Приложение 4

к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Методы оптимизации
(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

38.03.01 Экономика
(код, наименование направления подготовки)

Финансы и кредит
(наименование образовательной программы)

Очная, очно-заочная
(форма обучения)

Год набора – 2025

Чебоксары

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00E49A235532F725E4778E40177F039EE7
Владелец: Ильина Любовь Николаевна
Действителен: с 08.05.2026 до 01.08.2027

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Ефимова Наталия Анатольевна, к.ф.-м.н., доцент кафедры экономики и менеджмента

Заведующий кафедрой:

Шигильчева Светлана Анатольевна, к.э.н., доцент, заведующий кафедрой экономики и менеджмента

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 Методы оптимизации одобрена на заседании кафедры экономики и менеджмента Чебоксарского филиала РАНХиГС

протокол № 1 от «05» сентября 2024 г.

актуализирована в соответствии с приказом ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» от 21 августа 2025 г. № 02-1592 «Об утверждении Положения о порядке разработки, утверждения и актуализации образовательных программ высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры»

протокол № 3 от «28» октября 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... 4
2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы..... 4
3. Содержание и структура дисциплины (модуля)..... 6
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания 13
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам..... 18
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине..... 30
7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)..... 55
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет 57
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы 58

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

Дисциплина Б1.В.03 Методы оптимизации обеспечивает формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижения компетенций	Образовательный результат
ПКр ОС II - 2	Способен использовать методы оптимизации для решения прикладных задач	ПКр ОС II - 2.1	Применяет инструментарий методов оптимальных решений в целях обработки и анализа данных	*ПКр ОС II - 2.1. З-1.* ***Знает*** принципы и методы математического моделирования операций; *ПКр ОС II - 2.1. У-1.* ***Умеет*** выбирать методы математического программирования, используемых при решении оптимизационных задач.
ПКр ОС II - 2	Способен использовать методы оптимизации для решения прикладных задач	ПКр ОС II - 2.2	Решает прикладные задачи, используя методы оптимизации	*ПКр ОС II - 2.2. З-1.* ***Знает*** методы и алгоритмы оптимизации в экономической деятельности; *ПКр ОС II - 2.2. У-1.* ***Умеет*** строить модели оптимизационных задач, находить аналитическое решение, использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений, строить математические модели объектов профессиональной деятельности.

2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Общий объем дисциплины:

2,00 з.е., 72 ак. часа

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий:

По очной форме обучения: 32 ак. часа на контактную работу с преподавателем, из них 16 ак. часов на лекции и 16 ак. часов на практические занятия. 36 ак. часов на самостоятельную работу обучающихся.

По очно-заочной форме обучения: 28 ак. часов на контактную работу с преподавателем, из них 12 ак. часов на лекции и 16 ак. часов на практические занятия. 40 ак. часов на самостоятельную работу обучающихся.

Б1.В.03 Методы оптимизации реализуется на 2-м семестре 1-го курса для студентов очной, очно-заочной ф/о после изучения дисциплин:

- Дифференциальные и разностные уравнения
- Математический анализ.

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

3.1. Структура дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов		Объем дисциплины, ак.час												Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		ВСЕГО	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.	Постановка и классификация задач оптимизации. Общая задача линейного программирования	4	2	0	0	0	0	0	0	0		0	0	2	Опрос
Тема 2.	Графический метод решения задач линейного программирован	6	0	0	0	2	0	0	0	0		0	0	4	Опрос, Контрольное задание

	ия.												
Тема 3.	Симплексный метод решения задач линейного программирования	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 4.	Двойственные задачи линейного программирования	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 5.	Задачи линейного программирования транспортного типа	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 6.	Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 7.	Выпуклое программирование.	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 8.	Численные методы решения задач выпуклого	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание

	программирования.													
Тема 9.	Динамическое программирование	12	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6	Опрос, Контрольное задание
Промежуточная аттестация		4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	Зачет
Итого		72	16	0	0	16	0	0	0	4	0	0	36	

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	**Наименование тем и (или) разделов**		**Объем дисциплины, ак.час**											**Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации**
		ВСЕГО	**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.	Постановка и классификация задач	6	2	0	0	0	0	0	0	0		0	0	4	Опрос

	оптимизации. Общая задача линейного программирования												
Тема 2.	Графический метод решения задач линейного программирования.	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 3.	Симплексный метод решения задач линейного программирования	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 4.	Двойственные задачи линейного программирования	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 5.	Задачи линейного программирования транспортного типа	10	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	Опрос, Контрольное задание
Тема 6.	Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание

	программирование													
Тема 7.	Выпуклое программирование.	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 8.	Численные методы решения задач выпуклого программирования.	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	Опрос, Контрольное задание
Тема 9.	Динамическое программирование	12	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6	Опрос, Контрольное задание
Промежуточная аттестация		4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	Зачет
Итого		72	12	0	0	16	0	0	0	4	0	0	40	

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

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. Постановка и классификация задач оптимизации. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Общая задача оптимизации. Постановка задачи математического программирования. Целевая функция. Ограничения. Классификация задач оптимизации по виду целевой функции и ограничениям.

Общая постановка задачи линейного программирования. Задача об оптимальном использовании ресурсов. Задача составления рациона. Область допустимых решений. Оптимальный план. Стандартная и каноническая форма записи задач линейного программирования.

Тема 2. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Выпуклые множества точек. Геометрический смысл решений неравенств, уравнений и систем. Градиент функции. Линии уровня. Алгоритм графического метода. Частные случаи при решении задач линейного программирования графическим методом. Экономический анализ задачи с использованием графического метода.

Тема 3. Системы линейных дифференциальных уравнений. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Содержание симплексного метода. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Балансовые переменные. Построение начального допустимого решения при решении задачи линейного программирования симплексным методом. Общий вид симплексной таблицы №1. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум. Алгоритм перехода к симплексной таблице №2. Критерий завершения алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум. Частные случаи. Метод искусственного базиса.

Тема 4. Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Виды двойственных пар. Составление двойственной пары. Первая теорема двойственности. Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности. Вторая теорема двойственности. Таблица соответствия. Интерпретация двойственных оценок. Третья теорема двойственности. Интерпретация и возможности двойственных оценок.

Тема 5. Экономико-математические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Модели транспортного типа (представление виде таблицы, основные понятия, закрытые и открытые задачи). Математическая модель задачи транспортного типа. Модели распределительного типа (суть задачи, представление виде таблицы). Математическая модель задачи распределительного типа.

Тема 6. Линейные разностные уравнения второго порядка. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Постановка задачи нелинейного программирования. Графический метод решения. Сложности, возникающие в процессе решения. Общая постановка задачи дробно-линейного программирования. Постановка задачи рентабельности производства. Постановка задачи определения затрат в расчете на рубль товарной продукции. Постановка задачи минимизации средней себестоимости изделия. Сведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования.

Тема 7. Системы линейных разностных уравнений. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума). Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции). Условие Слейтера. Функция Лагранжа выпуклого программирования. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Условия Каруша-Куна-Таккера. Квадратичная форма (общий вид, положительно и отрицательно определенная, полуопределенная, условия выпуклости и вогнутости квадратичной формы). Постановка задачи квадратичного программирования. Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования. Седловая точка и условия Каруша-Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования.

Тема 8. Количественный и качественный анализ стационарных систем разностных уравнений. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Общая схема решения методом спуска. Алгоритм градиентного метода скорейшего спуска. Геометрическая интерпретация метода

градиентного спуска для случая функции двух переменных. Определения оптимума целевой функции на границе области решений. Схема поиска точки оптимума для случая нарушения границ области допустимых решений.

Тема 9. Динамическое программирование. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Общая схема решения методом спуска. Алгоритм градиентного метода скорейшего спуска. Геометрическая интерпретация метода градиентного спуска для случая функции двух переменных. Определения оптимума целевой функции на границе области решений. Схема поиска точки оптимума для случая нарушения границ области допустимых решений.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.03 Методы оптимизации входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляют 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	ИНСТРУКЦИЯ	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 вариант-ты 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
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	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного

нескольких вариантов предложенных		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).	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	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа

		ответа (например, 4 текст обоснования).	
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

Итоговая балльная оценка	Традиционная система	Бинарная система	ECTS	
			Для традиционной системы	Для бинарной системы
95-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
85-94			B	P/ Passed
75-84	Хорошо		C	P/ Passed
65-74			D	P/ Passed
55-64	Удовлетворительно		E	P/ Passed
0-54	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
60 баллов	40 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.03 Методы оптимизации используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

опрос, контрольное задание.

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

Тема 1. Постановка и классификация задач оптимизации. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Общая задача оптимизации
2.	Постановка задачи математического программирования
3.	Целевая функция. Ограничения
4.	Классификация задач оптимизации по виду целевой функции и ограничениям
5.	Общая постановка задачи линейного программирования
6.	Область допустимых решений
7.	Оптимальный план

Тема 2. Графический метод решения задач линейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Фирма выпускает 2 вида мороженого: сливочное и шоколадное. Для изготовления мороженого используются два исходных продукта: молоко и наполнители, расходы которых на 1 кг мороженого и суточные запасы даны в таблице.

Исходный продукт	Расход исходных продуктов на 1 кг мороженого		Запас, кг
	Сливочное	Шоколадное	
Молоко	0,8	0,5	400
Наполнители	0,4	0,8	365

Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос:

1) на сливочное мороженое превышает спрос на шоколадное мороженое не более чем на 100 кг;

2) на шоколадное мороженое не превышает 350 кг.

Розничная цена 1 кг сливочного мороженого 16 руб., шоколадного – 14 руб.

Используя графический метод, определить какое количество мороженого каждого вида должна производить фирма, чтобы доход от реализации продукции был максимальным.

Провести экономический анализ задачи:

1) определить, как влияет на оптимальное решение увеличение или уменьшение запасов исходных продуктов (активных и пассивных ограничений);

2) определить пределы возможного изменения коэффициентов целевой функции.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Выпуклые множества точек
2.	Геометрический смысл решений неравенств, уравнений и систем
3.	Градиент функции
4.	Линии уровня
5.	Алгоритм графического метода

Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Частный инвестор предполагает вложить 500 тыс. руб. в различные ценные бумаги. После консультаций со специалистами фондового рынка он отобрал три типа акций, два типа государственных облигаций. Часть денег предполагается положить на срочный вклад в банк.

Тип вложения	Риск	Предполагаемый ежегодный доход %
Акции A	Высокий	15
Акции B	Средний	12
Акции C	Низкий	9
Облигации долгосрочные	-	11
Облигации краткосрочные	-	8
Срочный вклад	-	6

Имея в виду качественные соображения диверсификации портфеля и не формализуемые личные предпочтения, инвестор выдвигает следующие требования к портфелю ценных бумаг:

1) все 500 тыс. руб. должны быть инвестированы;

2) по крайней мере 100 тыс. руб. Должны быть на срочном вкладе в любимом банке;

3) по крайней мере 25% средств, инвестированных в акции, должны быть инвестированы в акции с низким риском;

4) в облигации нужно инвестировать по крайней мере столько же, сколько в акции;

5) не более чем 125 тыс. руб. должно быть вложено в бумаги с доходом менее чем 10%.

Определить портфель бумаг инвестора, удовлетворяющий всем

требованиям и обеспечивающий максимальный годовой доход.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Содержание симплексного метода
2.	Канонический вид задачи линейного программирования
3.	Балансовые переменные: принцип добавления и интерпретация
4.	Общий вид симплексной таблицы №1
5.	Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум
6.	Алгоритм перехода к симплексной таблице №2
7.	Критерий завершения алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум

Тема 4. Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Косметическая фирма выпускает два вида кремов для рук из шести ингредиентов. Для первого вида крема количество ингредиентов 2,8,0,3,1,6; для второго вида – 3,7,3,0,2,3. Запасы фирмы выглядят следующим образом 18,56,15,18,6,18. Первый крем стоит 10 у. д. е., а второй 12 у. д. е.

Требуется:

1) записать модели исходной и двойственной задачи;

2) составить таблицу соответствия;

3) решить исходную задачу симплексным методом: найти план производства двух видов крема, обеспечивающий максимальный доход от реализации;

4) записать решение двойственной задачи;

5) интерпретировать решение двойственной задачи;

6) установить размеры максимального дохода при изменении запасов ингредиентов на (2; -4; 3; -4; 5; -2): оценить раздельное влияние этих изменений и суммарное их влияние на прибыль;

7) оценить целесообразность введения в план производства фирмы нового вида крема (третьего), нормы затрат на единицу которого соответственно равны 4,3,2,0,5,1 и предполагаемая цена реализации 11 у.д.е.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Виды двойственных пар
2.	Составление двойственной пары
3.	Первая теорема двойственности
4.	Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности
5.	Вторая теорема двойственности
6.	Таблица соответствия
7.	Интерпретация двойственных оценок

Тема 5. Экономико-математические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Компания, занимающаяся добычей песка и доставкой его собственным транспортом к потребителям, разрабатывает пять песчаных карьеров. Песок направляется на пять заводов железобетонных изделий (ЖБИ).

Недельная производительность карьеров, недельная потребность заводов и транспортные затраты, связанные с доставкой 1 т песка от карьеров до заводов, известны и приведены в таблице.

Производительность песчаных карьеров (предложение)	Потребности заводов (спрос)				
	200	400	100	200	100
200	1	7	12	2	5
100	2	3	8	4	7
200	3	5	4	6	9
400	4	4	3	8	2
400	5	3	7	10	1
-	Стоимость доставки единицы груза, у. д. е.				

Требуется:

1) определить такой план перевозок песка из карьеров на заводы, при котором совокупные транспортные издержки будут минимальными;

2) составить модель ЗЛП и решить ее с помощью надстройки Excel

«Поиск решения»;

3) установить размер минимальных транспортных издержек;

4) выяснить, какое количество песка, и на каких карьерах окажется невостребованным.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Модели транспортного типа (представление в виде таблицы, основные понятия, закрытые и открытые задачи)
2.	Математическая модель задачи транспортного типа
3.	Модели распределительного типа (суть задачи, представление в виде таблицы)
4.	Математическая модель задачи распределительного типа

Тема 6. Общая задача нелинейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Используя графический метод, решить задачу нелинейного программирования. Определить все локальные минимумы и локальные максимумы.

$$F = x_1^2 + x_2^2$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 \cdot x_2 \le 5 \\ x_1 + x_2 \ge 6 \\ x_1 \le 8 \\ x_2 \le 7 \\ x_1 \ge 0, \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$$

С помощью надстройки Excel «Поиск решения» найти максимум и минимум функции.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Постановка задачи нелинейного программирования
2.	Графический метод решения. Сложности, возникающие в процессе

	решения
3.	Общая постановка задачи дробно-линейного программирования
4.	Постановка задачи рентабельности производства
5.	Постановка задачи определения затрат в расчете на рубль товарной продукции
6.	Постановка задачи минимизации средней себестоимости изделия
7.	Сведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования

Тема 7. Выпуклое программирование. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Необходимо сформировать оптимальный портфель Марковица (минимального риска) трех ценных бумаг с эффективностями и рисками: (4,10), (10,40), (40,80). Нижняя граница доходности портфеля задана равной 15.

2. Для задачи

$$F = (x_1 - 24)^2 + (x_2 - 30)^2 \to \min$$

при ограничениях

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \le 34 \\ -x_1 + 2x_2 \ge -6 \\ x_1 - 5x_2 \le 4 \end{cases}$$

$$x_{1,2} \ge 0$$

найти оптимальное решение графическим методом и для полученного решения проверить выполнение условий теоремы Куна-Таккера.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума)
2.	Экономическая интерпретация множителей Лагранжа
3.	Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции)
4.	Условие Слейтера

5.	Функция Лагранжа выпуклого программирования
6.	Седловая точка функции Лагранжа
7.	Интерпретация двойственных оценок
8.	Условия Каруша-Куна-Таккера
9.	Квадратичная форма (общий вид, положительно и отрицательно определенная, полуопределенная, условия выпуклости и вогнутости квадратичной формы)
10.	Постановка задачи квадратичного программирования
11.	Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования
12.	Седловая точка и условия Каруша-Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования

Тема 8. Численные методы решения задач выпуклого программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Методом скорейшего спуска с точностью до 0,01 найти минимум функции

$$F = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2 - x_1 - x_2 + 1$$

при ограничениях

$$x_1^2 + x_2^2 \le 4,$$
$$x_{1,2} \ge 0.$$

2. Используя метод скорейшего спуска, найти максимум функции

$$F = 5x_1 - \frac{1}{2}x_1^2 - x_2^2 + x_1x_2$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 10 \\ x_1 + x_2 \le 6 \end{cases},$$
$$x_{1,2} \ge 0.$$

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Общая схема решения методом спуска
2.	Алгоритм градиентного метода скорейшего спуска
3.	Геометрическая интерпретация метода градиентного спуска для

	случая функции двух переменных
4.	Определения оптимума целевой функции на границе области решений
5.	Схема поиска точки оптимума для случая нарушения границ области допустимых решений

Тема 9. Динамическое программирование. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

Контрольные задания:

1. Планируется деятельность двух отраслей производства на 4 года. Начальные ресурсы равны $s_0 = 20000$ у.д.е. Средства x, вложенные в I отрасль в начале года, дают в конце года прибыль $f_1(x) = 0{,}7x$ и возвращаются в размере $q_1(x) = 0{,}8x$; аналогично для II отрасли y - средства, вложенные в начале года, функция прибыли - $f_2(y) = 0{,}6y$, а функция возврата $q_2(y) = 0{,}9y$.

В конце года все возвращенные средства перераспределяются между I и II отраслями, новые средства не поступают и прибыль в производство не вкладывается. Если будут поступать новые средства или часть прибыли будет вкладываться в производство, то это можно будет легко учесть в уравнениях состояний, общий алгоритм метода динамического программирования не изменится.

Требуется распределить имеющиеся средства s_0 между двумя отраслями производства на 4 года так, чтобы суммарная прибыль от обеих отраслей за этот период оказалась максимальной.

2. В таблице указан возможный прирост выпуска продукции четырьмя плодово-консервными заводами области в млн. руб. при осуществлении инвестиций на их модернизацию с дискретностью 50 млн. руб. Один на один завод можно осуществить только одну инвестицию.

Инвестиции, млн. руб.	Прирост выпуска продукции, млн. руб.			
	Завод №1	Завод №2	Завод №3	Завод №4
50	25	30	36	28
100	60	70	64	56
150	100	90	95	110
200	140	122	130	142

Составить план распределения инвестиций между заводами области, так чтобы общий прирост выпуска продукции был максимальным.

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Задачи, решаемые методом динамического программирования
2.	Принцип оптимальности и уравнения Беллмана
3.	Общая схема применения метода динамического программирования
4.	Задача о распределении ресурсов между отраслями на n лет
5.	Распределение инвестиций для оптимального использования потенциала предприятия
6.	Минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятия
7.	Нахождение рациональных затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий

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 (отражается в журнале БРС в СДО)
КТ 1	100	0,3	30
КТ 2	100	0,3	30
Итого:	х	0,6	60

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ х Коэффициент веса контрольной точки.

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

КТ – 1.

Тема 5-7.

Контрольные задания:

Задание 1. Ремонтно-строительная фирма получила заказы на ремонт 5 объектов. Для выполнения работ она может привлечь 5 бригад отделочников. Каждая бригада оценила объем работ и дала сроки выполнения заказов (человеко-дни), приведенные в таблице:

Бригады (предложение)	Объект (спрос)				
	1	2	3	4	5
Иванова	43	24	35	62	35
Петрова	45	21	38	58	33
Сидорова	51	29	36	61	38
Волкова	47	27	35	60	39
Козлова	48	26	37	59	39
-	Сроки выполнения заказов, человеко-дни				

Распределить объекты между бригадами так, чтобы суммарное количество человеко-дней, затраченное на ремонт всех пяти объектов, было минимальным.

Задание 2. Свести математическую модель задачи ДЛП к задаче ЛП и найти решение с помощью надстройки Excel «Поиск решения»:

$$F = \frac{2x_1 - x_2}{x_1 + 2x_2 + 1} \to \max$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 2 \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 6 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4} \end{cases}$$

.

Задание 3. Найти объемы ресурсов K и L , при которых затраты на производство не менее 140 единиц продукции минимальны, если производственная функция Кобба-Дугласа $Q(K,L) = K^{3/4}L^{1/4}$, а цены на ресурсы $p_K = 12,\ p_L = 3$.

Задание 4. Проверить выполнение условий Куна-Таккера. Найти точку оптимума задачи НЛП:

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

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 \geq 1 \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 26 \\ x_1 + x_2 = 6 \end{cases}$$

Критерии оценивания контрольных заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия
85-100	Обучающимся задание выполнено без ошибок и в полном объеме.
65-84	Обучающимся в целом задание выполнено, имеются отдельные неточности или недостаточно полные ответы, не содержащие ошибок.
55-64	Обучающимся допущены отдельные ошибки при выполнении задания
0-54	У обучающегося отсутствуют ответы на большинство вопросов задачи, задание не выполнено или выполнено не верно.

КТ – 2.

Тема 1-4.

Опрос:

Вопросы для опроса:

№ п.п.	Содержание вопроса
1.	Стандартная форма записи задач линейного программирования
2.	Каноническая форма записи задач линейного программирования
3.	Частные случаи при решении задач линейного программирования графическим методом
4.	Экономический анализ задачи с использованием графического метода
5.	Частные случаи
6.	Метод искусственного базиса
7.	Третья теорема двойственности
8.	Интерпретация и возможности двойственных оценок

Критерии оценивания опроса:

Диапазон баллов	Описание критерия
85-100	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.
65-84	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.
55-64	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.
0-54	Обучающийся обнаруживает незнание вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

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

6.1. Промежуточная аттестация (зачет) проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами задач. Обучающийся получает чистые маркированные листы бумаги для записей решения задач, затем приступает к решению. 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. Постановка и классификация задач оптимизации. Общая

задача линейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Общая структура задачи оптимизации (переменные задачи, целевая функция, система ограничений, условия неотрицательности)
2.	Допустимое решение. Область допустимых решений. Оптимальное решение
3.	Понятие задачи линейного программирования, общая постановка
4.	Каноническая и стандартная задача линейного программирования

2. Задания комбинированного типа:

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Вид оптимизационной задачи, в которой целевая функция и все ограничения являются линейными функциями переменных, называется задачей _____ программирования. Варианты ответов: а) нелинейного б) линейного		
2.	Множество всех значений переменных, удовлетворяющих ограничениям задачи оптимизации, называется областью _____ решений.		

	Варианты ответов: а) допустимых б) оптимальных		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Как называется условие, которое обязательно включается в математическую модель общей задачи линейного программирования (ЛП) для большинства экономических задач?

а) Условие нелинейности целевой функции;

б) Условие неотрицательности переменных;

в) Условие стохастичности параметров;

г) Условие целочисленности решений.

Математическая постановка задачи оптимизации обязательно включает:

а) только целевую функцию;

б) только систему ограничений;

в) целевую функцию и систему ограничений;

г) только область допустимых решений.

Если в задаче оптимизации требуется найти минимум функции, а все ограничения заданы в форме равенств, то эта задача:

а) Не может быть отнесена к задачам линейного программирования;

б) Является канонической формой задачи линейного программирования;

в) Является стандартной (симметричной) формой задачи линейного программирования;

г) Является задачей нелинейного программирования.

Как называется множество точек, удовлетворяющих всем ограничениям задачи линейного программирования?

а) Область оптимальных решений;

б) Область допустимых решений (ОДР);

в) Симплекс-множество;

г) Множество Парето.

Тема 2. Графический метод решения задач линейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Вектор градиент. Линии уровня
2.	Алгоритм графического метода
3.	Частные случаи при решении задач линейного программирования графическим методом

1.2. Контрольные задания.

Задание 1.

Решить задачу линейного программирования графическим методом:

$$Z = 2x_1 + x_2 \to \max(\min)$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 \geq 20 \\ 2x_1 - 5x_2 \geq -27 \\ 7x_1 + 5x_2 \leq 63 \\ 3x_1 - 2x_2 \leq 23 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№	Содержание задания	Правильный	Аргументы,

п.п.		ответ	обосновывающие выбор ответа
1.	Графический метод применим для решения задач линейного программирования с количеством переменных, равным _____. Варианты ответов: а) двум (иногда трём) б) любому		
2.	На графике каждое линейное ограничение-неравенство изображается в виде _____. Варианты ответов: а) прямой линии и одной из полуплоскостей б) только точки		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только букву выбранного варианта ответа (а)).

Что представляет собой область допустимых решений (ОДР) в графическом методе для задачи с двумя переменными?

а) Бесконечное множество не связанных точек;

б) Единственную точку пересечения всех прямых-ограничений;

в) Выпуклый многоугольник (или неограниченную выпуклую многоугольную область);

г) Всегда замкнутый прямоугольник.

Как геометрически находится оптимальное решение задачи ЛП графическим методом?

а) Перебором всех вершин многоугольника;

б) Построением линии уровня целевой функции и её перемещением до крайнего положения внутри или на границе ОДР;

в) Нахождением центра тяжести ОДР;

г) Решением системы всех уравнений ограничений.

Если в процессе перемещения линии уровня целевой функции она совпадает с одной из сторон многоугольника ОДР, то это означает, что задача имеет:

а) Единственное решение в вершине;

б) Бесконечное множество решений (отрезок, луч или всю прямую);

в) Не имеет решений;

г) Решение в центре этой стороны.

Что может случиться, если система ограничений несовместна (противоречива)?

а) ОДР будет неограниченной;

б) ОДР будет представлять собой единственную точку;

в) ОДР будет пустым множеством;

г) Задача будет иметь бесконечное множество решений.

Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Содержание симплексного метода

2.	Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Балансовые переменные
3.	Построение начального допустимого решения при решении задачи линейного программирования симплексным методом
4.	Общий вид симплексной таблицы №1. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум
5.	Алгоритм перехода к симплексной таблице №2. Критерий остановки алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум

1.2. Контрольные задания.

Задание 1.

Решить симплексным методом задачу линейного программирования:

$$Z = 2x_1 + x_2 \to \max(\min)$$
$$\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 \geq 20 \\ 2x_1 - 5x_2 \geq -27 \\ 7x_1 + 5x_2 \leq 63 \\ 3x_1 - 2x_2 \leq 23 \end{cases}$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Для применения симплексного метода задача ЛП должна быть приведена к _____ форме. Варианты ответов: а) канонической (все ограничения — равенства) б) стандартной (все ограничения —		

	неравенства)		
2.	Переменные, которые входят в текущий базис симплексной таблицы с коэффициентом 1 в своем уравнении и 0 в остальных, называются _____ переменными. Варианты ответов: а) базисными б) свободными		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Основная идея симплекс-метода заключается в:

а) Переборе всех вершин многогранника допустимых решений;

б) Последовательном переходе от одной вершины (опорного плана) многогранника решений к другой с улучшением значения целевой функции;

в) Графическом поиске оптимальной точки;

г) Случайном поиске решения в области допустимых решений.

Как называется переменная, которая вводится в левую часть ограничения-неравенства типа «≤» для преобразования его в равенство?

а) Искусственная переменная;

б) Свободная переменная;

в) Дополнительная (слабая) переменная;

г) Базисная переменная.

Какой признак оптимальности опорного плана в задаче на максимум при использовании симплекс-метода?

а) Все оценки (дельта-j) неположительные ($\Delta j \leq 0$);

б) Все оценки неотрицательные ($\Delta j \geq 0$);

в) Все базисные переменные положительны;

г) В индексной строке есть хотя бы один ноль.

Если в задаче на максимум в симплекс-таблице в столбце переменной, которую необходимо ввести в базис, все коэффициенты отрицательны или равны нулю, то это означает, что:

а) Решение найдено и оно оптимально;

б) Задача имеет бесконечное множество решений (целевая функция неограниченна на ОДР);

в) Произошла ошибка в вычислениях;

г) Текущий план является вырожденным.

Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Виды двойственных пар
2.	Составление двойственной пары
3.	Первая теорема двойственности
4.	Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности
5.	Вторая теорема двойственности
6.	Таблица соответствия. Интерпретация двойственных оценок
7.	Третья теорема двойственности
8.	Интерпретация и возможности двойственных оценок

1.2. Контрольные задания.

Задание 1.

Решить задачу линейного программирования; составить задачу, двойственную данной, и также найти ее решение:

$$z = x_1 + x_2 \to max,$$
$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 - 4 \le 0, \\ 3x_1 - x_2 \ge 0, \\ x_1 + x_2 - 4 \ge 0, \end{cases}$$
$$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Число переменных в двойственной задаче равно числу _____ в прямой задаче. Варианты ответов: а) ограничений б) переменных		
2.	Матрица коэффициентов ограничений двойственной задачи является _____ матрицей коэффициентов прямой задачи. Варианты ответов: а) транспонированной б) обратной		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Каждой задаче линейного программирования (называемой прямой) можно поставить в соответствие:

а) Только одну эквивалентную задачу в той же форме;

б) Другую задачу линейного программирования, называемую двойственной;

в) Систему нелинейных уравнений;

г) Транспортную задачу.

Как изменяется целевая функция при переходе от прямой задачи на максимум к двойственной?

а) Максимум целевой функции прямой задачи заменяется на минимум в двойственной;

б) Минимум целевой функции прямой задачи заменяется на максимум в двойственной;

в) Вид оптимума (max/min) меняется на противоположный;

г) Целевая функция остаётся неизменной.

В экономической интерпретации двойственной задачи к задаче об оптимальном плане производства двойственные переменные (y_i) представляют собой:

а) Объёмы выпуска продукции;

б) Прибыль от единицы каждого вида продукции;

в) Оценки (теневые цены) используемых ресурсов;

г) Затраты сырья на единицу продукции.

Как связаны оптимальные значения целевых функций прямой (F) и двойственной (Z) задач?

а) $F^* < Z$;

б) $F > Z$;

в) $F = Z^*$;

г) Они не связаны.

Тема 5. Задачи линейного программирования транспортного типа. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Модели транспортного типа (представление виде таблицы, основные понятия, закрытые и открытые задачи)
2.	Математическая модель задачи транспортного типа
3.	Модели распределительного типа (суть задачи, представление виде таблицы)
4.	Математическая модель задачи распределительного типа

1.2. Контрольные задания.

Задание 1.

Из трёх холодильников $A_i, i = \overline{1,3}$, вмещающих мороженую рыбу в количествах a_i т, необходимо последнюю доставить в пять магазинов $B_j, j = \overline{1,5}$ в количествах C т. Стоимости перевозки 1т рыбы из холодильника в виде матрицы $C = ((c_{ij}))$, 3х5.

Написать математическую модель задачи и спланировать перевозки так, чтобы их общая стоимость была минимальной.

$a_1 = 320, \quad b_2 = 140$

$a_2 = 280, \quad b_3 = 110$

$a_3 = 250, \quad b_4 = 230$

$b_1 = 150, \quad b_5 = 220$

$$C = \begin{pmatrix} 20 & 23 & 20 & 15 & 24 \\ 29 & 15 & 16 & 19 & 29 \\ 6 & 11 & 10 & 9 & 8 \end{pmatrix}$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№	Содержание задания	Правильный	Аргументы,

п.п.		ответ	обосновывающие выбор ответа
1.	Основное условие разрешимости транспортной задачи: сумма запасов у поставщиков должна быть _____ сумме потребностей потребителей. Варианты ответов: а) равна б) не меньше		
2.	Транспортная задача — это частный случай задачи линейного программирования, цель которой — найти оптимальный план перевозок грузов от _____ к _____ с минимальными затратами. Варианты ответов: а) поставщиков к потребителям б) складов к магазинам		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Что является основной целью классической транспортной задачи?

а) Максимизация объёма перевозок;

б) Минимизация суммарных затрат на перевозку груза от поставщиков к потребителям;

в) Минимизация времени доставки;

г) Максимизация загрузки транспорта.

Какое условие должно выполняться для сведения транспортной задачи к закрытому типу?

а) Суммарный спрос потребителей должен быть меньше суммарных запасов поставщиков;

б) Суммарный спрос потребителей должен быть больше суммарных запасов поставщиков;

в) Суммарный спрос потребителей должен быть равен суммарным запасам поставщиков;

г) Количество поставщиков должно быть равно количеству потребителей.

Что такое опорный план в транспортной задаче?

а) Любой план, удовлетворяющий ограничениям;

б) План, в котором число заполненных (базисных) клеток равно m + n - 1 (где m — число поставщиков, n — потребителей);

в) План с минимальной стоимостью;

г) План, в котором все клетки таблицы заполнены.

Метод «северо-западного угла» используется для:

а) Проверки плана на оптимальность;

б) Нахождения оптимального плана за одну итерацию;

в) Построения начального опорного плана;

г) Вычисления потенциалов.

Тема 6. Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Общая постановка задачи дробно-линейного программирования
2.	Постановка задачи рентабельности производства
3.	Постановка задачи определения затрат в расчете на рубль товарной продукции
4.	Постановка задачи минимизации средней себестоимости изделия
5.	Сведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования

1.2. Контрольные задания.

Задание 1. Используя графический метод, найдите решение задачи нелинейного программирования

$$F = (x_1 - 1)^2 + (x_2 - 1)^2 \to extr$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \le 15 \\ 5x_1 + 3x_2 \le 15 \\ x_1, x_2 \ge 0 \end{cases}$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Задача нелинейного программирования — это задача оптимизации, в которой целевую функцию или хотя бы одно ограничение _____. Варианты ответов: а) нельзя представить в линейной форме б) являются линейными		
2.	Общая задача нелинейного		

	программирования формулируется как поиск экстремума функции при наличии ограничений в виде равенств и _____. Варианты ответов: а) неравенств б) только неравенств		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Общая задача нелинейного программирования отличается от задачи линейного программирования тем, что:

а) Всегда имеет большее количество переменных;

б) Всегда имеет меньшее количество ограничений;

в) Её целевая функция или хотя бы одно из ограничений (или и то, и другое) является нелинейным;

г) В ней отсутствует область допустимых решений.

К какому классу задач нелинейного программирования относится задача, в которой целевая функция представляет собой отношение двух линейных функций, а ограничения линейны?

а) Квадратичное программирование;

б) Выпуклое программирование;

в) Дробно-линейное программирование;

г) Стохастическое программирование.

3. Какое из следующих утверждений о дробно-линейной функции является верным?

а) Она является линейной;

б) Она является выпуклой и вогнутой одновременно на всей области определения;

в) Она является квазивыпуклой и квазивогнутой;

г) Она всегда монотонно возрастает.

Какой метод является одним из основных для решения задачи дробно-линейного программирования?

а) Симплекс-метод без изменений;

б) Метод множителей Лагранжа;

в) Метод приведения к задаче линейного программирования с помощью замены переменных;

г) Графический метод для более чем двух переменных.

Тема 7. Выпуклое программирование. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума)
2.	Экономическая интерпретация множителей Лагранжа
3.	Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции)
4.	Условие Слейтера. Функция Лагранжа выпуклого программирования
5.	Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера

1.2. Контрольные задания.

Задание 1.

Дана задача выпуклого программирования. Требуется:

1) найти решение графическим методом,

2) написать функцию Лагранжа данной задачи и найти её седловую точку, используя решение задачи, полученное графически:

$$(x_1 - 5)^2 + (x_2 - 1)^2 \to min,$$
$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \geq -4 \\ 2x_1 - 3x_2 \leq -6 \\ x_1 + x_2 \leq 11 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Задача выпуклого программирования — это задача нелинейного программирования, в которой целевая функция является _____, а допустимое множество — _____. Варианты ответов: а) выпуклой (для минимизации), выпуклым б) линейной, выпуклым		
2.	Если целевая функция является выпуклой, а ограничения — линейными, то задача относится к _____ программированию. Варианты ответов: а) выпуклому б) линейному		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Какое фундаментальное свойство отличает задачу выпуклого программирования от общей задачи нелинейного программирования?

а) Она всегда имеет единственное решение;

б) Любой её локальный минимум (максимум) является одновременно и глобальным;

в) Она всегда решается аналитически;

г) Она не имеет ограничений.

Множество, заданное системой неравенств $g_i(x) \leq 0$, где все функции $g_i(x)$ являются выпуклыми, является:

а) Всегда невыпуклым;

б) Выпуклым множеством;

в) Только линейным множеством;

г) Единичной точкой.

Для задачи минимизации дифференцируемой выпуклой функции $f(x)$ без ограничений необходимым и достаточным условием глобального минимума является:

а) $f(x) > 0$;

б) Градиент функции равен нулю: $\nabla f(x) = 0$;

в) Вторые производные положительны;

г) $f(x) < 0$.

Функция Лагранжа для задачи выпуклого программирования с ограничениями типа неравенств строится как:

а) Сумма целевой функции и ограничений;

б) $L(x, \lambda) = f(x) + \Sigma \lambda_i * g_i(x)$, где $\lambda_i \geq 0$ — множители Лагранжа;

в) Разность между целевой функцией и ограничениями;
г) $L(x, \lambda) = f(x) - \Sigma \lambda_i * g_i(x)$, где λ_i — произвольные числа.

Тема 8. Численные методы решения задач выпуклого программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Квадратичная форма (общий вид, положительно и отрицательно определенная, полуопределенная, условия выпуклости и вогнутости квадратичной формы)
2.	Постановка задачи квадратичного программирования
3.	Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования. Седловая точка и условия Каруша-Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования

1.2. Контрольные задания.

Задание 1. Используя метод скорейшего спуска, найти максимум функции

$$F = 4x_1 - x_1^2 + 2x_2 - x_2^2 + x_1x_2$$

при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \le 12 \\ 2x_1 + x_2 \le 10 \end{cases}, \quad x_{1,2} \ge 0.$$

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Численные методы выпуклой оптимизации		

	решают задачу поиска минимума выпуклой функции на выпуклом множестве с заданной _____. Варианты ответов: а) точностью б) скоростью		
2.	Метод градиентного спуска применим для минимизации _____ выпуклой функции. Варианты ответов: а) дифференцируемой б) недифференцируемой		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Основная цель применения численных методов в выпуклом программировании — это:

а) Получение аналитического решения в виде формулы;

б) Поиск всех локальных минимумов функции;

в) Построение симплекс-таблицы;

г) Нахождение приближённого значения оптимума и оптимальной точки с заданной точностью ε за конечное число итераций.

Какой класс численных методов использует информацию только о значениях целевой функции в точках, но не о её производных?

а) Градиентные методы;

б) Методы Ньютона;

в) Методы нулевого порядка (прямого поиска);

г) Методы штрафных функций.

Идея градиентного метода (метода наискорейшего спуска) для минимизации функции основана на:

а) Движении в направлении, противоположном градиенту функции в текущей точке;

б) Движении в направлении градиента;

в) Решении системы уравнений $\nabla f(x)=0$ на каждом шаге;

г) Случайном поиске в окрестности точки.

Что является ключевой задачей на каждом шаге градиентного метода после выбора направления антиградиента?

а) Решение задачи линейного программирования;

б) Решение задачи одномерной оптимизации (поиск шага) вдоль выбранного направления;

в) Проверка условий Куна-Таккера;

г) Вычисление гессиана функции.

Тема 9. Численные методы решения задач выпуклого программирования. ПКр ОС II - 2.1, ПКр ОС II - 2.2

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:

№ п.п.	Вопрос
1.	Задачи, решаемые методом динамического программирования
2.	Принцип оптимальности и уравнения Беллмана
3.	Общая схема применения метода динамического программирования
4.	Задача о распределении ресурсов между отраслями на n лет

1.2. Контрольные задания.

Задание 1.

Для двух предприятий выделено a единиц средств. Как распределить все средства в течение 4 лет, чтобы доход был наибольшим, если известно, что доход от x единиц средств, вложенных в первое предприятие, равен $f_1(x)$, а доход от y единиц средств, вложенных во второе предприятие, равен $f_2(y)$. Остаток средств к концу года составляет $g_1(x)$ для первого предприятия и $g_2(y)$ для второго предприятия. Задачу решить методом динамического программирования.

a	f_1	g_1	f_2	g_2
1000	3x	0,1x	2y	0,5y

2. Задания комбинированного типа.

2.1. Тестовые задания с обоснованием выбора.

№ п.п.	Содержание задания	Правильный ответ	Аргументы, обосновывающие выбор ответа
1.	Динамическое программирование — это метод решения многошаговых задач оптимизации, основанный на принципе _____. Варианты ответов: а) оптимальности Беллмана б) неопределённости		
2.	В динамическом программировании задача разбивается на более простые подзадачи, которые решаются _____. Варианты ответов: а) рекурсивно (снизу вверх или сверху вниз) б) независимо		

3. Задания закрытого типа.

3.1. Тестовые задания.

Тест 1.

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 букву выбранного варианта ответа (а)).

Идея динамического программирования была разработана Р. Беллманом и базируется на:

а) Одновременном рассмотрении всех возможных вариантов решения;

б) Методе полного перебора;

в) Принципе оптимальности: оптимальное решение всей задачи строится из оптимальных решений её подзадач;

г) Применении симплекс-метода на каждом этапе.

Какому типу задач в наибольшей степени подходит метод динамического программирования?

а) Задачам, допускающим разбиение на ряд последовательных шагов (этапов);

б) Задачам с небольшим числом переменных и ограничений;

в) Любым задачам линейного программирования;

г) Задачам, где все параметры являются случайными величинами.

Что такое «управление» в терминологии динамического программирования?

а) Исходные данные задачи;

б) Решение, принимаемое на каждом шаге, которое переводит систему из одного состояния в другое;

в) Конечный результат всего процесса;

г) Целевая функция задачи.

Основным математическим аппаратом динамического программирования является:

а) Система линейных уравнений;

б) Уравнение Беллмана (рекуррентное соотношение);

в) Метод множителей Лагранжа;

г) Симплекс-таблица.

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	40
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.	30-39
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.	20-29
Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа 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.	0-19

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. Доклад и/ или выступление с презентациями по проблеме практического занятия.
3. Обсуждение выступлений по теме – дискуссия.
4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.
5. 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. Вторая часть — выступление обучающихся с докладами, которые должны сопровождаться презентациями с целью усиления наглядности восприятия, по одному из вопросов практического занятия. Обязательный элемент доклада – представление и анализ статистических данных, обоснование социальных последствий любого экономического факта, явления или процесса. Примерная продолжительность — 20-25 минут. После докладов следует их обсуждение – дискуссия. В ходе этого этапа практического занятия могут быть заданы уточняющие вопросы к

докладчикам. Примерная продолжительность – до 15-20 минут. Если программой предусмотрено выполнение практического задания в рамках конкретной темы, то преподавателями определяется его содержание и дается время на его выполнение, а затем идет 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 : Издательство Юрайт, 2024. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3642-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/534423

2. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/536292

8.2. Дополнительная литература

1. Высшая математика для экономистов [Электронный ресурс]: учебник для студентов вызов, обучающихся по экономическим специальностям/ Н.Ш. Кремер [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015.— 481 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/52071.html

2. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров [Электронный ресурс]: компьютерно-ориентированный подход. Учебное пособие / М.Г. Зайцев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Дело, 2015. — 312 с. — 978-5-7749-1059-5. — Режим доступа:http://www.iprbookshop.ru/51020.html

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4. Интернет-ресурсы

Не используются

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

Требования к аудитории:
- Лекционные
- Семинарские
- Помещения для самостоятельной работы

Требования к оборудованию:
- Доска
- проектор
- ПК (стационарный) или ноутбук: операционная система: не ниже Windows 7 (или аналогичная по функциям)

Требования к программному обеспечению:
- пакет Microsoft Office