Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Костровец Лариса Борисовна
Должность: директор
Дата подписания: 02.10.2026 00:12:43
Уникальный программный ключ:
6882606104c36dbde41c4ab93a65382136a292d6

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.02 Методы оптимизации

(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

09.03.03 Прикладная информатика
(код, наименование направления подготовки/специальности)

Прикладная информатика в управлении корпоративными информационными системами
(наименование образовательной программы)

очная форма обучения
(форма обучения)

Год набора - 2026
Донецк

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Брадул Н.В., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий

Заведующий кафедрой:

Брадул Н.В., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01.02 Методы оптимизации одобрена на заседании кафедры информационных технологий факультета государственной службы и управления Донецкого филиала РАНХиГС.

протокол № 7 от «05» марта 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Методы оптимизации обеспечивает формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)	Код компетенции	Наименование Компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижения компетенций	Образовательный результат
–	ПК-1	Способность адаптировать бизнес-процессы заказчика ИС к возможностям типовой ИС в рамках выполнения работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС	ПК-1.2	Моделирует бизнес-процессы заказчика ИС в типовой ИС	З-12 **Знает** Основы организации производства

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Общий объем дисциплины:
3,00 з.е., 108 ак.час
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 65 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 18 ак.час на лекции и 36 ак.час на практические занятия. 25 ак. час на самостоятельную работу обучающихся.

Б1.В.01.02 Методы оптимизации на 2 курсе в 4 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при освоении следующих дисциплин: Основы экономической теории, Линейная алгебра и аналитическая геометрия.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час												Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий									Самостоятельная работа			
			Период теоретического обучения						Период промежуточной аттестации (сессия)						
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Каттэк	Контроль	СРкр	СРэк	СР	
			Л	ВЛ	ЛР	ПЗ									
Тема 1	Построение математических моделей экономических задач		2			4								2	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 2	Формы записи задач линейного программирования		2			4								2	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 3	Графический метод решения задач линейного программирования		2			4								3	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 4	Симплексный метод решения задач		2			4								3	устный опрос;

	линейного программирования												контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 5	Двойственность в задачах линейного программирования. Анализ устойчивости оптимального решения		2			4						3	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 6	Транспортная задача линейного программирования		2			4						3	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 7	Задачи целочисленного программирования: методы отсечений Гомори		2			4						3	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 8	Нелинейная оптимизация в исследовании операций: метод множителей Лагранжа		2			4						3	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
Тема 9	Нелинейная оптимизация в исследовании операций: квадратичное программирование		2			4						3	устный опрос; контрольные задания; индивидуальное задание
	Промежуточная аттестация	29							2	9		18		**Экзамен**
ИТОГО		**108**	**18**			**36**			**2**	**9**		**18**	**25**	

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Построение математических моделей экономических задач. ПК-1.2.

Содержание лекции: Понятие математической модели. Этапы построения модели. Классификация оптимизационных моделей (детерминированные / стохастические, статические / динамические, линейные / нелинейные). Компоненты модели: целевая функция, переменные, ограничения, параметры. Примеры экономических задач, приводящих к оптимизации: задача о распределении ресурсов; задача составления производственной программы; задача оптимального раскроя; задача о смесях (диете); задача инвестиционного портфеля. Основные допущения моделей линейного программирования (пропорциональность, аддитивность, непрерывность, детерминированность). Типичные ошибки при формализации.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 2. Формы записи задач линейного программирования. ПК-1.2.

Содержание лекции: Общая задача линейного программирования (ОЗЛП). Стандартная (каноническая) форма записи: максимизация, ограничения-равенства, неотрицательность переменных. Симметричная форма записи: ограничения-неравенства. Матричная и векторная формы записи. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме: замена минимума на максимум; преобразование неравенств в равенства (добавление дополнительных переменных); преобразование переменных, не имеющих ограничений по знаку. Примеры перехода от экономической постановки к математической форме.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 3. Графический метод решения задач линейного программирования. ПК-1.2.

Содержание лекции: Геометрическая интерпретация задачи ЛП с двумя переменными. Построение области допустимых решений (ОДР) как пересечения полуплоскостей. Линии уровня целевой функции и направление градиента. Нахождение оптимальной точки (угловая точка ОДР). Особые случаи: единственное решение; альтернативный оптимум (бесконечно много решений); неограниченность целевой функции; пустая ОДР (отсутствие допустимых решений). Применение графического метода для анализа чувствительности (простейший случай). Ограничения метода и его роль в обучении.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 4. Симплексный метод решения задач линейного программирования. ПК-1.2.

Содержание лекции: Идея симплекс-метода: направленный перебор угловых точек. Каноническая форма как база для симплекс-метода. Базисные и свободные переменные. Базисное решение. Опорное решение (допустимое базисное решение). Вырожденность. Симплекс-таблица: структура и заполнение. Критерий оптимальности (для максимизации и минимизации). Правила выбора разрешающего столбца и разрешающей строки. Пересчет симплекс-таблицы (метод Жордана–Гаусса). Алгоритм симплекс-метода (шаги, блок-схема). Признаки неразрешимости: неограниченность целевой функции, отсутствие допустимых решений. Вычислительные аспекты: сходимость, зацикливание (правило Блэнда).

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 5. Двойственность в задачах линейного программирования. Анализ устойчивости оптимального решения ПК-1.2.

Содержание лекций: Понятие двойственной задачи. Экономическая интерпретация (теневые цены). Правила построения двойственной задачи для симметричной и канонической форм. Основные теоремы двойственности: слабая теорема; сильная теорема (о совпадении оптимумов); теорема равновесия (дополняющей нежесткости). Двойственный симплекс-метод: идея и отличия от прямого. Использование двойственности для анализа оптимального решения (оценка ресурсов, рентабельность продукции). Решение задач экономического содержания через

двойственные оценки. Понятие устойчивости (чувствительности) в оптимизационных задачах. Постановка постоптимального анализа. Анализ изменения коэффициентов целевой функции. Анализ изменения правых частей ограничений: интервалы устойчивости; двойственные оценки (теневые цены); дефицитные и недефицитные ресурсы. Анализ изменения матрицы ограничений (введение нового ресурса, новой продукции). Практическое применение в экономике: определение узких мест, оценка эффективности изменения плана. Использование симплекс-таблицы для анализа чувствительности.

Практическая подготовка (практическое занятие): обсуждение вопросов лекционного занятия. Алгоритмическая реализация.

Тема 6. Транспортная задача линейного программирования. ПК-1.2.

Содержание лекции: Экономическая постановка транспортной задачи (критерий стоимости). Математическая модель закрытой транспортной задачи. Открытая транспортная задача и методы её сведения к закрытой (фиктивные поставщики/потребители). Свойства: матрица ограничений – вполне унимодулярная, целочисленность решения. Методы построения начального опорного плана: метод северо-западного угла; метод минимальной стоимости; метод Фогеля (аппроксимации Фогеля). Метод потенциалов (аналог симплекс-метода для транспортной задачи): вычисление потенциалов; критерий оптимальности; построение цикла пересчета. Вырожденность в транспортной задаче. Практические модификации: транспортная задача с запретами, транспортная задача по времени.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 7. Задачи целочисленного программирования: методы отсечений Гомори. ПК-1.2.

Содержание лекции: Понятие задач целочисленного линейного программирования (ЦЛП). Почему симплекс-метод не даёт целочисленного решения. Идея методов отсечений: сужение ОДР без потери целочисленных точек. Алгоритм Гомори для полностью целочисленных задач (первый алгоритм). Построение правильного отсечения (сечения Гомори) по строке симплекс-таблицы с дробной частью. Геометрическая интерпретация: отсекающая плоскость. Сходимость метода, проблема «роста» числа ограничений. Достоинства и недостатки методов отсечений по сравнению с другими подходами.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 8. Нелинейная оптимизация в исследовании операций: метод множителей Лагранжа. ПК-1.2.

Содержание лекции: Отличие нелинейных задач от линейных. Примеры экономических задач, приводящих к нелинейным моделям: задача оптимального распределения ресурсов с эффектом масштаба; задача максимизации полезности при нелинейных предпочтениях; задача минимизации издержек с нелинейной зависимостью затрат от объёма. Классификация нелинейных задач: безусловная и условная оптимизация; выпуклые и невыпуклые задачи; задачи с ограничениями-равенствами и неравенствами. Постановка задачи условной оптимизации с ограничениями-равенствами. Геометрическая интерпретация: поиск экстремума на пересечении поверхностей. Метод множителей Лагранжа (основная идея). Стационарные точки функции Лагранжа. Достаточные условия (для задач выпуклого программирования). Понятие выпуклой/вогнутой функции. Критерий Сильвестра для проверки выпуклости (гессиан). Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Алгоритм решения задач методом Лагранжа. Обобщение на ограничения-неравенства (условия Куна–Таккера).

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

Тема 9. Нелинейная оптимизация в исследовании операций: квадратичное программирование. ПК-1.2.

Содержание лекции: Место квадратичного программирования в оптимизации. Общий вид задачи квадратичного программирования (КП). Связь с линейным программированием. Прикладные области: портфельная оптимизация (Марковиц), регрессионный анализ, управление

запасами, оптимальное распределение ресурсов с квадратичными издержками. Выпуклое квадратичное программирование. Невыпуклые задачи – сложность, множественность локальных минимумов. Условия оптимальности (Куна–Таккера) для задачи КП. Связь с методом множителей Лагранжа. Алгоритмы решения задач квадратичного программирования. Метод Вулфа (метод активных ограничений). Метод сопряжённых градиентов для квадратичных функций. Итерационный метод для безусловной минимизации квадратичной функции. Расширение на условную задачу (проекционные методы). Симплекс-подобные методы (для задач с ограничениями-неравенствами). Применение условий Куна–Таккера – сведение к системе линейных уравнений. Эффективная граница (фронт эффективности). Квадратичное программирование в машинном обучении: метод опорных векторов (SVM): задача КП с ограничениями; Ridge-регрессия: квадратичная регуляризация; Lasso – квадратичная функция с линейными ограничениями.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции. Алгоритмическая реализация.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Методы оптимизации входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа – это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы
Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2.Продумать логику и полноту ответа. 3.Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4.В случае расчетной задачи, записать решение и ответ	Ответ считается верным: 1. Отсутствие фактических ошибок. 2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3.Обоснованность ответа (наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала.

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС Донецкого филиала РАНХиГС

Итоговая балльная оценка	**Традиционная система**	**Бинарная система**	**ECTS**	
			Для традиционной системы	**Для бинарной системы**
90-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
80-89	Хорошо		B	P/ Passed
75-79			C	P/ Passed
70-74	Удовлетворительно		B	P/ Passed
60-69			E	P/ Passed
0-59	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
100 баллов	100 баллов	100 баллов	100 баллов

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.01.02 Методы оптимизации используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):
устный опрос, индивидуальные задания, контрольные задания.

Таблица 5.1

Распределение баллов по рейтинговой системе оценивания
по видам учебной деятельности

Наименование Раздела/Темы	Вид задания				
	ЛЗ	ПЗ		ИЗ	КТ
		УО	КЗ		
Т.1		5	5	10	10
Т.2					
Т.3					
Т.4		5	5	15	15
Т.5					
Т.6					
Т.7					
Т.8		5	5	10	10
Т.9					
Итого: 100б		**15**	**15**	**35**	**35**

ЛЗ – лекционное занятие;
УО – устный опрос;
ПЗ – практическое занятие;
КТ – контрольные точки;
КЗ – контрольные задания;
ИЗ – индивидуальное задание.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек).

Устный опрос

Вопросы для опроса:

Разделы (темы) дисциплины	Вопросы для подготовки к индивидуальному устному опросу по темам дисциплины
Тема 1. Построение математических моделей экономических задач	1. Что такое математическая модель экономической задачи? Перечислите основные этапы её построения. 2. Какие компоненты обязательно присутствуют в оптимизационной модели (целевая функция, переменные, ограничения, параметры)? Дайте определения. 3. Приведите примеры экономических задач, приводящих к задачам оптимизации (не менее 4 примеров). 4. Сформулируйте основные допущения моделей линейного программирования (пропорциональность, аддитивность, непрерывность, детерминированность). Поясните каждое. 5. Для задачи о распределении ресурсов запишите словесную постановку и переведите её в формальную математическую модель. 6. Какие типичные ошибки допускают при формализации экономических задач? Приведите примеры.

Тема 2. Формы записи задач линейного программирования	1. Запишите общую задачу линейного программирования (ОЗЛП) в произвольной форме. 2. Что такое каноническая (стандартная) форма записи задачи ЛП? Каковы её три признака? 3. Чем отличается симметричная форма записи от канонической? 4. Как привести задачу минимизации к задаче максимизации? 5. Как преобразовать ограничение-неравенство типа «≤» в равенство? Как вводится дополнительная переменная? 6. Как преобразовать переменную, не имеющую ограничения на знак? Приведите пример. 7. Запишите задачу ЛП в матричной и векторной формах. 8. Дана произвольная задача ЛП (смесь неравенств, переменные любого знака). Приведите алгоритм приведения её к каноническому виду.
Тема 3. Графический метод решения задач линейного программирования	1. Для каких задач ЛП применим графический метод? В чём его ограничение? 2. Как геометрически интерпретируется одно линейное неравенство с двумя переменными? 3. Опишите алгоритм построения области допустимых решений (ОДР) для задачи с двумя переменными. 4. Как изображаются линии уровня целевой функции? Что показывает градиент? 5. Как найти оптимальную точку графическим методом? 6. Перечислите и охарактеризуйте особые случаи при графическом решении: единственное решение; альтернативный оптимум (бесконечно много решений); неограниченность целевой функции; пустая ОДР (отсутствие допустимых решений). 7. Как по графическому решению определить, является ли ресурс дефицитным? 8. Решите графически задачу из двух переменных (привести пример).
Тема 4. Симплексный метод решения задач линейного программирования	1. В чём заключается основная идея симплекс-метода? 2. Почему симплекс-метод требует канонической формы записи задачи? 3. Что такое базисные и свободные переменные? Что называется базисным решением? 4. Какое базисное решение называется опорным (допустимым базисным решением)? 5. Что такое вырожденное решение? К каким проблемам оно может привести? 6. Как устроена симплекс-таблица? Опишите её структуру. 7. Сформулируйте критерий оптимальности для задачи на максимум и на минимум. 8. Как выбираются разрешающий столбец и разрешающая строка в симплекс-таблице? 9. По какому правилу пересчитывается симплекс-таблица (метод Жордана–Гаусса)? 10. По каким признакам определяют, что задача не имеет решения (неограниченность целевой функции, пустая ОДР)?

	11. Что такое зацикливание в симплекс-методе и как с ним бороться (правило Блэнда)? 12. Выполните одну итерацию симплекс-метода для заданной таблицы (пример).
Тема 5. Двойственность в задачах линейного программирования. Анализ устойчивости оптимального решения	1. Что такое двойственная задача ЛП? Какова её экономическая интерпретация (теневые цены)? 2. Сформулируйте правила построения двойственной задачи для симметричной и канонической форм. 3. Запишите пару двойственных задач для заданной исходной задачи. 4. Сформулируйте первую (слабую) теорему двойственности. 5. Сформулируйте вторую (сильную) теорему двойственности. Что она утверждает о значениях целевых функций? 6. Сформулируйте теорему равновесия (дополняющей нежесткости). Как она применяется для проверки оптимальности? 7. В чём идея двойственного симплекс-метода? Когда он применяется? 8. Что такое анализ устойчивости (чувствительности) оптимального решения? 9. Как определить интервал устойчивости коэффициентов целевой функции cj*cj*? 10. Как изменение правой части ограничения bi*bi* влияет на оптимальное решение? Что такое теневая цена ресурса? 11. Как по симплекс-таблице найти двойственные оценки? 12. Что такое дефицитный и недефицитный ресурс? Как это связано с двойственной оценкой? 13. Приведите пример экономического анализа устойчивости (изменение запаса ресурса, цены продукции).
Тема 6. Транспортная задача линейного программирования	1. Сформулируйте экономическую постановку транспортной задачи (критерий стоимости). 2. Запишите математическую модель закрытой транспортной задачи. 3. Что такое открытая транспортная задача? Как свести её к закрытой? 4. Каким свойством обладает матрица ограничений транспортной задачи (унимодулярность)? Какое следствие из этого вытекает для целочисленности решения? 5. Опишите методы построения начального опорного плана: метод северо-западного угла; метод минимальной стоимости; метод Фогеля (аппроксимации Фогеля). 6. Сравните эти методы по качеству начального плана и трудоёмкости. 7. В чём суть метода потенциалов? 8. Как вычисляются потенциалы поставщиков и потребителей? 9. Сформулируйте критерий оптимальности в методе потенциалов. 10. Как построить цикл пересчета для улучшения плана? 11. Что такое вырожденность в транспортной задаче и как её устранить?

	12. Как модифицируется транспортная задача при наличии запрещённых перевозок?
Тема 7. Задачи целочисленного программирования: методы отсечений Гомори	1. Почему обычный симплекс-метод не гарантирует целочисленного решения? 2. В чём состоит идея методов отсечений? 3. Как строится правильное отсечение (сечение Гомори) по строке симплекс-таблицы с дробной частью? 4. Дайте геометрическую интерпретацию отсекающей плоскости. 5. Какова последовательность алгоритма Гомори для полностью целочисленной задачи? 6. Какие недостатки есть у метода Гомори (проблема «роста» числа ограничений, сходимость)?
Тема 8. Нелинейная оптимизация в исследовании операций: метод множителей Лагранжа	1. Чем нелинейные задачи оптимизации отличаются от линейных? 2. Какие особенности могут возникнуть при решении нелинейных задач (локальные экстремумы, невыпуклость)? 3. Сформулируйте задачу условной оптимизации с ограничениями-равенствами. 4. В чём суть метода множителей Лагранжа? 5. Запишите функцию Лагранжа и необходимые условия оптимальности (стационарные точки). 6. Как интерпретировать множители Лагранжа экономически?
Тема 9. Нелинейная оптимизация в исследовании операций: метод множителей Лагранжа	1. Что такое квадратичное программирование? Запишите общий вид задачи квадратичного программирования. 2. Каковы необходимые и достаточные условия оптимальности для задачи квадратичного программирования (выпуклый случай)? 3. Опишите основные подходы к решению задач квадратичного программирования (метод Вулфа, метод активных ограничений – обзорно). 4. Приведите пример экономической задачи, приводящей к квадратичному программированию (например, оптимизация портфеля по Марковицу).

Критерии оценивания устного опроса:

Диапазон баллов	Описание критерия
5	Обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
4	Обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои

	суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
0-2	Обучающийся обнаруживает незнание вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Индивидуальные задания

Темы 1-3

Задание 1. Построить экономико-математическую модель:

а) задачи планирования производствава:

Вид ресурса	Запас ресурса	Нормы затрат ресурсов на единицу продукции			
		P_1	P_2	P_3	P_4
S_1	100	1	5	1	0
S_2	200	3	0	1	1
Прибыль от 1 продукции, руб		9	5	5	1

б) транспортной задачи:

a_i \ b_j	450	250	100	100
200	6	4	4	5
300	6	9	5	8
100	8	2	10	6

в) задачи про минимизацию отходов:

Для изготовления брусков трёх размеров 0,5м, 1м и 1,5м на распиловку поступают колоды длиной 4м. При этом брусков по 0,5м необходимо не менее 15, брусков по 1м нужно не менее 15 и не больше 20, брусков по 1,5м необходимо не более 20. Определить оптимальный план распила колод.

Задание 2. Решить ЗЛП графическим методом

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 10, \\ 2x_1 + 3x_2 \ge 12, \\ x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0; \end{cases}$$

$$z = x_1 + 4x_2 \to \max.$$

Выполнить программную реализацию.

Темы 4-7

Задание 1. Сформулировать экономический смысл, записать и решить задачу, двойственную к задаче планирования производства. Объяснить экономический смысл объективно обусловленных оценок ресурсов. Выполнить программную реализацию.

Вид ресурса	Запас ресурса	Нормы затрат			
		P_1	P_2	P_3	P_4
S_1	500	6	2	1	1
S_2	100	2	3	4	0
Прибыль от 1 единицы продукции, руб		12	6	4	1

Задание 2. Решить задачу целочисленного программирования методом ветвей и границ или методом Гомори. Целевая функция и три неравенства- ограничения заданы в таблице. В качестве значения параметра a взять сумму цифр номера варианта задания расчетно-графической работы, значения параметра b − число букв в своей фамилии; параметра c − число букв в своем отчестве; параметра d − число, равное последней цифре в номере зачетной книжки.

Во всех задачах предполагается, что выполнены неравенства $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$.

Найти оптимальный план для максимального значения целевой функции. Выполнить программную реализацию.

$Z(x)$	Первое ограничение	Второе ограничение	Третье ограничение
$x_1 + x_2$	$3x_1 + 3x_2 \leq 15$	$3x_1 + x_2 \leq 12$	$x_1 - x_2 \geq 1$

Темы 8-9

Методом квадратичного программирования найти экстремум функции при заданных ограничениях. Выполнить программную реализацию.

Целевая функция	Ограничения	Тип экстремума
$F = 6x_1 - 2x_1^2 + 2x_1x_2 - 2x_2^2$	$2x_1 + x_2 \leq 2$	max

Критерии оценивания индивидуальных заданий:

Баллы	**Критерии**
14-15 (9-10)	Выставляется обучающемуся: если выполнены все пункты работы самостоятельно, без ошибок, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
11-13 (7-8)	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно выполнены все пункты работы, допущены незначительные ошибки, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
8-10 (5-6)	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно (или с помощью преподавателя) выполнены все пункты работы, допущены грубые ошибки.
0*-7 (0*-4)	Выставляется обучающемуся: если с помощью преподавателя выполнены не все пункты работы, допущены грубые ошибки.

0* - в журнал академической группы не выставляется

Контрольные задания

Темы 1-3

Задание 1. Соотнесите экономическую задачу (левый столбец) с её математической записью (правый столбец). Затем укажите, каким методом (графическим, симплекс-методом, методом множителей Лагранжа) её можно решить, если известно, что все функции линейны и переменных две.

Экономическая задача	Математическая модель
1. Фирма производит два товара. Прибыль от единицы товара А – 3 д.е., от товара Б – 5 д.е. Ресурсные ограничения: 2А+3Б ≤ 18, 4А+1Б ≤ 16, А,Б ≥0.	А) max$3x+5y$ при $2x+3y \leq 18$, $4x+y \leq 16$, $x,y \geq 0$
2. Задача об оптимальном питании: необходимо минимизировать стоимость	Б) min$4x+3y$ при $x+y \geq 20$, $x+2y \geq 10$, $x,y \geq 0$

Экономическая задача	Математическая модель
смеси, содержащей не менее 20 ед. белка и 10 ед. жира. Продукт 1: 2 ед. белка, 1 ед. жира, цена 4; продукт 2: 1 ед. белка, 2 ед. жира, цена 3.	
3. Задача раскроя: из полосы длиной 10 м нужно получить заготовки 3 м и 4 м. Минимизировать отходы.	В) $\min(10-3x-4y)$ при $3x+4y\le 10$, $x,y\ge 0$ целые, но для непрерывной релаксации – линейная

Ответ: 1–А (графический метод), 2–Б (графический), 3–В (графический, но с целочисленностью – тогда метод ветвей и границ; для непрерывной – тоже графический)

Задание 2. Какие из перечисленных действий **являются** частью алгоритма графического метода решения задачи ЛП? (Выберите все верные)

1. Построение каждой полуплоскости, заданной ограничением
2. Нахождение пересечения полуплоскостей (ОДР)
3. Вычисление градиента целевой функции
4. Построение линии уровня и её перемещение
5. Проверка всех угловых точек методом перебора
6. Применение симплекс-преобразований к угловым точкам

Правильные ответы: 1, 2, 3, 4, 5 (6 – это симплекс-метод, а не графический)

Темы 4-7

Задание 1. Решить задачу симплексным методом

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

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

Задание 2. Найти в транспортной задаче оптимальное распределение поставок и минимальные затраты на перевозку. Построить опорный план несколькими методами.

a_i \ b_j	1100	1100	1100	1100	1600
1500	17	20	29	26	25
1500	3	4	5	15	24
1500	19	2	22	4	13
1500	20	27	1	17	19

Темы 8-9

Задание. На множестве решений заданной системы неравенств определить глобальные экстремумы функции z.

1. $\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \le 30, \\ 2x_1 + x_2 \le 14, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{cases}$

2. $\begin{cases} x_1 + x_2 \le 7, \\ x_1 + x_2 \ge 1, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0 \end{cases}$

$z = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 8)^2$. $z = (x_1 - 7)^2 + (x_2 - 7)^2$.

Критерии оценивания контрольных заданий:

Баллы	Критерии
5	Выставляется обучающемуся: если выполнены все пункты работы самостоятельно, без ошибок, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
4	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно выполнены все пункты работы, допущены незначительные ошибки, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
3	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно (или с помощью преподавателя) выполнены все пункты работы, допущены грубые ошибки.
0*-2	Выставляется обучающемуся: если с помощью преподавателя выполнены не все пункты работы, допущены грубые ошибки.

0* - в журнал академической группы не выставляется

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать обучающийся	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине
КТ 1	100	0,1	10
КТ 2	100	0,15	15
КТ 3	100	0,1	10
Итого:	х	х	35

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ (контрольное задание) х Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ – 1

Темы 1-3

Вопрос 1

Что является обязательными компонентами математической модели оптимизационной экономической задачи?

1. Целевая функция, переменные, ограничения, параметры
2. Только переменные и целевая функция
3. Только ограничения и переменные

4. Целевая функция и параметры

Правильный ответ: 1

Вопрос 2

Какое из перечисленных допущений **НЕ** относится к базовым допущениям моделей линейного программирования?

1. Пропорциональность
2. Аддитивность
3. Дискретность
4. Детерминированность

Правильный ответ: 3 (правильные допущения: пропорциональность, аддитивность, непрерывность, детерминированность; дискретность – отдельный класс задач)

Вопрос 3

В задаче о составлении производственной программы предприятие выпускает три вида продукции. Известны запасы ресурсов, нормы расхода, прибыль от единицы продукции. Что является переменными в этой модели?

1. Запасы ресурсов
2. Прибыль от единицы продукции
3. Количество выпускаемой продукции каждого вида
4. Нормы расхода ресурсов

Правильный ответ: 3

Вопрос 4

Какая из задач **НЕ** является классической задачей, приводящей к оптимизационной модели?

1. Задача о распределении ресурсов
2. Задача о смесях (диете)
3. Задача о кратчайшем пути (в графах)
4. Задача оптимального раскроя

Правильный ответ: 3

Вопрос 5

Какая из перечисленных форм записи задачи ЛП **обязательно** содержит только ограничения-равенства и условие неотрицательности переменных?

1. Общая форма
2. Симметричная форма
3. Каноническая (стандартная) форма
4. Матричная форма

Правильный ответ: 3

Вопрос 6

Дано ограничение исходной задачи ЛП: $2x_1-3x_2+5x_3\geq 7$. Каким образом его преобразуют к канонической форме (для задачи максимизации)?

1. Добавить дополнительную переменную с коэффициентом +1 и знаком =
2. Добавить дополнительную переменную с коэффициентом –1 и знаком =
3. Умножить обе части на –1 и добавить дополнительную переменную с +1
4. Оставить как есть, так как неравенство допустимо в канонической форме

Правильный ответ: 2 (для преобразования ≥ в = в канонической форме вычитают дополнительную переменную; но для задачи максимизации обычно приводят к виду ≤, а затем добавляют переменную. Уточним: в канонической форме ограничения-равенства, поэтому: $2x_1-3x_2+5x_3-s=7$, $s\geq 0$. Ответ 2 – верен)

Вопрос 8

В матричной форме записи задачи ЛП система ограничений имеет вид Ax≤b, x≥0$Ax\leq b, x\geq 0$. Какая это форма?

1. Каноническая
2. Симметричная
3. Общая
4. Расширенная

Правильный ответ: 2 (симметричная форма – неравенства)

Вопрос 9

Графический метод применим для задач ЛП, которые содержат:

1. Не более двух переменных
2. Не более трёх переменных
3. Любое количество переменных, но ограничения должны быть линейны
4. Только две переменные

Правильный ответ: 4 (строго две переменные; для трёх переменных нужны трёхмерные построения, на практике графически решают только двумерные задачи)

Вопрос 10

При решении задачи максимизации графическим методом оптимальное решение находится:

1. В любой точке области допустимых решений
2. В точке, где линия уровня целевой функции касается границы области
3. В точке, где градиент целевой функции равен нулю
4. В центре области допустимых решений

Правильный ответ: 2

Вопрос 11

Какая ситуация возникает, если область допустимых решений неограничена, а целевая функция на максимум не имеет верхней границы?

1. Альтернативный оптимум
2. Единственное решение
3. Неограниченность целевой функции
4. Задача неразрешима из-за пустой ОДР

Правильный ответ: 3

Вопрос 12

На графике линии уровня целевой функции для задачи максимизации параллельны одной из сторон области допустимых решений. Что это означает?

1. Задача не имеет решения
2. Имеется единственное оптимальное решение
3. Имеется альтернативный оптимум (бесконечно много решений)
4. Целевая функция неограничена

Правильный ответ: 3

КТ – 2

Темы 4-7

Вопрос 1

Что является **базисным решением** в симплекс-методе?

1. Любое допустимое решение задачи ЛП
2. Решение, в котором все переменные равны нулю
3. Решение, в котором все свободные переменные равны нулю
4. Решение, полученное методом наименьших квадратов

Правильный ответ: 3

Вопрос 2

Какой признак свидетельствует о **неограниченности** целевой функции в симплекс-методе (для задачи максимизации)?

1. Все элементы разрешающего столбца неположительны
2. Все оценки в индексной строке неотрицательны
3. В разрешающем столбце нет положительных элементов
4. Все элементы разрешающей строки равны нулю

Правильный ответ: 3 (или 1? Уточним: признак неограниченности – в разрешающем столбце нет положительных элементов (т.е. все ≤ 0). Часто формулируют как «все элементы разрешающего столбца неположительны». Ответ 3 эквивалентен.)

Вопрос 3

Как пересчитывается разрешающая строка в симплекс-таблице?

1. Все элементы строки делятся на разрешающий элемент
2. Разрешающая строка вычитается из всех остальных
3. Разрешающая строка умножается на –1
4. Разрешающая строка заменяется нулями

Правильный ответ: 1

Вопрос 4

Что такое **вырожденное** решение в симплекс-методе?

1. Решение, в котором все базисные переменные положительны
2. Решение, в котором хотя бы одна базисная переменная равна нулю
3. Решение, не удовлетворяющее критерию оптимальности
4. Решение, в котором количество базисных переменных меньше числа ограничений

Правильный ответ: 2

Вопрос 5

Чему равны оптимальные значения целевых функций прямой и двойственной задач (если обе имеют решение)?

1. Сумма равна нулю
2. Произведение равно единице
3. Они равны
4. Целевая функция двойственной задачи всегда больше

Правильный ответ: 3 (сильная теорема двойственности)

Вопрос 6

Что называется **теневой ценой** (двойственной оценкой) ресурса?

1. Максимальная цена, которую можно заплатить за дополнительную единицу ресурса
2. Минимальная цена продажи ресурса
3. Рыночная цена ресурса
4. Цена, указанная в бухгалтерском учёте

Правильный ответ: 1

Вопрос 7

Если в оптимальном решении прямой задачи ограничение выполняется как **строгое неравенство** (ресурс избыточен), то соответствующая двойственная переменная:

1. Положительна
2. Равна нулю
3. Отрицательна
4. Не определена

Правильный ответ: 2 (теорема дополняющей нежёсткости)

Вопрос 8

Как изменится оптимальное значение целевой функции прямой задачи при увеличении правой части i-го ограничения на Δbi (в пределах интервала устойчивости)?

1. Не изменится
2. Увеличится на Δbi
3. Изменится на $y_i^* \cdot \Delta bi$, где y_i^* – двойственная оценка
4. Изменится на $\Delta b_i / y_i^*$

Правильный ответ: 3

Вопрос 9

Какое условие характеризует **закрытую** транспортную задачу?

1. Суммарные запасы меньше суммарных потребностей
2. Суммарные запасы больше суммарных потребностей
3. Суммарные запасы равны суммарным потребностям
4. Количество поставщиков равно количеству потребителей

Правильный ответ: 3

Вопрос 10

Какой метод начального опорного плана **в среднем** даёт наилучшее (ближайшее к оптимуму) решение?

1. Метод северо-западного угла
2. Метод минимальной стоимости
3. Метод Фогеля (аппроксимации Фогеля)
4. Метод случайного выбора

Правильный ответ: 3

Вопрос 11

Что такое **цикл пересчёта** в транспортной задаче?

1. Последовательность клеток, начинающаяся и заканчивающаяся в одной и той же свободной клетке
2. Последовательность всех занятых клеток таблицы
3. Произвольный маршрут обхода таблицы
4. Путь от поставщика к потребителю

Правильный ответ: 1

Вопрос 12

Признак оптимальности в методе потенциалов:

1. Все оценки свободных клеток неотрицательны (для задачи на минимум)
2. Все оценки свободных клеток неположительны
3. Сумма потенциалов равна нулю
4. Все базисные клетки имеют нулевые оценки

Правильный ответ: 1 (оценка $\Delta_{ij}=c_{ij}-(u_i+v_j)\geq 0$ для минимизации)

Вопрос 13

В чём состоит основная идея метода отсечений Гомори?

1. Перебор всех целочисленных точек
2. Постепенное сужение области допустимых решений без потери целочисленных точек
3. Преобразование задачи к задаче линейного программирования большего размера
4. Использование случайного поиска

Правильный ответ: 2

Вопрос 14

Что такое **правильное отсечение** (сечение Гомори)?

1. Линейное неравенство, которое отсекает найденное нецелочисленное решение, но не отсекает ни одного целочисленного решения
2. Произвольное дополнительное ограничение
3. Ограничение, отсекающее все целые точки
4. Неравенство, которое делает задачу неразрешимой

Правильный ответ: 1

Вопрос 15

Из какой строки оптимальной симплекс-таблицы строится отсечение Гомори для полностью целочисленной задачи?

1. Из любой строки
2. Из строки с дробным значением базисной переменной
3. Из индексной строки
4. Из строки с максимальным по модулю коэффициентом

Правильный ответ: 2

Вопрос 16

Какой недостаток характерен для метода Гомори?

1. Он не всегда находит оптимальное решение
2. Требует перебора всех вариантов
3. Может приводить к быстрому росту числа ограничений
4. Не работает с целочисленными задачами

Правильный ответ: 3

КТ – 3

Темы 8-9

Вопрос 1

Для какого класса задач оптимизации применяется классический метод множителей Лагранжа?

1. Задачи с ограничениями-неравенствами
2. Задачи безусловной оптимизации
3. Задачи с ограничениями-равенствами
4. Только для линейных задач

Правильный ответ: 3

Вопрос 2

Как выглядит функция Лагранжа для задачи минимизации $f(x)$ при ограничениях $g_j(x)=0$, $j=1,\ldots,m$?

1. $L(x,\lambda)=f(x)+\sum_{j=1}^{m}\lambda_j g_j(x)$
2. $L(x,\lambda)=f(x)-\sum_{j=1}^{m}\lambda_j g_j(x)$
3. $L(x,\lambda)=\sum_{j=1}^{m}\lambda_j g_j(x)$
4. $L(x,\lambda)=f(x)\ )\sum_{j=1}^{m}\lambda_j g_j(x)$

Правильный ответ: 1 (стандартная форма для минимизации – прибавляем $\lambda_j g_j(x)$, для максимизации знак может быть минус, но в классической форме обычно плюс)

Вопрос 3

Сколько уравнений содержит система для нахождения стационарных точек метода Лагранжа, если задача имеет n переменных и m ограничений-равенств?

1. n
2. m
3. $n+m$
4. $n\cdot m$

Правильный ответ: 3

Вопрос 4

Что экономически интерпретирует множитель Лагранжа λ_j в задаче распределения ресурсов?

1. Цену единицы продукции
2. Теневую цену (предельную оценку) j-го ресурса
3. Объём выпуска продукции
4. Постоянные затраты

Правильный ответ: 2

Вопрос 5

Какое утверждение о методе множителей Лагранжа является **неверным**?

1. Метод сводит условную задачу к безусловной
2. Метод применим только для линейных ограничений
3. Стационарные точки находятся из системы $\partial L/\partial xi=0$ и $\partial L/\partial\lambda_j=0$
4. Множители Лагранжа могут быть положительными, отрицательными или нулевыми

Правильный ответ: 2 (ограничения могут быть нелинейными)

Вопрос 6

Для задачи максимизации $f(x)$ при ограничении $g(x)=0$ точка x^* является условным максимумом. Каков знак множителя Лагранжа, если увеличение правой части ограничения (ослабление) ведёт к росту f?

1. $\lambda>0$
2. $\lambda<0$
3. $\lambda=0$
4. Знак не определён

Правильный ответ: 1 (т.к. $\partial f^*/\partial b=\lambda$, если b – правая часть)

Вопрос 7

Какой вид имеет целевая функция в задаче квадратичного программирования?

1. Линейная
2. Квадратичная
3. Дробно-линейная
4. Экспоненциальная

Правильный ответ: 2

Вопрос 8

Какой вид имеют ограничения в задаче квадратичного программирования?

1. Квадратичные
2. Линейные
3. Нелинейные произвольного вида
4. Логарифмические

Правильный ответ: 2

Вопрос 9

Какое условие обеспечивает **выпуклость** задачи квадратичного программирования на минимум?

1. Матрица D положительно определена
2. Матрица D отрицательно определена
3. Матрица D вырождена
4. Матрица D симметрична

Правильный ответ: 1 (для минимизации $\frac{1}{2}x^TDx$, положительная полуопределённость обеспечивает выпуклость)

Вопрос 10

Какая классическая экономическая задача формулируется как задача квадратичного программирования?

1. Транспортная задача
2. Задача оптимального портфеля Марковица
3. Задача о смесях
4. Задача о раскрое

Правильный ответ: 2

Вопрос 11

Какой метод часто применяется для решения задач квадратичного программирования с активными ограничениями?

1. Метод Гомори
2. Метод потенциалов
3. Метод Вулфа (активных ограничений)
4. Метод северо-западного угла

Правильный ответ: 3

Вопрос 12

В задаче квадратичного программирования $\min\frac{1}{2}x^TDx+c^Tx$ при $Ax\leq b$ матрица D должна быть:

1. Симметричной
2. Диагональной
3. Единичной
4. Треугольной

Правильный ответ: 1 (обычно предполагается симметричной, так как $x^TDx=\frac{1}{2}x^T(D+D^T)x$)

Критерии оценивания тестовых заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия

90-100	90-100% правильных ответов	Обучающийся демонстрирует глубокое познание в освоенном материале.
75-89	75-89% правильных ответов	Обучающимся материал освоен полностью, без существенных ошибок.
60-74	60-74% правильных ответов	Обучающимся материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.
0*-59	Менее 60% правильных ответов	Обучающимся материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня.

0* - в журнал академической группы не выставляется

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий.

Не требуется.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами задач. Необходимо дать ответ в письменном виде, подробно изложив ход решения, при необходимости завершить решение выводами.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации.

Тема 1. Построение математических моделей экономических задач

Задача 1. Предприятие выпускает два вида продукции: столы и стулья. На один стол расходуется 4 единицы древесины и 2 часа труда, на один стул — 2 единицы древесины и 4 часа труда.

Запас древесины — 80 единиц, фонд рабочего времени — 60 часов. Прибыль от продажи одного стола — 500 руб., одного стула — 300 руб. Требуется составить план выпуска, максимизирующий прибыль.

Построить математическую модель задачи (обозначив переменные, целевую функцию, ограничения).

Задача 2. Для производства корма необходимо смешать два компонента А и Б. Корм должен содержать не менее 20 единиц белка и не менее 15 единиц жира. В 1 кг компонента А содержится 4 ед. белка и 2 ед. жира, стоимость — 5 руб. В 1 кг компонента Б — 2 ед. белка и 5 ед. жира, стоимость — 6 руб. Требуется минимизировать стоимость смеси.

Построить математическую модель.

Тема 2. Формы записи задач линейного программирования

Задача 1. Привести задачу к канонической форме (целевая функция — на максимум, ограничения — равенства, все переменные ≥ 0).

Исходная задача:

$\min Z=2x_1+3x_2-x_3,\ x_1+x_2\geq 5,\ 2x_1-x_3\leq 8,\ x_1\geq 0,\ x_2\geq 0,\ x_3$ – свободная

Записать задачу в канонической форме.

Задача 2. Записать задачу в симметричной форме (все ограничения — $\leq$, переменные ≥ 0, целевая функция на максимум).

Исходная:

$\max Z=2x_1+x_2,\ x_1-x_2\geq -4,\ x_1+2x_2\leq 10,\ x_1\geq 0,\ x_2$ – свободная

Привести к симметричной форме (max, $\leq$, все переменные ≥ 0).

Тема 3. Графический метод решения задач ЛП

Задача 1. Дано
max $Z=3x_1+2x_2$, $x_1+x_2\leq 6$, $2x_1+x_2\leq 10$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$
Требуется:
1. Построить область допустимых решений.
2. Найти оптимальное решение графически.
3. Определить значение целевой функции.

Задача 2. Дано
min $Z=x_1+x_2$ $x_1+2x_2\geq 4$, $x_1+2x_2\geq 4$ $2x_1+x_2\geq 4$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$
Требуется решить графически. Что это за особый случай? Найти оптимальное решение.

Тема 4. Симплексный метод

Задача 4.1.
Дана симплекс-таблица (задача на максимум):

Базис	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	b
x_3	1	0	1	0	1	4
x_4	2	1	0	1	0	6
F	-3	-2	0	0	0	0

1. Определить, является ли решение оптимальным.
2. Если нет, выполнить одну итерацию симплекс-метода.

Задача 2. Дана задача линейного программирования
max $Z=2x_1+3x_2$, $x_1+2x_2\leq 8$, $2x_1+x_2\leq 10$, $x_1, x_2\geq 0$
Решить задачу симплекс-методом.

Тема 5. Двойственность и анализ устойчивости

Задача 1. Для прямой задачи: max $Z=2x_1+3x_2$, $x_1+2x_2\leq 8$, $2x_1+x_2\leq 10$, $x_1, x_2\geq 0$ требуется построить двойственную задачу.

Задача 2. Для оптимального решения задачи 4.2 ($x_1=4$, $x_2=2$, прибыль = 14) известно, что двойственные оценки: $y_1=4/3$, $y_2=1/3$. Первый ресурс (8) – дефицитный? Второй ресурс (10) – недефицитный? Что произойдёт с прибылью, если увеличить первый ресурс на 1 единицу?

Требуется ответить на вопросы и обосновать.

Тема 6. Транспортная задача

Задача 1. Дана транспортная таблица (запасы, потребности, тарифы):

	Потр1	Потр2	Потр3	Запасы
Пост1	2	4	3	50
Пост2	5	1	6	60
Потребности	40	30	40	110

Построить начальный опорный план методом северо-западного угла. Найти его стоимость.

Задача 2. Для начального плана из задачи 1 проверить его на оптимальность методом потенциалов. Если не оптимален, построить оптимальный план.

Тема 7. Методы отсечений Гомори

Задача 1. Решена целочисленная задача. Оптимальная симплекс-таблица содержит строку:

$x_1+\frac{1}{3}x_3+\frac{2}{3}x_4=\frac{8}{3}$ Построить отсечение Гомори по этой строке.

Задача 2. Дана задача целочисленного программирования

max $Z=x_1+x_2$, $3x_1+2x_2\leq 8$, $x_1,x_2\geq 0$ – целые

Решить графически (перебором) и применить одну итерацию метода Гомори, если решение релаксированной задачи нецелое.

Тема 8. Метод множителей Лагранжа

Задача 1. Дано

max$f(x,y)=xy$ при $x+y=10$, $x\geq 0$, $y\geq 0$.

Найти условный экстремум методом множителей Лагранжа.

Задача 2. Задача фирмы: максимизировать выпуск $Q=K^{0.5}L^{0.5}$ при бюджетном ограничении $2K+8L=100$. Найти оптимальные K, L выпуск и интерпретировать множитель Лагранжа.

Решить методом Лагранжа, дать экономическую интерпретацию λ.

Тема 9. Квадратичное программирование

Задача 1. Определить, является ли задача квадратичного программирования выпуклой:

min $f(x)=2x_1^2+3x_2^2-2x_1x_2+x_1-x_2$ при $x_1+x_2\leq 4$, $x_1, x_2\geq 0$.

Записать матрицу D и проверить её на положительную определённость.

Задача 2. Инвестор может вложить средства в два актива. Ожидаемые доходности: 10% и 12%. Ковариационная матрица: $\begin{pmatrix}\mathbf{0.04} & \mathbf{0.01}\\ \mathbf{0.01} & \mathbf{0.09}\end{pmatrix}$. Инвестор хочет получить ожидаемую доходность не ниже 11%, минимизируя риск.

Записать задачу квадратичного программирования в математической форме.

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ
Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок	90-100
Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.	75-89
Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.	60-74
Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа	1-59

явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. обучающийся не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.	

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Подготовка к лекциям.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Каждому обучающемуся следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Самостоятельная работа на лекции.

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающегося. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Подготовка к практическим занятиям.

Подготовку к каждому практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений обучающемуся необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме практического занятия и по возможности подготовить по нему презентацию. Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно

или 10 письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы практического занятия, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Структура практического занятия:

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы может практическое занятие состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.
3. Подведение итогов занятия.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний обучающихся. Примерная продолжительность – до 15 минут. Первая часть – выполнение практического задания в рамках конкретной темы, обсуждение результатов. Если практическое задание должно было быть выполнено дома, то на практическом занятии преподаватель проверяет его выполнение (устно или письменно). Примерная продолжительность – 15-20 минут. Подведением итогов заканчивается практическое занятие. Обучающимся должны быть объявлены оценки за работу и даны их четкие обоснования. Примерная продолжительность – 5 минут.

Работа с литературными источниками.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. — Москва : Юрайт, 2022. — 191 с. — ISBN 978-5-9916-3642-1. — Текст : электронный
2. Бакулева, М. А. Методы оптимизации : учебное пособие / М. А. Бакулева. — Рязань : РГРТУ, 2015. — 160 с. — ISBN 978-5-7764089-1-5. — Текст : электронный .

8.2. Дополнительная литература

1. Фомина, Т. П. Методы оптимизации : учебно-методическое пособие / Т. П. Фомина. — Липецк : Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-88526-815-8. — Текст : электронный .
2. Прокопенко, Н. Ю. Методы оптимизации : учебное пособие / Н. Ю. Прокопенко. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — Текст : электронный .

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4. Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Юрайт» Режим доступа: https://urait.ru/
2. Издательство «Лань»: Электронно-библиотечная система Режим доступа: https://e.lanbook.com/
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа: https://www.elibrary.ru/.
4. CyberLeninka Режим доступа: https://cyberleninka.ru/

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства: - Libre Office (лицензия Mozilla Public License v2.0.) - 7-Zip (лицензия GNU Lesser General Public License) - AIMP (лицензия LGPL v.2.1) - STDU Viewer (freeware for private non-commercial or educational use) - GIMP (лицензия GNU General Public License) - Inkscape (лицензия GNU General Public License).

Для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, закреплены аудитории согласно расписанию учебных занятий: рабочее место преподавателя, посадочные места по количеству обучающихся, доска меловая, персональный компьютер с лицензированным программным обеспечением общего назначения, мультимедийный проектор, экран, интерактивная панель.