

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

Исследование операций и методы оптимизации

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

ИТ-сервисы и технологии обработки данных в экономике и финансах

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Дзержинск

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11 Исследование операций и методы оптимизации 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-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1: Демонстрирует знание необходимых для осуществления профессиональной деятельности правовых норм. УК-2.2: Демонстрирует умение определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, рационально планировать свою деятельность с учетом имеющихся ресурсов и существующих ограничений. УК-2.3: Демонстрирует наличие практического опыта применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.	УК-2.1: Знать методы принятия оптимальных решений в задачах анализа и управления экономическими системами. УК-2.2: Уметь анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ. УК-2.3: Владеть методиками разработки целей и задач проекта; методами принятия оптимальных решений с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.	Собеседование Тест Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной	ОПК-1.1: Демонстрирует знание основ высшей математики, физики, вычислительной техники и программирования. ОПК-1.2: Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний,	ОПК-1.1: Знать основы математики, вычислительной техники и программирования. ОПК-1.2: Уметь решать задачи анализа экономических систем с применением	Задания Контрольная работа Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

деятельности;	методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	естественнонаучных знаний, методов математического моделирования. ОПК-1.3: Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования экономических и управленческих систем.		
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.1: Демонстрирует знание основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ОПК-6.2: Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий. ОПК-6.3: Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	ОПК-6.1: Знать основы теории систем и системного анализа, методов оптимизации и исследования операций, экономико-математического моделирования. ОПК-6.2: Уметь применять методы теории систем и системного анализа, экономико-математического моделирования для автоматизации задач принятия решений в экономико-управленческой сфере. ОПК-6.3: Владеть навыками построения математических моделей и анализа эффективности функционирования экономических и информационных систем.	Задания Контрольная работа Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	5	5
Часов по учебному плану	180	180
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	20
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48	30
- КСР	2	2
самостоятельная работа	62	92
Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о
Тема1. Введение в оптимизацию	14	14	4	2	4	2	8	4	6	10
Тема 2. Линейные математические модели в экономических исследованиях	26	27	6	4	10	8	16	12	10	15
Тема 3. Теория двойственности в задачах линейного программирования	16	14	2	2	6	2	8	4	8	10
Тема 4. Методы нелинейной оптимизации	22	23	4	2	8	6	12	8	10	15
Тема 5. Методы дискретной оптимизации	20	21	6	2	4	4	10	6	10	15
Тема 6. Элементы теории игр	24	23	6	4	8	4	14	8	10	15
Тема 7. Модели сетевого планирования и управления.	20	20	4	4	8	4	12	8	8	12
Аттестация	36	36								
КСР	2	2					2	2		
Итого	180	180	32	20	48	30	82	52	62	92

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. Элементы теории игр.

Понятие об игровых моделях. Платёжная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игр в смешанных стратегиях. Геометрическая интерпретация игры 2x2. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой.

Тема 7. Модели сетевого планирования и управления.

Назначение и области применения сетевого планирования и управления. Сетевая модель и её основные элементы. Порядок и правила построения сетевых графиков. Упорядочение сетевого графика. Понятие пути. Временные параметры сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».

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 "Исследование операций" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=2414>).

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции УК-2:

вопросы для собеседования:

1. Классические методы определения экстремумов.
2. Метод множителей Лагранжа.
3. Понятие об игровых моделях.
4. Платёжная матрица.
5. Нижняя и верхняя цена игры.
6. Решение игр в смешанных стратегиях.
7. Геометрическая интерпретация игры 2х2.
8. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования.
9. Игры с природой.
10. Назначение и области применения сетевого планирования и управления.
11. Сетевая модель и её основные элементы.
12. Порядок и правила построения сетевых графиков.
13. Упорядочение сетевого графика.
14. Понятие пути.
15. Временные параметры сетевых графиков.
16. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».
17. Сетевое планирование в условиях неопределенности.
18. Коэффициент напряженности работы.
19. Анализ и оптимизация сетевого графика.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	В ходе беседы полностью раскрывает тему, обучаемый демонстрирует глубокое знание вопроса, опирается на авторитетные источники информации. Обучаемый блестяще излагает материал, выражает свои мысли ясно, корректно и полно отвечает на вопросы.
отлично	Обучаемый полностью раскрывает вопрос, демонстрирует глубокое знание вопроса, опирается на авторитетные источники информации. Обучаемый грамотно излагает материал, выражает свои мысли ясно, корректно отвечает на вопросы.
очень хорошо	Обучаемый раскрывает тему, однако обучаемый демонстрирует некоторые неточности в изложении вопроса. Обучаемый ясно излагает содержание вопроса, но не всегда способен удержать внимание аудитории.
хорошо	Обучаемый отвечает на вопрос, однако обучаемый демонстрирует недостаточно глубокое знание. Обучаемый недостаточно ясно излагает материал и не всегда способен удержать внимание аудитории.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Обучаемый отвечает на вопрос не в полной мере, опирается на ненадежные источники информации. При представлении вопроса обучаемый демонстрирует плохое знание материала и плохие навыки публичного выступления.
неудовлетворительно	Обучаемый не раскрывает содержание вопроса.
плохо	Обучаемый не отвечает на вопрос.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-2:

Выберите один или несколько правильных ответов на поставленный вопрос.

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

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

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

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.

11 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.

12 вопрос

Задача выпуклого программирования относится к классу задач

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

13 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.

14 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.

15 вопрос

Метод ветвей и границ предназначен для решения задач

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

16 вопрос

Задача целочисленного линейного программирования может быть решена

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

17 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.

18 вопрос

Какими методами может быть решена задача коммивояжера?

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

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

1. Термин "исследование операций" появился ...

- a. в годы второй мировой войны
- b. в 50-ые годы XX века
- c. в 60-ые годы XX века
- d. в 70-ые годы XX века
- e. в 90-ые годы XX века
- f. в начале XXI века

2. Под исследованием операций понимают (выберите наиболее подходящий вариант) ...

- a. комплекс научных методов для решения задач эффективного управления организационными системами
- b. комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций
- c. комплекс методов реализации задуманного плана
- d. научные методы распределения ресурсов при организации производства

3. Упорядочьте этапы, через которые, как правило, проходит любое операционное исследование:

- постановка задачи
- решение задач, сформулированных на базе построенной математической модели
- построение содержательной (вербальной) модели рассматриваемого объекта (процесса)
- построение математической модели
- решение задач, сформулированных на базе построенной математической модели
- проверка полученных результатов на адекватность природе изучаемой системы
- реализация полученного решения на практике

4. В исследовании операций под операцией понимают...

- a. всякое мероприятие (систему действий), объединенное единым замыслом и направленное на достижение какой-либо цели
 - b. всякое неуправляемое мероприятие
 - c. комплекс технических мероприятий, обеспечивающих производство продуктов потребления
5. Решение называют оптимальным, ...
- a. если оно по тем или иным признакам предпочтительнее других
 - b. если оно рационально
 - c. если оно согласовано с начальством
 - d. если оно утверждено общим собранием
6. Математическое программирование ...
- a. занимается изучением экстремальных задач и разработкой методов их решения
 - b. представляет собой процесс создания программ для компьютера под руководством математиков
 - c. занимается решением математических задач на компьютере
7. Задача линейного программирования состоит в ...
- a. отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений
 - b. создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи
 - c. описании линейного алгоритма решения заданной задачи
8. В задаче квадратичного программирования...
- a. целевая функция является квадратичной
 - b. область допустимых решения является квадратом
 - c. ограничения содержат квадратичные функции
9. В задачах целочисленного программирования...
- a. неизвестные могут принимать только целочисленные значения
 - b. целевая функция должна обязательно принять целое значение, а неизвестные могут быть любыми
 - c. целевой функцией является числовая константа
10. В задачах параметрического программирования...
- a. целевая функция и/или система ограничений содержит параметр(ы)
 - b. область допустимых решения является параллелограммом или параллелепипедом
 - c. количество переменных может быть только четным
11. В задачах динамического программирования...
- a. процесс нахождения решения является многоэтапным
 - b. необходимо рационализировать производство динамита
 - c. требуется оптимизировать использование динамиков
12. Симплекс-метод - это:
- a. аналитический метод решения основной задачи линейного программирования
 - b. метод отыскания области допустимых решений задачи линейного программирования;
 - c. графический метод решения основной задачи линейного программирования;
 - d. метод приведения общей задачи линейного программирования к каноническому виду.
13. Задача линейного программирования состоит в:
- a. отыскании наибольшего или наименьшего значения линейной функции при наличии линейных ограничений
 - b. разработке линейного алгоритма и реализации его на компьютере
 - c. составлении и решении системы линейных уравнений
 - d. поиске линейной траектории развития процесса, описываемого заданной системой ограничений.
14. Исходный опорный план транспортной задачи можно составить...
- a. всеми перечисленными методами
 - b. методом северо-западного угла
 - c. методом минимального тарифа
 - d. методом двойного предпочтения

е. методом аппроксимации Фогеля

15. Если целевая функция задачи линейного программирования задана на максимум, то...
 - а. целевая функция двойственной задачи задается на минимум
 - б. целевая функция в двойственной задаче отсутствует
 - в. двойственная задача не имеет решений
 - г. двойственная задача имеет бесконечно много решений
16. Если одна из пары двойственных задач имеет оптимальный план, то...
 - а. и другая имеет оптимальный план
 - б. другая не имеет оптимального плана
 - в. другая не имеет допустимых решений
17. Если одна из пары двойственных задач имеет оптимальный план, то...
 - а. и другая имеет оптимальный план и значения целевых функций при их оптимальных планах равны между собой
 - б. и другая имеет оптимальный план, но значения целевых функций при их оптимальных планах не равны между собой
 - в. другая задача может не иметь оптимального плана, но иметь допустимые решения
18. Если целевая функция одной из пары двойственных задач не ограничена (для задачи на максимум – сверху, для задачи на минимум – снизу), то
 - а. другая задача не имеет допустимых планов
 - б. другая задача имеет допустимые планы, но не имеет оптимального плана
 - в. целевая функция другой задачи также не ограничена
19. При решении некоторых задач нелинейного программирования применяется ...
 - а. метод множителей Лагранжа
 - б. метод Гаусса
 - в. метод аппроксимации Фогеля
 - г. метод Гомори
20. Для решения транспортной задачи может применяться...
 - а. метод потенциалов
 - б. метод множителей Лагранжа
 - в. метод Гаусса
 - г. метод дезориентации
21. В системе ограничений общей задачи линейного программирования ...
 - а. могут присутствовать и уравнения, и неравенства
 - б. могут присутствовать только уравнения
 - в. могут присутствовать только неравенства
22. В системе ограничений стандартной (симметричной) задачи линейного программирования...
 - а. могут присутствовать только неравенства
 - б. могут присутствовать и уравнения, и неравенства
 - в. могут присутствовать только уравнения
23. В системе ограничений канонической (основной) задачи линейного программирования ...
 - а. могут присутствовать только уравнения (при условии неотрицательности переменных)
 - б. могут присутствовать только неравенства (при условии неотрицательности переменных)
 - в. могут присутствовать и уравнения, и неравенства (при условии неотрицательности переменных)
24. При решении задач целочисленного программирования может применяться ...
 - а. метод Гомори
 - б. метод множителей Лагранжа
 - в. метод Гаусса
 - г. метод аппроксимации Фогеля
25. В основе решения задач методом динамического программирования лежит...

- a. принцип оптимальности Беллмана
- b. принцип «бритва Оккама»
- c. принцип «зуб - за зуб, око - за око»
- d. принцип Гейзенберга

26. Ситуация, в которой участвуют стороны, интересы которых полностью или частично противоположны, называется ...

27. Действительный или формальный конфликт, в котором имеется по крайней мере два участника, каждый из которых стремится к достижению собственных целей, называется ...

28. Допустимые действия каждого из игроков, направленные на достижение некоторой цели, называются ...

29. Количественная оценка результатов игры называется ...

30. Если в игре участвует только две стороны (два лица), то игра называется...

31. Если в парной игре сумма платежей равна нулю, то есть проигрыш одного игрока равен выигрышу другого, то игра называется игрой...

32. Однозначное описание выбора игрока в каждой из возможных ситуаций, при которой он должен сделать личный ход, называется..

33. Если при многократном повторении игры стратегия обеспечивает игроку максимально возможный средний выигрыш (минимально возможный средний проигрыш), то такая стратегия называется...

34. Пусть a - нижняя цена, b - верхняя цена парной игры с нулевой суммой. Если $a = b = v$, то число v называется ...

- a. ценой игры
- b. точкой равновесия
- c. оптимальной стратегией
- d. смешанной стратегией

35. Пусть a - нижняя цена, b - верхняя цена парной игры с нулевой суммой. Если $a = b$, то игра называется...

- a. игрой с седловой точкой
- b. неразрешимым конфликтом
- c. игрой без правил

36. Вектор, каждая из компонент которого показывает относительную частоту использования игроком соответствующей чистой стратегии, называется...

- a. смешенной стратегией
- b. направляющим вектором
- c. вектором нормали
- d. градиентом

37. Парная игра с нулевой суммой, заданная своей платежной матрицей, может быть сведена к...

- a. задаче линейного программирования
- b. задаче нелинейного программирования
- c. целочисленной задаче линейного программирования
- d. классической задаче оптимизации

38. Если в потоке событий события следуют одно за другим через заранее заданные и строго определенные промежутки времени, то такой поток называется ...

- a. регулярным
- b. сложным
- c. организованным
- d. простым

39. Если вероятность попадания любого числа событий на промежуток времени зависит только от длины этого промежутка и не зависит от того, как далеко расположен этот промежуток от начала отсчета времени, то соответствующий поток событий называется:

- a. стационарным
- b. потоком без последствий
- c. простейшим
- d. пуассоновским

40. Если число событий, попадающих на один из произвольно выбранных промежутков времени, не зависит от числа событий, попавших на другой, также произвольно выбранный промежуток времени при условии, что эти промежутки не пересекаются, то соответствующий поток событий называется ...

- a. потоком без последствий
- b. регулярным
- c. показательным
- d. нормальным

41. Если вероятность попадания на очень малый отрезок времени сразу двух или более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания только одного события, то соответствующий поток событий называется...

- a. ординарным
- b. неординарным
- c. нормальным
- d. пуассоновским

42. Если поток событий одновременно обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствием последствий, то он называется:

- a. простейшим (пуассоновским)
- b. нормальным
- c. обычным
- d. сложным

43. Если в транспортной задаче объем запасов превышает объем потребностей, в рассмотрение вводят:

- a. фиктивный пункт потребления
- b. фиктивный пункт производства
- c. изменения структуры не требуются

44. Математической основой методов сетевого планирования является:

- a. теория графов
- b. аналитическая геометрия
- c. теория электрических цепей

45. Среди критериев выбора оптимального решения при играх с природой наиболее осторожным (с минимальным риском) является критерий:

- a. Вальда
- b. Лапласа
- c. Сэвиджа
- d. Гурвица

46. Критическим путем в сетевом графике называется

- a. самый длинный путь
- b. самый короткий путь
- c. замкнутый путь

47. Методы теории игр предназначены для решения задач

- a. с конфликтными ситуациями в условиях неопределенности
- b. с полностью детерминированными условиями
- c. статистического моделирования

48. Нижняя цена игры – это:

- а. максимин, т.е. максимальный выигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди минимальных значений выигрышей каждой его стратегии
- б. гарантированный выигрыш одного из игроков при любой стратегии другого игрока
- с. минимакс, т.е. минимальный проигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди максимальных значений проигрышей каждой его стратегии

49. Верхняя цена игры – это:

- а. минимакс, т.е. минимальный проигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди максимальных значений проигрышей каждой его стратегии
- б. гарантированный проигрыш одного из игроков при любой стратегии другого игрока
- с. максимин, т.е. максимальный выигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди минимальных значений выигрышей каждой его стратегии

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

1. Поставлена следующая задача линейного программирования:

$$F(x_1, x_2) = 5x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$$

$$0,2x_1 + 0,3x_2 \leq 1,8;$$

$$0,2x_1 + 0,1x_2 \leq 1,2;$$

$$0,3x_1 + 0,3x_2 \leq 2,4;$$

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

Выберите задачу, которая эквивалентна этой задаче.

а. $F(x_1, x_2) = 5x_1 + 6x_2 \rightarrow \max,$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18;$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12;$$

$$x_1 + x_2 \leq 8;$$

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

б. $F(x_1, x_2) = 6x_1 + 5x_2 \rightarrow \min,$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18;$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12;$$

$$x_1 + x_2 \leq 8;$$

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

с. $F(x_1, x_2) = 50x_1 + 60x_2 \rightarrow \max,$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18;$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12;$$

$$x_1 + x_2 \leq 8;$$

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

д. $F(x_1, x_2) = 5x_1^2 + 6x_2^2 \rightarrow \max,$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 18;$$

$$2x_1 + x_2 \leq 12;$$

$$3x_1 + x_2 \leq 2,4;$$

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

2. Целевой функцией задачи линейного программирования может являться функция:

a. $F = 12x_1 + 20x_2 - 30x_3 \rightarrow \min$

b. $F = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \rightarrow \min$

c. $F = 3x_1 - 4x_2 + \sqrt{x_3} \rightarrow \max$

d. $F = x_1^2 - 2x_2 \rightarrow \max.$

3. Системой ограничений задачи линейного программирования может являться система:

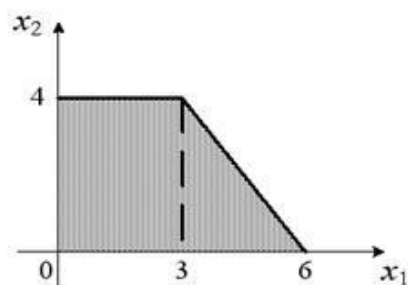
a. $\begin{cases} x_1 - x_2 \geq 3, \\ x_1 + x_2 \leq 0. \end{cases}$

b. $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \geq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 2. \end{cases}$

c. $\begin{cases} \sqrt{x_1} + x_2 = 4, \\ x_1 + x_2^2 \leq 6. \end{cases}$

d. $\begin{cases} x_2^3 - x_1 = 4, \\ x_1^2 - x_2^2 \geq 4. \end{cases}$

4. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции $F(x_1, x_2) = 3x_1 + 5x_2$ равно...

a. 29

b. 20

c. 27

d. 31

5. Максимальное значение целевой функции $F(x_1, x_2) = 5x_1 + 2x_2$ при ограничениях

$$x_1 + x_2 \leq 6,$$

$$x_1 \leq 4,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \text{ равно } \dots$$

a. 24

b. 18

c. 26

d. 12

6. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д. е., вида В - 1 у. е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30.

Данная задача является ...

- а. задачей линейного программирования
- б. задачей, решаемой методом динамического программирования
- с. задачей нелинейного программирования
- д. задачей сетевого планирования.

7. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д. е., вида В - 1 у. е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30.

Целевой функцией данной задачи является функция ...

- а. $F(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$
- б. $F(x_1, x_2) = 25x_1 + 30x_2 \rightarrow \max$
- с. $F(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$
- д. $F(x_1, x_2) = 60 - 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$

8. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д. е., вида В - 1 у. е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30

Допустимым планом данной задачи является план:

- а. $X = (20, 20)$
- б. $X = (25, 15)$
- с. $X = (20, 25)$
- д. $X = (30, 10)$

9. В двух пунктах А1 и А2 имеется соответственно 60 и 160 единиц товара. Весь товар нужно перевезти в пункты

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 \\ 5 & 8 & 7 \end{pmatrix}.$$

В1, В2, В3 в количестве 80, 70 и 70 единиц соответственно. Матрица тарифов такова:

Спланируйте перевозки так, чтобы их стоимость была минимальной.

Данная задача является ...

- а. транспортной задачей
- б. задачей нелинейного программирования
- с. задачей коммивояжера
- д. задачей о назначениях

10. В двух пунктах А1 и А2 имеется соответственно 60 и 160 единиц товара. Весь товар нужно перевезти в пункты

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 \\ 5 & 8 & 7 \end{pmatrix}.$$

В1, В2, В3 в количестве 80, 70 и 70 единиц соответственно. Матрица тарифов такова:

Спланируйте перевозки так, чтобы их стоимость была минимальной

Опорным планом данной задачи является план:

- а. $X = \begin{pmatrix} 60 & 0 & 0 \\ 20 & 70 & 70 \end{pmatrix};$
- б. $X = \begin{pmatrix} 40 & 20 & 0 \\ 40 & 50 & 70 \end{pmatrix}$
- с. $X = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 \\ 60 & 50 & 50 \end{pmatrix}$

d.
$$X = \begin{pmatrix} 30 & 20 & 10 \\ 50 & 50 & 60 \end{pmatrix}$$

11. В двух пунктах A1 и A2 имеется соответственно 60 и 160 единиц товара. Весь товар нужно перевезти в пункты

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 \\ 5 & 8 & 7 \end{pmatrix}.$$

B1, B2, B3 в количестве 80, 70 и 70 единиц соответственно. Матрица тарифов такова:

Спланируйте перевозки так, чтобы их стоимость была минимальной.

Целевой функцией данной задачи является функция:

a. $F = 4x_{11} + 6x_{12} + 8x_{13} + 5x_{21} + 8x_{22} + 7x_{23} \rightarrow \min$

b. $F = x_{11}^4 + x_{12}^6 + x_{12}^8 + x_{21}^5 + x_{22}^8 + x_{23}^7 \rightarrow \min$

c. $F = 60x_1 + 160x_2 + 80x_3 + 70x_4 + 705 \rightarrow \max$

d. $F = 60x_1 + 160x_2 - 80x_3 - 70x_4 - 705 \rightarrow \min$

12. Транспортная задача

	20	30+	100
		a	
30	3	4	6
100+	9	1	8
b			

будет закрытой, если...

a. $a=60, b=80$

b. $a=60, b=85$

c. $a=60, b=70$

d. $a=60, b=75$

13. Транспортная задача

	2	30	10
	0		0
30	3	4	6
100	9	1	8

является...

a. открытой

b. закрытой

c. неразрешимой

14. Транспортная задача

	2	30	10
	0		0
50	3	4	6
100	9	1	8

является...

- a. закрытой
- b. открытой
- c. неразрешимой

15. Для решения следующей транспортной задачи

	2	30	10
	0		0
50	3	4	6
90	9	1	8

необходимо ввести...

- a. фиктивного потребителя
- b. фиктивного поставщика;
- c. эффективный тариф
- d. эффективную процентную ставку.

16. Для решения следующей транспортной задачи

	2	30	10
	0		0
50	3	4	6
130	9	1	8

необходимо ввести...

- a. фиктивного поставщика;
- b. фиктивного потребителя
- c. эффективный тариф
- d. эффективную процентную ставку.

17. Среди данных транспортных задач

1.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	22	34	41	20
30	10	7	6	8
48	5	6	5	4
38	8	7	6	7

2.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	25	30	41	20
30	10	7	6	8
48	5	6	5	4
38	8	7	6	7

3.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	26	34	41	20
31	10	7	6	8
48	5	6	5	4
39	8	7	6	7

закрытыми являются...

- a. 2
- b. 2 и 3
- c. 1 и 3
- d. 1

18. Дана задача линейного программирования:

$$F(x_1, x_2) = 2x_1 + 7x_2 \rightarrow \max,$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq 14,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$

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

Двойственной для этой задачи будет следующая...

$$\text{a. } F^*(y_1, y_2) = 14y_1 + 8y_2 \rightarrow \min,$$

$$-2y_1 + y_2 \geq 2,$$

$$3y_1 + y_2 \geq 7,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

$$\text{b. } F^*(y_1, y_2) = 2y_1 + 7y_2 \rightarrow \min,$$

$$-2y_1 + 3y_2 \geq 14,$$

$$y_1 + y_2 \geq 8,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

$$\text{c. } F^*(y_1, y_2) = 2y_1 + 7y_2 \rightarrow \min,$$

$$-2y_1 + y_2 \geq 2,$$

$$3y_1 + y_2 \geq 7,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

$$\text{d. } F^*(y_1, y_2) = 14y_1 + 8y_2 \rightarrow \min,$$

$$-2y_1 + 3y_2 \geq 2,$$

$$y_1 + y_2 \geq 7,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$$

19. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

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

Наибольшее значение целевой функции $F(x_1, x_2) \dots$

a. равно 36

b. равно 18

c. равно 72

d. не достижимо

20. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

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

Наименьшее значение целевой функции $F(x_1, x_2) \dots$

a. равно 18

b. равно 36

c. равно 6

d. равно 9

21. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

x_1, x_2 - любые.

Наибольшее значение целевой функции $F(x_1, x_2) \dots$

- a. не достижимо
- b. равно 36
- c. равно 18
- d. равно 72

22. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min,$$

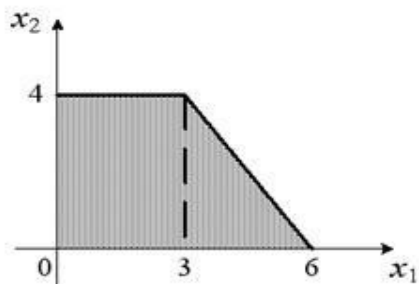
$$x_1 + x_2 = 6,$$

x_1, x_2 - любые.

Наименьшее значение целевой функции $F(x_1, x_2) \dots$

- a. равно 18
- b. равно 36
- c. равно 6
- d. равно 9
- e. равно 0
- f. не достижимо

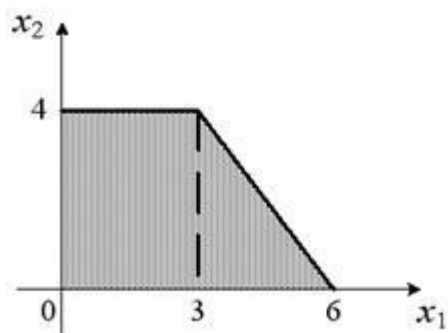
23. Область допустимых решений задачи нелинейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции $F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2$ равно...

- a. 36
- b. 72
- c. 25
- d. 12

24. Область допустимых решений задачи нелинейного программирования имеет вид:



Тогда минимальное значение функции $F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2$ равно...

- a. 0
- b. 6
- c. 9
- d. 16

25. Задача линейного программирования

$$F(x_1, x_2) = 2x_1 + 7x_2 \rightarrow \max,$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq 14,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$

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

записана в ...

- а. стандартной (симметричной) форме
- б. канонической (основной) форме
- с. словесной форме

26. Для записи задачи

$$F(x_1, x_2) = 2x_1 + 7x_2 \rightarrow \max,$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq 14,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$

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

в канонической форме ...

- а. необходимо ввести две дополнительных неотрицательных переменных
- б. необходимо ввести три дополнительных неотрицательных переменных
- с. необходимо ввести четыре дополнительных неотрицательных переменных

27. Для записи задачи

$$F(x_1, x_2) = 2x_1 + 7x_2 \rightarrow \max,$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq 14,$$

$$x_1 + x_2 \leq 8,$$

$$x_1 + 4x_2 \geq 10,$$

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

в канонической форме ...

- а. необходимо ввести три дополнительных неотрицательных переменных
- б. необходимо ввести две дополнительных неотрицательных переменных
- с. необходимо ввести четыре дополнительных неотрицательных переменных
- д. необходимо ввести пять дополнительных неотрицательных переменных

28. Нижняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$, равна...

- а. 2
- б. 4
- с. 1
- д. 3

29. Верхняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$, равна...

- а. 3
- б. 4
- с. 1
- д. 2

30. Матричная игра, заданная платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$, ...

- а. не имеет седловой точки
- б. имеет седловую точку
- с. не является парной

31. Нижняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$, ...

- а. меньше верхней цены

- b. равна верхней цене
- c. не существует

32. Верхняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$, ...
- a. больше нижней цены
 - b. равна нижней цене
 - c. не существует

33. Матричная игра, заданная платежной матрицей $\begin{pmatrix} 22 & 22 & 22 \\ 21 & 23 & 23 \\ 20 & 21 & 24 \end{pmatrix}$, ...
- a. имеет седловую точку
 - b. не имеет седловой точки
 - c. не является парной

34. Цена игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 22 & 22 & 22 \\ 21 & 23 & 23 \\ 20 & 21 & 24 \end{pmatrix}$, равна...
- a. 22
 - b. 21
 - c. 20
 - d. 23
 - e. 24

35. Матричная игра, заданная платежной матрицей $\begin{pmatrix} 7 & 9 & 8 \\ 10 & 6 & 9 \end{pmatrix}$, ...
- a. является парной
 - b. имеет седловую точку
 - c. не является парной

36. Цена игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 20 & 22 & 25 \\ 22 & 21 & 23 \\ 20 & 21 & 24 \end{pmatrix}$, заключена в пределах...
- a. от 21 до 22
 - b. от 20 до 25
 - c. от 22 до 23
 - d. от 21 до 24

37. Одноканальная СМО с отказами представляет собой пост ежедневного обслуживания для мойки автомобилей. Заявка - автомобиль, прибывший в момент, когда пост занят, - получает отказ в обслуживании. Интенсивность потока автомобилей $\lambda=1,0$ (автомобиль в час). Средняя продолжительность обслуживания - 1,8 часа. Поток автомобилей и поток обслуживания являются простейшими. Тогда в установившемся режиме относительная пропускная способность q равна...
- a. 0,356
 - b. 0,555;
 - c. 1,8
 - d. 0,643

38. Одноканальная СМО с отказами представляет собой пост ежедневного обслуживания для мойки автомобилей. Заявка - автомобиль, прибывший в момент, когда пост занят, - получает отказ в обслуживании. Интенсивность потока автомобилей $\lambda=1,0$ (автомобиль в час). Средняя продолжительность обслуживания - 1,8 часа. Поток автомобилей и поток обслуживания являются простейшими. Тогда в установившемся режиме процент автомобилей, получающих отказ в обслуживании, равен...

- a. 64,4 %
- b. 55,5 %
- c. 44,5 %
- d. 35,6 %;

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	96-100% правильных ответов
отлично	86-95% правильных ответов
очень хорошо	81-85% правильных ответов
хорошо	66-80% правильных ответов
удовлетворительно	56-65% правильных ответов
неудовлетворительно	46-55% правильных ответов
плохо	45% и меньше правильных ответов

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Задание 1

Цех молокозавода М осуществляет сбыт готовой продукции четырем потребителям А,В,С,Д. Доставка ежедневно осуществляется одним транспортным средством. Определить оптимальный маршрут доставки продукции, требующий минимальных затрат, если путевые расходы на перемещение между пунктами задаются матрицей.

М А В С Д

М - 6 2 4 3

А 7 - 5 3 5

В 3 5 - 3 2

С 5 2 3 - 4

Д 4 5 2 4 -

Задание 2

Завод Красное Сормово получил заявки на строительство 5 судов. Затраты на строительство составляют 5, 4, 2, 5, 3 млрд. руб. соответственно, доход от строительства - 7, 6, 4, 4, 2 млрд.руб.

Какие заявки принять к исполнению, чтобы доход был возможно больший, а затраты не превосходили 15 млрд. руб.?

Задание 3

Время перестройки гибкого автоматизированного производства (ГАП)при переходе от изготовления партий изделий одного типа к другому задается матрицей:

7	5	4	3
---	---	---	---

6	-	5	7	4
5	4	-	6	8
4	6	5	-	6
5	7	4	2	-

Определить порядок обработки изделий, минимизирующий общее время перестройки ГАП. После завершения обработки последней партии деталей производство следует настроить на обработку исходной партии.

Задание 4

Вес каждого из шести контейнеров составляет соответственно 14,10,7,6,8,12 т., стоимость - 20,22,25,17,28,23 млн. руб. Отобрать для погрузки в самолет грузоподъемностью 40 т. контейнеры максимальной суммарной ценности.

Задание 5

На двух предприятиях отрасли необходимо изготовить 200 изделий некоторой продукции. Затраты, связанные с производством x_1 изделий на 1-м предприятии, составляют 4 руб., а затраты, обусловленные изготовлением x_2 изделий на 2-м предприятии, составляют $20x_2 + 6$ руб. Найти план работы предприятий, чтобы общие затраты, обусловленные изготовлением необходимой продукции, были минимальными.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Задание 1. При составлении суточного рациона кормления скота можно использовать сено свежее (не более 50 кг) и силос (не более 85 кг). Рацион должен обладать определенной питательностью (число кормовых единиц не менее 30) и содержать питательные вещества: белок (не менее 1 кг), кальций (не менее 100 г) и фосфор (не менее 80 г). В табл. приведены данные о содержании указанных компонентов в 1 кг каждого продукта питания и стоимость этих продуктов.

Продукт	Количество кормовых единиц	Белок, г/кг	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Стоимость 1 кг, руб.
Сено свежее	0,5	40	1,25	2	1,2
Силос	0,5	10	2,5	1	0,8

Задание 2. Обработка деталей А и В может производиться на трех станках. Причем каждая деталь при ее изготовлении должна последовательно обрабатываться на каждом из станков. Прибыль от реализации детали А - 100 ден. ед., детали В - 160 ден. ед. Исходные данные приведены в табл. Определить производственную программу, максимизирующую прибыль при условии: спрос на деталь А не менее 300 шт., на деталь В - не более 200 шт.

Станок	Норма врем. на обраб. одной детали, ч		Время раб. станка, ч
	A	B	
1	0,2	0,1	100
2	0,2	0,5	180
3	0,1	0,2	100

Задание 3. Фирма выпускает изделия двух типов, А и В. При этом используется сырье четырех видов. Расход сырья каждого вида на изготовление единицы продукции заданы в табл.

Изделие	Сырье			
	1	2	3	4
A	2	1	0	2
B	3	0	1	1

Запасы сырья 1-го вида составляют 21 ед., 2-го вида – 4 ед., 3-го вида – 6 ед. и 4-го вида – 10 ед. Выпуск одного изделия типа А приносит доход 300 ден. ед., одного изделия типа В – 200 ден. ед. Составить план производства, обеспечивающий фирме наибольший доход.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного и дополнительного материала
отлично	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного материала
очень хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучающийся отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание материала, допущено не более 2 неточностей не принципиального характера
хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, допущены неточности не принципиального характера, но обучающийся показывает систему знаний по теме своими

Оценка	Критерии оценивания
	ответами на поставленные вопросы
удовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено более 50% поставленных задач), но обучающийся допускает ошибки, нарушена последовательность ответа, но в целом раскрывает содержание основного материала
неудовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено менее 50% поставленных задач), обучающийся дает неверную информацию при ответе на поставленные задачи, допускает грубые ошибки при толковании материала, демонстрирует незнание основных терминов и понятий.
плохо	Задание не выполнено, обучающийся демонстрирует полное незнание материала

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Вариант 1. Предприятие производит электротермометры ЭТ-2000, которые с вероятностью p могут быть дефектными. Количество изделий в партии 200. Прошлый опыт указывает, что из-за неустойчивой работы производственной линии p равно либо 0,05, либо 0,10, либо 0,25. Причем, в 70 % произведенных партий, p равняется 0,05, в 20% - $p = 0,10$, а в 10% партий p равняется 0,25. ЭТ-2000 используются при сборке приборов, и, в конечном счете, их качество будет определено конечным ОТК. При этом можно или испытывать каждый электротермометр на специальном стенде, что обходится в 8 рублей за штуку и отбрасывать дефектные или использовать его на сборке непосредственно без испытания. Если выбрано последнее, дефект обнаружится при сплошном окончательном контроле, а стоимость переделки составит, в конечном счете, 90 рублей за каждый прибор.

1) По этим данным постройте матрицу прибылей и рассчитайте ожидаемые затраты на каждую партию. Какое решение следует принять, испытывать электротермометры или нет?

2) Допустим, что из каждой партии можно отправить в лабораторию 10 термометров, и по этой выборке достоверно установить процент бракованных изделий в партии. Стоимость анализа – 200 рублей. Стоит ли проводить такой анализ? Каковы будут суммарные издержки в этом случае?

Вариант 2. Годовой запас ботинок некоторого популярного типа для большого универмага нужно заказывать заранее. Каждая пара стоит 30 рублей, продается за 60 рублей, и может быть продана на распродаже только за 15 рублей, если не будет продана до конца года.

Рассматриваются следующие варианты заказа: 20, 30, 40 или 50 пар.

Уровни спроса и их вероятности даны в таблице:

Спрос	20	25	30	35	40	45	50
Вероятность	0,20	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05

Сформируйте матрицу прибылей (выигрышей) и матрицу упущенных возможностей (рисков). Сколько пар ботинок нужно заказывать, чтобы максимизировать ожидаемую прибыль? Используйте критерии максимина, минимаксного риска и максимума ожидаемой прибыли для принятия решения о величине заказа.

Вариант 3. Маленькая кондитерская в курортном городе продает выпечку собственного производства. Фирменные торты выпекаются каждое утро и продаются по цене 210 рублей (при себестоимости – 90 рублей). Если торт не продается в день изготовления, он выбрасывается. Записи, которые ведет хозяйка, показывают, что за последние 100 дней спрос на эти торты имел следующее распределение.

Количество проданных тортов	8	9	10	11	12
Количество дней	15	25	30	20	10

Используйте критерии максимина, минимаксного риска и максимума ожидаемой прибыли для принятия решения о партии тортов.

Вариант 4. Менеджер закупочного отдела магазина хозяйственных товаров должен решить, сколько циркулярных пил закупить для продажи в текущем строительном сезоне. Каждая пила покупается у дилера за 1800 рублей, а продается в магазине за 3000 рублей. Каждая непроданная в сезон пила требует серьезных расходов на хранение и в результате приносит убыток 750 рублей. Менеджер может покупать товар у дилера только партиями по 100 штук. Из прошлого опыта известны вероятности продажи партии товара различного размера.

Спрос	300	400	500	600	700
Вероятности	0,1	0,2	0,3	0,25	0,15

Сформируйте матрицу прибылей (выигрышей) и матрицу упущенных возможностей (рисков). Используйте критерии максимина, минимаксного риска и максимума ожидаемой прибыли для принятия решения о величине заказа циркулярных пил. Какова будет средняя прибыль при каждом из выборов партии?

Вариант 5. Виктор - прилежный студент, получающий хорошие отметки благодаря, в частности, тому, что имеет возможность повторить материал в ночь перед экзаменом. Перед завтрашним экзаменом Виктор столкнулся с тем, что его сокурсники организовали вечеринку, в которой он не хочет участвовать. Виктор имеет три альтернативы:

A1 – участвовать в вечеринке всю ночь.

A2 – половину ночи участвовать, а половину учиться,

A3 – учиться всю ночь.

Профессор, принимающий экзамен, непредсказуем в том смысле, что экзамен может быть легким (S1), средним (S2) или трудным (S2). Можно ожидать следующие экзаменационные баллы:

	S1	S2	S2
A1	85	60	40

A 2	92	85	81
A 3	10 0	88	82

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию Виктору.

Вариант 6. В приближении посевного сезона фермер имеет четыре альтернативы:

A1 – выращивать кукурузу,

A2 – выращивать пшеницу,

A3 – выращивать соевые бобы,

A4 – использовать землю под пастбища.

Платежи, связанные с указанными возможностями, зависят от количества осадков, которые можно разделить на следующие категории:

S1 – сильные осадки,

S2 – умеренные осадки,

S3 – незначительные осадки,

S4 – засушливый сезон.

Платежная матрица оценивается следующим образом

	S1	S2	S3	S4
A 1	- 20	60	30	-5
A 2	40	50	35	0
A 3	- 50	10 0	45	- 10
A 4	12	15	15	10

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию фермеру.

Вариант 7. Один из N станков должен быть выбран для изготовления Q единиц определенной продукции. Минимальная и максимальная потребность в продукции

равна Q^* и Q^{**} соответственно. Производственные затраты TC_i на изготовление Q единиц продукции на станке i включают фиксированные затраты K_i и удельные затраты c_i на производство единицы продукции и выражаются формулой .

Решить задачу при следующих данных:

Станок (i)	K_i (долл.)	c_i
1	100	5
2	40	12
3	150	3
4	90	8

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию.

Вариант 8. Одно из предприятий должно определить уровень предложения услуг так, чтобы удовлетворить потребности клиентов в течение предстоящих праздников. Точное число клиентов неизвестно, но ожидается, что оно может принимать одно из четырех значений: 200, 250, 300, 350 клиентов. Для каждого из этих возможных значений существует наилучший уровень предложения (с точки зрения наилучших затрат). Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам либо из-за превышения, либо из-за неполного удовлетворения спроса.

Ниже приводится таблица, определяющая потери в тысячах рублей.

	Клиенты				
Уровень предложения		Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
	A1	5	10	18	25
	A2	8	7	8	23
	A3	21	18	12	21
	A4	30	22	19	15

Найти выигрышные стратегии с использованием критерия принятия решения. Сформулировать собственную рекомендацию.

Вариант 9. Национальная школа выживания подбирает место для строительства летнего лагеря в центре Аляски. Число участников сбора может быть: 200, 250, 300, 350. Стоимость проживания будет минимальной, поскольку он строится для удовлетворения небольших потребностей. Отклонения в сторону уменьшения или увеличения относительно идеальных уровней, влекут за собой дополнительные затраты (в силу избытка мест или потерь

возможности получить прибыль). A1-A4 представляют размеры лагеря (в количестве мест), а S1-S4 число участников сбора. Ниже представлена матрица, описывающая ситуацию.

	S 1	S 2	S 3	S 4
A1	5 0	1 8	1 5	2 5
A2	8	7	1 2	2 3
A3	2 1	1 8	1 2	2 1
A4	3 0	2 2	1 9	1 5

Проанализировать ситуацию с точки зрения всех критериев.

Вариант 10. Предприниматель решает проблему – какого размера строить предприятие: маленькое предприятие, среднее, крупное.

От маленького предприниматель ожидает прибыль 100 тыс. руб. при плохом спросе, 150 – при среднем, 200 – при хорошем. От среднего предприятия ожидается 180 тыс. руб. при плохом спросе, 250 – при среднем, 300 – при хорошем. От крупного предприятия ожидается 200 тыс. руб. при плохом спросе, 280 – при среднем, 350 – при хорошем.

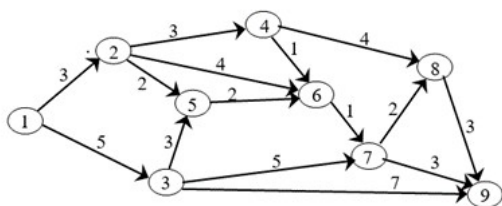
Найти выигрышные стратегии с использованием критерия Вальда, критерия Сэвиджа, критерия Гурвица (три разных варианта показателя оптимизма), критерия Лапласа. Сформулировать собственную рекомендацию.

5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

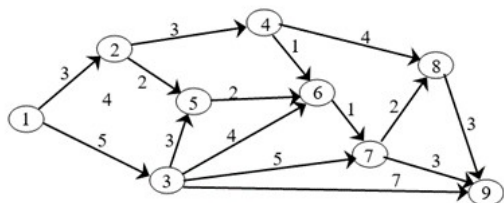
Контрольная работа №3 (ОПК-6)

Задача Пользуясь алгоритмом Фалкерсона, пронумеровать события соответствующего сетевого графика. Вычислить все временные параметры событий и работ. Рассчитать по сетевому графику минимальное время выполнения комплекса работ (критический срок). Выделить на сетевом графике критический путь.

Вариант 1



Вариант 2



5.1.9 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-2:

Задание	Вариант		
	1	2	3
1	Найти экстремумы функции одной переменной		
	$f = x^2 + 4x + 6 \rightarrow \text{extr}$	$f = x^3 - 3x^2 + 3x + 2 \rightarrow \text{extr}$	$f = x - \ln(1+x) \rightarrow \text{extr}$
2	Найти экстремумы функции многих переменных		
	$f = x^2 + xy + y^2 - 2x - y \rightarrow \text{extr}$	$f = 3x^2 + 4xy + y^2 - 8x - 12y \rightarrow \text{extr}$	$f = 3xy - x^2y - xy^2 \rightarrow \text{extr}$
3	Решить задачу методом множителей Лагранжа		
	$F = 4x_1 + x_1^2 + 8x_2 + x_2^2 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 = 180$	$F = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 = 5$	$F = x_1x_2 + x_2x_3 \rightarrow \max$ $x_1 + x_2 = 4, x_2 + x_3 = 4$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	оценка «превосходно» выставляется студенту, если он решил все задачи;

Оценка	Критерии оценивания
отлично	оценка «отлично» выставляется студенту, если он решил все задачи, но допустил 1-2 незначительные ошибки в решении, которые не относятся к контролируемой теме;
очень хорошо	оценка «очень хорошо» выставляется студенту, если он достаточно хорошо применяет теоретический материал при решении задач, но допускает 1-2 заметные ошибки в решении, которые самостоятельно исправить может;
хорошо	оценка «хорошо» выставляется студенту, если он достаточно хорошо применяет теоретический материал при решении задач, но допускает 1-2 заметные ошибки в решении, которые самостоятельно исправить не может;
удовлетворительно	оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он безошибочно решил 50% заданий, с остальными заданиями, либо справился частично, либо не справился совсем;
неудовлетворительно	оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать типовые задачи, в его работе менее 50% правильно решённых заданий.
плохо	оценка «плохо» выставляется студенту, если задания не выполнены, обучающийся демонстрирует полное незнание материала

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.	При решении стандартных задач не	Продемонстрированы основные	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все основные

	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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-2

1. Общая теория систем и системный анализ. Решаемые задачи и составные части.

1. Классификация систем.

1. Методы формализованного представления систем.

1. Методы активизации использования интуиции специалистов.

1. Постановка задачи математического программирования.

1. Локальные и глобальные экстремумы функции.

1. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Необходимые и достаточные условия.

1. Необходимые условия локального безусловного экстремума.

1. Достаточные условия локального безусловного экстремума.

1. Метод множителей Лагранжа решения задачи определения условного экстремума функции.

1. Необходимые условия локального условного экстремума.

1. Достаточные условия локального условного экстремума.

1. Задачи выпуклого программирования.

1. Теорема Куна-Таккера о необходимых и достаточных условиях оптимального решения задачи выпуклого программирования.

1. Решение задачи квадратичного программирования.

1. Классификация задач дискретной оптимизации.

1. Методы отсечений решения задач целочисленного линейного программирования.

1. I алгоритм Гомори решения целочисленных задач линейного программирования.

1. Теорема о правильном отсечении для задач целочисленного линейного программирования.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Метод ветвей и границ решения задач дискретной оптимизации.

1. Свойства релаксированных задач. Схемы релаксации в различных задачах дискретной оптимизации.
1. Сравнение схем релаксации в задаче о многомерном ранце.
1. Сравнение схем релаксации в задаче коммивояжера.
1. Способы ветвления в различных задачах дискретной оптимизации.
1. Решение задачи о ранце методом ветвей и границ.
1. Решение многомерной задачи о ранце методом ветвей и границ.
1. Задача коммивояжера. Математическая модель в форме задачи линейного программирования.
1. Доказательство условия отсутствия подциклов в задаче коммивояжера.
1. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.
1. Решение общей задачи целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ.
1. Задача о назначениях и ее математические свойства.
1. Венгерский метод решения задачи о назначениях.
1. Минимаксная задача о назначениях.
1. Максиминная задача о назначениях.
1. Постановка задачи многокритериальной оптимизации.
1. Графическая интерпретация задачи многокритериальной оптимизации.
1. Отношения предпочтения на множестве решений и оценок в задачах принятия решений.
1. Понятие оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации. Решения, оптимальные по Парето и Слейтеру.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

1. Допустимые преобразования векторных критериев оптимальности.
1. Нормировка частных критериев оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации.
1. Скаляризация векторного критерия оптимальности.
1. Виды обобщенных критериев оптимальности в задачах многокритериальной оптимизации.

1. Условие эффективности оптимального решения задачи оптимизации по обобщенному критерию оптимальности.
1. Методы определения множества Парето-оптимальных решений задач векторной оптимизации.
1. Способы определения частных решений задач векторной оптимизации.
1. Алгоритм определения Парето-оптимальных решений двухкритериальных задач векторной оптимизации.
1. Определение эффективных решений двухкритериальных задач линейного программирования.
1. Определение эффективных решений двухкритериальных транспортных задач.
1. Определение эффективных решений двухкритериальных задач о назначениях.
1. Определение эффективных решений двухкритериальных задач коммивояжера.
1. Определение эффективных решений двухкритериальных задач о ранце.
1. Определение эффективных решений двухкритериальных задач о многомерном ранце.
1. Обзор и сравнительная характеристика количественных методов решения задач системного анализа.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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

Оценка	Критерии оценивания
	«удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована 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. Бабенышев 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. Электронная библиотека учебников [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://studentam.net>
2. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
3. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
4. Федеральный образовательный портал «Экономика, социология, менеджмент» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ecsocman.edu.ru
5. Официальный сайт журнала «Экономист». Электронный ресурс [Режим доступа]: www.economist.com.ru
6. Официальный сайт журнала «Эксперт». Электронный ресурс [Режим доступа]: www.expert.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 09.03.03 - Прикладная информатика.

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

Заведующий кафедрой: Поляков Евгений Артурович, кандидат педагогических наук.

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

