

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Дзержинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы оптимальных решений

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

38.03.01 - Экономика

Направленность образовательной программы

Финансы и кредит

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Дзержинск

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.14 Методы оптимальных решений относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1: Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации.</p> <p>УК-1.2: Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки.</p> <p>УК-1.3: Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.4: Аргументированно и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания.</p>	<p>УК-1.1: Умеет формулировать исходные данные экономической задачи математическими средствами, оценивать возможности получения дополнительных исходных данных при их недостаточности; Знает основные понятия и правила постановки различных задач оптимизации. Владеет навыками предварительного анализа, постановки и решения разнообразных задач оптимизации.</p> <p>УК-1.2: Умеет выбирать адекватные методы для решения поставленной задачи; анализировать полученные результаты с точки зрения их экономических выводов. Знает возможные варианты результатов решения различных оптимизационных задач. Владеет навыками рациональных методов мышления.</p> <p>УК-1.3: Умеет анализировать</p>	<p>Контрольная работа Тест</p>	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

		<p>исходные данные экономической задачи на достаточность для корректной постановки и решения той или иной оптимизационной задачи. Знает правила построения экономических выводов по результатам математического решения различных задач оптимизации.</p> <p>Владеет навыками анализа результатов решения разнообразных задач оптимизации.</p> <p>УК-1.4: Умеет последовательно и убедительно формулировать экономический результат решения оптимизационных задач. Знает правила построения речевой логической парадигмы. Владеет навыками убеждения.</p>		
ОПК-5: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.	<p>ОПК-5.1: Способен выбрать инструментальные и программные средства для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-5.2: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач.</p>	<p>ОПК-5.1: Уметь осуществлять целенаправленный выбор методов решения оптимизационных задач в связи с требуемыми из их решений данными; анализировать и интерпретировать полученные результаты с точки зрения экономических выводов. Знать методы решения различных вариантов задач оптимизации и их математические модели. Владеть навыками использования классических математических моделей оптимизационных задач экономики и выработки на основе их решения обоснованных управленческих решений.</p>	Контрольная работа Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0	Ф 0
Тема1. Введение в оптимизацию	14	17	2	1	2	2	4	3	10	14
Тема 2. Линейные математические модели в экономических исследованиях	19	18	3	1	5	2	8	3	11	15
Тема 3. Теория двойственности в задачах линейного программирования	19	18	2	1	6	2	8	3	11	15
Тема 4. Методы нелинейной оптимизации	19	18	3	1	5	2	8	3	11	15
Тема 5. Методы дискретной оптимизации	19	18	2	1	6	2	8	3	11	15
Тема 6. Оптимизационные экономико-математические модели налогообложения	17	18	2	1	4	2	6	3	11	15
Аттестация	0	0								
КСР	1	1						1	1	
Итого	108	108	14	6	28	12	43	19	65	89

Содержание разделов и тем дисциплины

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение в оптимизацию. Понятие о задачах оптимизации. Примеры постановок задач конечномерной оптимизации в экономике. Математические модели оптимизации бизнес-процессов.

Тема 2. Линейные математические модели в экономических исследованиях. Экономические задачи. Общий вид математической модели задачи линейного программирования. Различные формы задач линейного программирования Графическое решение задач ЛП. Симплекс-метод.

Тема 3. Теория двойственности в задачах линейного программирования Построение двойственной задачи и ее экономическая интерпретация. Теорема двойственности, теорема Куна-Таккера в форме двойственности; экономические интерпретации вектора Куна-Таккера; примеры, иллюстрирующие теорию.

Тема 4. Методы нелинейной оптимизации. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности. Задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Задачи выпуклого программирования. Задачи квадратичного программирования. Применение Excel для решения задач конечномерной оптимизации.

Тема 5. Методы дискретной оптимизации. Принцип оптимальности Беллмана; исследование дискретных оптимизационных задач методом динамического программирования (задача о распределении ресурсов, задача о коммивояжере).

Тема 6. Оптимизационные экономико-математические модели налогообложения. Налоги в важнейших экономико-математических моделях. Выполнение и защита учебно-исследовательской (проектной) работы.

План семинарских занятий

Тема 1. Введение в оптимизацию

- Семинар 1. Базовые понятия и постановки задач теории конечномерной оптимизации.

Тема 2. Методы нелинейной оптимизации

- Семинар 2. Метод множителей Лагранжа.
- Теорема Каруша-Куна-Таккера.
- Семинар 3. Применение MS Excel для решения задач конечномерной оптимизации.

Тема 3. Линейные математические модели в экономических исследованиях

- Семинар 4. Классические задачи линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования.
- Семинар 5. Графическое решение задач ЛП.
- Семинар 6. Симплекс-метод

Тема 4. Теория двойственности в задачах линейного программирования

- Семинар 7. Построение двойственной задачи. Решение задач ЛП на основе теории двойственности.
- Семинар 8. Обзор основных результатов и методов теории конечномерной оптимизации.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Методы оптимальных решений МОП" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=2756>).

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Контрольная работа №2 для оценки компетенции УК-1.

Вариант 1

Фирма производит три вида продукции А, В, С, для выпуска каждой из которых требуется определённое время обработки на всех четырёх устройствах 1, 2, 3, 4.

Вид продукции	Время обработки (ч.)				Прибыль (усл.ед.)
	1	2	3	4	
А	1	3	1	2	3
В	6	1	3	3	6
С	3	3	2	4	4

Пусть время работы на устройствах - соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Предполагается, что рынок сбыта для каждого продукта не ограничен; временем, требуемым для переключения устройства в зависимости от вида продукции, можно пренебречь.

Требуется представить математическую постановку задачи максимизации прибыли.

Вариант 2

Для серийного изготовления детали механический цех может использовать пять различных технологий обработки на токарном, фрезерном, строгальном и шлифовальном станках. В

таблице указано время (в минутах) обработки детали на каждом станке в зависимости от технологического способа, а также общий ресурс рабочего времени каждого станка за смену.

Станки	Технологические способы					Ресурс времен и станков (мин)
	1	2	3	4	5	
Токарный	2	1	3	0	1	4100
Фрезерный	1	0	2	2	1	2000
Строгальный	1	2	0	3	2	5800
Шлифовальный	3	4	2	1	1	10800

Требуется представить математическую постановку задачи определения технологии, максимизирующей выпуск.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Контрольная работа №1 для оценки компетенции ОПК-5.

Вариант 1

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \rightarrow \text{extr},$$

$$P = \mathbf{R}^3,$$

$$g_1(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 - x_2 + x_3 \leq 5,$$

$$g_2(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_2 + x_3 = 3.$$

Исследовать задачу

Требуется:

- 1) выбрать метод решения (обосновать);
- 2) решить задачу;
- 3) определить характер экстремальной точки (обосновать).

Вариант 2

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 \rightarrow \text{extr},$$

$$8x_1 - 3x_2 + 3x_3 \leq 40,$$

$$-2x_1 + x_2 - x_3 = -3,$$

$$x_2 \geq 0.$$

Исследовать задачу

Требуется:

- 1) выбрать метод решения (обосновать);
- 2) решить задачу;

3) определить характер экстремальной точки (обосновать).

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	выставляется студенту, который выполнил задание контрольной работы в объеме более 50%, его ответ логичен и обоснован, допущены неточности непринципиального характера, но обучающийся показывает систему знаний по теме своими ответами на поставленные вопросы
не зачтено	выставляется студенту, который выполнил задание контрольной работы не в полном объеме (решено менее 50% поставленных задач), обучающийся дает неверную информацию при ответе на поставленные вопросы, допускает грубые ошибки при толковании материала

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. целевая функция линейная, ограничения квадратичные.
2. целевая функция и ограничения квадратичные.

4 вопрос

К задачам дискретной оптимизации относятся задачи

1. линейного программирования.
2. булевого программирования.
3. комбинаторного программирования.
4. целочисленного программирования.

5 вопрос

Оптимальное значение критерия релаксированной задачи максимизации

1. совпадает с оптимальным значением критерия исходной задачи.
2. \leq оптимального значения критерия исходной задачи.
3. \geq оптимального значения критерия исходной задачи.

6 вопрос

Методом ветвей и границ могут быть решены задачи

1. целочисленного линейного программирования.
2. коммивояжера.
3. задача о ранце.
4. транспортная задача.

7 вопрос

Метод множителей Лагранжа предназначен для решения задачи

1. дискретной оптимизации.
2. определения безусловного экстремума функции.
3. определения условного экстремума функции.

8 вопрос

Какими методами может быть решена задача о многомерном ранце?

1. Симплекс-методом.
2. Методом ветвей и границ
3. Методом множителей Лагранжа.
4. Венгерским методом.

9 вопрос

Правило отсева неперспективного подмножества в методе ветвей и границ (в задаче максимизации):

1. если прогноз оптимального значения критерия на подмножестве не превосходит рекорда (наилучшего достигнутого значения критерия).
2. если прогноз оптимального значения критерия на подмножестве превосходит рекорд (наилучшее достигнутое значение критерия).
3. если область допустимых решений релаксированной задачи на подмножестве пуста.

Вариант 2

1 вопрос

Укажите, какие утверждения верные:

1. Необходимым условием локального безусловного экстремума функции является равенство нулю всех ее частных производных.
2. Достаточным условием локального безусловного экстремума функции является равенство нулю всех ее частных производных.
3. Необходимым и достаточным условием локального безусловного экстремума функции является равенство нулю всех ее частных производных.

2 вопрос

Задача выпуклого программирования относится к классу задач

1. линейного программирования.
2. нелинейного программирования.
3. дискретной оптимизации.

3 вопрос

Релаксированной к задаче оптимизации является

1. любая задача с тем же критерием.
2. задача с тем же критерием на подмножестве решений исходной задачи.
3. задача с тем же критерием на расширенном множестве решений.

4 вопрос

Достаточным условием локального безусловного максимума функции в стационарной точке является

1. равенство нулю всех элементов матрицы Гессе.
2. положительная определенность матрицы Гессе.
3. отрицательная определенность матрицы Гессе.

5 вопрос

Метод ветвей и границ предназначен для решения задач

1. линейного программирования.
2. комбинаторного программирования.
3. квадратичного программирования.

6 вопрос

Задача целочисленного линейного программирования может быть решена

1. методом Гомори.
2. симплекс-методом.
3. методом ветвей и границ.
4. методом множителей Лагранжа.

7 вопрос

Оптимальное значение критерия релаксированной задачи минимизации

1. \leq оптимального значения критерия исходной задачи.
2. \geq оптимального значения критерия исходной задачи.
3. совпадает с оптимальным значением критерия исходной задачи.

8 вопрос

Какими методами может быть решена задача коммивояжера?

1. Двойственным симплекс-методом.
2. Методом множителей Лагранжа.
3. Венгерским методом.
4. Методом ветвей и границ.

9 вопрос

Для ветвления в методе ветвей и границ (для задачи максимизации) выбирается подмножество

1. с минимальным прогнозом.
2. с максимальным прогнозом.
3. произвольное подмножество.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Выберите один или несколько правильных ответов на поставленный вопрос.

Вариант 1

1 вопрос

Задачей математического программирования является

1. программирование математических расчетов на ЭВМ.
2. определение экстремума функции в заданной области.
3. имитационное моделирование экономических процессов.

2 вопрос

Достаточным условием локального безусловного минимума функции в стационарной точке является

1. равенство нулю всех элементов матрицы Гессе.
2. положительная определенность матрицы Гессе.
3. отрицательная определенность матрицы Гессе.

3 вопрос

В задаче квадратичного программирования

1. целевая функция квадратичная, ограничения линейные.
2. целевая функция линейная, ограничения квадратичные.

3. целевая функция и ограничения квадратичные.

4 вопрос

К задачам дискретной оптимизации относятся задачи

1. линейного программирования.
2. булевого программирования.
3. комбинаторного программирования.
4. целочисленного программирования.

5 вопрос

Оптимальное значение критерия релаксированной задачи максимизации

1. совпадает с оптимальным значением критерия исходной задачи.
2. \leq оптимального значения критерия исходной задачи.
3. \geq оптимального значения критерия исходной задачи.

6 вопрос

Методом ветвей и границ могут быть решены задачи

1. целочисленного линейного программирования.
2. коммивояжера.
3. задача о ранце.
4. транспортная задача.

7 вопрос

Метод множителей Лагранжа предназначен для решения задачи

1. дискретной оптимизации.
2. определения безусловного экстремума функции.
3. определения условного экстремума функции.

8 вопрос

Решение задачи векторной оптимизации является Парето-оптимальным

1. если для любого выполняется условие .
2. если не существует , такого, что .
3. если не существует , такого, что и хотя бы для одной компоненты неравенство строгое.

9 вопрос

Правило отсева неперспективного подмножества в методе ветвей и границ (в задаче максимизации):

1. если прогноз оптимального значения критерия на подмножестве не превосходит рекорда (наилучшего достигнутого значения критерия).
2. если прогноз оптимального значения критерия на подмножестве превосходит рекорд (наилучшее достигнутое значение критерия).
3. если область допустимых решений релаксированной задачи на подмножестве пуста.

10 вопрос

Какими методами может быть решена задача о многомерном ранце?

1. Симплекс-методом.
2. Методом ветвей и границ
3. Методом множителей Лагранжа.
4. Венгерским методом.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	96-100% правильных ответов
отлично	86-95% правильных ответов
очень хорошо	81-85% правильных ответов

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	66-80% правильных ответов
удовлетворительно	56-65% правильных ответов
неудовлетворительно	46-55% правильных ответов
плохо	45% и меньше правильных ответов

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
---------------	--	---	--	--	--	--	---

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Общая постановка конечномерной задачи оптимизации.
2. Примеры постановок оптимизационных задач в экономике.
3. Виды экстремумов.
4. Задача безусловной оптимизации. Необходимые условия локальной оптимальности.
5. Задача безусловной оптимизации. Достаточные условия локальной оптимальности.
6. Задача условной оптимизации.
7. Задача математического программирования.
8. Задача выпуклого программирования.

9. Задача линейного программирования.
10. Геометрическая интерпретация двумерной задачи условной оптимизации.
11. Графический метод решения задач математического программирования.
12. Функция Лагранжа. Правило множителей.
13. Частные случаи правила множителей.
14. Теорема регулярности.
15. Теорема Каруша-Куна-Таккера в дифференциальной форме.
16. Экономические интерпретации вектора Куна-Таккера.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

1. Построение двойственной задачи к задаче линейного программирования.
2. Возможные интерпретации двойственной задачи и двойственных переменных (на примере задачи линейного программирования).
3. Основная теорема двойственности.
4. Формы записи задачи линейного программирования.
5. Графический метод решения задачи линейного программирования.
6. Теорема двойственности в задачах линейного программирования.
7. Решение задач линейного программирования на основе теории двойственности.
8. Симплекс-метод: основные понятия (опорная точка, базис опорной точки).
9. Симплекс-метод: параметры симплекс метода.
10. Симплекс-метод: правило оптимальности.
11. Симплекс-метод: правило отсутствия решения.
12. Симплекс-метод: правило перехода к новой вершине.
13. Организация ручного счета по симплекс-методу (симплекс-таблицы).
14. Метод искусственного базиса.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», или на уровне "плохо"

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Мастяева Ирина Николаевна. Методы оптимальных решений : Учебник / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. - 1. - Москва : ООО "КУРС", 2023. - 382 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-905554-24-7. - ISBN 978-5-16-103557-3. - ISBN 978-5-16-011361-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=836813&idb=0>.
2. Сдвижков Олег Александрович. Практикум по методам оптимизации : Учебное пособие /

Российский государственный университет туризма и сервиса. - 1. - Москва : Вузовский учебник, 2022. - 231 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - ISBN 978-5-16-101355-7. - ISBN 978-5-16-009846-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=835098&idb=0>.

3. Гончаров В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. - Москва : Юрайт, 2023. - 211 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-16112-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=871779&idb=0>.

4. Исследование операций в экономике : учебник / под редакцией Н. Ш. Кремера. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 414 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12800-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=839520&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Бабеньшев Сергей Валерьевич. Системный анализ и исследование операций : Учебное пособие / Сибирская пожарно-спасательная академия. - Железногорск : ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. - 122 с. - ВО - Бакалавриат., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=834938&idb=0>.
2. Власов Марк Павлович. Оптимальное управление экономическими системами : Учебное пособие / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет; Санкт-Петербургский государственный экономический университет. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 312 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-005426-1. - ISBN 978-5-16-110813-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=835045&idb=0>.
3. Аттетков Александр Владимирович. Методы оптимизации : Учебное пособие / Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. - 1. - Москва : Издательский Центр РИОР, 2023. - 270 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-369-01037-2. - ISBN 978-5-16-110508-5. - ISBN 978-5-16-004876-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=837594&idb=0>.
4. Слабнов В. Д. Численные методы и программирование / Слабнов В. Д. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 460 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-8114-9250-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=880925&idb=0>.
5. Орлова Ирина Владленовна. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : Учебное пособие / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - 3. - Москва : Вузовский учебник, 2024. - 389 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9558-0208-4. - ISBN 978-5-16-101114-0. - ISBN 978-5-16-004897-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=874856&idb=0>.
6. Северцев Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 319 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07581-6. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841512&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unn.ru/books/resources>
2. Электронная библиотека учебников [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://studentam.net>

3. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

4. Научная электронная библиотека[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 38.03.01 - Экономика.

Автор(ы): Маева Лариса Сергеевна, кандидат экономических наук.

Заведующий кафедрой: Демаков Иван Владимирович, кандидат экономических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 22.12.2023, протокол № 17.