

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет информатики и информационных технологий

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Исследование операций и методы оптимизации**

Кафедра информационных систем и технологий программирования

**Образовательная программа**  
09.03.03 Прикладная информатика

**Профиль подготовки**  
Информационные системы и программирование  
Прикладная информатика в экономике  
Прикладная информатика в юриспруденции

**Уровень высшего образования**  
бакалавриат

Форма обучения  
**Очная**

**Статус дисциплины:**  
входит в базовый модуль направления

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины Интернет экономика составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата) от «12» марта 2015г. № 207.

Разработчик(и): кафедра информационных систем и технологий программирования, Магомедгаджиев Ш.М., к.э.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры ИГи Т П от «26» 02 2020 г., протокол № 7  
Зав. кафедрой Исмиханов З.Н.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии ИГи Т П факультета от  
«12» 03 2020 г., протокол № 8.  
Председатель Ахмедова З.Х.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «26» 03 2020 г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» входит в базовый модуль образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой информационных систем и технологий программирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой и решением экономико-управленческих задач для народного хозяйства, его звеньев и элементов на основе методов математического моделирования с использованием математических методов и вычислительной техники, анализом результатов решения задач и принятием на их основе управленческих решений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных - УК-2; общепрофессиональных ОПК -1, ОПК-6.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: текущий контроль в форме опроса, тестов, контрольных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия					СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:						
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			СРС, в том числе экзамен		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия			
4	108	72	18	36	18	36	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» является приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков постановки и решения оптимизационных экономических задач методами исследования операций.

Преподавание дисциплины «Исследование операций в экономике» ведется исходя из требуемого уровня подготовки по программе обучения бакалавров. Конечные цели преподавания дисциплины:

- овладение методологией математического моделирования, построения и применения математических моделей в задачах исследования операций;
- освоение математических методов получения оптимальных решений;
- углубление теоретических знаний о проблемах разработки и выбора решений по организации и управлению целенаправленными процессами (операциями).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» входит в базовый модуль образовательной программы по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

При изучении дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» предполагается, что студент владеет основами матричной алгебры, математического анализа, теории вероятностей, экономической теории, экономики и статистики фирмы в объеме, предусмотренным ФГОС ВО подготовки бакалавров.

Данный курс подготовит студентов к изучению курса «Математическое и имитационное моделирование, а также к прослушиванию в дальнейшем спецкурсов, связанных с математическим моделированием.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения
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	ИД1. УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения. ИД2. УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ. ИД3. УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах.	<i>Знает:</i> методологические основы исследования операций и методов оптимизации. <i>Умеет:</i> структурировать и анализировать цели и функции систем управления, составлять математические модели типовых профессиональных задач. <i>Владеет:</i> Методами формулировки рекомендаций и управленческих решений, обоснованных математическими расчетами.
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и	ИД1. ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	<i>Знает:</i> Основные подходы применения экономико-математических ме-

<p>общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ИД2. ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ИД3. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>тодов в профессиональной деятельности <i>Умеет:</i> применять (при необходимости адаптировать) современный математический инструментарий и моделирование для решения задач профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> навыками работы с инструментальными средствами моделирования объектов профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</p>	<p>ИД1. ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ИД2. ОПК-6.2. Умеет применять 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. ИД3. ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p><i>Знает:</i> основные понятия и разделы исследования операций и методов оптимизации; типовые модели исследования операций (линейное, нелинейное, динамическое программирование, специальные задачи исследования операций, методы сетевого планирования и теории игр) <i>Умеет:</i> формализовать типовые модели исследования операций в виде задач математического программирования; задач транспортного типа, задач сетевого планирования и теории игр. <i>Владеет:</i> основными приемами и методами решения задач оптимизации с использованием современных информационных технологий</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Методы линейного программирования									
1	Предмет, задачи курса исследование операций и методы оптимизации	4	1-2	2	2			4	Опрос, тестирование, контрольная работа
2	Линейное программирование в экономике	4	3-4	2	2	6		4	Опрос, тестирование, контрольная работа
	Методы решения задач линейного программирования		5-6	2	2	6		4	
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6	6	12		12	
Модуль 2. Специальные задачи исследования операций и методы нелинейного программирования									
1	Задачи целочисленного линейного программирования..	4	7-8	2	2	4		4	Опрос, тестирование, контрольная работа
2	Транспортная задача. Методы оптимизации плана перевозок	4	9-10	2	2	4		4	Опрос, тестирование, контрольная работа
	Методы нелинейного программирования.	4	11-12	2	2	4		4	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			6	6	12		12	Зачет
Модуль 3. Динамическое программирование. Методы сетевого планирования и теории игр									
1	Методы и модели динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями.	4	13-14	2	2	4		4	Опрос, тестирование, контрольная работа
2	Основные понятия сетевого планирования.	4	15-16	2	2	4		4	Опрос, тестирование, контрольная работа

	Анализ и оптимизация сетевых моделей							
	Основы теории игр		17-19	2	2	4		4
	<i>Итого по модулю 3:</i>			6	6	12		12
	ИТОГО:			18	18	36		36

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
1.	Предмет, задачи курса исследование операций и методы оптимизации	2	Операция, решение. Методология исследования операций. Этапы и постановка задачи исследования операций.	УК-2.	Знать основные понятия, методологические основы и классификацию задач исследования операций и методов оптимизации.	Опрос, тестирование, контрольная работа
2.	Линейное программирование в экономике	2	Задачи оптимизационного типа их особенности. Общая задача линейного программирования.	ОПК-1.	Знать основные подходы применения оптимизационных задач. Уметь формулировать задачу линейного программирования.	Опрос, тестирование, контрольная работа
3.	Методы решения задач линейного программирования	2	Графический метод решения задачи линейного программирования. Симплекс метод. Двойственные задачи линейного программирования	ОПК-1.	Знать методы линейного программирования. Владеть навыками работы инструментами MS Excel для решения типовых задач оптимизации	Опрос, тестирование, контрольная работа, кейс-задача.
4.	Задачи целочисленного линейного программирования.	2	Формулировка задачи линейного целочисленного программирования. Методы решения задачи линейного целочисленного программирования.	ОПК-6.	Знать основные понятия, модели и методы целочисленного программирования. Уметь формализовать типовые модели исследования операций в виде задач целочисленного программирования	Опрос, тестирование, контрольная работа
5.	Транспортная задача. Методы оптимизации плана перевозок	2	Модель транспортной задачи, сущность, особенности, формулировка, запись в символьном виде и ее модификации.	ОПК-6.	Знать основные понятия, модели и методы оптимизации транспортных задач. Уметь формализовать типовые модели исследования операций в виде задач транспортного типа.	Опрос, тестирование, контрольная работа
6.	Методы нелинейного программирования.	2	Основные понятия и общие сведения о методах реализации моделей нелинейного программирования. Методы нелинейной	ОПК-6.	Знать основные понятия, модели и методы нелинейного программирования. Уметь формализовать типовые модели	Опрос, тестирование, контрольная работа

			оптимизации.		исследования операций в виде задач нелинейного программирования	
7.	Методы и модели динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями	2	Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнения Беллмана. Постановки и решение задачи оптимального распределения средств для непрерывных и дискретных процессов	ОПК-6.	Знать основные понятия, модели и методы динамического программирования. Уметь формализовать типовые модели исследования операций в виде задач динамического программирования	Опрос, тестирование, контрольная работа
8.	Основные понятия сетевого планирования. Анализ и оптимизация сетевых моделей	2	Сетевая модель и ее основные элементы. Коэффициент напряженности работы. Анализ и оптимизация сетевого графика.	ОПК-6.	Знать основные понятия, модели и методы сетевого планирования. Уметь анализировать сетевой график, применять методы оптимизации сетевой модели.	Опрос, тестирование, контрольная работа
9.	Основы теории игр	2	Игровые методы обоснования управленческих решений в экономике. Матричные игры и «игры с природой»	ОПК-6.	Знать основы теории игр, матричные игры, игры с природой. Уметь формализовать типовые модели конфликтных ситуаций в виде задач теории игр	Опрос, тестирование, контрольная работа

### Практические занятия

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
1.	Предмет, задачи курса исследования операций и методы оптимизации	2	Математические модели исследования операций. Этапы исследования операций. Методология исследования операций.	УК-2.	Знать этапы исследования операций. Уметь применять методологию исследования операций для анализа типовых ситуаций и сложных систем.	Опрос, тестирование
2.	Линейное программирование в экономике	2	Общая задача линейного программирования. Классические экономические задачи, решаемые методами математического программирования.	ОПК-1.	Знать основные подходы применения линейного программирования. Уметь формулировать классические задачи оптимизационного типа	Опрос, тестирование, кейс-задача
3.	Методы решения задач линейного программирования	2	Графический метод. Симплекс метод. Двойственные оценки	ОПК-1.	Знать методы линейного программирования для решения задач оптимизации. Уметь применять графический и симплекс метод для решения задач линейного	Опрос, тестирование, кейс-задача

					программирования.	
4.	Задачи целочисленного линейного программирования.	2	Формулировка задачи линейного целочисленного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.	ОПК-6.	Уметь применять метод Гомори и метод ветвей и границ для решения задач целочисленного программирования	Опрос, тестирование, кейс-задача
5.	Транспортная задача. Методы оптимизации плана перевозок	2	Формулировка задачи о перевозках и её модификаций. Метод построения начального опорного плана. Метод потенциалов.	ОПК-6.	Знать задачу оптимизации транспортного типа и её модификации. Уметь применять методы построения начального опорного плана и метод потенциалов.	Опрос, тестирование, кейс-задача
6.	Методы нелинейного программирования.	2	Постановка задачи нелинейного программирования. Аналитические и вычислительные методы решения. Модель потребительского выбора. Модель оптимизации портфеля ценных бумаг	ОПК-6.	Знать типовые модели нелинейного программирования. Уметь применять аналитические методы, градиентные методы и метод штрафных функций решения задач нелинейного программирования.	Опрос, тестирование, кейс-задача
7.	Методы и модели динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями	2	Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Непрерывная и дискретная динамическая модель оптимального распределения ресурсов	ОПК-6.	Знать модели и методы динамического программирования. Уметь применять принцип оптимальности и уравнение Беллмана для решения задач динамического программирования	Опрос, тестирование, кейс-задача
8.	Основные понятия сетевого планирования. Анализ и оптимизация сетевых моделей	2	Методика расчета временных параметров сетевых графиков. Методы анализа и оптимизации сетевых графиков	ОПК-6.	Знать элементы и характеристики сетевого графа. Владеть навыками анализа и оптимизации сетевой модели.	Опрос, тестирование, кейс-задача
9.	Основы теории игр	2	Классификация игр. Свойства матричных игр. Игра с нулевой суммой. Оценка риска в «играх с природой», критерии.	ОПК-6.	Знать основы теории игр, матричные игры, игры с природой. Уметь решать матричные игры, оценивать критерии Гурвица, Сэвиджа, Вальда Лапласа в «играх с природой».	Опрос, тестирование, кейс-задача

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Технологии обучения
1.	Линейное программирование	6	Лабораторная работа №1: Решение	ОПК-1.	Владеть навыками решения задач оптимизационного типа с использованием	Опрос, кейс-задача

	экономике		экономических задач оптимизационного типа		инструментов моделирования MS Excel.	
2.	Методы решения задач линейного программирования	6	Лабораторная работа №2: Классические экономические задачи линейного программирования	УК-2. ОПК-1.	Владеть методами анализа полученного решения задачи оптимизации и формулировки рекомендаций и управленческих решений. Владеть навыками работы инструментами MS Excel для решения типовых задач оптимизации	Опрос, кейс-задача
3.	Задачи целочисленного линейного программирования..	4	Лабораторная работа №3: Решение задачи линейного целочисленного программирования (ЗЛЦП)	ОПК-6.	Владеть приемами и методами решения задач целочисленного программирования методом Гомори, ветвей и границ с использованием информационных технологий	Опрос, кейс-задача
4.	Транспортная задача. Методы оптимизации плана перевозок	4	Лабораторная работа №4: Решение задачи оптимизации плана перевозок	ОПК-6.	Владеть приемами и методами решения задач оптимизации плана перевозок с использованием информационных технологий	Опрос, кейс-задача
5.	Методы нелинейного программирования.	4	Лабораторная работа №5: Решение задачи нелинейного программирования с помощью MS Excel	ОПК-6.	Владеть приемами и методами решения типовых задач нелинейного программирования с использованием информационных технологий	Опрос, кейс-задача
6.	Методы и модели динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями	4	Лабораторная работа №6: Распределение капитальных вложений между предприятиями	ОПК-6.	Владеть приемами и методами решения задач оптимального распределения капитальных вложений с использованием информационных технологий	Опрос, кейс-задача
7.	Основные понятия сетевого планирования. Анализ и оптимизация сетевых моделей	4	Лабораторная работа №7: Анализ и оптимизация сетевого графа	ОПК-6.	Владеть приемами и методами анализа и оптимизации сетевого графа с использованием информационных технологий	Опрос, кейс-задача
8.	Основы теории игр	4	Лабораторная работа №8: Решение задач теории игр	УК-2. ОПК-6.	Владеть методами принятия решений в условиях риска и неопределенности Владеть приемами и методами решения матричных игр и «игры с природой» с использованием информационных технологий.	Опрос, кейс-задача

## **Модуль 1. Методы линейного программирования**

Тема 1. Предмет, задачи курса исследование операций и методы оптимизации

Предмет и метод исследования операций в экономике. Основные понятия курса. Операция, решение. Методология исследования операций. Этапы и постановка задачи исследования операций. Примеры типовых экономических ситуаций, разрешаемых методами исследования операций в экономике. Постановка задачи оптимального планирования производства. Понятия модель и моделирование. Элементы модели. Виды моделей.

Тема 2. Линейное программирование в экономике

Задачи оптимизационного типа их особенности. Подходы к постановке оптимизационных задач. Общая задача математического программирования. Несбалансированные планы. Критерий оптимальности. Общая задача линейного программирования и формы её записи. Этапы построения оптимизационных моделей.

Задачи ассортимента продукции, загрузки оборудования (задача Л.В. Канторовича), рецептуры сырья, раскроя материалов: формулировка, математическая запись, табличная запись.

Тема 3. Методы решения задач линейного программирования

Графический метод решения задачи линейного программирования. Этапы решения задачи линейного программирования геометрическим методом. Неразрешимость, множественность и безграничность решения.

Симплекс метод. Определение первоначального допустимого базисного решения. Алгоритм построения симплекс-таблицы. Переход к следующей таблице и проверка выполнения критерия оптимальности. Применение ПЭВМ для решения задач линейного программирования.

Двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Алгоритм составления двойственной задачи. Основное неравенство теории двойственности, теорема о достаточном признаке оптимальности, теоремы двойственности. Объективно обусловленные оценки и их смысл.

## **Модуль 2. Специальные задачи исследования операций и методы нелинейного программирования**

Тема 4. Задачи целочисленного линейного программирования.

Формулировка задачи линейного целочисленного программирования. Условие целочисленности. Методы решения задачи линейного целочисленного программирования: методы отсечения, комбинаторные методы, приближенные методы. Метод Гомори. Алгоритм решения задачи линейного целочисленного программирования методом Гомори. Метод ветвей и границ.

Тема 5. Транспортная задача. Методы оптимизации плана перевозок

Экономико-математическая модель транспортной задачи, ее модификации. Задача транспортного типа: сущность, особенности, формулировка, запись в символьном виде. Задача закрытого и открытого типа, учет пропускной способности. Особенности решения многоэтапных задач транспортного типа. Этапы построения модели многоэтапных задач транспортного типа. Методы составления опорного плана: северо-западного угла, минимальной стоимости, Фогеля. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи. Метод потенциалов.

Тема 6. Методы нелинейного программирования.

Основные понятия и общие сведения о методах реализации моделей нелинейного программирования. Методы нелинейного программирования в экономике. Экстремум и оптимум в задачах нелинейного программирования. Условная и безусловная оптимизация. Метод Лагранжа для решения задач оптимизации на условный экстремум. Метод Франка-Вульфа. Метод штрафных функций.

Постановка задачи потребительского выбора. Функция полезности. Кривые безразличия. Предельная полезность блага. Коэффициент предельной эквивалентной замены благ. Математическая модель задачи потребительского выбора. Решение задачи потребительского выбора.

Риск и доходность портфеля ценных бумаг. Общая задача распределения капитала. Корреляция ценных бумаг и риск. Модель оптимизации портфеля ценных бумаг.

### **Модуль 3. Динамическое программирование. Методы сетевого планирования и теории игр**

Тема 7. Методы и модели динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями.

Общая постановка задачи динамического программирования. Задача динамического программирования пошаговой оптимизации. Особенности модели динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнения Беллмана. Экономические задачи, решаемые методами динамического программирования.

Постановка задачи оптимального распределения средств между предприятиями. Непрерывная модель распределения ресурсов. Дискретная динамическая модель оптимального распределения средств между предприятиями

Тема 8. Основные понятия сетевого планирования. Анализ и оптимизация сетевых моделей

Сетевая модель и ее основные элементы. Порядок построения сетевых графиков. Ожидаемое время выполнения работ и его методы расчета. Экспертный метод расчета ожидаемого времени выполнения работ.

Параметры сетевых моделей. Понятие о пути. Критические и подкритические пути и их расчет. Временные параметры сетевых графиков. резервы времени путей, работ события и их расчет. Сетевое планирование в условиях неопределенности.

Методы анализа и оптимизации сетевых графиков. Коэффициент напряженности работы. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость». Эвристический метод. Применение метода линейного программирования для оптимизации сетевого графика.

Тема 9. Основы теории игр

Задачи игровых методов обоснования решений. Конфликтные ситуации в игровых задачах. Игровые модели экономических процессов: основные понятия. «Парные» и «множественные» игровые модели. Понятия стратегии и оптимальной стратегии. Антагонистические игры.

Матричные игры в экономике. Нижняя и верхняя цена игры. «Максимин» и «минимакс» как виды выигрышей. Устойчивые и оптимальные чистые стратегии. Игра с полной информацией.

Методы решения матричных игр. Доминирующие и дублирующие стратегии. Гарантированный выигрыш.

Сведение задач теории игр к задачам линейного программирования

«Игры с природой». Оценка риска в «играх с природой». Критерий оценки риска. Критерий, основанный на известных вероятностных состояниях «природы». Максиминный критерий Вальда. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица. Критерий минимаксного риска Сэвиджа.

### **4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.**

#### **Модуль 1. Методы линейного программирования**

Тема 1. Предмет, задачи курса исследование операций и методы оптимизации (практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Основные понятия, предмет и задачи курса.
2. Математические модели исследования операций.
3. Особенности методологии исследования операций.
4. Этапы реализация методов исследования операций.

Тема 2. Линейное программирование в экономике (практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Сущность задач оптимизационного типа.
2. Общая задача линейного программирования
3. Классические экономические задачи, решаемые методами линейного программирования

Тема 3. Методы решения задач линейного программирования (практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Графический метод. Симплекс метод.
2. Решение на ПЭВМ задач линейного программирования.
3. Двойственные задачи линейного программирования и их свойства

#### **Модуль 2. Специальные задачи исследования операций и методы нелинейного программирования**

Тема 4. Задачи целочисленного линейного программирования. (практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Формулировка и методы решения задачи целочисленного линейного программирования.
2. Метод Гомори.
3. Метод ветвей и границ.

Тема 5. Транспортная задача. Методы оптимизации плана перевозок (практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Экономико-математическая модель транспортной задачи и ее модификации.
2. Методы составления опорного плана перевозок.
3. Метод потенциалов.

Тема 6. Методы нелинейного программирования. (практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Формулировка и классификация задач нелинейного программирования
2. Аналитические методы оптимизации задач нелинейного программирования
3. Приближенные методы оптимизации задач нелинейного программирования
4. Модель потребительского выбора.

5. Модель оптимизации портфеля ценных бумаг.

### **Модуль 3. Динамическое программирование. Методы сетевого планирования и теории игр**

Тема 7. Методы и модели динамического программирования. Задача о распределении средств между предприятиями.

(практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Общая постановка задачи динамического программирования
2. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана
3. Постановка задачи оптимального распределения средств между предприятиями.
4. Непрерывная модель распределения ресурсов
5. Дискретная динамическая модель оптимального распределения ресурсов

Тема 8. Основные понятия сетевого планирования. Анализ и оптимизация сетевых моделей

(практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Сущность, элементы и правила построения сетевых моделей
2. Методы сетевого планирования. Метод критического пути (СРМ)
3. Методы анализа и оптимизации сетевых графиков
4. Применение методов линейного программирования для оптимизации сетевого графика.

Тема 9. Основы теории игр

(практическое занятие).

Вопросы к теме:

1. Основные понятия теории игр.
2. Классификация игр.
3. Свойства матричных игр. Игра с нулевой суммой
4. Нижняя и верхняя цена игры в чистых стратегиях, их расчет.
5. Смешанные стратегии, расчет их характеристик.
6. Сведение задачи теории игр к задачам линейного программирования.
1. Особенности «игры с природой».
2. Оценка риска в «играх с природой»
3. Критерий Гурвица
4. Критерий Сэвиджа
5. Критерий Вальда
6. Критерий Лапласа

### **Лабораторные работы (лабораторный практикум)**

1. Лабораторная работа №1: Решение экономических задач оптимизационного типа
2. Лабораторная работа №2: Классические экономические задачи линейного программирования
3. Лабораторная работа №3: Решение задачи линейного целочисленного программирования (ЗЛЦП)
4. Лабораторная работа №4: Решение задачи оптимизации плана перевозок
5. Лабораторная работа №5: Решение задачи нелинейного программирования с помощью MS Excel
6. Лабораторная работа №6: Распределение капитальных вложений между предприятиями
7. Лабораторная работа №7: Анализ и оптимизация сетевого графа

## 8. Лабораторная работа №8: Решение задач теории игр

**5. Образовательные технологии**

Использование персональных компьютеров при выполнении лабораторных работ и сдаче итогового экзамена. Чтение лекций с использованием компьютера и проектора, проведение лабораторных работ в компьютерном классе.

При реализации учебной дисциплины используются электронные практикумы, электронные учебники, презентации средства диагностики и контроля, разработанные специалистами кафедры т.д.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 20% аудиторных занятий.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

*Форма контроля и критерий оценок*

В соответствии с учебным планом предусмотрен зачет в четвертом семестре.

Формы контроля: текущий контроль, промежуточный контроль по модулю, итоговый контроль по дисциплине предполагают следующее распределение баллов.

Текущий контроль

- Выполнение 1 домашней работы 10 баллов
- Активность в системе Moodle 10 баллов

Промежуточный контроль

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.	Формируемые компетенции
	очная	
<b>Текущая СРС</b>		
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	4	УК-2
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	2	ОПК-6
самостоятельное изучение разделов дисциплины	8	ОПК-6
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	6	ОПК-6
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	2	ОПК-1, ОПК-6
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	4	УК-2, ОПК-1, ОПК-6
<b>Творческая проблемно-ориентированная СРС</b>		
выполнение расчётно-графических работ	4	ОПК-1
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	2	ОПК-1
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	2	ОПК-1
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	2	ОПК-6
<b>Итого СРС:</b>	<b>36</b>	

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает контролируемую и внеаудиторную самостоятельную работу, направлена на повышение качества обучения, углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины, активизацию учебно-познавательной деятельности студентов и снижение аудиторной нагрузки. Часть программного материала выносится для самостоятельного внеаудиторного изучения с последующим текущим или итоговым контролем знаний на занятиях или экзамене. Контроль СРС и оценка ее результатов организуется как самоконтроль (самооценка) студента, а также как контроль и оценка со стороны преподавателя, например в ходе собеседования. Баллы, полученные по СРС студентом, обязательно учитываются при итоговой аттестации по курсу. Формы контроля СРС включают: тестирование; устную беседу по теме с преподавателем; выполнение индивидуального задания и др.

Роль студента в СРС - самостоятельно организовывать свою учебную работу по предложенному преподавателем, методически обеспеченному плану. СРС по курсу учитывает индивидуальные особенности слушателей и включает не только задания, связанные с решением типовых задач, но также творческие задания, требующие самостоятельно «добывать» знания из разных областей, группировать и концентрировать их в контексте конкретной решаемой задачи. Технология обучения предусматривает выработку навыков презентации результатов выполненного индивидуального задания и создание условий для командной работы над комплексной темой с распределением функций и ответственности между членами коллектива. Оценка результатов выполнения индивидуального задания осуществляется по критериям, известным студентам, отражающим наиболее значимые аспекты контроля за выполнением этого вида работ.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Сведения об истории возникновения дисциплины исследование операции и методы оптимизации. Особенности моделирования в экономике. Методология исследования операций	<ul style="list-style-type: none"> <li>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;</li> <li>-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;</li> <li>-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</li> <li>-работа с тестами и вопросами для самопроверки;</li> </ul>
Классические экономические задачи решаемые методами математического программирования Прямая и двойственная задачи линейного программирования Теория двойственности. Объективно - обусловленные оценки двойственной задачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;</li> <li>-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;</li> <li>-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</li> <li>-работа с тестами и вопросами для самопроверки;</li> <li>-решение задач, упражнений;</li> <li>- решение домашних контрольных задач.</li> </ul>
Учет пропускной способности в моделях транспортного типа. Многоэтапные задачи транспортного типа. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;</li> <li>-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;</li> </ul>

<p>Задача о назначениях. Задача коммивояжера.</p>	<p>-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.</p>
<p>Модели выпуклого программирования. Теорема Куна-Такера. Функция полезности в теории потребления. Задача оптимизация портфеля ценных бумаг.</p>	<p>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.</p>
<p>Основные понятия теории оптимального управления. Задача распределения средств между предприятиями. Задача о замене оборудования. Модели управления запасами.</p>	<p>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.</p>
<p>Упорядочение сетевого графика. Понятие о пути. Методы определения ожидаемого времени выполнения работ на сетевом графике: статистические и экспертных оценок. Анализ и оптимизация сетевого графика</p>	<p>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.</p>
<p>Антагонистические игры. Математическую модель смешанной стратегии двух предприятий конкурентов. Игры с седловой точкой. Ситуация равновесия. Сущность критерия, основанного на известных вероятностных состояниях «природы» и его математическая запись</p>	<p>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.</p>

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения

образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

<b>Код и наименование компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
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	ИД1. УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения. ИД2. УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ. ИД3. УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах.	<i>Знает:</i> методологические основы исследования операций и методов оптимизации. <i>Умеет:</i> структурировать и анализировать цели и функции систем управления, составлять математические модели типовых профессиональных задач. <i>Владеет:</i> Методами формулировки рекомендаций и управленческих решений, обоснованных математическими расчетами.	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД1. ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. ИД2. ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ИД3. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<i>Знает:</i> Основные подходы применения экономико-математических методов в профессиональной деятельности <i>Умеет:</i> применять (при необходимости адаптировать) современный математический инструментарий и моделирование для решения задач профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> навыками работы с инструментальными средствами моделиро-	Устный опрос, контрольная работа, тестирование

		вания объектов профессиональной деятельности	
ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ИД1. ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ИД2. ОПК-6.2. Умеет применять 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. ИД3. ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.	<i>Знает:</i> основные понятия и разделы исследования операций и методов оптимизации; типовые модели исследования операций (линейное, нелинейное, динамическое программирование, специальные задачи исследования операций, методы сетевого планирования и теории игр) <i>Умеет:</i> формализовать типовые модели исследования операций в виде задач математического программирования; задач транспортного типа, задач сетевого планирования и теории игр. <i>Владеет:</i> основными приемами и методами решения задач оптимизации с использованием современных информационных технологий	Устный опрос, контрольная работа, тестирование

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Комплект тестовых заданий

- Расширенная система уравнений в задачах линейного программирования представляет собой систему, получаемую из исходной после ввода
  - дополнительных переменных
  - вспомогательных и фиктивных переменных
  - основных переменных
  - основных и дополнительных переменных
- По какой формуле рассчитываются элементы столбца свободных членов очередной симплекс-таблицы?

$$\text{а) } b_i' = b_i - \frac{a_{is} b_q}{a_{qs}} \quad \text{б) } b_i' = b_i - \frac{a_{qs} b_q}{a_{is}}$$

$$\text{в) } b_i = b_i - \frac{a_{is} b_s}{a_{gs}} \quad \text{г) } b_i' = b_i - \frac{a_{qs} b_s}{a_{is}}$$

3. Разрешающий столбец симплекс-таблицы оптимизационной задачи, решаемой на  $\max$  - это

а) столбец, на котором расположен наибольший отрицательный коэффициент целевой функции

б) столбец, на котором расположено наибольшее из значений отрицательных коэффициентов целевой функции

в) строка, на которой расположена наибольшая величина ограничителя

г) строка, на которой расположена наименьшая величина ограничителя

4. Оценочные отношения каждой строки симплекс-таблицы равны

$$\text{а) } \left| b_i / a_{is} \right|, \text{ если } b_i > 0, a_{is} > 0 \quad \text{б) } \left| b_i / a_{is} \right|, \text{ если } b_i > 0, a_{is} < 0$$

$$\text{в) } \left| b_i / a_{is} \right|, \text{ если } b_i < 0, a_{is} > 0 \quad \text{г) } \left| b_i / a_{is} \right|, \text{ если } b_i < 0, a_{is} < 0$$

5. В 1-й симплекс-таблице  $q$  и  $s$  соответственно разрешающая строка и столбец. По какой формуле определяются элементы 2-й симплекс-таблицы

$$\text{а) } a_{ij} - \frac{a_{is} * a_{qj}}{a_{qs}} \quad \text{б) } a_{is} - \frac{a_{ij} * a_{qj}}{a_{qs}} \quad \text{в) } a_{qj} - \frac{a_{ij} * a_{is}}{a_{qs}} \quad \text{г) } a_{qs} - \frac{a_{is} * a_{qj}}{a_{ij}}$$

6. Базис 1-й симплекс-таблицы оптимизационной задачи содержит четыре переменных. Сколько переменных будет в базисе 5-й симплекс-таблицы

а) четыре

б) пять

в) один

г) два

7. Какая из следующих записей целевой функции линейного программирования является векторной формой записи?

$$\text{а) } F = C * X$$

$$\text{б) } F = \sum C_j * X_j$$

$$\text{в) } F = \sum C * X$$

$$\text{г) } F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

8. Найдите правильную запись условий-ограничений задачи линейного программирования

$$\text{а) } \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\text{б) } \sum_{i=1}^m a_{ij} X_j \leq b_i, \quad j = \overline{1, n}$$

$$\text{в) } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\text{г) } \sum_{j=1}^n A_j X_j \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}$$

9. Какое из следующих условий-ограничений являются ограничениями на фонд времени работы машин в задаче Л.В. Канторовича?

$$\text{а) } \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq B_i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\text{б) } \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq B_i, \quad j = \overline{1, n}$$

$$\text{в) } \sum_{i=1}^m a_{ij} x_{ij} = A_i, \quad j = \overline{1, n}$$

$$\text{г) } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} = A_i, \quad i = \overline{1, m}$$

10. Какое из следующих условий-ограничений являются ограничениями по удовлетворению потребности в продукции в задаче Л.В. Канторовича?

$$\text{а) } \sum_{i=1}^m a_{ij} x_{ij} = A_j, \quad j = \overline{1, n}$$

$$\text{б) } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} = A_i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$в) \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq B_i, i=1, m$$

$$г) \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq B_i, j=1, n$$

11. Методы целочисленной оптимизации можно разделить на следующие основные группы:

- а) отсечения, комбинаторные, приближенные
- б) отсечения, комбинаторные, игровые
- в) отсечения, симплекс, приближенные
- г) отсечения, симплекс, графические

12. Метод Гомори для решения задачи линейного целочисленного программирования относится к группе методов:

- а) отсечения
- б) комбинаторных
- в) приближенных
- г) симплекс-методов

13. Неравенство обладающее всеми свойствами правильного отсечения при методе Гомори имеет вид:

- а)  $\{\beta_i\} - \{\alpha_{im+1}\}x_{m+1} - \dots - \{\alpha_{in}\}x_n \leq 0$ ,
- б)  $\{\beta_i\} - \{\alpha_{im+1}\}x_{m+1} - \dots - \{\alpha_{in}\}x_n \geq 0$ ,
- в)  $\{\beta_i\} + \{\alpha_{im+1}\}x_{m+1} - \dots - \{\alpha_{in}\}x_n \geq 0$ ,
- г)  $\{\beta_i\} - \{\beta_{im1}\}x_{m1} - \dots - \{\beta_{in+1}\}x_{n+1} \leq 0$ ,

14. Если в процессе решения ЗЛЦП методом Гомори появится уравнение с нецелым свободным членом и целыми остальными коэффициентами, то соответствующее уравнение:

- а) не имеет решения в целых числах
- б) имеет решение в целых числах
- в) нужно решать графическим методом
- г) неразрешимо

15. Задача о перевозках является задачей закрытого типа если:

- а) суммарный объем продукции у поставщиков равен суммарному спросу потребителей
- б) внешняя информация не влияет на нахождение оптимального плана
- в) внутренняя информация не влияет на нахождение оптимального плана
- г) оптимальный план не может быть найден

16. Задача о перевозках является задачей открытого типа если:

- а) суммарный объем продукции у поставщиков не равен суммарному спросу потребителей
- б) внешняя информация влияет на нахождение оптимального плана
- в) внутренняя информация не влияет на нахождение оптимального плана
- г) оптимальный план не может быть найден

17. Многоэтапными называются транспортные задачи:

- а) в которых продукция перевозится конечным потребителям не непосредственно от поставщиков, а через промежуточные пункты,
- б) которые решаются в несколько этапов симплекс методом
- в) которые решаются в несколько этапов методом потенциалов
- г) в которых продукция перевозится конечным потребителям через промежуточные пункты и решается она в несколько этапов симплекс методом

18. Модификация симплексного метода применительно к транспортной задаче называется:

- а) распределительным методом                      б) методом Гомори  
в) методом штрафных функций                      г) методом ветвей и границ

19. Задачи нелинейного программирования по типу оптимумов подразделяются на задачи нахождения:

- а) локального и глобального оптимума  
б) локального, глобального оптимума и экстремума  
в) условного и безусловного  
г) локального и безусловного

20. Задача математического программирования называется нелинейной:

- а) если нелинейны ограничения или целевая функция  
б) если нелинейны ограничения и целевая функция  
в) если нелинейна целевая функция  
г) если нелинейна целевая функция и все компоненты решения целые числа

21. Методы решения задач математического программирования подразделяются на:

- а) вычислительные и аналитические  
б) условные и безусловные  
в) локальные и глобальные  
г) симплекс и графические

22. Задачами безусловной оптимизации называются такие:

- а) в которых задается лишь одна целевая функция  
б) в которых задается несколько целевых функций  
в) когда ограничения заданы в виде неравенств  
г) когда кроме целевой функции, в них задаются некоторые дополнительные условия

23. Задачами условной оптимизации называются такие:

- а) когда кроме целевой функции, в них задаются некоторые дополнительные условия  
б) в которых задается лишь одна целевая функция  
в) в которых задается несколько целевых функций  
г) когда ограничения заданы в виде неравенств

24. Для задачи безусловной оптимизации из  $n$  переменных необходимое условие экстремума выглядит следующим образом:

а)  $df/dx_1 = 0; df/dx_2 = 0; \dots; df/dx_n = 0,$

б)  $F = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min), g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, i = \overline{1, m}.$

в)  $L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_m) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(x_1, x_2, \dots, x_n),$

г)  $\left\{ \begin{aligned} \frac{dL}{dx_j} = \frac{df}{dx_j} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{dg_i}{dx_j} = 0, j = \overline{1, n}, \frac{dL}{d\lambda_j} = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, i = \overline{1, m}. \end{aligned} \right.$

25. Для задачи безусловной оптимизации из  $n$  переменных необходимое условие экстремума выглядит следующим образом:

а)  $\text{grad } f(x_j) = 0, j = \overline{1, n}$

б)  $F = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min), g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, i = \overline{1, m}.$

$$в) L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_m) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

$$г) \begin{cases} \frac{dL}{dx_j} = \frac{df}{dx_j} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{dg_i}{dx_j} = 0, j = \overline{1, n}, \\ \frac{dL}{d\lambda_j} = g_j(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, j = \overline{1, m}. \end{cases}$$

26. Решение  $(x_1^*, x_2^*)$  задачи потребительского выбора должно лежать:

- а) на бюджетной прямой
- б) на кривой безразличия
- в) на прямой безразличия
- г) в многограннике решений

27. К особенностям модели динамического программирования относится:

- а) состояние  $s_k$  после  $k$ -го шага управления зависит только от предшествующего состояния  $s_{k-1}$  и управления  $X_k$
- б) целевая функция больше суммы целевых функций каждого шага
- в) выбор управления на  $k$ -м шаге не зависит только от состояния системы к этому шагу
- г) выбор управления на  $k$ -м шаге влияет на предшествующие шаги

28. К особенностям модели динамического программирования относится:

- а) на каждом шаге управление  $X_k$  зависит от конечного числа управляющих переменных, а состояние  $s_k$  - от конечного числа параметров
- б) целевая функция больше суммы целевых функций каждого шага
- в) выбор управления на  $k$ -м шаге не зависит только от состояния системы к этому шагу
- г) выбор управления на  $k$ -м шаге влияет на предшествующие шаги

29. Управляющее воздействие или уравнения Беллмана имеют вид:

$$а) Z_k^*(s_{k-1}) = \max_{\{X_k\}} \{f_k(s_{k-1}, X_k) + Z_{k+1}^*(s_k)\}, k = n-1, n-2, \dots, 2, 1.$$

$$б) f_{n-1}(s_{n-2}, X_{n-1}) + Z_n^*(s_{n-1})$$

$$в) X^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*),$$

$$г) Z_{k+1}^*(s_k) = \min_{\{(X_{k+1}, \dots, X_n)\}} \sum_{i=k+1}^n f_i(s_{i-1}, X_i).$$

30. Основное условие, при котором принцип оптимальности Беллмана верен:

- а) управление на данном шаге не должно оказывать влияния на предшествующие шаги
- б) управление на данном шаге должно оказывать влияния на предшествующие шаги
- в) управление на данном шаге не должно оказывать влияния на последующие шаги
- г) процесс управления на  $k$ -том шаге оказывает влияние на эффективность управления на всех этапах

31. Принцип оптимальности Беллмана утверждает:

- а) оптимальное решение на каждом шаге оказывается наилучшим с точки зрения управления в целом
- б) оптимальное решение на каждом шаге не всегда оказывается наилучшим с точки зрения управления в целом
- в) для любого процесса без обратной связи оптимальное управление таково, что оно является оптимальным для любого процесса
- г) для подпроцесса без обратной связи оптимальное управление не является оптимальным для любого процесса

32.  $Z_n^*(s_{n-1})$  называется условным максимумом целевой функции на n-м шаге и описывается равенством:

$$\begin{aligned} \text{а) } Z_n^*(s_{n-1}) &= \max_{\{X_n\}} f_n(s_{n-1}, X_n), & \text{б) } Z_n^*(s_{n-1}) &= \min_{\{X_n\}} f_n(s_{n-1}, X_{n-1}), \\ \text{б) } Z_n^*(s_{n-1}) &= \max_{\{X_n\}} f_n(s_n, X_{n-1}), & \text{в) } Z_n^*(s_{n-1}) &= \max_{\{X_n\}} n f_n(s_n, X_n), \end{aligned}$$

33. В уравнениях Беллмана  $Z_k^*(s_{k-1}) = \max_{\{X_k\}} \{f_k(s_{k-1}, X_k) + Z_{k+1}^*(s_k)\}$ ,  $s^k$  - это:

- а) состояние системы на k-м шаге
- б) условный максимум целевой функции
- в) критерий оптимальности на k-м шаге
- г) управление на k-м шаге

34. В модели оптимизации распределения капитальных вложений в отрасли целевая функция записывается следующим образом ( I – капиталовложения, K – стоимость основных фондов):

$$\begin{aligned} \text{а) } F &= \alpha \sum_{t=0}^{T-1} I(t) + \beta K(t) & \text{в) } F &= \alpha \sum_{t=0}^{T+1} I(t) + \beta K(t) \\ \text{б) } F &= \alpha \sum_{t=1}^T I(t) + \beta K(t) & \text{г) } F &= \alpha \sum_{t=0}^T I(t) - \beta K(t) \end{aligned}$$

35. Продолжительность пути, проходящего через данную работу, на сетевом графике обозначается (k, с – исходное и завершающее события)

- а) L(k,i,j,c)    б) L(k,i)max    в) L(i,c)max    г) L(k,i,j,c) max

36. Найти дисперсию, характеризующую погрешность определения ожидаемого времени выполнения работы, если оптимистическое и пессимистическое время ее выполнения равны 30 и 33 дней

- а) 1,5    б) 3,0    в) 9,0    г) -3,0

37. На сетевом графике максимальный путь до данного события равен 60 часам, от данного события до конца – 30 час. Длина критического пути равна 100 час. Найти срок наиболее позднего свершения события.

- а) 70    б) 40    в) 30    г) 90

1. Если предприятие А выигрывает конкуренцию у предприятия В, то максимально возможный выигрыш предприятия А равна ( $q_{ij}$  – элементы платежной матрицы)

$$\text{а) } \max_j \min_i q_{ij} \quad \text{б) } \max_j q_{ij} \quad \text{в) } \min_j q_{ij} \quad \text{г) } \max_i \min_j q_{ij}$$

2. При смешанной стратегии конкуренции двух предприятий ( $u_i$  - стратегия предприятия А,  $z_j$  - стратегия предприятия В,  $q_{ij}$  - платежная матрица) справедливо следующее соотношение

$$\text{а) } \sum u_i = \sum z_j = 1 \quad \text{б) } \sum u_i \geq \sum z_j \quad \text{в) } \sum u_i \leq \sum z_j \quad \text{г) } \sum q_{ij} u_i = \sum q_{ij} z_j = 1$$

3. Предприятие разработало две стратегии своего развития предусматривающие три возможных состояния «природы». Риски при этом могут быть следующие  $r_{ij} = \{5; 2; 0$  или  $6; 0; 4\}$ . Рассчитать риск по критерию Сэвиджа

- а) 5    б) 6    в) 4    г) 0

4. Предприятие имеет две стратегии развития, предусматривающие три

возможных состояний «природы». Эффективность каждой стратегии характеризуется платежной матрицей  $V_{ij} = \{5;2;0 \text{ и } 6;7;4\}$ .

Чему равен максиминный критерий Вальда?

- а) 4      б) 7      в) 0      г) 5

5. Предприятие имеет две стратегии развития, предусматривающие три возможных состояний «природы». Эффективность каждой стратегии характеризуется платежной матрицей  $V_{ij} = \{0;1;3 \text{ и } 2;4;5\}$ . Рассчитать величину критерия пессимизма-оптимизма Гурвица при коэффициенте пессимизма-оптимизма 0,5:

- а) 1,5      б) 2,5      в) 3,5      г) 4,0

6. При оптимальной смешанной стратегии каждого из двух предприятий цена игры равна ( $q_{ij}$  – элементы платежной матрицы  $u^0, z^0$  – оптимальная стратегия каждого игрока)

- в)  $\sum_i \sum_j q_{ij} \cdot u_i^0 z_j^0$       а)  $\sum_i \sum_j q_{ij} \cdot (u_i^0 + z_j^0)$   
 б)  $\sum_i \sum_j q_{ij} \cdot (u_i^0 - z_j^0)$       г)  $\sum_i \sum_j q_{ij} \cdot (u_i^0 / z_j^0)$

7. Критерии оценки решения при «игре с природой», определяемый по формуле ( $V_{ij}$  – элементы платежной матрицы,  $p_j$ -вероятное состояние)  $\sum_j V_{ij} p_j$  называют

- а) критерием, основанным на вероятностях состояния  
 б) критерием, основанным на платежной матрице  
 в) критерием минимального среднего риска  
 г) критерием оптимизма-пессимизма Гурвица

### Вопросы для контрольных работ, устного опроса и промежуточного контроля

1. Сущность методов оптимизации, предмет и задачи курса.
2. Классификация задач оптимизации.
3. Общая задача линейного программирования
4. Модель задачи по оптимизации загрузки оборудования
5. Модель задачи по оптимизации рецептуры сырья
6. Модель задачи оптимизации ассортимента продукции
7. Методы решения задач линейного программирования. Симплекс метод
8. Методы решения задач линейного программирования. Графический метод
9. Применение ПЭВМ для решения задач оптимизации
10. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод Гомори.
11. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
12. Прямая и двойственная задачи линейного программирования
13. Особенности прямой и двойственной задачи линейного программирования
14. Алгоритм составления двойственной задачи
15. Теория двойственности.
16. Объективно - обусловленные оценки двойственной задачи
17. Формулировка и методы решения задачи линейного целочисленного программирования.
18. Задача коммивояжера.
19. Задача о перевозках, формулировка и математическая модель.
20. Учет пропускной способности в моделях транспортного типа.
21. Многоэтапные задачи транспортного типа.
22. Методы решения транспортной задачи.
23. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи.
24. Метод построения начального опорного плана.
25. Метод потенциалов решения транспортной задачи.

26. Задачи нелинейного программирования.
27. Классификация задач нелинейного программирования.
28. Алгоритмы решения задач на безусловный экстремум.
29. Алгоритмы решения задач на условный экстремум.
30. Метод Лагранжа для решения задач оптимизации на условный экстремум.
31. Модели выпуклого программирования. Теорема Куна-Такера.
32. Оптимизационная модель потребительского выбора.
33. Функция полезности в теории потребления.
34. Риск и доходность портфеля ценных бумаг.
35. Задача оптимизация портфеля ценных бумаг.
36. Задача распределения средств между предприятиями.
37. Задача оптимального распределения капитальных вложений в отрасль.
38. Общая постановка задачи динамического программирования.
39. Особенности модели динамического программирования.
40. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
41. Общая постановка задачи динамического программирования
42. Сетевые модели в экономике.
43. Упорядочение сетевого графика. Понятие о пути.
44. Резервы времени событий: сущность, виды, расчет.
45. Резервы времени работ: сущность, виды, расчет.
46. Коэффициент свободы и напряженности работ.
47. Методы определения ожидаемого времени выполнения работ на сетевом графике: статистические и экспертных оценок.
48. Анализ и оптимизация сетевого графика.
49. Основные определения. Понятие игры.
50. Антагонистические игры.
51. Сущность платежной матрицы в игровых моделях
52. Математическую модель смешанной стратегии двух предприятий конкурентов.
53. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип максимина.
54. Игры с седловой точкой. Ситуация равновесия.
55. Смешанные стратегии.
56. Сущность критерия, основанного на известных вероятностных состояниях
57. «природы» и его математическая запись
58. Опишите максиминный критерий Вальда, минимаксного риска Сэвиджа

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

#### **а) Критерии оценивания компетенций (результатов).**

Программой дисциплины в целях проверки прочности усвоения материала предусматривается проведение различных форм контроля:

1. «Входной» контроль определяет степень сформированности знаний, умений и навыков обучающегося, необходимым для освоения дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин.
2. Тематический контроль определяет степень усвоения обучающимися каждого раздела (темы в целом), их способности связать учебный материал с уже усвоенными знаниями, проследить развитие, усложнение явлений, понятий, основных идей.
3. Межсессионная аттестация– рейтинговый контроль знаний студентов, проводимый в середине семестра.
4. Рубежной формой контроля является тестирование. Изучение дисциплины завершается контрольной работой, проводимой в виде письменного опроса с учетом текущего рейтинга.

Неявка студента на промежуточный контроль в установленный срок без уважительной причины оценивается нулевым баллом. Повторная сдача в течение семестра не разрешается.

Дополнительные дни отчетности для студентов, пропустивших контрольную работу по уважительной причине, подтвержденной документально, устанавливаются преподавателем дополнительно.

Лабораторные занятия, пропущенные без уважительной причины, должны быть отработаны до следующей контрольной точки, если сдаются позже, то оцениваются в 1 балл.

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является **зачет**.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 15 баллов.

#### **Критерии оценки:**

- «зачтено» выставляется студенту, если студентом дан ответ, свидетельствующий о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений, процессов, умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа;

- «не зачтено», если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

## **8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **а) адрес сайта курса**

<http://eor.dgu.ru/>.

### **б) основная литература:**

1. Методы оптимальных решений в экономике и финансах: учебник / под ред. В.М. Гончаренко, В.Ю. Попова.- 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2014. – 400с.
2. Сеславин А.И. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Сеславин, Е.А. Сеславина. - Электрон. текстовые данные. - М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. - 200 с. - 978-5-89035-827-1. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/45261.html> (дата обращения: 11.02.2020)
3. Шапкин А.С. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс]: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - Электрон. текстовые данные. - М.: Дашков и К, 2017. - 398 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/60603.html> (дата обращения: 11.02.2020)

**б) дополнительная литература:**

1. Горелик В.А. Теория принятия решений [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистрантов / В.А. Горелик. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московский педагогический государственный университет, 2016. - 152 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72518.html> (дата обращения: 11.02.2020).
2. Егоров, А.И. Основы теории управления / А.И. Егоров. - Москва : Физматлит, 2007. - 506 с. - ISBN 978-5-9221-0543-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76677>. (дата обращения: 11.02.2020).
3. Качала В.В. Теория систем и системный анализ: учеб. для студентов вузов. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2017. - 263 с.
4. Оптимальное управление / ред. Н.П. Осмоловский, В.М. Тихомиров. - Москва : МЦНМО, 2008. - 320 с. - ISBN 978-5-94057-367-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63270> (дата обращения: 11.02.2020).

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 11.02.2020). – Яз. рус., англ.
2. IPRbooks [Электронный ресурс]: Электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 11.02.2020). – Яз. рус., англ.
3. Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс]: Электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/> (дата обращения: 11.02.2020). – Яз. рус., англ.
4. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 11.02.2020).

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Для изучения теоретического курса студентам необходимо использовать лекционный материал, учебники и учебные пособия из списка основной и дополнительной литературы, интернет источники.

По дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» в конце каждого модуля проводится контрольная работа.

В контрольную работу включаются теоретические вопросы и задачи тех типов, которые были разобраны на предшествующих практических занятиях.

Рабочей программой дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 36 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовку к контрольным работам, зачету и экзаменам.

С самого начала изучения дисциплины студент должен четко уяснить, что без систематической самостоятельной работы успех невозможен. Эта работа должна регулярно начинаться сразу после лекционных и практических занятий, для закрепления только что пройденного материала.

После усвоения теоретического материала можно приступить к самостоятельному решению задач из учебников и пособий, входящих в список основной литературы.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

MATLAB Russian, Mathcad Russian, Microsoft Office (Excel, Power Point)

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Компьютерный класс, аудитория для проведения лекционных и практических занятий и самостоятельной работы средствами оборудованная оргтехникой, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет; установленное лицензионное и свободное программное обеспечение.