Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Костровец Лариса Борисовна
Должность: директор
Дата подписания: 10.11.2026 00:00:59
Уникальный программный ключ:
6882606104c36dbde41c4ab93a65382136a292d6

Приложение 4

к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.01.02.ДЭ.03.02 Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении
(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

38.03.02 Менеджмент
(код, наименование направления подготовки)

Менеджмент непроизводственной сферы
(наименование образовательной программы)

очная форма обучения
(форма обучения)

Год набора – 2026

Донецк

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Лаврук Людмила Григорьевна, старший преподаватель кафедры высшей математики

Заведующий кафедрой:

Папазова Елена Николаевна, канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики

Рабочая программа дисциплины Б1.О.01.02.ДЭ.03.02 Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении одобрена на заседании кафедры высшей математики факультета менеджмента Донецкого филиала РАНХИГС.

протокол № 6 от «16» марта 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

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

Дисциплина Б1.О.01.02.ДЭ.03.02 Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)	**Код компетенции**	**Наименование компетенции**	**Код индикатора достижения компетенций**	**Наименование индикатора достижения компетенций**	**Образовательный результат**
ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 г. № 970)	УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	УК-1.1. З-4. **Знает** основные типы задач оптимизации и их структурные элементы УК-1.1. У-4. **Умеет** формализовывать задачу в виде математической модели
ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент (Приказ	УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для	УК-1.2.	Осуществляет поиск, интерпретацию и ранжирование необходимой информации, опираясь	УК-1.2. З-8. **Знает** методы сбора, обработки и оценки информации в задачах принятия решений УК-1.2. У-8. **Умеет** осуществлять поиск информации по полученному заданию, собирать и анализировать данные,

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 г. № 970)		решения поставленных задач		на результаты анализа поставленной задачи	необходимые для решения поставленных задач
	ОПК-4.	Способен выявлять и оценивать новые рыночные возможности, разрабатывать бизнес-планы создания и развития новых направлений деятельности и организаций	ОПК-4.1.	Применяет основные методы идентификации возможностей и угроз во внешней среде организации, выявляет и оценивает возможности развития организации с учетом имеющихся ресурсов	ОПК-4.1. З-5. **Знает** основные математические модели и методы их решения, используемые для описания сложных систем и принятия управленческих решений ОПК-4.1У-5.**Умеет** квалифицированно применять изученные методы при решении прикладных задач экономического содержания

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

Общий объем дисциплины:

2,00 з.е., 72 ак.час

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 36 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 18 ак.час на лекции и 18 ак.час на практические занятия. 32 ак. час на самостоятельную работу обучающихся.

Б1.О.01.02 Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении реализуется на 3-м семестре 2-го курса после изучения дисциплин:

- Основы высшей математики
- Теория вероятностей и математическая статистика.

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								
Раздел 1. Линейные и нелинейные задачи оптимизации.														
Тема 1.1.	Решение задач линейной оптимизации.	23	6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	11	Опрос, Тестирование, Контрольное задание

Тема 1.2.	Сетевое планирование и управление проектами.	23	6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	11	Опрос, Тестирование, Контрольное задание
Раздел 2. Эконометрический анализ														
Тема 2.1.	Эконометрические методы в управлении	22	6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	10	Опрос, Тестирование, Контрольное задание
Промежуточная аттестация		4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	Зачет
Итого		72	18	0	0	18	0	0	0	4	0	0	32	

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

Раздел 1. Линейные и нелинейные задачи оптимизации

Тема 1.1. Решение задач линейной оптимизации. УК-1.1.

Построение математических моделей экономических задач. Задача планирования производства. Графический метод решения линейной задачи оптимизации. Транспортная задача. Метод потенциалов.

Тема 1.2. Сетевое планирование и управление проектами. УК-1.2.

Основные понятия сетевого планирования. Построение кратчайших путей на графе. Основные понятия динамического программирования.

Раздел 2. Эконометрический анализ

Тема 2.1. Эконометрический анализ. УК-1.1, УК-1.2, ОПК-4.

Общий вид линейной эконометрической модели и ее корреляционно-регрессионный анализ. Алгоритм построения и исследования регрессионной модели. Выбор вида эконометрической модели. Оценка качества регрессионной модели. Основные понятия дисперсионного анализа. Проверка значимости уравнения регрессии. Общий вид моделей временных рядов, их анализ и прогноз. Метод скользящей средней. Алгоритм критерия Дарбина-Уотсона.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.О.01.02.ДЭ.03.02 Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении 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	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

правильных ответов из 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).	одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа

		5. Записать аргументы, обосновывающие выбор 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**
90-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
80-89	Хорошо		B	P/ Passed
75-79			C	P/ Passed
70-74	Удовлетворительно		B	P/ Passed
60-69			E	P/ Passed
0-59	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

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

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

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

5.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.01.02.ДЭ.03.02 Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

опрос, тестирование, индивидуальное задание, контрольная работа.

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

Тема 1.1. Решение задач линейной оптимизации. УК-1.1.

Вопросы для опроса:

1. Математические модели экономических задач.
2. Геометрический метод решения задач линейного программирования.
3. Транспортная задача. Метод потенциалов.

Контрольные задания:

1. Построить экономико-математическую модель:

1.1. задачи планирования производства:

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

1.2. транспортной задачи:

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

2. Решить задачу линейного программирования геометрическим методом:

$$\begin{cases} 3x + 4y \geq 30, \\ 4x + 2y \geq 20, \\ x + 3y \geq 15, x \geq 0, y \geq 0. \end{cases}$$

3. Коммерческая фирма рекламирует свою продукцию, используя местные радио- и телевизионные сети. Расходы на рекламу в бюджете компании составляют 100 000 руб. в месяц. Одна минута радиорекламы стоит фирме 500 руб., а телерекламы – 9000 руб. Фирма намеревается использовать рекламу на радио, по крайней мере, в два раза чаще, рекламы на телевидении. Опыт показывает, что объем продаж, который обеспечивает 1 минута телевизионных объявлений в 30 раз, превышает объем продаж, который обеспечивает 1 минута рекламы на радио. Найти оптимальный план распределения средств на ежемесячную рекламу, при котором объем продаж продукции фирмы будет максимальным.

Тема 1.2. Сетевое планирование и управление проектами. УК-2.1.

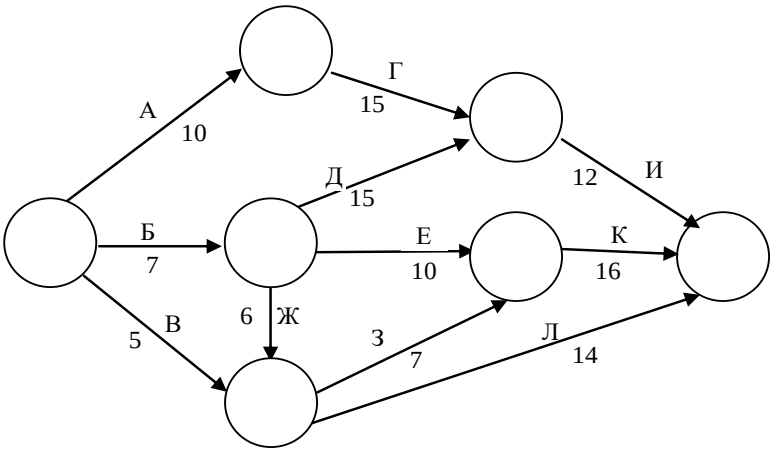
Вопросы для опроса:

1. Понятие оптимизации управления и принятия решений.
2. Общая характеристика сетевого планирования и управления.
3. Понятие и определение сетевого графа.
4. Понятие и определение сетевого графика проекта.

5. Правила построения сетевого графа.
6. Понятие критического пути и критического времени.
7. Числовые характеристики событий. Резерв времени событий.
8. Числовые характеристики работ на сетевом графе.
9. Резервы времени работ.
10. Построение кратчайших путей на графе. Алгоритм Дейкстры.
11. Основные понятия динамического программирования.
12. Алгоритм решения задачи о распределении средств между предприятиями.

Контрольные задания:

1. На сетевом графике изображены работы с продолжительностью в неделях. Пронумеровать вершины, найти критическое время выполнения проекта, критический путь и критические работы.



2. Фирме, занимающейся перевозкой скоропортящихся товаров, необходимо доставить товар из Ростова-на-Дону в Донецк, причем маршрутов, по которым можно произвести доставку несколько:

Маршрут	Расстояние	Маршрут	Расстояние	Маршрут	Расстояние
(1,2)	6	(4,6)	9	(8,9)	4
(1,3)	7	(4,8)	11	(8,10)	5
(2,4)	8	(4,7)	5	(9,12)	12
(2,8)	10	(5,7)	7	(10,11)	9
(3,5)	4	(6,7)	6	(10,12)	9
(3,6)	8	(6,8)	5	(11,12)	8

Построить сетевой граф и найти кратчайший путь из Ростова-на-Дону в Донецк.

3. Инвестор выделяет средства в размере 5 тыс. ден. ед., которые должны быть распределены между тремя предприятиями. Требуется, используя принцип оптимальности Беллмана, построить план распределения инвестиций между предприятиями, обеспечивающий наибольшую общую прибыль, если каждое предприятие при инвестировании в него средств x тыс. ден. ед. приносит прибыль $f_k(x)$ тыс. ден. ед., $k=\overline{1,3}$ по следующим данным:

X	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
1	2,2	2	2,8
2	3	3,2	5,4
3	4,1	4,8	6,4
4	5,2	6,2	6,6
5	5,9	6,4	6,9

Тема 2.1. Эконометрические методы в управлении. УК-1.1,УК-2.1.

Вопросы для опроса:

1. Общий вид линейной эконометрической модели и ее корреляционно-регрессионный анализ. Парная регрессия.
2. Этапы построения эконометрической модели.
3. Общий вид моделей временных рядов.
4. Метод скользящих средних.
5. Метод вычисления сезонных компонент.

Контрольные задания:

Задача 1. Для трех видов продукции A, B и C модели зависимости удельных постоянных расходов от объема выпускаемой продукции выглядят следующим образом: $y_A=500$, $y_B=60+0{,}5x$, $y_C=30x^{0,4}$.

1. Определить коэффициенты эластичности по каждому виду продукции и пояснить их смысл.

2. Сравнить при $\bar{x}=100$ эластичность затрат для продукции B и C.

3. Определите, каким должен быть объём выпускаемой продукции, чтобы коэффициенты эластичности для продукции B и C были равны.

Задача 2. По представленным в таблице данным получена модель зависимости среднемесячной производительности труда от возраста рабочих: $y = a + bx + cx^2$. Оценить качество модели с помощью средней ошибки аппроксимации.

№ п/п	Производительность труда рабочих, тыс. руб., y		№ п/п	Производительность труда рабочих, тыс. руб., y	
	фактическая	расчетная		фактическая	расчетная
1	12	10	6	11	12
2	8	10	7	12	13
3	13	13	8	9	10
4	15	14	9	11	10
5	16	15	10	9	9

Задача 3. Имеются данные об урожайности зерновых в хозяйствах области:

Год	1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайность, ц/га	9,2	10,7	11,7	13,5	14,9	17,2	20,4	23,2

1. Построить временной ряд и определить типа уравнения тренда.

2. Вычислите параметры уравнения тренда.

3. Спрогнозируйте урожайность зерновых на следующий год.

Задача 4. В таблице приведены остатки регрессии.

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Остатки	-0,7	0	-0,2	0,9	0	0,3	-0,1	-0,1	0	0,3	0,3

1. Оценить автокорреляцию в остатках по графику остатков.

2. Проверить наличие автокорреляции в остатках с помощью критерия Дарбина-Уотсона и сделать вывод о рассматриваемой регрессии.

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

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО)
КТ 1	100	0,2	20
КТ 2	100	0,2	20
КТ 3	100	0,2	20
КТ 4	100	0,2	20
КТ 5	100	0,2	20
Итого:	х	1	100

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 1.1.

Индивидуальное задание:

Задание 1. Цех выпускает два вида продукции, используя два вида полуфабрикатов. Продукция используется при комплектовании изделий, при этом на каждую единицу продукции первого вида требуется не более двух единиц продукции второго вида. Нормы расхода полуфабрикатов каждого вида на единицу выпускаемой продукции, общие объёмы полуфабрикатов и прибыль от единицы каждой продукции представлены в таблице. Определить план производства, максимизирующий прибыль.

Вид продукции	Нормы расхода полуфабрикатов на единицу продукции, кг		Прибыль от реализации единицы продукции, руб
	1	2	
I	50	29	50
II	25	40	80
Объёмы полуфабрикатов, кг	800	580	

Задание 2. Построить математическую модель транспортной задачи. Исходные данные транспортной задачи заданы в виде таблицы. В таблице указаны запасы товара a_i каждого из поставщиков, потребности в товаре b_j для каждого из потребителей, стоимость перевозки единицы товара от i-го поставщика j-му потребителю. Найти объем перевозки для каждой пары „поставщик-потребитель" так, чтобы суммарные затраты на перевозку были бы минимальными. Построить первоначальный опорный план транспортной задачи методом северо-западного угла и проверить его на оптимальность методом потенциалов и найти оптимальное решение.

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

Критерии оценивания индивидуального задания:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-25	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-25	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

КТ – 2.

Тема 1.2.

Индивидуальное задание:

Задание 1. На основании приведенных данных построить сетевой график, рассчитать его основные характеристики: ранние и поздние сроки

наступления событий, резервы времени событий, числовые параметры работ. Найти критическое время и критический путь.

Работа	(0,1)	(0,2)	(0,3)	(1,2)	(1,4)	(2,3)	(2,4)	(2,5)	(3,5)	(4,5)
Продолжительность	10	6	8	12	13	13	15	10	3	4

Задание 2. Менеджер рекламного агентства разрабатывает план быстрой доставки рекламных проспектов фирмам – клиентам. Построить граф, первая вершина которого соответствует рекламному агентству, а остальные вершины – клиентам. Определить кратчайшие пути на графе от рекламного агентства до всех остальных вершин графа. Сделать вывод.

Ребро	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(2,3)	(2,5)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(4,6)	(5,6)	(5,7)	(6,7)
Длина	9	11	7	3	6	6	3	4	7	3	4	2

Задание 3. Планируется деятельность четырех промышленных предприятий на следующий год. Начальные средства равны $s_0 = 300$. Средства x, выделенные k-му предприятию ($k=1,2,3,4$), приносят к концу года прибыль $f_k(x)$. Функции $f_k(x)$ заданы с помощью таблицы 2.6. Определите, сколько средств необходимо выделить каждому предприятию, чтобы суммарная прибыль была наибольшей.

x	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$
75	100	110	100	120
150	200	210	210	210
225	250	250	260	260
300	350	340	360	340

Критерии оценивания индивидуального задания:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-25	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается

	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-25	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
3	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-20	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

КТ – 3.

Раздел 1.

Контрольная работа:

Задание 1. Составить математическую модель задачи и решить ее геометрическим методом.

Предприятию необходимо не более 10 трехтонных автомашин и не более 8 пятитонных. Цена автомобиля первого вида 20 000 у.е., второго вида 40 000 у.е. Предприятие может выделить для покупки машин 400 000 у.е.

Сколько необходимо купить автомашин каждого вида, чтобы их общая грузоподъемность была максимальной.

Задание 2. Построить математическую модель транспортной задачи. Исходные данные транспортной задачи заданы в виде таблицы. В таблице указаны запасы товара a_i каждого из поставщиков, потребности в товаре b_j для каждого из потребителей, стоимость перевозки единицы товара от i-го поставщика j-му потребителю. Найти объем перевозки для каждой пары „поставщик-потребитель” так, чтобы суммарные затраты на перевозку были бы минимальными. Построить первоначальный опорный план транспортной задачи методом северо-западного угла и проверить его на оптимальность методом потенциалов и найти оптимальное решение.

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

Критерии оценивания контрольной работы:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-15	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-10	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

КТ – 4.

Тема 2.1.

Индивидуальное задание:

Задание 1.

x_i	3,2	3,8	4,5	5,4	5,8	6,4	7,2	7,8	5,2	5,7	6,3	6,7	6,9	6,1	7,2	7,5	7,8	7,5	8,5	9,2
y_i	14,4	12,5	13,4	15,4	17,6	17,8	19,5	13,5	15,2	17,1	18,3	25,7	15,8	22,8	30,9	28,4	27,3	35,1	37,4	38,4

Основываясь на статистических данных о прибыли *y* (млн. руб.) и инвестициях *x* (млн. руб.) за год по 20 предприятиям, выпускающим однородную продукцию:

1. Построить диаграмму рассеивания и сформулировать гипотезу о форме зависимости и виде уравнения регрессии.

2. Построить модель линейной парной регрессии.

3. Оценить тесноту связи с помощью коэффициентов корреляции, детерминации и эластичность, сделать выводы.

4. Оценить с помощью средней ошибки аппроксимации качество регрессионного уравнения, сделать выводы.

Результаты исследований оформить в свободной форме в виде пояснительной записки результатов исследования. Обязательно включить таблицы исходных данных, диаграмму рассеивания, таблицы регрессионного анализа, соответствующие коэффициенты детерминации.

Задание 2.

2021	1 кв.	62
	2 кв.	78
	3 кв.	83
	4 кв.	70
2022	1 кв.	75
	2 кв.	88
	3 кв.	96
	4 кв.	80
2023	1 кв.	84
	2 кв.	97
	3 кв.	103
	4 кв.	92
2024	1 кв.	96
	2 кв.	104
	3 кв.	116
	4 кв.	100
2025	1 кв.	103
	2 кв.	120
	3 кв.	126
	4 кв.	110

1. Построить точечный график временного ряда. По виду графика определить тип модели (аддитивная или мультипликативная). Выделить компоненты временного ряда.

2. Сгладить временной ряд. Построить наилучшее уравнение тренда. Обосновать решение.

3. Определить сезонные или циклические компоненты, если они имеют место.

4. Построить график остатков для уравнения тренда.

5. Проверить наличие автокорреляции в остатках для уравнения тренда с помощью критерия Дарбина-Уотсона.

Найти прогноз на четыре квартала 2026 года.

Критерии оценивания индивидуального задания:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-25	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-25	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

КТ – 5.

Раздел 2.

Контрольная работа:

Задание 1. В течении десяти недель изучается зависимость объёма продаж продукции (тыс. руб.) от затрат на рекламу (тыс. руб.). Оцените параметры уравнения $\hat{y} = a + bx$. Найдите средний коэффициент эластичности.

Оцените качество регрессионной модели (коэффициент корреляции, коэффициент детерминации средняя ошибка аппроксимации).

Факторы	Значение факторов за неделю									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объём продаж продукции, (тыс. руб.)	3	2	4	4	5	6	8	7	8	9
Затраты на рекламу, (тыс. руб.)	2	1	3	4	5	6	8	6	7	9

Задание 2. Для прогнозирования объёма продаж компании на основе поквартальных данных 2021-2025 р. была построена аддитивная модель временного ряду объёма продаж. Уравнение, которое моделирует динамику трендовой компоненты этой модели, имеет вид: $T_t = 100 + 2 \cdot t,\ (t = 1,2,...,20)$.

Пора года	Фактический объём продаж за 2025 г.	Компонента, полученная для аддитивной модели		
		трендовая	сезонная	случайная
Зима	100	?	?	+4
Весна	?	?	10	+5
Лето	150	?	25	?
Осень	?	?	?	?

1. Определите данные, которых не достаточно в таблице, с учетом того, что объём продаж за 2025 г. В целом составил 490 млн. руб.
2. Постройте прогноз объёма продаж компании на следующий год.

Задание 3. В таблице приведены остатки регрессии.

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Остатки	-0,7	0	-0,2	0,9	0	0,3	-0,1	-0,1	0	0,3	0,3	-0,1

1. Оцените автокорреляцию остатков.
2. Используйте критерий Дарбина-Уотсона и сделайте выводы о рассматриваемой регрессии.

Критерии оценивания контрольной работы:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-15	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-10	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
3	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-15	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

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 1.1. Решение задач линейной оптимизации. УК-1.1.

Задания открытого типа:

Задание 1. Компания консультирует клиента по вопросу вложения средств в ряд акций. Рассматриваются три наименования акций, которые имеют следующие текущие цены за единицу: «Цветмет» – 60 руб., «Коксохим» – 40 руб., «Металлург» – 50 руб. У клиента имеется всего 39 000 руб. для вложения в акции. Компания оценила риски, связанные с вложением в эти наименования акций, по шкале от 1 до 10 баллов, причем 1 балл означает очень надежное, безрисковое вложение, а 10 баллов – крайне высокорискованное вложение. Клиент хочет, чтобы вложение было достаточно надежным, и он желает, чтобы средняя оценка инвестиционного проекта портфеля не превышала 5 баллов. Указанные акции оцениваются точки зрения риска следующим образом: «Цветмет» – 3 балла, «Коксохим» – 8 баллов, «Металлург» – 6 баллов. По прогнозным расчетам прибыль от вложения на одну акцию за год составит: «Цветмет» – 10 руб., «Коксохим» – 20 руб., «Металлург» – 15 руб.

Составьте математическую модель покупки акций, обеспечивающую максимальную прогнозируемую прибыль от инвестиций за год. Приведите модель к каноническому виду.

Задание 2. В таблице приведены объёмы поставок каждого поставщика, потребности каждого потребителя и стоимость перевозки единицы товара от каждого поставщика к каждому потребителю

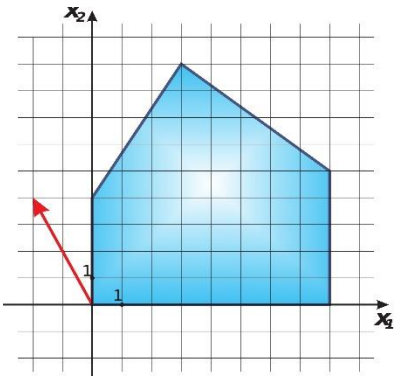
		Потребители			
		10	10	40	100
Поставщики	50	2	1	3	5
	80	3	2	3	3
	30	3	5	5	5

Найдите минимальную стоимость перевозок. Первоначальный план распределите методом северо-западного угла.

Задания закрытого типа:

Задание 1. Целевая функция задачи линейного программирования (ЗЛП) количественно выражает значение цели в зависимости от значений неизвестных переменных. При графическом решении ЗЛП строится вектор-градиент – вектор наискорейшего возрастания целевой функции. На рисунке

изображены область допустимых значений и вектор-градиент целевой функции ЗЛП.



Какие из перечисленных утверждений являются верными?

А. Целевая функция имеет вид $z = -2x_1 + 4x_2$.

Б. Координаты вектора-градиента определяются по области допустимых решений.

В. $z_{\min} = 16$.

Г. $z_{\max} = 30$.

Задание 2. Предприятие выпускает два вида продукции: I – x ед. и II – y ед. Для их производства используются два вида ресурсов. Производственные мощности ограничены, а затраты на производство продукции зависят от объемов выпуска. Функция затрат предприятия имеет вид:

$$z = (x-1)^2 + (y+3)^2.$$

Ограничения по ресурсам задаются системой:

$$\begin{cases} x + 2y \geq 4, \\ 5x + 4y \leq 40, \\ x \geq 0, \ \ y \geq 0. \end{cases}$$

Какие из перечисленных утверждений являются верными?

Варианты ответа:

А. Данная задача является задачей динамического программирования.

Б. Данная задача является задачей нелинейного программирования.

В. Оптимальное решение задачи всегда находится в вершинах области допустимых решений.

Г. При выпуске I продукции 2 ед. и II – 8 ед., затраты составят 122 усл.

Тестовые задания комбинированного типа с инструкцией по выполнению и ключами правильных ответов:

Задание 1. Прочитайте текст и установите соответствие между методами оптимизации и задачами, к которым они применяются. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Методы оптимизации используются для нахождения наилучшего решения из множества возможных. В зависимости от структуры задачи,

наличия ограничений, типа целевой функции и других параметров применяются различные методы.

Метод оптимизации		Задача	
А.	Симплекс-метод	1.	Задача об оптимальном капиталовложении
Б.	Метод множителей Лагранжа	2.	Задача линейного программирования
В.	Метод потенциалов	3.	Транспортная задача
		4.	Задача нелинейного программирования
		5.	Задача теории расписаний

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А.	Б.	В.

Тема 1.2. Сетевое планирование и управление проектами. УК-2.1.

Задания открытого типа:

Задание 1. В таблице дана зависимость, получаемой прибыли от вложения 150 тыс. руб. в три подразделения.

Объём вложения	Прибыль подразделения		
	I	II	III
50	2	3	4
100	3	5	5
150	3	7	6

Требуется распределить 150 тыс. руб. между тремя подразделениями предприятия таким образом, чтобы предприятие в целом получило наибольшую прибыль.

Задания закрытого типа:

Задание 1. Требуется распределить 150 тыс. руб. между четырьмя подразделениями предприятия таким образом, чтобы предприятие в целом получило наибольшую прибыль. Зависимость, получаемой прибыли от выделенных денежных средств, приведена в следующей таблице

Объём вложения	Прибыль подразделения		
	I	II	III
50	2	3	4
100	3	5	5
150	3	7	6

После применения метода динамического программирования получена оптимальное распределение вложения денежных средств: I – 0 тыс. руб., II – 100 тыс. руб., III – 50 тыс. руб.

Какие из перечисленных утверждений являются верными?

Варианты ответа:

А. Для решения задачи динамического программирования всегда требуется полный перебор всех возможных вариантов.

Б. Динамическое программирование позволяет снизить сложность перебора возможных вариантов распределения капитала.

В. Задача распределения капитала всегда имеет единственное оптимальное решение.

Г. Наибольшая прибыль от вложения средств составит 9 тыс. руб.

Тестовые задания комбинированного типа с инструкцией по выполнению и ключами правильных ответов:

Задание 1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Оптимизационные задачи широко применяются в экономике, логистике, производстве, IT, энергетике и других отраслях. Они позволяют минимизировать затраты, максимизировать прибыль, рационально использовать ресурсы и эффективно управлять процессами. Существуют различные типы оптимизационных задач, которые отличаются по своей математической структуре и методам решения.

Установите соответствие между названием оптимизационной задачи и её типом. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Название задачи		Тип задачи	
А.	Задача оптимального распределения ресурсов	1.	Линейная задача
Б.	Задача об оптимальном капиталовложении	2.	Нелинейная задача
В.	Задача минимизации функции нескольких переменных	3.	Задача динамического программирования
Г.	Задача о назначениях	4.	
Д.	Задача условной оптимизации	5.	

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

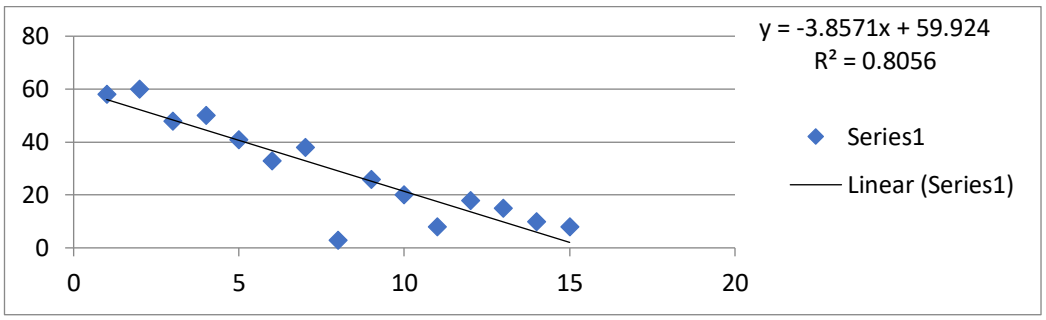
А.	Б.	В.	Г.	Д.

Тема 2.1. Эконометрические методы в управлении. УК-1.1,УК-2.1.

Задания открытого типа:

Задание 1. Для 15 предприятий, выпускающих однородную продукцию, построено уравнение линейной регрессии, отражающее зависимость

себестоимости продукции от объемов производства. Проверить статистическую значимость уравнения линейной регрессии с помощью F - критерия Фишера при $\alpha = 0{,}05$ и $F^{табл}_{0{,}05;1;13} = 4{,}67$.



Задание 2. По группе предприятий, производящих однородную продукцию рассчитано уравнение регрессии, отражающие зависимость прибыли y (млн. руб.) от объема инвестиций x (млн. руб.) $y = 2{,}61 + 0{,}85x + \varepsilon$. Известны также значения среднеквадратических отклонений изучаемых факторов: $\sigma_x = 1{,}25, \sigma_y = 1{,}15$.

1. Вычислить выборочный коэффициент корреляции.
2. Вычислить коэффициент детерминации.
3. Сделать вывод о тесноте связи между изучаемыми факторами.

Задания закрытого типа:

Прочитайте текст заданий, выберите один правильный ответ.

Задание 1. Модели временных рядов бывают двух типов:

А. экспоненциальные и логарифмические.
Б. регрессионные и корреляционные.
В. линейные и степенные.
Г. Аддитивные и мультипликативные.

Задание 2. С помощью методов эконометрического анализа можно:

А. решить задачу планирования производства;

Б. найти регрессионную зависимость между экономическими факторами;

В. найти оптимальный план перевозки товаров;

Г. решить задачу о назначениях.

Задание 3. Коэффициент линейного парного уравнения регрессии:

А. показывает среднее изменение результата с изменением фактора на одну единицу;

Б. оценивает статистическую значимость уравнения регрессии;

В. показывает, на сколько процентов изменится в среднем результат, если фактор изменится на 1%.

Г. показывает, на сколько процентов изменится в среднем результат, если фактор изменится на 10%.

Задание 4. Определите вид регрессионной зависимости $y = a \cdot x^b + \varepsilon$:

А. линейная зависимость;

Б. логарифмическая зависимость;

В. степенная зависимость;

Г. экспоненциальная зависимость.

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС Донецкого филиала РАНХиГС.

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

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.	

6.4. Для решения контрольных заданий обучающемуся разрешается использование калькулятора.

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Методические материалы по освоению дисциплины «Оптимизационные методы и модели в экономике и управлении» должны обеспечивать обучающемуся не только общее понимание структуры курса, но и четкие ориентиры по организации учебной деятельности на всех этапах обучения.

Методические рекомендации по работе на лекционных занятиях

Освоение дисциплины начинается с эффективной работы на лекциях. Лекционные занятия представляют собой систематизированное изложение теоретического материала, формирующего понятийный аппарат дисциплины. В ходе лекции обучающемуся рекомендуется не просто фиксировать материал, а выстраивать логическую структуру конспекта: выделять определения, теоремы, следствия и примеры их применения. Особое внимание следует уделять доказательствам ключевых утверждений, так как они формируют математическое мышление и позволяют глубже понять взаимосвязи между разделами курса. После лекции необходимо провести повторную проработку материала: уточнить непонятные моменты, дополнить конспект, а также попытаться воспроизвести основные положения без опоры на записи. Эффективной практикой является составление кратких схем и опорных конспектов по каждой теме.

Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям

Практические занятия являются основным инструментом формирования навыков применения теоретических знаний. Подготовка к ним должна включать предварительное решение типовых задач, изучение алгоритмов решения и анализ примеров. Во время занятия важно активно участвовать в разборе задач, предлагать собственные решения и задавать вопросы по сложным моментам. После практического занятия рекомендуется повторно решить разобранные задачи и выполнить дополнительные задания аналогичного типа. При этом особое внимание следует уделять оформлению решений: записи должны быть логически последовательными, обоснованными и аккуратными. Формирование навыка грамотного математического оформления является важной составляющей подготовки.

Методические рекомендации для подготовки к контрольной работе

Подготовка к контрольной работе требует системного подхода и

начинается задолго до её проведения. Обучающемуся необходимо повторить теоретический материал по соответствующим темам, уделяя внимание определениям, теоремам и основным методам решения задач. Далее следует перейти к решению типовых заданий, аналогичных тем, которые могут встретиться в контрольной работе. Рекомендуется проработать задания различного уровня сложности, включая базовые и повышенные. Важным этапом подготовки является анализ ранее допущенных ошибок и их устранение. Полезной практикой является выполнение пробных вариантов контрольных работ в условиях, приближенных к реальным, с ограничением по времени.

Методические рекомендации для подготовки к индивидуальному заданию

Индивидуальное задание, выполняемое дома, направлено на развитие самостоятельности и углубление знаний по дисциплине. При его выполнении необходимо строго придерживаться следующего алгоритма: сначала изучить теоретический материал, затем проанализировать условие задания, определить используемые методы и только после этого приступать к решению. Каждое решение должно быть подробно обосновано, с указанием всех промежуточных этапов. Не допускается механическое переписывание решений из сторонних источников без понимания. В случае использования дополнительных материалов необходимо критически оценивать их корректность. После выполнения задания рекомендуется провести самопроверку и, по возможности, проверить результат альтернативным способом.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Подготовка к зачету предполагает комплексное повторение всего курса. На данном этапе важно систематизировать знания, выделив основные разделы дисциплины. Подготовка должна включать как теоретическую, так и практическую составляющую. Теоретическая часть предполагает повторение ключевых понятий, формулировок теорем и методов доказательства. Практическая часть – решение задач различного типа. Особое внимание следует уделять умению быстро ориентироваться в типах задач и выбирать оптимальный метод решения. Рекомендуется составлять краткие сводные таблицы формул и методов, а также решать типовые задания.

Методические рекомендации по работе с литературными источниками

Работа с литературой является важным элементом освоения дисциплины. Основная литература обеспечивает базовое понимание материала и должна использоваться при изучении каждой темы. Дополнительная литература позволяет углубить знания и рассмотреть альтернативные подходы к решению задач. При работе с текстом необходимо придерживаться активной стратегии: выделять ключевые идеи, формулировать выводы, выполнять предлагаемые упражнения. Полезной практикой является ведение отдельного списка формул и методов с пояснениями и примерами применения.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студента занимает значительную часть времени и является определяющим фактором успешного освоения дисциплины. Она включает регулярное повторение лекционного материала, выполнение домашних заданий, подготовку к практическим занятиям, контрольным работам и зачёту. Эффективная самостоятельная работа требует чёткого планирования: рекомендуется составлять недельный график, распределяя время между различными видами деятельности. Важно соблюдать принцип регулярности, избегая накопления неосвоенного материала. При возникновении затруднений следует своевременно обращаться к преподавателю или использовать дополнительные учебные ресурсы.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1.Мастяева, И. Н. Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике : учебное пособие / И. Н. Мастяева. — Москва : ЕАОИ, 2011.

8.2. Дополнительная литература

1.Овчинников, В. А. Модели и методы дискретной оптимизации. Модули 1 и 2 : учебник / В. А. Овчинников. — Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана.
2.Безбородникова, Р. М. Модели и методы оптимизации производственных систем : учебное пособие / Р. М. Безбородникова, Н. П. Фот. — Оренбург : ОГУ, 2024. — 215 с.

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4. Интернет-ресурсы

Образовательная платформа «Юрайт» https://urait.ru.

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

Требования к аудитории:
- лекционные;
- семинарские.

Требования к оборудованию:
- доска;
- интерактивная доска;
- ПК (стационарный) или ноутбук: операционная система: не ниже Windows 7 (или аналогичная по функциям).

Требования к программному обеспечению:
- пакет Microsoft Office.
:
- пакет Microsoft Office