

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Т. В. Пасько
«17» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.06.09 Комбинаторный анализ

Направление подготовки/специальность: 03.03.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Физические основы робототехнических систем

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2026

Автор программы:

Кандидат физико-математических наук, доцент Филиппова Ольга Викторовна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 891).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «16» июня 2026 г. Протокол № 11

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Инженерно-технического института, Протокол от «17» июня 2026 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата.....	6
3. Объем и содержание дисциплины.....	6
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	13
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	15
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	16

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- педагогический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований и научно-конструкторских разработок), 40 Сквозные виды деятельности в промышленности (в сферах: фундаментальных основ физики живых систем и физико-химической биологии, применения диагностического и лечебного оборудования, участия в инновационных и опытно-конструкторских разработках; эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения; мониторинга параметров материалов; мониторинга состояния окружающей среды)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения				
		Очная (семестр)				
		1	2	3	4	8
1	CAD-системы автоматического проектирования		+			
2	CAE-системы автоматического проектирования			+		

3	САМ-системы автоматического проектирования				+	
4	Алгоритмы машинного обучения			+		
5	Безопасность компьютерных сетей			+		
6	Бэкэнд - программирование			+		
7	Введение в высшую математику	+				
8	Введение в спортивное программирование		+			
9	Высшая математика		+			
10	Вычислительные среды обработки данных		+			
11	Графический дизайн			+		
12	Демонстрационный эксперимент в школе		+			
13	Инструменты визуализации данных				+	
14	Компьютерная графика				+	
15	Математическое и компьютерное моделирование			+		
16	Математическое моделирование и визуализация научных данных средствами языка Python				+	
17	Методы решения геометрических задач				+	
18	Организация школьного кабинета физики			+		
19	Программирование Java		+			
20	Программирование на PHP				+	
21	Программирование устройств телекоммуникаций на языках высокого уровня				+	
22	Программирование устройств телекоммуникаций на языках низкого уровня			+		
23	Проективная геометрия			+		

24	Решение олимпиадных физических задач				+	
25	Системы многоуровневой защиты информации				+	
26	Спортивное программирование: уровень 1			+		
27	Спортивное программирование: уровень 2				+	
28	Стандарты в области информационной безопасности		+			
29	Физика и химия твёрдого тела		+			
30	Философия					+
31	Цифровая культура	+				
32	Цифровая обработка изображений		+			
33	Экспертные системы		+			

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Комбинаторный анализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

Дисциплина «Комбинаторный анализ» изучается в 2 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа	64
Лабораторные (Лаб. раб.)	64
Самостоятельная работа (СР)	80
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.		Формы текущего контроля
		Лаб	СР	
		раб.		
		О	О	
2 семестр				

1	Введение в исследование операций	8	10	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
2	Элементы теории игр	8	10	Выполнение практических заданий
3	Дискретное программирование	8	10	Выполнение практических заданий
4	Дополнительные главы нелинейного программирования	8	10	Выполнение практических заданий

Тема 1. Введение в исследование операций

Лекция.

Предмет исследования операций. Основные этапы операционного исследования. Типичные классы задач. Некоторые принципы принятия решений в ио. Принятие решений в условиях определенности. Методика определения полезности. Принятие решений в условиях риска. Принятие решений в условиях неопределенности. Принятие решений в условиях конфликтных ситуаций или противодействия

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Из урны с 7 красными и 3 синими шарами берут наугад 5 шаров. Какова вероятность того, что все взятые шары окажутся красными?
- 2 Брошены 2 игральные кости. Найти вероятность того, что сумма выпавших очков не превысит 6.
- 3 Брошены 3 игральные кости. Найти вероятность того, что 2 очка не выпадут ни на одной кости.
- 4 В урне лежат 8 пронумерованных шаров. Наугад берут 4 шара. Найти вероятность того, что среди взятых шаров 3 будут иметь четные номера.
- 5 Колода из 36 карт раскладывается случайным образом на две равные части. Какова вероятность того, что все тузы будут в одной части?

Тема 2. Элементы теории игр

Лекция.

Введение. Стратегии. Нормальная форма игры. Ситуации равновесия. Антагонистические игры. Игры с нулевой суммой. Нормальная форма. Смешанные стратегии. Теорема о минимаксе. Вычисление оптимальных стратегий. Игры с ограничениями. Бесконечные игры. Игры на квадрате. Игры с непрерывным ядром. Вогнуто-выпуклые игры. Игры с выбором момента времени

Задания для самостоятельной работы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что называется игрой?
2. Что называется матричной игрой? 3. Что называется матричной игрой типа $m * n$?
4. Какая игра называется игрой с нулевой суммой?
5. Что называется чистой стратегией?
6. Что называется нижней ценой игры?
7. Что называется верхней ценой игры?
8. Что называется ценой игры?
9. В чем состоит принцип минимакса?
10. Какая игра называется игрой с седловой точкой?

11. Что называется седловой точкой?
12. Что называется смешанной стратегией?
13. Что называется решением игры в смешанных стратегиях?
14. Что называется полезной стратегией?
15. Что утверждает основная теорема теории игр?
16. В чем состоит схема аналитического решения игры типа 2×2 ?
17. В чем состоит схема графического решения игры типа $2 \times n$?
18. В чем состоит схема графического решения игры типа $m \times 2$?

Тема 3. Дискретное программирование

Лекция.

Введение. Некоторые понятия и определения, используемые в методах отсечения.

Лексикографическая модификация метода последовательного уточнения оценок. Первый алгоритм Гомори. Доказательство конечности первого алгоритма Гомори. Второй алгоритм Гомори. Третий алгоритм Гомори. Построение целочисленного правильного отсечения для 3-го алгоритма Гомори. Построение начальной 1-нормальной целочисленной симплексной таблицы. Алгоритм. Выбор. Доказательство конечности третьего алгоритма Гомори

Задания для самостоятельной работы.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте определение задачи дискретного программирования.
2. Какова основная идея метода ветвей и границ?
3. В чем состоят особенности реализации метода ветвей и границ при решении конкретных классов задач?
4. Что такое нижняя оценка множества?
5. В чем заключается процесс ветвления множества?
6. Какие множества называются конечными?

Тема 4. Дополнительные главы нелинейного программирования

Лекция.

Классические методы решения задач оптимизации с ограничениями типа равенств. Метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Условия Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования. Метод Баранкина и Дорфмана. Метод Франка и Вулфа. Метод возможных направлений. Метод выбора возможного направления. Алгоритм метода возможных направлений. Метод условного градиента. Правило выбора длины шага. Алгоритм метода условного градиента. Сходимость алгоритма условного градиента. Метод Ньютона. Динамическое программирование.

Задания для самостоятельной работы.

1. Решить задачу нелинейного программирования методом проектируемых градиентов Розена.
2. Решить задачу безусловной оптимизации методом покоординатного спуска Пауэлла. Выполнить 2 итерации.
3. Дана задача выпуклого программирования. Требуется:
 - найти решение графическим методом,
 - написать функцию Лагранжа данной задачи и найти её седловую точку, используя решение задачи, полученное графически

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- текущий контроль – 60 баллов

- контрольные срезы – 2 среза: 10 баллов, 30 баллов
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Введение в исследование операций	Выполнение практических заданий	20	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.
2.	Элементы теории игр	Выполнение практических заданий	20	20-15 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 14-10балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 9-1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
3.	Дискретное программирование	Выполнение практических заданий	20	20-15 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 10- балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 5-1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.

4.	Дополнительные главы нелинейного программирования	Выполнение практических заданий (контрольный срез)	30	10-7 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 6-4балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 3-1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
5.	Премияльные баллы		20	20 баллов за участие в студенческих научных конференциях и олимпиадах
6.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		30	студент может предоставить все задания промежуточной аттестации
7.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Выполнение практических заданий

Тема 1. Введение в исследование операций

- 1 Набирая номер телефона, абонент забыл три последние цифры. Помня лишь, что все цифры различны, он набирает их наугад. Какова вероятность того, что будут набраны нужные цифры?
- 2 Имеются 4 ящика, в которые наугад бросают шарики. Всего шариков 4. Какова вероятность того, что все шарики окажутся в одном ящике?
- 3 студентов условились ехать в одном электропоезде, но не договорились о вагоне. Какова вероятность того, что все поедут в одном вагоне, если в поезде 10 вагонов?
- 4 Телефонный номер содержит 5 цифр. Какова вероятность того, что все цифры различны?
- 5 В ящике лежат 16 лампочек, из которых 6 перегоревших. Наугад берут 4 лампы. Какова вероятность того, что взятые лампы окажутся хорошими?

Тема 2. Элементы теории игр

1. Игроки А и В одновременно и независимо друг от друга записывают каждый одно из трех чисел: 1, 2 или 3. Если сумма написанных чисел четная, то В платит А эту сумму в рублях; если она нечетная, то, наоборот, А платит В эту сумму. Требуется проанализировать игру и составить ее матрицу.
2. В нашем распоряжении имеются три вида вооружения: А1, А2, А3; у противника — три вида самолетов: В1, В2, В3. Наша задача — поразить самолет; задача противника — сохранить его непораженным. При применении вооружения А1 самолеты В1, В2, В3 поражаются соответственно с вероятностями 0,9, 0,4 и 0,2; при вооружении А2 — с вероятностями 0,3, 0,6 и 0,8; при вооружении А3 — с вероятностями 0,5, 0,7 и 0,2. Требуется сформулировать ситуацию в терминах теории игр.

3. Игра состоит в следующем. Имеются две карты: туз и двойка. Игрок А наугад вынимает одну из них; В не видит, какую карту он вынул. Если А вынул туза, он заявляет: «у меня туз», и требует у противника 1 рубль. Если А вынул двойку, то он может либо А1) сказать «у меня туз» и потребовать у противника 1 рубль, либо А2) признаться, что у него двойка, и уплатить противнику 1 рубль. Противник, если ему добровольно платят 1 рубль, может только принять его. Если же у него потребуют 1 рубль, то он может либо В1) поверить игроку А, что у него туз, и отдать ему 1 рубль, либо В2) потребовать проверки с тем, чтобы убедиться, верно ли утверждение А. Если в результате проверки окажется, что у А действительно туз, В должен уплатить А 2 рубля. Если же окажется, что А обманывает и у него двойка, игрок А уплачивает игроку В 2 рубля. Требуется проанализировать игру и найти оптимальную стратегию каждого из игроков.

Тема 3. Дискретное программирование

1. Решить задачу математического программирования, используя метод множителей Лагранжа.
2. Сформулируйте признак оптимальности в задаче целочисленного линейного программирования.
3. Дайте определения эйлеровых и гамильтоновых графов.
4. Сформулируйте постановку задачи о коммивояжере.
5. В чем заключается процедура приведения матрицы в задаче о коммивояжере?
6. Сформулируйте теорему о длине цикла при приведении матрицы расстояний.
7. По какому принципу происходит ветвление множества циклов на подмножества в задаче о коммивояжере?
8. В чем отличие в подсчете оценок для различных типов множеств?
9. Сформулируйте критерий оптимальности цикла для задачи о коммивояжере.

Выполнение практических заданий

Тема 4. Дополнительные главы нелинейного программирования

1. Продукцией городского молочного завода являются молоко, кефир и сметана, расфасованные в бутылки. На производство 1 т молока, кефира и сметаны требуется соответственно 1010, 1010 и 9450 кг молока. При этом затраты рабочего времени при разливе 1 т молока и кефира составляют 0,18 и 0,19 машино-ч. На расфасовке 1 т сметаны заняты специальные автоматы в течение 3,25 ч. Всего для производства цельномолочной продукции завод может использовать 136 000 кг молока. Основное оборудование может быть занято в течение 21,4 машино-ч, а автоматы по расфасовке сметаны — в течение 16,25 ч. Прибыль от реализации 1 т молока, кефира и сметаны соответственно равна 30, 22 и 136 руб. Завод должен ежедневно производить не менее 100 т молока, расфасованного в бутылки. На производство другой продукции не имеется никаких ограничений.

Требуется определить, какую продукцию и в каком количестве следует ежедневно изготавливать заводу, чтобы прибыль от ее реализации была максимальной. Составить математическую модель задачи.

2. В распоряжение министерства, в подчинении которого находится k предприятий, выделены средства в размере K тыс. руб. для использования их на развитие предприятий в течение m лет. Эти средства в начале каждого хозяйственного года (т. е. в моменты $t_1, t_2, \dots, t_m$) распределяются между предприятиями. Одновременно с этим между предприятиями распределяется полученная ими за прошедший год прибыль. Таким образом, в начале каждого j -го года рассматриваемого периода i -е предприятие получает в свое распоряжение $x^{(j)}_i$ тыс. руб. Задача состоит в определении таких значений, т. е. в нахождении таких распределений выделенных средств между предприятиями и получаемой ими прибыли, при которых за m лет обеспечивается получение максимальной прибыли всеми предприятиями.

Сформулировать поставленную задачу в терминах общей задачи динамического программирования.

Контрольная работа

Тема 1. Введение в исследование операций

1. Под экономико-математической моделью понимается:

- А) Отображение свойств экономической системы в виде таблиц, диаграмм, схем
- В) Формально-математическое отображение основных с точки зрения поставленной цели свойств экономической системы
- С) Математическое отображение входов экономической системы
- Д) Математическое отображение выходов экономической системы
- Е) Множество существующих знаний об экономической системе

2. Какие типы моделей существуют?

- А) физические модели, графические модели, детерминистические модели
- В) физические модели, графические модели, динамические модели
- С) физические модели, графические модели, логико-математические модели
- Д) логико-математические модели, графические модели, балансовые модели
- Е) графические модели, балансовые модели, имитационные модели

3. Экзогенные параметры экономико-математических моделей – это такие параметры:

- А) Значения, которых определяются вне модели и включаются в нее в готовом виде
- В) Значения, которых определяются только после решения модели
- С) Значения, которых являются случайными величинами
- Д) Значения, которых являются детерминированными величинами
- Е) Значения, которых являются вероятностными величинами

4. Эндогенные параметры экономико-математических моделей – это такие параметры:

- А) Значения, которых определяются вне модели и включаются в модель в готовом виде
- В) Значения, которых определяются только после решения модели
- С) Значения, которых являются случайными величинами
- Д) Значения, которых являются детерминированными величинами
- Е) Значения, которых являются вероятностными величинами

5. Адекватность экономико-математической модели – это:

- А) Полное соответствие модели экономической системы
- В) Существование методов решения модели
- С) Соответствие модели экономической системе по тем свойствам, которые считаются существенными для исследования
- Д) Непротиворечивость условий модели
- Е) Противоречивость условий модели

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (УК-1)

Матричные игры. Многокритериальная оптимизация. Понятие игры. Примеры игр. Классификация. Матричные игры. Стратегии игроков. Выигрыши и платежи. Нижняя и верхняя цена игры. Чистые и смешанные стратегии игроков. Решение игр 2×2 , $2 \times n$ и $m \times 2$. Решение игр $m \times n$. Приближенный метод Брауна-Робинсон. Метод Шепли-Сноу. Игры с природой. Статические игры с полной информацией. Понятие статической игры с полной информацией. "Дилемма заключенного" как пример статической игры с полной информацией. Нормальная форма игры. Доминирование стратегий, строгое и нестрогое. Последовательное исключение строго доминируемых стратегий. Равновесие в доминирующих стратегиях. Равновесие Нэша и его интерпретация. Отображения отклика игроков. Принцип нахождения равновесия. Принцип нахождения равновесия Нэша. Экономические модели, основанные на статических играх с полной информацией: дуополия и олигополия Курно, дуополия Бертрана, арбитражные механизмы на рынке труда, проблема общин. Смешанное расширение игры. Равновесие Нэша в смешанных стратегиях. Теорема Нэша.

Типовые задания для зачета (УК-1)

1. Дана задача поиска локального экстремума функции

$$f(x,y) = xy - x \text{ при условии } x + y^2 = 5.$$

Запишите функцию Лагранжа.

Сформулируйте необходимые условия локального экстремума.

Сформулируйте достаточные условия локального экстремума.

Студент А нашел, что в этой задаче точка $M_1=(4;-1)$ является локальным минимумом, а студент Б нашел, что точка $M_2=(1;4)$ является локальным максимумом. Правы ли они?

2. В задаче $2x_1+4x_2+6x_3 \rightarrow \min$

с ограничениями $2x_1+x_2+3x_3-2x_4=17$

$$3x_1+4x_2+x_3+3x_5=13, x_j \geq 0$$

для точки $x^0 = (0, 2, 5, 0, 0)$ определите ее характеристики:

1) Является ли точка допустимой и почему?

2) Является ли точка базисной и почему? Если да, то каким базисным переменным она соответствует?

3. На одном из этапов симплекс - алгоритма для задачи $4x_1-2x_2+5x_3 \rightarrow \max$ в некоторой точке получена следующая симплекс-таблица значений γ и Δ

	x_1	x_2	$v=B^{-1}b$
x_3	3	-2	3
x_4	0	1	4/5
x_5	1	1/2	5/4

1) Найдите координаты допустимой базисной точки, которой соответствует эта таблица.

2) Является ли эта точка оптимальной и почему?

3) В случае неоптимальности какую небазисную переменную следует включить в базисные для продолжения алгоритма? Почему? Какую переменную следует вывести из базисных? Почему?

4. В транспортной задаче 2 поставщика и 3 потребителя. Поставщики поставляют 20 и 50 единиц продукции. Потребители потребляют 10, 30 и 20 единиц. Матрица стоимости перевозок имеет вид

$$\begin{matrix} & 2 & 3 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 4 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 2 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 4 \end{matrix}$$

1) Проверьте сбалансированность. Если есть необходимость, введите фиктивного поставщика (потребителя).

2) Составьте начальный план перевозок. Проверьте его оптимальность.

3) В случае неоптимальности примените метод потенциалов и перейдите к следующему плану перевозок. Проверьте его оптимальность. Сравните значение целевой функции для этого плана и начального плана.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	УК-1	
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	УК-1	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;

- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Костевич, Л. С., Лапко, А. А. Исследование операций. Теория игр : учебное пособие. - 2023-01-20; Исследование операций. Теория игр. - Минск: Вышэйшая школа, 2008. - 368 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/20076.html>
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., стер.. - М.: Высш. шк., 2001. - 206 с.
3. Лубенец, Ю. В. Теория игр : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Теория игр. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. - 80 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/88748.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Гладких Б. А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики : учебное пособие, 1. Введение в исследование операций. Линейное программирование. - Томск: Издательство НТЛ, 2009. - 200 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200774>
2. Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В. Методы оптимизации : Учебник и практикум Для бакалавриата и магистратуры. - испр. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2019. - 367 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/444155>
3. Кинторяк, Е. Н. Исследование операций. Линейное программирование : методическое пособие для студентов экономических специальностей. - 2024-12-06; Исследование операций. Линейное программирование. - Симферополь: Университет экономики и управления, 2019. - 52 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/89485.html>

6.3 Иные источники:

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» - <http://school-collection.edu.ru/>
3. Общероссийский математический портал - <http://www.MathNet.Ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyj-katalog/>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
5. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
6. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
7. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.