

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

(форма обучения)

Год набора – 2026

Киров

Автор–составитель РПД:

Мякишев Сергей Леонидович, доцент кафедры «Экономики и государственного и муниципального управления» Кировского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ.

Заведующий кафедрой:

«Экономики и государственного и муниципального управления» к.э.н. Русакова Е.А.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 Методы оптимизации одобрена на заседании кафедры «Экономики и государственного и муниципального управления» Кировского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ.

Протокол №7 от «17» декабря 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)	5
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания	12
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания	16
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине	24
7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)	28
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет.....	30
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы	31

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:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)	Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
	ПКр ОС П-2	Способен использовать методы оптимизации для решения прикладных задач	ПКр ОС П-2.1	Применяет инструментальных методов оптимальных решений в целях обработки и анализа данных	ПКр ОС П-2.1. 3-1. <i>Знает</i> основы теории оптимального управления и методы оптимизации ПКр ОС П-2.1 У-1. <i>Умеет</i> решать прикладные задачи оптимального управления, в том числе задачи линейного, нелинейного и динамического программирования

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

Общий объем дисциплины:

2 з.е., 72 ак.час.

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий :

Для очной формы обучения 32 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 16 ак.час на лекции и 16 ак.час на практические занятия. 40 ак. час на самостоятельную работу обучающихся.

Для очно-заочной-формы обучения 12 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 6 ак. час на лекции и 6 ак. час на практические занятия. 56 ак. час на самостоятельную работу обучающихся; контроль 4 ак.час.

Б1.В.03 Методы оптимизации реализуется для очной и очно-заочной формы обучения во 2-м семестре 1-го курса после изучения дисциплин:

- Алгебра
- Математический анализ

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

3.1. Структура дисциплины (модуля)

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	Кат.тэк	Контроль	СРкр	СРэк		СР
			Л	ВЛ	ЛР	ПЗ									
Тема 1.	Постановка и классификация задач оптимизации. Общая задача линейного программирова	18	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	10	Опрос, Контрольное задание

	ния. Графический метод, симплексный метод решения задач линейного программирова ния. Двойственные задачи линейного программирова ния.													
Тема2.	Задачи линейного программирова ния транспортного типа.	18	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	10	Опрос, Контрольное задание
Тема3.	Общая задача нелинейного программирова ния. Дробно- линейное программирова ние. Выпуклое программирова	18	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	10	Опрос, Контрольное задание

	ние. Численные методы решения задач выпуклого программирова ния.													
Тема4.	Динамическое программирова ние	18	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	10	Опрос, Контрольное задание
Промежуточная аттестация		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Зачет
Итого		72	16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	40	

Очно-заочная форма

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак. час		Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			
			Период теоретического обучения	Период промежуточной аттестации (сессия)		

			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Кат тэк	К о н т р о л ь	СРкр	СРэк	СР	
			Л	ВЛ	ЛР	ПЗ									
Тема 1.	Постановка и классификация задач оптимизации. Общая задача линейного программирования. Графический метод, симплексный метод решения задач линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования.	17	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14	Опрос, Контрольное задание
Тема 2.	Задачи линейного программирования	17	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14	Опрос, Контрольное задание

	ния транспортного типа.													
Тема3.	Общая задача нелинейного программирова ния. Дробно- линейное программирова ние. Выпуклое программирова ние. Численные методы решения задач выпуклого программирова ния.	17	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14	Опрос, Контрольное задание
Тема4.	Динамическое программирова ние	17	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14	Опрос, Контрольное задание
Промежуточная аттестация		4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	Зачет
Итого		72	6	0	0	6	0	0	0	4	0	0	56	

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. Общая задача линейного программирования. Графический метод, симплексный метод решения задач линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. ПКр ОС П-2.1

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.

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.

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.

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.

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

Тема 2. Задачи линейного программирования транспортного типа.

ПКр ОС П-2.1

Экономико-математическая модель транспортной задачи, экономический смысл ее системы ограничений и целевой функции. Нахождение первоначального базисного распределения поставок. Распределительный метод, оценки свободных клеток, критерий оптимального распределения поставок. Закрытая и открытая модели транспортной задачи, сведение открытой задачи к закрытой модели. Задача о назначениях, ее экономический смысл. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.

Тема 3. Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование. Выпуклое программирование. Численные методы решения задач выпуклого программирования.

ПКр ОС П-2.1

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.

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.

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.

Тема4. Динамическое программирование. ПКр ОС П-2.1

Задачи, решаемые методом динамического программирования. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Общая схема применения метода динамического программирования. Задача о распределении ресурсов между отраслями на n лет. Распределение инвестиций для оптимального использования потенциала предприятия. Задачи замены оборудования, поиска оптимального пути в транспортной сети.

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	<ol style="list-style-type: none"> 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
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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	Прочитайте текст и установите	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается 	Ответ считается верным, если правильно указана вся

последовательности	последовательность	<p>последовательность элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</p> <p>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).</p>	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	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать один верный ответ.</p> <p>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</p> <p>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</p>	<p>Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа</p>
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</p> <p>2. Продумать логику и полноту ответа.</p> <p>3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.</p> <p>4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ</p>	<p>Ответ считается верным:</p> <p>1. Отсутствие фактических ошибок.</p> <p>2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа).</p> <p>3. Обоснованность ответа (наличие аргументов).</p> <p>4. Логическая последовательность излагаемого материала.</p>

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

Традиционная система	Бинарная система	ECTS	
		Для традиционной системы	Для бинарной системы
Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
		B	P/ Passed
Хорошо		C	P/ Passed
		D	P/ Passed
Удовлетворительно		E	P/ Passed
Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

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

5.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.03 Методы оптимизации используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся:

опрос, контрольное задание.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема 1. Постановка и классификация задач оптимизации. Общая задача линейного программирования. Графический метод, симплексный метод решения задач линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. ПКр ОС П-2.1

Вопросы для опроса:

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.
8. Стандартная форма записи задач линейного программирования.
9. Каноническая форма записи задач линейного программирования.
10. Выпуклые множества точек.
11. Геометрический смысл решений неравенств, уравнений и систем.
12. Градиент функции, линии уровня
13. Алгоритм графического метода.
14. Экономический анализ задачи с использованием графического метода.
15. Содержание симплексного метода.
16. Балансовые переменные: принцип добавления и интерпретация.
17. Общий вид симплексной таблицы №1.
18. Выбор разрешающего столбца, разрешающей строки, разрешающего элемента при решении задачи на максимум.
19. Алгоритм перехода к симплексной таблице №2.
20. Критерий завершения алгоритма для задачи на максимум и для задачи на минимум.
21. Виды двойственных пар.
22. Составление двойственной пары.
23. Первая теорема двойственности.
24. Экономический смысл и интерпретация первой теоремы двойственности.
25. Вторая теорема двойственности.
26. Таблица соответствия.
27. Интерпретация двойственных оценок.
28. Третья теорема двойственности.
29. Интерпретация и возможности двойственных оценок.

Контрольные задания:

1. Контрольное задание 1-2:

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.

Контрольное задание 3:

Предприятие «Колор» производит три вида краски: краска A , краска B и краска C . При производстве краски используется три вида сырья, запасы которых и затраты на производство 1 т. краски каждого вида приведены в таблице.

Вид сырья	Вид краски			Запасы сырья, т.
	A	B	C	
Сырье 1	4	2	5	190
Сырье 2	5	3	4	320
Сырье 3	6	9	5	454

Прибыль от реализации 1т. краски составляет соответственно 300, 350 и 250 денежных единиц. По контракту предприятие должно поставлять не менее

15 т. краски С в месяц. Требуется определить, какую краску и в каком количестве следует ежемесячно выпускать предприятию, чтобы прибыль от ее реализации была максимальной.

Контрольное задание 4-5:

1. Составьте математическую модель исходной задачи и найдите ее оптимальный план графическим методом.

2. Составьте экономико-математическую модель двойственной задачи и найдите ее оптимальный план.

Известно, что содержание трех питательных веществ А, В и С в рационе питания должно быть не менее 90, 70 и 90 единиц соответственно. Указанные питательные вещества содержат два вида продуктов. Содержание единиц питательных веществ в одном килограмме каждого из видов продуктов приведено в таблице.

Питательное вещество	Количество единиц питательных веществ в одном кг продуктов	
	I	II
А	3	1
В	1	1
С	1	2

Цены 7 кг продуктов обоих видов соответственно равны 10 и 12-ти условным единицам. Определите дневной рацион, обеспечивающий получение необходимого количества питательных веществ, при минимальных затратах.

Тема 2. Задачи линейного программирования транспортного типа.

ПКр ОС П-2.1

Вопросы для опроса:

1. Распределительный метод, оценки свободных клеток,
2. Критерий оптимального распределения поставок.
3. Закрытая и открытая модели транспортной задачи,
4. Сведение открытой задачи к закрытой модели.
5. Методы нахождения опорного плана.
6. Нахождение оптимального плана транспортной задачи
7. Задача о назначениях, ее экономический смысл. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи.
8. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.

Контрольные задания:

1. Контрольные задания 1-6:

Решить задачу тремя способами:

1. северо-западного угла,
2. минимальной стоимости
3. аппроксимации Фогеля,
4. а также средствами Excel

Для строительства трёх дорог используется гравий из четырёх карьеров. Запасы гравия в каждом из карьеров, потребности в гравии для строительства каждой из дорог, а также тарифы перевозок 1 тыс. т. гравия из каждого карьера к каждой из строящихся дорог (тыс. руб.), приведены в таблице:

	Дорога А	Дорога В	Дорога С	Запасы гравия, тыс. т.
Карьер 1	4	7	6	220
Карьер 2	10	5	11	300
Карьер 3	12	9	4	230
Карьер 4	8	11	5	250
Потребности в гравии, тыс. т.	330	260	410	

Составить такой план перевозок гравия, при котором потребности в нём каждой из строящихся дорог были бы удовлетворены при наименьшей общей стоимости перевозок.

5. По условиям задачи 1, но при условии, что запасы гравия на карьере 1 составляют 250 тыс.т., составить такой план перевозок гравия, при котором потребности в нём каждой из строящихся дорог были бы удовлетворены при наименьшей общей стоимости перевозок.

6. По условиям задачи 1, но при условии, что потребности в гравии на строительство дороги С составляют 450 тыс.т., составить такой план перевозок гравия, при котором общая стоимости перевозок была бы наименьшей.

Контрольное задание 7:

В конкурсе на занятие четырех вакансий (V_1, V_2, V_3, V_4) участвуют пять претендентов (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5). Тестирование претендентов на соответствие должности проводилось по десятибалльной системе. Результаты тестирования каждого претендента на соответствующие вакансии приведены в таблице

	V_1	V_2	V_3	V_4
P_1	7	5	7	6
P_2	6	4	8	4
P_3	8	6	4	3
P_4	7	7	8	5
P_5	5	9	7	9

Определить, какого претендента и на какую вакансию следует принять, чтобы

сумма баллов отобранных претендентов была максимальной.

Тема 3. Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование. Выпуклое программирование. Численные методы решения задач выпуклого программирования.
ПКр ОС П-2.1

Вопросы для опроса:

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.
8. Алгоритм метода множителей Лагранжа (точка условного оптимума, уравнения связи, функция Лагранжа, определение оптимума).
9. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.
10. Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции).
11. Теорема Куна-Таккера.
12. Постановка задачи квадратичного программирования.
13. Функция Лагранжа для задачи квадратичного программирования.
14. Общая схема решения методом спуска.
15. Алгоритм градиентного метода скорейшего спуска.
16. Геометрическая интерпретация метода градиентного спуска для случая функции двух переменных.

Контрольные задания:

1. Контрольное задание 1:

В двух цехах предприятия необходимо изготовить 20 упаковок изделий. Затраты, связанные с производством x_1 изделия в первом цехе равны $5x_1^2$, а затраты при изготовлении x_2 изделий во втором цехе равны $10x_2 + 5x_2^2$. Составить план производства продукции в двух цехах предприятия, предполагающий минимум затрат.

Контрольное задание 2:

Решить задачу нелинейного программирования средствами Excel, составив её математическую модель по описанию производственных процессов и исходным данным таблицы.

Для изготовления двух видов продукции P_1 и P_2 на предприятии используются три вида различного сырья: S_1, S_2, S_3 . Количество единиц сырья S_i , используемое на изготовление единицы продукции вида P_j , равно a_{ij} . Запасы сырья каждого вида S_i известны и равны b_i , соответственно. Затраты на производство каждого вида продукции равны x_1^* и x_2^* . Цена единицы соответствующего вида продукции P_i , равна c_i .

Составить план выпуска продукции, чтобы при её реализации предприятие получало максимальную прибыль, определить величину этой максимальной прибыли. Определить дефицитные виды ресурсов.

№ Варианта	Значения переменных												
	Расходы сырья						Запасы сырья			Константы себестоимости		Цена продукции	
	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	a_{31}	a_{32}	b_1	b_2	b_3	✓	⊗	c_1	c_2
1	3	6	8	11	6	4	84	31	56	0,5	0,6	6	4

Контрольное задание 3-4.

В двух цехах предприятия необходимо изготовить 20 упаковок изделий. Затраты, связанные с производством x_1 изделия в первом цехе равны $5x_1$, а затраты при изготовлении x_2 изделий во втором цехе равны $10x_2 + 5x_2^2$.

1. Составить план производства продукции в двух цехах предприятия, предполагающий минимум затрат.
2. Решить задачу методом Лагранжа. Объяснить экономический смысл множителей Лагранжа.

Контрольное задание 5.

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

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

при ограничениях

$$x_1 + x_2 \leq 5$$

$$x_1 + x_2 \leq 6$$

$$x_1 \leq 8$$

$$x_2 \leq 7$$

$$x_1 \geq 0,$$

$$x_2 \geq 0$$

Тема4. Динамическое программирование. ПКр ОС П-2.1

Вопросы для опроса:

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. Выбор стратегии обновления оборудования.
7. Выбор оптимального пути в транспортной сети.
8. Экономические приложения динамического программирования

Контрольные задания:

Контрольное задание 1:

Распределить $T=100$ ден. ед. по четырем предприятиям с целью получения максимальной суммарной прибыли. Прибыль с предприятий задается таблицей:

	Предприятия			
X	g_1	g_2	g_3	g_4
20	16	14	15	15
40	30	32	36	25
60	49	50	45	22
80	51	48	57	36
100	72	60	70	51

Контрольное задание 2:

Найти оптимальный план замены оборудования на 6-летний период, если известны производительность оборудования и остаточная стоимость оборудования в зависимости от срока эксплуатации. Стоимость нового оборудования задана в таблице. Возраст оборудования к началу эксплуатации равен 1 году.

t	0	1	2	3	4	5	6	P
$rt.$	11	9	8	7	6	6	4	12
$S.t.$	10	7	6	5	5	4	2	-

Контрольное задание 3:

В таблице указан возможный прирост выпуска продукции четырьмя плодоовощными 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.

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

6.1. Промежуточная аттестация (зачет) проводится в устной форме.

Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами вопросов.

Обучающийся приступает к подготовке к ответу. Время на подготовку – 40 минут. Обучающийся отвечает на каждый вопрос в билете, демонстрируя свои знания и умения. При необходимости обучающийся отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

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. Графический метод, симплексный метод решения задач линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. ПКр ОС П-2.1

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

№ п.п.	Вопрос
1	Постановка общей задачи математического программирования как задачи оптимизации
2	Этапы построения математической модели линейного программирования

3	Математическая постановка общей задачи линейного программирования
4	Математическая постановка стандартной задачи линейного программирования
5	Математическая постановка канонической задачи линейного программирования
6	Выпуклые множества точек на плоскости, внутренние, граничные и угловые точки
7	Линии уровня линейной целевой функции и оптимальная угловая точка (случай двух переменных)
8	Геометрическая интерпретация на плоскости случая, когда задача линейного программирования не имеет оптимального решения
9	Геометрическая интерпретация на плоскости случая, когда задача линейного программирования имеет бесконечное множество решений
10	Геометрическая интерпретация на плоскости случая, когда задача линейного программирования имеет единственное оптимальное решение
11	Основные и неосновные переменные системы m линейных уравнений с n переменными, базисные и допустимые базисные решения
12	Основная идея симплексного метода
13	Способы нахождения минимума целевой функции
14	Теория двойственности: определение двойственной задачи, экономическая интерпретация двойственной задачи
15	Теоремы теории двойственности

Тема 2. Задачи линейного программирования транспортного типа. ПКр ОС П-2.1

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

№ п.п.	Вопрос
1	Общая постановка транспортной задачи
2	Распределительная таблица
3	Закрытая транспортная задача
4	Сведение открытой транспортной модели к закрытой в случае, когда мощности поставщиков превышают спрос потребителей

5	Сведение открытой транспортной модели к закрытой в случае, когда мощности поставщиков меньше спроса потребителей
6	Нахождение опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла.
7	Нахождение опорного плана транспортной задачи методом минимальных затрат.
8	Нахождение опорного плана транспортной задачи методом аппроксимации Фогеля.
9	Нахождение оптимального плана методом потенциалов
10	Задача о назначении
11	Решение задачи о назначении венгерским методом

Тема 3. Общая задача нелинейного программирования. Дробно-линейное программирование. Выпуклое программирование. Численные методы решения задач выпуклого программирования.
ПКр ОС П-2.1

1. Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

№ п.п.	Вопрос
1	Формулировка общей задачи нелинейного программирования.
2	Класс нелинейных задач, относящихся к классическим методам оптимизации
3	Нелинейная оптимизация: условия оптимальности.
4	Нахождение условного экстремума
5	Метод неопределенных множителей Лагранжа
6	Графический метод решения задач нелинейной оптимизации
7	Постановка задачи выпуклого программирования (общий вид, выпуклые и вогнутые функции).

Тема 4. Динамическое программирование. ПКр ОС П-2.1

Задания открытого типа.

1.1. Вопросы открытого типа.

№ 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.
5	Задача замены оборудования
6	Выбор оптимального пути в транспортной сети
7	Задача об оптимальном распределении инвестиций

6.3. Критерии и шкала оценивания.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ
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	Отлично/зачтено
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.	Хорошо/зачтено
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.	Удовлетворительно/зачтено
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	Неудовлетворительно/не зачтено

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.	
--	--

6.4. Для решения контрольных заданий обучающемуся разрешается использование калькулятора.

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 практическое занятие может 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. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/559655>

2. Гармаш, А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19233-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/556174>

8.2. Дополнительная литература

1. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 211 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16112-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530446>
2. Методы оптимизации. Задачник : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10417-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517403>

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4. Интернет-ресурсы

1. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
2. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <http://cyberleninka.ru/>
3. Консультант <http://www.consultant.ru/>

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
- Компьютер (стационарный) или ноутбук

Требования к программному обеспечению:

- пакет MicrosoftOffice

Наименование программного обеспечения	Назначение
7-Zip	Архиватор с высокой степенью сжатия Свободная лицензия
Adobe Acrobat	Чтение, печать и рецензирование файлов PDF. Свободная лицензия
Adobe reader	Просмотр, печать и внесение аннотаций в документы PDF. Свободная лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Антивирусное ПО
MS Office	Пакет офисных приложений.
Open Office	Свободный пакет офисных приложений. Свободная лицензия
Yandex Browser	Браузер Свободная лицензия
Yandex Messenger	приложение для общения, групповых чатов, а также аудио – и видеозвонков
ГАРАНТ	Справочно-правовая система
Консультант Плюс	Справочно-правовая система
Яндекс Диск	облачное хранилище для файлов, данных и видео от Яндекс
Яндекс Календарь	бесплатный персональный информационный менеджер
Яндекс Телемост	это сервис для видеовстреч без ограничений по времени