессора этична и реалистична: она признаёт **зависимость результата от качества данных** и **ограниченность модели**. Консалтинговое предложение вводит в заблуждение, обещая мгновенный эффект без учёта сложности реальной системы здравоохранения.

Критерии оценивания практических занятий:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи, формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя
хорошо	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя
удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся знает и понимает материал по заданной теме, но изложение неполное, непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, студент не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя

4.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы содержат несколько практических заданий по индивидуальным вариантам, в полном объеме охватывающих изученный материал по указанной теме. Выполнение контрольных работ позволяет определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
Тема 1.2 Разновидности задач исследования операции и подходов к их решению	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	Задание 1.1. Вопрос: Какие из перечисленных задач являются классическими примерами детерминированных задач исследования операций, где все параметры известны точно? Задача составления оптимального инвестиционного портфеля при известных будущих доходах от активов. Задача о кратчайшем пути в сети с известными длинами ребер. Задача выбора стратегии на аукционе при неизвестных оценках других участников.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Задача оптимального раскроя стандартных листов материала для минимизации отходов. Правильные ответы: 2, 4. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Задача о кратчайшем пути – эталонная детерминированная задача: граф и веса рёбер заданы однозначно. Ответ 4 – правильный. Задача раскроя (обрезки) – классическая задача линейного/целочисленного программирования, все параметры (размеры заготовок, деталей) считаются известными и постоянными. Ответ 1 – неверный. Будущие доходы от активов принципиально неизвестны и неопределенны, что сразу относит эту задачу к области стохастических моделей или моделей принятия решений в условиях риска. Ответ 3 – неверный. Неизвестность оценок и, как следствие, поведения других участников делает эту задачу типично игровой (в условиях неопределенности, порожденной действиями других агентов). Задание 1.2. Вопрос: Какие из следующих утверждений верно характеризуют особенности и подходы к решению многокритериальных задач? Всегда существует единственное оптимальное решение, которое максимизирует все критерии одновременно. Для сведения к однокритериальной задаче может применяться метод взвешивания (присвоения весов критериям). Понятие «оптимальность по Парето» является ключевым для анализа множества

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			допустимых решений. Такие задачи решаются исключительно методами теории игр, так как критерии «конфликтуют» друг с другом. Правильные ответы: 2, 3. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Метод взвешивания – один из базовых подходов к скаляризации (сведению к одному критерию) в многокритериальных задачах. Ответ 3 – правильный. Оптимальность по Парето (ситуация, когда улучшение одного критерия невозможно без ухудшения другого) – фундаментальное понятие, сужающее множество решений до эффективной границы. Ответ 1 – неверный. Это редчайший случай (полная согласованность критериев). Как правило, критерии конфликтуют, и решения, оптимального по всем критериям сразу, не существует. Ответ 4 – неверный. Теория игр изучает конфликт интересов различных субъектов. Многокритериальность – это конфликт целей одного лица, принимающего решения (ЛПР). Аппараты этих дисциплин различны, хотя и пересекаются в некоторых концепциях (например, переговорные множества). 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» Задание 2.1. Вопрос: Расположите следующие типы задач в порядке возрастания сложности учета неопределенности (от простой к самой сложной). Детерминированная оптимизационная задача. Задача принятия решений в условиях стохастической неопределенности (риска).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Игровая задача в условиях неопределенности (конфликта). Правильная последовательность: 1 → 2 → 3. Пояснение: Последовательность отражает иерархию неопределенности. 1) – неопределенности нет, все параметры известны. 2) – неопределенность есть, но она носит «природный», вероятностный характер (погода, спрос). 3) – неопределенность порождена сознательными действиями других игроков, что требует учета их рациональности и интересов, что сложнее вероятностных моделей. Задание 2.2. Вопрос: Установите логическую последовательность действий при решении задачи в условиях стохастической неопределенности с использованием критерия ожидаемого значения. Определить множество возможных решений (стратегий). Оценить математическое ожидание выигрыша для каждой стратегии. Выбрать стратегию с максимальным ожидаемым значением выигрыша. Для каждой стратегии выявить возможные состояния среды (сценарии) и назначить им вероятности. Правильная последовательность: 1 → 4 → 2 → 3. Пояснение: Это стандартный алгоритм. Сначала определяем, что мы можем сделать (1). Затем анализируем внешнюю среду: что может произойти и с какой вероятностью (4). После этого для каждой нашей возможной стратегии вычисляется средневзвешенный результат (ожидаемое значение) (2). Финальный шаг – выбор наилучшей по этому критерию стратегии (3).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			3. Задания типа «Установи правильное соответствие» Задание 3.1. Вопрос: Установите соответствие между типом задачи исследования операций и наиболее адекватным математическим аппаратом для ее решения. Список 1 (Тип задачи): Прямая детерминированная задача распределения ресурсов. Обратная задача (задача синтеза) при заданном желаемом результате. Задача выбора в условиях неопределенности с известными вероятностями. Многокритериальная задача с конфликтующими целями. Список 2 (Математический аппарат): A) Методы стохастического программирования или анализ дерева решений с критерием ожидаемого значения. B) Методы поиска множества Парето-оптимальных решений, метод идеальной точки. C) Методы математического программирования (линейного, нелинейного, целочисленного). D) Методы решения систем уравнений и неравенств, задачи обратной оптимизации. Правильные соответствия: 1-C, 2-D, 3-A, 4-B. Пояснение: Прямая оптимизация при известных параметрах (1) – сфера C. Если задан результат и нужно найти параметры системы (2) – это D. Неопределенность с вероятностями (риск) (3) требует A. Работа с несколькими целями (4) – это область B. Задание 3.2. Вопрос: Установите соответствие между известными критериями выбора решений в условиях полной неопределенности (вероятности неизвестны) и их формулировкой.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Список 1 (Критерий): Критерий Вальда (максимин). Критерий Сэвиджа (минимаксного сожаления). Критерий Гурвица (пессимизма-оптимизма). Критерий Лапласа (равных вероятностей). Список 2 (Логика выбора): A) Выбор стратегии, которая минимизирует максимально возможные потери («сожаление») от того, что мы не выбрали лучшую стратегию для данного состояния среды. B) Предположение, что все состояния среды равновероятны, и выбор стратегии с максимальным средним выигрышем. C) Выбор стратегии, которая максимизирует гарантированный (наихудший) выигрыш. D) Взвешенная комбинация оценок по наихудшему и наилучшему сценариям с заданным коэффициентом оптимизма. Правильные соответствия: 1-C, 2-A, 3-D, 4-B. Пояснение: Это классические соответствия. Вальд ориентируется на гарантированный результат (C). Сэвидж — на минимизацию сожалений (A). Гурвиц вводит субъективный коэффициент (D). Лаплас исходит из принципа недостаточного основания (B). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» Задание 4.1. Вопрос: В чём состоит основное различие между прямой и обратной задачей исследования операций?

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Прямая задача всегда решается методами линейного программирования, а обратная – нет. Прямая задача имеет единственное решение, а обратная – множество решений. В прямой задаче ищется оптимальное решение при заданных ресурсах, а в обратной – требуемые ресурсы или параметры системы для достижения заданного результата. Прямая задача является детерминированной, а обратная – всегда содержит неопределенность. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это и есть классическое определение: прямая задача — «что сделать при данных условиях?», обратная — «какими должны быть условия, чтобы получить нужный результат?». Ответ 1 – неверный. Оба типа задач могут решаться различными методами, не только линейным программированием. Ответ 2 – неверный. Обе задачи могут иметь как единственное, так и множественное, так и не иметь допустимых решений. Ответ 4 – неверный. Оба типа могут быть как детерминированными, так и стохастическими. Задание 4.2. Вопрос: Как называется ситуация в многокритериальной задаче, когда улучшение значения одного критерия невозможно без ухудшения значения хотя бы одного другого критерия?

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Равновесие по Нэшу. Ситуация доминирования. Парето-оптимальность. Компромиссное решение. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это строгое определение оптимальности по Парето (Парето-оптимальности, Парето-эффективности). Ответ 1 – неверный. Равновесие по Нэшу – понятие из теории игр, описывающее устойчивое состояние в конфликте нескольких агентов. Ответ 2 – неверный. Доминирование – это ситуация, когда одно решение лучше другого по всем критериям, что противоположно конфликтной ситуации Парето-оптимальности. Ответ 4 – неверный. Компромиссное решение – это неформальный термин, который может быть найден среди Парето-оптимальных решений на основе дополнительных предпочтений ЛПР. 5. Задания типа «Открытый вопрос» Задание 5.1. Вопрос: Как называется принцип, лежащий в основе критерия Лапласа для выбора решений в условиях полной неопределенности, который оправдывает предположение о равной вероятности всех состояний природы? Правильный ответ: Принцип недостаточного основания (принцип

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			индифферентности, принцип равновозможности). Пояснение: Именно «принцип недостаточного основания», сформулированный еще Бернулли и Лапласом, гласит: если у нас нет никаких данных, позволяющих предпочесть одно состояние среды другому, мы должны считать их равновероятными. Это философское обоснование для расчета простого среднего арифметического. Задание 5.2. Вопрос: Как называется общий подход к решению многокритериальных задач, при котором все критерии агрегируются в один скалярный показатель, например, путём вычисления взвешенной суммы? Правильный ответ: Скаляризация (или метод свертки критериев). Пояснение: Термин «скаляризация» точно отражает суть процесса: сведение векторного критерия (набора чисел) к одному скалярному (одному числу). Метод взвешенной суммы – наиболее частный и известный пример скаляризации.
Тема 3.1 Теория игр	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	
Тема 4.1 Теория	**УК-1** Способен осуществлять поиск,	**ИУК-1.2.**	**Задание 1.1.** Вопрос: Какие из следующих элементов являются обязательными для формального

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
массового обслуживания.	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	описания (задания) классической системы массового обслуживания (СМО)? Поток заявок (требований), поступающий на вход системы. Наличие очереди с определенной дисциплиной обслуживания (FIFO, LIFO и т.д.). Обслуживающие приборы (каналы), которые обрабатывают заявки. Определенный закон распределения времени обслуживания заявок. Правильные ответы: 1, 3. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Поток заявок — это исходный «материал» для работы СМО. Без него системы не существует. Ответ 3 – правильный. Обслуживающие приборы (каналы) — это «производственные мощности» системы, которые выполняют работу. Без них нет обслуживания. Ответ 2 – неверный. Очередь является важным, но не обязательным элементом. Существуют СМО с отказами (без очереди), где заявка, заставшая все каналы занятыми, сразу покидает систему. Ответ 4 – неверный. Характеристики времени обслуживания (включая его закон распределения) являются ключевыми параметрами модели, но абстрактное описание СМО возможно и без конкретизации закона (хотя для расчетов он необходим). Суть СМО задается структурой, а не конкретными распределениями. **Задание 1.2.** Вопрос: Для какой из перечисленных одноканальных СМО с пуассоновским

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			входящим потоком и показательным временем обслуживания (простейшая СМО) будут справедливы формулы, выведенные из схемы гибели и размножения? M/M/1 (с неограниченной очередью). M/M/1/N (с ограниченной очередью, длина очереди ограничена числом N). M/M/1/0 (система с отказами, без очереди). M/G/1 (с произвольным законом распределения времени обслуживания). Правильные ответы: 1, 2, 3. Пояснение: Ответы 1, 2, 3 – правильные. Схема гибели и размножения применима к марковским процессам, где время до следующего события (прихода заявки или окончания обслуживания) имеет экспоненциальное распределение. Во всех трех случаях (M/M/1, M/M/1/N, M/M/1/0) и входящий поток, и время обслуживания — показательные (марковские свойства), что позволяет описать процесс изменения числа заявок в системе как процесс гибели и размножения. Ответ 4 – неверный. В системе M/G/1 время обслуживания имеет произвольное (не показательное) распределение. Это нарушает марковское свойство процесса, и для его анализа требуются более сложные методы (метод вложенных цепей Маркова, формула Полячека–Хинчина), а не прямая схема гибели и размножения. 2. Задания типа «Установи в нужном порядке» **Задание 2.1.** Вопрос: Установите логическую последовательность этапов анализа простейшей СМО M/M/1 для нахождения ее стационарных характеристик.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Записать систему дифференциальных уравнений для вероятностей состояний, исходя из графа состояний. Найти финальные (стационарные) вероятности состояний системы, решив систему алгебраических уравнений и используя условие нормировки. Определить состояния системы (например, k — число заявок в системе: 0, 1, 2, ...). Построить размеченный граф состояний, отражающий возможные переходы (размножение с интенсивностью λ, гибель с интенсивностью μ). Рассчитать основные характеристики: среднее число заявок в системе (Lсист), в очереди (Lоч), среднее время пребывания (Wсист) и ожидания (Wоч) по формуле Литтла. Правильная последовательность: 3 → 4 → 1 → 2 → 5. Пояснение: Это стандартный подход для марковских СМО. Сначала определяем, что есть состояние (3). Затем визуализируем переходы между ними в виде графа (4). На основе графа формально выписываем уравнения Колмогорова (1). В стационарном режиме они упрощаются до алгебраических, и мы находим вероятности состояний (2). И только после того, как известно распределение вероятностей по состояниям, можно вычислить все средние характеристики (5). **Задание 2.2.** Вопрос: Расположите следующие виды СМО в порядке увеличения сложности их математического анализа (от наиболее простой к наиболее сложной). M/M/1 (одноканальная с неограниченной очередью).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			M/M/n/0 (многоканальная с отказами). M/G/1 (одноканальная с произвольным временем обслуживания). G/G/1 (одноканальная с произвольными входящим потоком и временем обслуживания). Правильная последовательность: 1 → 2 → 3 → 4. Пояснение: Последовательность отражает степень общности модели и наличие аналитических решений. 1) M/M/1 — простейшая, решается точно по схеме гибели/размножения. 2) M/M/n/0 — многоканальная, но также марковская и решается обобщением той же схемы (формулы Эрланга). 3) M/G/1 — теряется марковость по времени обслуживания, требуются более сложные методы (вложенные цепи), но для некоторых характеристик есть точные формулы (Полячека–Хинчина). 4) G/G/1 — наиболее общий и сложный случай, точных аналитических формул для распределений нет, используются приближенные методы или имитационное моделирование. 3. Задания типа «Установи правильное соответствие» **Задание 3.1.** Вопрос: Установите соответствие между классификационной характеристикой СМО (по нотации Кендалла) и ее описанием. Список 1 (Характеристика, обозначаемая буквой): M (в первом положении). D (во втором положении). ∞ (в третьем положении).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			FIFO (в пятом положении, если указано). Список 2 (Описание): A) Обслуживание в порядке поступления (First In, First Out). B) Показательное (экспоненциальное, Марковское) распределение времени обслуживания. C) Число мест в очереди не ограничено. D) Детерминированное (постоянное) время обслуживания. Правильные соответствия: 1-B, 2-D, 3-C, 4-A. Пояснение: Это прямое знание нотации Кендалла A/B/n/m/k/d. A (первая) — распределение входного потока (M — exponential). B (вторая) — распределение времени обслуживания (M — exponential, D — deterministic). n (третья) — число каналов. m (четвертая) — число мест в очереди (∞ — бесконечная). d (пятая, часто опускается) — дисциплина очереди (FIFO, LIFO, SIRO и т.д.). **Задание 3.2.** Вопрос: Установите соответствие между характеристикой (параметром) СМО и формулой для ее расчета в стационарном режиме простейшей системы M/M/1 (λ — интенсивность потока, μ — интенсивность обслуживания, ρ = λ/μ — загрузка). Список 1 (Характеристика): Вероятность того, что канал свободен (p0). Среднее число заявок в системе (Lсист). Среднее время пребывания заявки в системе (Wсист).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Среднее число заявок в очереди (Lоч). Список 2 (Формула для M/M/1): A) ρ / (1 - ρ) B) 1 - ρ C) ρ² / (1 - ρ) D) 1 / (μ - λ) Правильные соответствия: 1-B, 2-A, 3-D, 4-C. Пояснение: Это базовые формулы для M/M/1. p0 = 1 - ρ (B). Lсист = ρ / (1-ρ) (A). Wсист = 1 / (μ - λ) (эквивалентно Lсист/λ) (D). Lоч = ρ² / (1-ρ) (C). 4. Задания типа «Выбор одного правильного ответа» **Задание 4.1.** Вопрос: В чём состоит фундаментальный смысл формулы Литтла в теории массового обслуживания? Она позволяет рассчитать интенсивность входящего потока, если известно среднее время обслуживания. Она устанавливает количественную связь между средним числом заявок в системе (или очереди) и средним временем их пребывания в системе (или ожидания в очереди) для стационарно работающей СМО. Она определяет условие существования стационарного режима: интенсивность входящего потока должна быть меньше интенсивности обслуживания. Она является основой для вывода распределения вероятностей состояний в схеме гибели и размножения.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Это суть формулы Литтла: $L = \lambda * W$. Ее универсальность и независимость от вида распределений и дисциплины очереди делают ее краеугольным камнем ТМО. Она связывает легко наблюдаемые средние величины. Ответ 1 – неверный. Формула Литтла связывает средние значения, но не предназначена для вычисления параметров потока в отрыве от других данных. Ответ 3 – неверный. Это условие стационарности ($\rho < 1$), но оно выводится из других соображений (сумма ряда вероятностей сходится), а не из формулы Литтла. Ответ 4 – неверный. Формула Литтла — это общее соотношение, верное для любой стационарной СМО. Схема гибели и размножения — конкретный метод для марковских систем, из которого формула Литтла может быть получена, но не наоборот. **Задание 4.2.** Вопрос: Что характеризует параметр ρ (ро) — «приведенная интенсивность потока» или «коэффициент загрузки» — в одноканальной СМО? Абсолютную пропускную способность системы (среднее число обслуженных заявок в единицу времени). Вероятность того, что канал занят в произвольный момент времени в стационарном режиме. Максимально возможную интенсивность потока, которую может выдержать система.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Среднее время простоя канала. Правильный ответ: 2. Пояснение: Ответ 2 – правильный. Для одноканальной СМО $\rho = \lambda/\mu$. В стационарном режиме ($\rho < 1$) вероятность занятости канала Рзан = 1 - p0 = ρ. Это прямое следствие из балансных уравнений. Ответ 1 – неверный. Абсолютная пропускная способность (A) равна интенсивности входящего потока (λ) для СМО без потерь или λ*(1 - ротк) для СМО с отказами. Это не ρ. Ответ 3 – неверный. «Максимальная интенсивность» — это предельное значение λ, при котором еще существует стационарный режим ($\lambda < \mu$). Сам параметр ρ характеризует текущую нагрузку относительно этого предела. Ответ 4 – неверный. Среднее время простоя связано с вероятностью p0, а не с ρ напрямую. 5. Задания типа «Открытый вопрос» **Задание 5.1.** Вопрос: Как называется важнейшее условие, необходимое для существования стационарного (установившегося) режима в одноканальной СМО с неограниченной очередью? Оно требует, чтобы среднее число заявок, приходящих в систему за среднее время обслуживания одной заявки, было меньше единицы. Правильный ответ: Условие эргодичности (или условие стационарности: $\rho < 1$). Пояснение: Именно условие $\rho < 1$ (где $\rho = \lambda/\mu$) гарантирует, что система в среднем

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			успевает справляться с потоком заявок, очередь не будет неограниченно расти, и существуют финальные (не зависящие от времени) вероятности состояний. При ρ >= 1 стационарного режима не существует. **Задание 5.2.** Вопрос: Как называется простейший поток событий (заявок), для которого интервалы между событиями распределены по показательному закону, и который обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последействия? Правильный ответ: Пуассоновский поток (или простейший поток). Пояснение: Пуассоновский поток — это фундаментальная математическая модель в ТМО. Его свойства (стационарность, ординарность, отсутствие последействия) делают анализ систем с таким входным потоком наиболее простым и распространенным. Он является марковским, что позволяет широко использовать аппарат схемы гибели и размножения.

Критерии оценивания контрольной работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи, формулирует выводы, умеет пояснить

	полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя
хорошо	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя.
удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся знает и понимает материал по заданной теме, но изложение неполное, непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, студент не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя

4.4. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа включает в себя проработку теоретического материала, изучение рекомендуемой литературы, выполнение практико-ориентированных заданий (заполнение таблиц, проведение сравнительного анализа, составление схем и др.), решение практических задач, создание презентаций, написание рефератов, подборка нормативного и иного материала и выполнение других заданий.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
Тема 1.3 Линейное программирование.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	**Вариант 1** Напишите реферат на тему “Каноническая форма задачи линейного программирования” Что может быть в реферате: Каноническая форма — это форма записи задачи линейного программирования (ЗЛП), в которой требуется найти решение системы ограничений, удовлетворяющее условию неотрицательности, и максимизирующее (минимизирующее) значение целевой функции. Система ограничений содержит только уравнения.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Все переменные неотрицательны. В равенствах выделяются базисные переменные: в каждом из равенств присутствует одна определённая базисная переменная, взятая с единичным коэффициентом, а в других равенствах её нет. Число базисных переменных совпадает с числом ограничений-равенств в системе и обычно строго меньше общего числа переменных. Остальные переменные называются небазисными или свободными. Целевая функция задачи должна быть выражена только через небазисные переменные. **Вариант 2** Напишите реферат на тему “Геометрический смысл задачи линейного программирования ” Что может быть в реферате: Геометрическое представление допустимых решений и целевой функции задачи. Например: Каждое из неравенств определяет на координатной плоскости некоторую полуплоскость. Пересечение этих полуплоскостей задаёт область допустимых решений (ОДР), то есть любая точка из этой области является решением системы ограничений. В общем случае ОДР может быть представлена одной из фигур: выпуклым многоугольником, неограниченной многоугольной областью, лучом, отрезком, точкой или пустой областью. Если система ограничений включает равенства, то они определяют на координатной плоскости прямую линию. Свойства выпуклых множеств. Свойства решений задач линейного

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			программирования связаны со свойствами выпуклых множеств. Например, множество допустимых решений всегда является пересечением конечного числа полупространств (полуплоскостей в случае n = 2, гиперполупространств в случае n > 3). **Вариант 3** Напишите реферат на тему “Свойства решений задачи линейного программирования ” Что может быть в реферате: Определение задачи линейного программирования. В общей постановке задача — найти экстремум (максимум или минимум) линейной целевой функции при условии, что переменные удовлетворяют системе линейных равенств и/или неравенств. Понятие допустимого решения (плана). Неотрицательное решение системы ограничений называется допустимым. Понятие оптимального решения (оптимального плана). Решение, при котором целевая функция принимает оптимальное значение, называется оптимальным. Свойства допустимого множества решений. Например: Допустимое множество решений пусто — этому случаю соответствует взаимная противоречивость ограничений. Допустимое множество — выпуклый ограниченный многогранник или выпуклое неограниченное многогранное множество. Если задача имеет единственное решение, то оно совпадает с одной из вершин допустимого множества.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Если задача имеет бесконечное множество оптимальных решений, заданное некоторым линейным образованием (ребром, гранью, гипергранью и т. д.), среди точек этого линейного образования имеются и вершины допустимого множества.
Тема 3.1 Теория игр	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	**Вариант 1** Напишите реферат на тему “Антагонистические игры, седловая точка ” Что может быть в реферате: Антагонистические игры Антагонистическая игра — игра двух участников с прямо противоположными интересами. Формально это означает, что при переходе от одной игровой ситуации к другой увеличение выигрыша одного из игроков влечёт численно равное уменьшение выигрыша другого, так что во всех ситуациях сумма выигрышей игроков постоянна (можно считать, что эта сумма равна нулю, то есть выигрыш одного игрока равен проигрышу другого). Поэтому антагонистические игры называются также играми двух лиц с нулевой суммой. Некоторые особенности антагонистических игр: Если множества стратегий игроков конечны, то игра называется матричной. Если оба множества стратегий бесконечны, то оптимальные смешанные стратегии существуют не всегда. Седловая точка

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Седловая точка — пара стратегий, в которой игрокам не выгодно отклоняться от своих стратегий. Условия существования седловой точки: В платёжной матрице есть элемент, который одновременно является минимальным в соответствующей строке и максимальным в соответствующем столбце.Необходимое и достаточное условие существования седловой точки — равенство минимаксного и максиминного значений. Свойства седловой точки: Соответствующие седловой точке стратегии игроков называются оптимальными, они образуют равновесную ситуацию или решение игры. Решение игры с седловой точкой обладает свойством: если один из игроков отклоняется от своей оптимальной стратегии, то для другого не может быть выгодным отклонение от своей оптимальной стратегии. **Вариант 2** Напишите реферат на тему “Теорема о необходимом и достаточном условии существования решения антагонистической игры” Что может быть в реферате: Антагонистическая игра — это игра с нулевой суммой, где интересы игроков противоположны: например, первый игрок минимизирует некоторый скалярный показатель, а второй старается его максимизировать. Суть теоремы

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Теорема утверждает, что необходимое и достаточное условие существования седловой точки антагонистической игры — равенство минимаксного и максиминного значений ядра игры. Это равенство записывается в виде: $$\max_{x \in X} \min_{y \in Y} M(x,y) = \min_{y \in Y} \max_{x \in X} M(x,y)$$. В случае выполнения равенства значения его левой и правой частей совпадают со значением ядра в седловой точке — то есть с величиной M(x*, y*). Доказательство В реферате можно рассмотреть доказательство теоремы. Например, можно показать, что: Необходимость — если существует седловая точка ядра M(x, y), то из равенства следуют неравенства, которые доказывают справедливость утверждения. Достаточность — если функция, которая достигает максимума (по x) в точке x* ∈ X, а функция, которая достигает минимума (по y) в точке y* ∈ Y, то равенство подразумевает достижимость наружных верхней и нижней граней, что доказывает достаточность. Применение В реферате можно рассмотреть следствия теоремы. Например, можно показать, что в непрерывной игре всегда существуют максиминные стратегии первого игрока и минимаксные стратегии второго игрока. **Вариант 3** Напишите реферат на тему “Правила упрощения матричной игры ”

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Что может быть в реферате: Определение дублирующих и заведомо невыгодных (доминируемых) стратегий. Например: Если в платёжной матрице игры все элементы строки (столбца) равны соответствующим элементам другой строки (столбца), то соответствующие этим строкам (столбцам) стратегии называются дублирующими. Если в платёжной матрице игры все элементы некоторой строки, определяющей стратегию Ai игрока A, не больше (меньше или некоторые равны) соответствующих элементов другой строки, то стратегия Ai называется доминируемой (заведомо невыгодной). Если в платёжной матрице игры все элементы некоторого столбца, определяющего стратегию Bj игрока B, не меньше (больше или некоторые равны) соответствующих элементов другого столбца, то стратегия Bj называется доминируемой (заведомо невыгодной). Правило: решение матричной игры не изменится, если из платёжной матрицы исключить строки и столбцы, соответствующие дублирующим и доминируемым стратегиям Методы Удаление дублирующих строк и столбцов. Наличие дублируемых строк (столбцов) указывает на существование одинаковых стратегий у первого (второго) игрока, выбор любой из таких стратегий не меняет результата игры. Поэтому любую из дублируемых строк (столбцов) можно удалить. Удаление доминируемых строк и столбцов. Например, если строка k

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			доминирует строку i, если hij г hkj для всех j (j = 1, 2, …, m). Использование свойств матричных игр. Например: Если ко всем элементам платёжной матрицы прибавить (вычесть) одно и то же число С, то оптимальные смешанные стратегии не изменятся, а только цена игры увеличится (уменьшится) на это число С. Если каждый элемент платёжной матрицы умножить на положительное число k, то оптимальные смешанные стратегии не изменятся, а цена игры умножится на k.

Критерии оценивания самостоятельной работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется если работа носит научно-исследовательский характер, проанализирован и сделан сравнительный анализ нескольких литературных источников, приведены примеры
хорошо	выставляется если проанализирован и сделан сравнительный анализ нескольких литературных источников, приведены примеры
удовлетворительно	выставляется если проведен сравнительный анализ научно-методической литературы, приведены примеры
неудовлетворительно	выставляется если работа прошла проверку на антиплагиат и соответствует требованиям оформления

4.5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовые работы не предусмотрены

Курсовая работа позволяет выявить степень владения базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для обучения, и определить уровень владения новым материалом.

Примерные индивидуальные задания (темы) для курсовых работ:

Критерии оценивания курсовой работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Представлены результаты структурированного и логически последовательного обзора литературных и иных источников по теме исследования. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Верно определены исходные данные для расчетов. Все аналитические расчеты выполнены верно, корректно применены методы экономического анализа, не нарушена методика анализа предмета исследования. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
хорошо	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Представлены результаты структурированного и логически последовательного обзора литературных и иных источников по теме исследования. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Верно определены исходные данные для расчетов. В расчетах допускаются незначительные (не искажающие общего итога оценки) погрешности/ошибки. Большинство выводов и предложений аргументировано, корректно применены методы экономического анализа, не нарушена методика анализа предмета исследования. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах, в оформлении таблиц. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
удовлетворительно	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно, недостаточно логично и последовательно. Верно определены исходные данные для расчетов, но имеются грубые ошибки в расчетах. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Экономические выводы носят констатирующий (описательный) характер. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
неудовлетворительно	Содержание курсовой работы не соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Неверно определены исходные данные для расчетов, неверно и не корректно применены методы экономического анализа. Экономические выводы содержат неверную экономическую оценку. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала, студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту

	курсовой работы

5. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета/зачета с оценкой/экзамена.

5.1. Вопросы к зачету:

1. Общая постановка оптимизационной задачи.
2. Нелинейное программирование: локальный экстремум
3. Нелинейное программирование: условный экстремум
4. Линейное программирование: общая постановка, оптимизация плана производства
5. Линейное программирование: задача о смесях
6. Линейное программирование: задача о раскрое
7. Линейное программирование: транспортная задача
8. Графический метод решения ЗЛП
9. Симплексный метод решения ЗЛП на максимум
10. Симплексный метод решения ЗЛП на минимум
11. Особые случаи симплексного метода
12. Элементы теории двойственности
13. Теорема о выпуклости множества допустимых решений ЗЛП
14. Теорема об оптимальном решении ЗЛП
15. Решение ЗЦП методом Гомори.
16. Выпуклое программирование: производная по направлению и градиент функции
17. Решение ЗВП методом кусочно-линейной аппроксимации
18. Приближенное решение ЗВП градиентным методом (случай, когда оптимум целевой функции достигается внутри допустимого множества)
19. Приближенное решение ЗВП градиентным методом (случай, когда оптимум целевой функции достигается на границе допустимого множества)
20. Основные понятия теории игр. Примеры
21. Основная теорема теории прямоугольных игр.
22. Методы решения ЗТИ при наличии седловой точки, в случае разрешимости по доминированию, в случае, если игра симметрична
23. Метод решения ЗТИ в случае игры 2 ✏ 2

24. Метод решения ЗТИ в случае игры $2 \times n$
25. Метод решения ЗТИ в случае игры $m \times 2$
26. Итерационный метод Брауна-Робинсона решения ЗТИ
27. Сведение ЗТИ к задаче линейного программирования.
28. Общая постановка задачи динамического программирования.
29. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
30. Задача о распределении средств между подразделениями
31. Задача об оптимальном распределении ресурсов на n лет
32. Задача о замене оборудования
33. Задача о прокладке пути
34. Понятие Марковского случайного процесса.
35. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний
36. Процесс гибели и размножения
37. СМО с отказами

Критерии оценивания зачета с оценкой/экзамена:

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Критерии оценивания зачета с оценкой/экзамена:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающимся правильно и полностью раскрыто содержание материала в пределах программы, чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, точно использованы научные и технические термины, в ответе использованы ранее приобретённые теоретические знания, сделаны необходимые выводы и обобщения
хорошо	Выставляется, если обучающимся раскрыто основное содержание материала в пределах программы, даны определения и раскрыто содержание понятий, в ответе использованы ранее приобретённые теоретические знания, сделаны необходимые выводы и обобщения, но присутствуют незначительные нарушения в последовательности изложения, имеются одна-две неточности в содержании ответа
удовлетворительно	Выставляется, если обучающимся содержание учебного материала изложено фрагментарно, не всегда последовательно, не даны

	определения, не раскрыто содержание понятий, или они изложены с ошибками, допускаются ошибки и неточности в использовании научной терминологии, отсутствуют выводы и обобщения из предыдущего материала, или возможны ошибки в их изложении
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающимся основное содержание учебного материала не раскрыто, не даются ответы на основные вопросы, допускаются грубые ошибки в определении понятий, в использовании терминологии, отсутствуют выводы и обобщения

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задания для диагностической работы должны обеспечивать оценку полностью или частично сформированных компетенций. Каждое задание должно быть привязано к тому или иному индикатору сформированности компетенций.

При формировании заданий для диагностической работы необходимо использовать тестовые задания следующих типов:

Тип задания 1. Задания закрытого типа на установление соответствия.

Тип задания 2. Задания закрытого типа на установление последовательности.

Тип задания 3. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных

Тип задания 4. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных

Тип задания 5. Задания открытого типа с развернутым ответом.

Все типы заданий должны быть представлены не менее одного раза.

№ п/п	Тема занятия	Код компетенции	Индикатор	Тип задания	Задание		Уровень освоения компетенции
					Вариант 1	**Вариант 2**	
1	**Тема 1.1** Предмет в задачи исследования операции	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	4,4	**Задание 1.** Вопрос: Какие из следующих утверждений верно описывают суть и цели исследования операций (ИО)? 1) ИО занимается исключительно разработкой алгоритмов для компьютерных систем. 2) Основная цель ИО – нахождение наилучшего (оптимального) решения для управления организованной системой в условиях ограничений. 3) ИО применяет междисциплинарный научный подход, используя методы математики, статистики и инженерии. 4) ИО рассматривает только детерминированные (полностью определенные) процессы и игнорирует фактор неопределенности. Правильные ответы: 2, 3. Пояснение:	**Задание 1.** Вопрос: Какие элементы являются обязательными для построения математической модели в исследовании операций? 1) Переменные решения, которые мы можем выбирать. 2) Система ограничений, накладываемых на переменные. 3) Биографические данные всех участников операции. 4) Целевая функция (критерий эффективности), которую требуется оптимизировать. Правильные ответы: 1, 2, 4. Пояснение: Ответы 1, 2, 4 – правильные. Триада «переменные решения → ограничения → целевая функция» составляет ядро любой формальной математической модели в ИО. Без любого из этих элементов модель теряет свой оптимизационный смысл.	**Повышенный (3-5 минут)**

					Ответ 2 – правильный, так как точно отражает оптимизационную суть ИО: выбор наилучшего варианта действий из множества возможных. Ответ 3 – правильный, поскольку ИО по своей природе является синтетической дисциплиной, интегрирующей знания из разных областей для решения комплексных проблем. Ответ 1 – неверный. Хотя ИО использует алгоритмы и компьютеры, его предмет гораздо шире — это управление системами (людскими, техническими, экономическими). Ответ 4 – неверный. Учет неопределенности (стохастичности, поведения противника в играх) является одной из ключевых задач и разделов ИО (теория игр, стохастическое программирование).	Ответ 3 – неверный. Хотя человеческий фактор важен, в строгую математическую модель конкретные биографические данные не входят. Они могут учитываться косвенно через параметры предпочтений или функций полезности, но не являются обязательным элементом формальной модели.	
2	**Тема 1.1** Предмет в задачи исследования операции	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	2,2	**Задание 2.** Установите правильную логическую последовательность этапов типичного исследования операций. 1. Построение математической модели.	**Задание 2.** Расположите в порядке абстрактности (от наиболее конкретного к наиболее абстрактному) следующие понятия. 1. Математическая модель транспортной задачи (с конкретными складами и	**Базовый (1-3 минуты)**

		применять системный подход для решения поставленных задач	применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации		2. Реализация найденного решения и контроль его эффективности. 3. Формулировка проблемы и постановка цели. 4. Валидация модели и поиск оптимального решения. 5. Сбор данных и анализ системы. Правильная последовательность: 3 → 5 → 1 → 4 → 2. Пояснение: Эта последовательность отражает классический системный подход. Сначала нужно понять и сформулировать проблему (3), затем изучить систему и собрать информацию (5). На основе этого строится модель (1), которая затем проверяется и используется для расчетов (4). Финальный и crucial этап – внедрение результата в реальность, а не просто его теоретическое нахождение (2).	магазинами). 2. Реальная логистическая система компании. 3. Общая модель задачи линейного программирования в канонической форме. Правильная последовательность: 2 → 1 → 3. Пояснение: Реальная система (2) – это конкретный объект. Математическая модель транспортной задачи (1) – это ее первое упрощенное, но еще содержательное (с контекстом "транспорт") представление. Общая модель ЛП (3) – это высшая степень абстракции, очищенная от какой-либо предметной области, работающая только с коэффициентами, переменными и ограничениями	
3	**Тема 1.2** Разновидности задач исследования операции и подходов к их	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять	2,2	**Задание 3.** Расположите следующие типы задач в порядке возрастания сложности учета неопределенности (от простой к самой сложной). 1. Детерминированная оптимизационная задача.	**Задание 3.** Установите логическую последовательность действий при решении задачи в условиях стохастической неопределенности с использованием критерия ожидаемого значения. 1. Определить множество	**Базовый (1-3 минуты)**

	решению	применять системный подход для решения поставленных задач	системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации		2. Задача принятия решений в условиях стохастической неопределенности (риска). 3. Игровая задача в условиях неопределенности (конфликта). Правильная последовательность: 1 → 2 → 3. Пояснение: Последовательность отражает иерархию неопределенности. 1) – неопределенности нет, все параметры известны. 2) – неопределенность есть, но она носит «природный», вероятностный характер (погода, спрос). 3) – неопределенность порождена сознательными действиями других игроков, что требует учета их рациональности и интересов, что сложнее вероятностных моделей. тому критерию стратегии (3).	возможных решений (стратегий). 2. Оценить математическое ожидание выигрыша для каждой стратегии. 3. Выбрать стратегию с максимальным ожидаемым значением выигрыша. 4. Для каждой стратегии выявить возможные состояния среды (сценарии) и назначить им вероятности. Правильная последовательность: 1 → 4 → 2 → 3. Пояснение: Это стандартный алгоритм. Сначала определяем, что мы можем сделать (1). Затем анализируем внешнюю среду: что может произойти и с какой вероятностью (4). После этого для каждой нашей возможной стратегии вычисляется средневзвешенный результат (ожидаемое значение) (2). Финальный шаг – выбор наилучшей по э	
4	**Тема 1.2** Разновидности задач исследования операции и подходов к	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез	1,1	**Задание 4.** Установите соответствие между типом задачи исследования операций и наиболее адекватным математическим аппаратом для ее решения.	**Задание 4.** Установите соответствие между известными критериями выбора решений в условиях полной неопределенности (вероятности неизвестны) и их формулировкой.	**Базовый (1-3 минуты)**

	их решению	информации, применять системный подход для решения поставленных задач	информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации		Список 1 (Тип задачи): 1) Прямая детерминированная задача распределения ресурсов. 2) Обратная задача (задача синтеза) при заданном желаемом результате. 3) Задача выбора в условиях неопределенности с известными вероятностями. 4) Многокритериальная задача с конфликтующими целями. Список 2 (Математический аппарат): A) Методы стохастического программирования или анализ дерева решений с критерием ожидаемого значения. B) Методы поиска множества Парето-оптимальных решений, метод идеальной точки. C) Методы математического программирования (линейного, нелинейного, целочисленного). D) Методы решения систем уравнений и неравенств, задачи обратной оптимизации. Правильные соответствия: 1-C, 2-D, 3-A, 4-B. Пояснение: Прямая оптимизация	Список 1 (Критерий): 1) Критерий Вальда (максимин). 2) Критерий Сэвиджа (минимаксного сожаления). 3) Критерий Гурвица (пессимизма-оптимизма). 4) Критерий Лапласа (равных вероятностей). Список 2 (Логика выбора): A) Выбор стратегии, которая минимизирует максимально возможные потери («сожаление») от того, что мы не выбрали лучшую стратегию для данного состояния среды. B) Предположение, что все состояния среды равновероятны, и выбор стратегии с максимальным средним выигрышем. C) Выбор стратегии, которая максимизирует гарантированный (наихудший) выигрыш. D) Взвешенная комбинация оценок по наихудшему и наилучшему сценариям с заданным коэффициентом оптимизма. Правильные соответствия: 1-C, 2-A, 3-D, 4-B. Пояснение: Это классические	

					при известных параметрах (1) – сфера С. Если задан результат и нужно найти параметры системы (2) – это D. Неопределенность с вероятностями (риск) (3) требует А. Работа с несколькими целями (4) – это область В.	соответствия. Вальд ориентируется на гарантированный результат (С). Сэвидж — на минимизацию сожалений (А). Гурвиц вводит субъективный коэффициент (D). Лаплас исходит из принципа недостаточного основания (В).	
5	**Тема 1.3** Линейное программирование.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках	1,1	**Задание 5.** Установите соответствие между понятием линейного программирования и его кратким определением. Список 1 (Понятие): Допустимое решение. Опорное решение. Вырожденное опорное решение. Оптимальное решение. Список 2 (Определение): А) Допустимое решение, которое соответствует вершине многогранника решений (имеет не более m положительных компонент для задачи с m ограничениями). В) Допустимое решение, доставляющее целевой функции экстремальное (максимальное или минимальное) значение.	**Задание 5.** Установите соответствие между типом задачи математического программирования и характерным для нее методом решения. Список 1 (Тип задачи): Классическая задача ЛП (непрерывная). Задача целочисленного линейного программирования (ЦЛП). Транспортная задача. Задача о назначениях. Список 2 (Характерный метод): А) Метод потенциалов. В) Венгерский алгоритм. С) Симплекс-метод. D) Метод ветвей и границ. Правильные соответствия: 1-С, 2-D, 3-А, 4-В.	**Базовый** **(1-3 минуты)**

			информации		C) Решение, удовлетворяющее всем ограничениям задачи. D) Опорное решение, в котором число положительных базисных переменных строго меньше ранга системы ограничений (числа m). Правильные соответствия: 1-C, 2-A, 3-D, 4-B. Пояснение: Это базовые определения. Допустимое — просто удовлетворяет условиям (C). Опорное — это именно угловая точка, базисное решение (A). Вырожденное — частный случай опорного, когда через точку проходит «лишняя» гиперплоскость (D). Оптимальное — лучшее из допустимых (B).	Пояснение: 1) Решается универсальным C) симплекс-методом. 2) Для ЦЛП базовый подход — D) метод ветвей и границ, использующий симплекс-метод как подпрограмму. 3) Транспортная задача, как частный случай ЛП, эффективно решается специализированным A) методом потенциалов. 4) Задача о назначениях — частный случай транспортной, решается еще более эффективным B) Венгерским алгоритмом.	

6	**Тема 2.1:** Основы динамического программирования	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	3,3	**Задание 6.** Вопрос: В чём заключается суть «принципа оптимальности» Р. Беллмана, лежащего в основе динамического программирования? Оптимальное решение на каждом шаге должно выбираться независимо, исходя только из локальных условий. Оптимальная стратегия управления должна обеспечивать оптимальность процесса на каждом отдельном шаге. Каково бы ни было состояние системы в результате предыдущих шагов, решения на оставшихся шагах должны быть оптимальными относительно этого состояния. Для нахождения глобального оптимума необходимо проанализировать все возможные траектории процесса. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. Это	**Задание 6.** Вопрос: Какое из перечисленных ограничений является наиболее существенным и известным недостатком (слабым местом) метода динамического программирования? Он применим только к линейным моделям. Он требует, чтобы критерий оптимальности был аддитивным. «Проклятие размерности» — экспоненциальный рост объема вычислений с увеличением размерности вектора состояния. Он не гарантирует нахождения глобального оптимума для невыпуклых задач. Правильный ответ: 3. Пояснение: Ответ 3 – правильный. «Проклятие размерности» (curse of dimensionality) — это главная фундаментальная проблема ДП. Если состояние описывается несколькими параметрами, количество возможных состояний	**Повышенный (3-5 минут)**

					каноническая формулировка принципа оптимальности. Он позволяет строить оптимальную стратегию «с конца», предполагая, что как бы мы ни пришли в текущее состояние, дальнейшее управление должно быть для него оптимальным. Ответ 1 – неверный. Это как раз подход «жадных» алгоритмов, который часто не приводит к глобальному оптимуму. ДП учитывает будущие последствия текущих решений. Ответ 2 – неверный. Локальная оптимальность на каждом шаге не гарантирует глобальной оптимальности траектории. Принцип Беллмана требует оптимальности оставшейся части процесса. Ответ 4 – неверный. Это описание полного перебора, от которого метод ДП как раз и позволяет уйти за счет запоминания промежуточных результатов.	растет как произведение их диапазонов, что быстро делает вычисления невыполнимыми. Ответ 1 – неверный. Это преимущество ДП: он великолепно справляется с нелинейностями. Ответ 2 – неверный. Хотя аддитивность/мультипликативность удобны, существуют модификации ДП и для других видов критериев. Это не самое жесткое ограничение. Ответ 4 – неверный. Для корректно сформулированной задачи ДП (с принципом оптимальности) метод находит именно глобальный оптимум, что является его сильной стороной.	

7	**Тема 2.1:** Основы динамического программирования	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации		**Задание 7.** Вопрос: Установите соответствие между классической задачей, решаемой методом ДП, и ее ключевым «состоянием» в постановке ДП. Список 1 (Задача): 1) Задача об оптимальном распределении ресурсов. 2) Задача замены оборудования. 3) Задача о загрузке рюкзака (ранца). 4) Задача поиска кратчайшего пути в ациклическом графе. Список 2 (Состояние системы): A) Оставшийся ресурс (например, вес, объем, капитал), который можно распределить на оставшиеся статьи. B) Возраст (или степень износа) оборудования в начале текущего года (периода). C) Текущий узел (вершина) графа, в котором находится «путешественник». D) Тип и количество уже загруженных в рюкзак предметов.	**Задание 7.** Вопрос: Установите соответствие между понятием динамического программирования и его определением. Список 1 (Понятие): 1) Принцип оптимальности Беллмана. 2) Функция Беллмана. 3) Управление. 4) Рекуррентное уравнение Беллмана. Список 2 (Определение): A) Переменные, значения которых мы выбираем на каждом шаге, влияя на состояние системы. B) Уравнение, выражающее оптимальный выигрыш с текущего шага и состояния через оптимальные выигрыши с последующих шагов. C) Утверждение о том, что оптимальная стратегия обладает тем свойством, что, каковы бы ни были начальное состояние и решение на первом шаге, последующие решения должны составлять оптимальную стратегию относительно состояния,	**Повышенный (3-5 минут)**

					Правильные соответствия: 1-A, 2-B, 3-A (или D, но A более классически), 4-C. Пояснение: 1) В задаче распределения состояние — это остаток ресурса (A), который нужно оптимально разделить между оставшимися потребителями. 2) В задаче замены ключевой параметр — возраст оборудования (B), от которого зависит производительность и затраты на ремонт. 3) В задаче о рюкзаке состояние также часто определяется как оставшаяся грузоподъемность (A). Определение как набор предметов (D) теоретически возможно, но ведет к экспоненциальному росту состояний и на практике не используется. 4) В задаче о пути состояние — это текущая вершина (C), из которой нужно найти оптимальный путь до конечной.	полученного после первого решения. D) Оптимальное значение целевой функции (выигрыша) как функция начального состояния и номера шага. Правильные соответствия: 1-C, 2-D, 3-A, 4-B. Пояснение: Это фундаментальные определения. Принцип оптимальности — философская основа (C). Функция Беллмана — формальное обозначение оптимального результата (D). Управление — то, чем мы распоряжаемся (A). Рекуррентное уравнение — математический инструмент, реализующий принцип оптимальности для вычисления функции Беллмана (B).	

8	**Тема 3.1** Теория игр	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	5,5	**Задание 8.** Как называется фундаментальная теорема теории игр, доказанная Джоном фон Нейманом, которая утверждает, что в любой конечной антагонистической игре двух лиц существуют оптимальные смешанные стратегии и цена игры? Правильный ответ: Минимаксная теорема (или Основная теорема теории матричных игр). Пояснение: Именно «Минимаксная теорема» (Minimax theorem) фон Неймана является краеугольным камнем теории антагонистических игр. Она гарантирует существование решения в смешанных стратегиях и устанавливает равенство нижней и верхней цены игры: max min = min max.	**Задание 8.** В теории статистических решений, какой принцип выбора оптимальной стратегии рекомендует рассматривать все состояния природы как равновероятные и выбирать стратегию с максимальным средним выигрышем? Правильный ответ: Критерий Лапласа (или принцип недостаточного основания). Пояснение: Это критерий Лапласа (Laplace criterion), также известный как принцип недостаточного основания Бернулли-Лапласа. Он применяется в условиях полной неопределенности (вероятности состояний природы неизвестны) и предлагает в этом вакууме информации считать все сценарии равновозможными.	**Высокий (5-10 минут)**
9	**Тема 4.1** Теория массового обслуживания.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез	4,4	**Задание 9.** Какие из следующих элементов являются обязательными для формального описания (задания) классической системы массового обслуживания (СМО)?	**Задание 9.** Для какой из перечисленных одноканальных СМО с пуассоновским входящим потоком и показательным временем обслуживания (простейшая СМО)	**Повышенный (3-5 минут)**

		синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации		Поток заявок (требований), поступающий на вход системы. Наличие очереди с определенной дисциплиной обслуживания (FIFO, LIFO и т.д.). Обслуживающие приборы (каналы), которые обрабатывают заявки. Определенный закон распределения времени обслуживания заявок. Правильные ответы: 1, 3. Пояснение: Ответ 1 – правильный. Поток заявок — это исходный «материал» для работы СМО. Без него системы не существует. Ответ 3 – правильный. Обслуживающие приборы (каналы) — это «производственные мощности» системы, которые выполняют работу. Без них нет обслуживания. Ответ 2 – неверный. Очередь является важным, но не	будут справедливы формулы, выведенные из схемы гибели и размножения? M/M/1 (с неограниченной очередью). M/M/1/N (с ограниченной очередью, длина очереди ограничена числом N). M/M/1/0 (система с отказами, без очереди). M/G/1 (с произвольным законом распределения времени обслуживания). Правильные ответы: 1, 2, 3. Пояснение: Ответы 1, 2, 3 – правильные. Схема гибели и размножения применима к марковским процессам, где время до следующего события (прихода заявки или окончания обслуживания) имеет экспоненциальное распределение. Во всех трех случаях (M/M/1, M/M/1/N, M/M/1/0) и входящий поток, и время обслуживания — показательные (марковские свойства), что позволяет описать	

					обязательным элементом. Существуют СМО с отказами (без очереди), где заявка, заставшая все каналы занятыми, сразу покидает систему. Ответ 4 – неверный. Характеристики времени обслуживания (включая его закон распределения) являются ключевыми параметрами модели, но абстрактное описание СМО возможно и без конкретизации закона (хотя для расчетов он необходим). Суть СМО задается структурой, а не конкретными распределениями.	процесс изменения числа заявок в системе как процесс гибели и размножения. Ответ 4 – неверный. В системе M/G/1 время обслуживания имеет произвольное (не показательное) распределение. Это нарушает марковское свойство процесса, и для его анализа требуются более сложные методы (метод вложенных цепей Маркова, формула Полячека–Хинчина), а не прямая схема гибели и размножения.	
10	**Тема 4.1** Теория массового обслуживания.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь	2,2	**Задание 10.** Установите логическую последовательность этапов анализа простейшей СМО M/M/1 для нахождения ее стационарных характеристик. 1) Записать систему дифференциальных уравнений для вероятностей состояний, исходя из графа состояний. 2) Найти финальные (стационарные) вероятности состояний системы, решив систему алгебраических	**Задание 10.** Расположите следующие виды СМО в порядке увеличения сложности их математического анализа (от наиболее простой к наиболее сложной). 1) M/M/1 (одноканальная с неограниченной очередью). 2) M/M/n/0 (многоканальная с отказами). 3) M/G/1 (одноканальная с произвольным временем обслуживания).	**Повышенный (3-5 минут)**

			классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации		уравнений и используя условие нормировки. 3) Определить состояния системы (например, k — число заявок в системе: 0, 1, 2, ...). 4) Построить размеченный граф состояний, отражающий возможные переходы (размножение с интенсивностью λ, гибель с интенсивностью μ). 5) Рассчитать основные характеристики: среднее число заявок в системе (Lсист), в очереди (Lоч), среднее время пребывания (Wсист) и ожидания (Wоч) по формуле Литтла. Правильная последовательность: 3 → 4 → 1 → 2 → 5. Пояснение: Это стандартный подход для марковских СМО. Сначала определяем, что есть состояние (3). Затем визуализируем переходы между ними в виде графа (4). На основе графа формально выписываем уравнения Колмогорова (1). В стационарном режиме они упрощаются до алгебраических, и мы находим вероятности состояний (2). И только после	4) G/G/1 (одноканальная с произвольными входящим потоком и временем обслуживания). Правильная последовательность: 1 → 2 → 3 → 4. Пояснение: Последовательность отражает степень общности модели и наличие аналитических решений. 1) M/M/1 — простейшая, решается точно по схеме гибели/размножения. 2) M/M/n/0 — многоканальная, но также марковская и решается обобщением той же схемы (формулы Эрланга). 3) M/G/1 — теряется марковость по времени обслуживания, требуются более сложные методы (вложенные цепи), но для некоторых характеристик есть точные формулы (Полячека–Хинчина). 4) G/G/1 — наиболее общий и сложный случай, точных аналитических формул для распределений нет, используются приближенные методы или имитационное моделирование.	

					того, как известно распределение вероятностей по состояниям, можно вычислить все средние характеристики (5).		

Критерии оценивания диагностической работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	от 90 до 100 % правильно выполненных заданий
хорошо	от 70 до 89 % правильно выполненных заданий
удовлетворительно	от 50 до 69 % правильно выполненных заданий
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий