

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Российский государственный гуманитарный университет»**

**(ФГБОУ ВО «РГГУ»)**

**ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, УПРАВЛЕНИЯ И ПРАВА**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛЕНИЯ**

**КАФЕДРА МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**по направлению подготовки**

**38.03.03 «Управление персоналом»**

Уровень квалификации выпускника - бакалавр

Форма обучения – очная, очно-заочная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2021

Математические модели в управлении  
Рабочая программа дисциплины

Составитель:

канд. ф.-м. наук, доцент Н.Л. Лепе

Ответственный редактор:

д. ф.-м. наук, профессор В.В.Ульянов

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

организационного развития

№ 9 от 20.05.2021

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

### **1. Пояснительная записка**

1.1. Цель и задачи дисциплины

1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

### **2. Структура дисциплины**

### **3. Содержание дисциплины**

### **4. Образовательные технологии**

### **5. Оценка планируемых результатов обучения**

5.1. Система оценивания

5.2. Критерии выставления оценок

5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

27

6.1. Список источников и литературы

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

### **9. Методические материалы**

9.1. Планы практических занятий

9.2. Методические рекомендации по подготовке письменных работ

## **Приложения**

Приложение 1. Аннотация дисциплины

Приложение 2. Лист изменений

## 1. Пояснительная записка

### 1.1 Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – подготовить специалистов, обладающих знаниями достижений классической и современной математики, необходимых квалифицированным управленцам.

Задачи дисциплины:

- обеспечить уровень математической грамотности студентов, достаточный для формирования навыков математической постановки и решения классических оптимизационных задач управления, моделирования процессов управления;
- научить студентов применять основные понятия и методы высшей математики для расчета различных количественных характеристик в задачах теории управления;
- сформировать у студентов навыки использования усвоенных математических понятий и методов анализа для выработки оптимальных решений в сфере экономики и управления.

1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ОПК-2  Способен осуществлять сбор, обработку и анализ данных для решения задач в сфере управления персоналом	ОПК-2.2  Применяет знания статистики и математических алгоритмов для анализа данных при решении задач в сфере управления персоналом	<i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные определения, понятия и методы изучаемых разделов «Математических моделей в управлении»</li><li>- методы анализа и решения систем линейных уравнений и неравенств;</li><li>- методы моделирования и анализа процессов управления;</li></ul> <i>Уметь:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- формулировать основные результаты изучаемых разделов;</li><li>- уметь использовать математический аппарат теории систем линейных алгебраических уравнений;</li><li>- уметь применять адекватные модели и методы для решения управленческих задач.</li></ul> <i>Владеть:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- классическими методами количественного анализа и моделирования;</li><li>- навыками применения математического аппарата матричного и векторного анализа, теории линейных операторов для выработки оптимальных решений в сфере экономики и управления</li></ul>

### **1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математические модели в управлении» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана образовательной программы по направлению подготовки 38.03.03 - «Управление персоналом».

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения дисциплины: «Математика».

В результате освоения дисциплины «Математические модели в управлении» формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин: «Управление проектами», «Исследование систем управления».

## 2. Структура дисциплины

### Структура дисциплины «Математические модели в управлении» для очной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 190 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 70 ч., самостоятельная работа обучающихся 102 ч., обязательная форма контроля (зачет в третьем семестре и экзамен в четвертом) – 18 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			контактная						
			Лекции	Семинар	Практические занятия	Лабораторные занятия	Промежуточная аттестация		
1	Модели и моделирование. Математические модели. Понятия управления и принятия решений.	3	2		2			12	Разбор и решение задач по теме. Выполнение лабораторных работ
2	Задачи линейного программирования. Ресурсная задача. Транспортная задача.	3	4		4			12	Выполнение лабораторных работ
3	Графический метод решения задач линейного программирования	3	2		4			12	Разбор и решение задач по теме. Выполнение лабораторных работ
4	Симплекс-метод решения задач линейного программирования.	3	4		4			12	Контрольная работа №1
	<b>ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ</b>				2				
			<b>12</b>		<b>16</b>			<b>48</b>	
5	Задачи дробно-линейного программирования.	4	2		4			6	Разбор и решение задач по теме.
6	Двойственные задачи линейного программирования.	4	4		4			8	Разбор и решение задач по теме.
7	Балансовое	4	2		4				Выполнение

	уравнение. Сложные проценты						8	лабораторных работ
8	Модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева)	4	2		2		6	Выполнение лабораторных работ
9	Экономико-математическая модель международной торговли	4	2		2		6	Выполнение лабораторных работ
10	Понятие о задачах нелинейного программирования	4	2		4		4	Разбор решения задач оптимизации.
11	Понятие о теории игр.	4	4		4		8	Контрольная работа №2
	<i>экзамен</i>					18	8	Итоговая контрольная работа; Коллоквиум по теоретическому материалу.
	Итого за семестр		<b>18</b>		<b>24</b>		<b>18</b>	<b>54</b>
	Итого		<b>30</b>		<b>40</b>		<b>18</b>	<b>102</b>

## Структура дисциплины «Математические модели в управлении» для очно-заочной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з. е., 190 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 40 ч., самостоятельная работа обучающихся 132 ч., обязательная форма контроля (экзамен) – 18 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			контактная						
			Лекции	Семинар	Практические занятия	Лабораторные занятия	Промежуточная аттестация		
1	Модели и моделирование. Математические модели. Понятия управления и принятия решений.	4						<b>10</b>	Разбор и решение задач по теме. Выполнение лабораторных работ
1	Задачи линейного программирования. Ресурсная задача. Транспортная задача.	4	1		4			10	Выполнение лабораторных работ
2	Графический метод решения задач линейного программирования	4	1		2			16	Разбор и решение задач по теме. Выполнение лабораторных работ
3	Двойственные задачи линейного программирования.	4	1		2			12	Разбор и решение задач по теме.
4	Модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева)	4	1		2			12	Выполнение лабораторных работ
	<b>ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ</b>				<b>2</b>				
			<b>4</b>		<b>12</b>			<b>60</b>	
5	Экономико-математическая модель международной торговли	5	2		4			18	Выполнение лабораторных работ
6	Понятие о задачах нелинейного программирования	5	4		6			18	Разбор решения задач оптимизации.
7	Понятие о теории	5	2					18	Контрольная



	игр.				6				работа №2
	<i>экзамен</i>						18	18	Итоговая контрольная работа; Коллоквиум по теоретическому материалу.
	Итого за семестр:		<b>8</b>		<b>16</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	
	Итого		<b>12</b>		<b>28</b>		<b>18</b>	<b>132</b>	

### **3. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Модели и моделирование. Математические модели. Понятия управления и принятия решений.**

Виды моделей и моделирования – Аналоговые, Физические, Математические.

Виды математических моделей - Линейные и Нелинейные, Детерминированные и Стохастические, Стационарные и Нестационарные.

Этапы построения математической модели и принятия решения.

Основные понятия исследования операций: операция; решение; оптимальное решение; Лицо, принимающее решение (ЛПР); целевая функция и критерий (показатель) эффективности; множество допустимых (возможных) решений.

Уровни управления – стратегический, тактический и оперативный. Взаимосвязь принятия решений с уровнями управления.

Управляемые и неуправляемые факторы, их роль в принятии решения. Понятие об ограничениях на условия, в которых принимаются решения.

#### **Тема 2. Задачи линейного программирования**

Задача использования ресурсов или задача планирования производства.

Задача о составлении рациона или задача о диете.

Транспортная задача. Условия баланса транспортной задачи. Открытая и закрытая транспортная задача. Фиктивный поставщик и фиктивный потребитель.

Целочисленные задачи линейного программирования. Задача о ранце. Задача закрепления самолетов за воздушными линиями.

Целочисленные задачи с булевыми (бинарными, двоичными) переменными. Задача о назначениях (распределительная задача).

Формулировка общей задачи линейного программирования. Понятие стандартной формы и канонической формы задач линейного программирования. Равносильность задач максимизации и минимизации.

#### **Тема 3. Графический метод решения задач линейного программирования**

Вспомогательные сведения: Различные способы задания уравнения прямой; определение точек пересечения прямых; вектор-градиент, показывающий направление возрастания линий уровня (для прямых); линейные неравенства и их графическая интерпретация; Графический метод решения задач линейного программирования с двумя переменными.

#### **Тема 4. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.**

Необходимость применения симплекс-метода для решения задач линейного программирования для числа переменных большего двух.

Приведение задачи линейного программирования заданной в стандартной форме к канонической форме.

Общие сведения из теории линейного программирования: линейная независимость  $m$  уравнений-ограничений с  $n$  неизвестными; условие единственности решения системы  $m$  линейных уравнений с  $m$  неизвестными; понятие базисных переменных и свободных переменных; допустимые решения системы  $m$  уравнений-ограничений с  $n$  неизвестными; базисные решения; понятие выпуклого многогранника в  $n$  мерном пространстве, определяющего область допустимых решений; понятие вершины выпуклого многогранника допустимых решений, как базисного решения соответствующего нулевым значениям свободных переменных; оптимальное решение и его связь с базисным решением.

Сущность симплекс-метода, как целенаправленный перебор вершин многогранника. Алгоритм симплекс-метода.

#### **Тема 5. Задачи дробно-линейного программирования.**

Примеры задач, приводящие к задачам дробно-линейного программирования. Понятия себестоимости выпускаемой продукции, рентабельности производства и производительности.

Общая постановка задач дробно-линейного программирования.

Метод графического решения задач дробно-линейного программирования в случае двух переменных.

**Тема 6. Двойственные задачи линейного программирования.**

Экономическая интерпретация двойственной задачи на примере задачи об использовании ресурсов при производстве продукции.

Взаимно двойственные задачи. Алгоритм составления двойственной задачи по отношению к исходной. Теоремы теории двойственности. Основное неравенство теории двойственности.

**Тема 7. Балансовое уравнение. Сложные проценты**

Инвестиции, кредит, плата за кредит, процентная ставка. Формула сложных процентов. Операция дисконтирования. Погашение кредита. Балансовое равенство.

**Тема 8. Модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева)**

Понятия отрасли и экономической системы государства.

Распределение валовой продукции отраслей экономической системы. Модель Леонтьева, записанная в матричном виде.

**Тема 9. Экономико-математическая модель международной торговли**

Распределение национальных доходов стран, ведущих торговлю между собой

Соотношение между выручкой и национальным доходом каждой страны. Условие сбалансированности международной торговли. Формулирование модели международной торговли в виде задачи линейного программирования.

**Тема 10. Понятие о задачах нелинейного программирования.**

Понятия локального и глобального экстремума. Выпуклые и вогнутые функции. Задачи выпуклого программирования. Графическая интерпретация решения задач нелинейного программирования. Методы решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.

**Тема 11. Понятие о теории игр.**

Предмет и задачи теории игр. Игры с природой. Критерии принятия решений.

Антагонистические матричные игры. Условие существования решения игры в чистых стратегиях. Решение игры в смешанных стратегиях. Сведение решения матричных игр к задачам линейного программирования. Понятие о многокритериальных задачах.

#### **4. Образовательные технологии**

Практические занятия предназначены для освоения и закрепления теоретического материала, изложенного на лекциях. Практические занятия направлены на приобретение навыка решения. При реализации программы дисциплины «Математические модели в управлении» используются различные методы изложения лекционного материала в зависимости от конкретной темы – подготовительная лекция, лекции с применением техники обратной связи, лекция-беседа конкретных задач, расчетов на основе имеющихся теоретических и фактических знаний.

На коллоквиумах обсуждаются теоретические вопросы изучаемого курса.

Консультации представляют собой своеобразную форму проведения лекционных занятий, основным содержанием которых является разъяснение отдельных, часто наиболее сложных или практически значимых вопросов изучаемой программы.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление полученных навыков и на приобретение новых теоретических и фактических знаний, выполняется в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением (учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, электронный курс).

Для активизации образовательной деятельности с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, используются формы проблемного, контекстного, индивидуального и междисциплинарного обучения.

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ. для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

## 5. Оценка планируемых результатов обучения

### 5.1. Система оценивания

В процессе изучения дисциплины проводится рейтинговый контроль знаний бакалавров в соответствии с Положением РГГУ о его проведении. Он предполагает учет результатов написания контрольной работы, результатов самостоятельной работы по выполнению домашних заданий, а также степени участия бакалавров в дискуссиях, при обсуждении проблемных вопросов на практических занятиях.

Общая оценка успеваемости студента очной формы обучения по дисциплине «Математические модели в управлении» выставляется за совокупный результат:

активного участия студента в практических занятиях, регулярного выполнения домашних заданий, написания экспресс - тестов по лекционному материалу;

выполнения Контрольной работы №1;

выполнения Контрольной работы №2;

подготовленности к Коллоквиуму по теоретическому материалу в письменно-устной форме;

Максимально возможная сумма баллов, набираемых студентом в течение семестра, составляет - 100 баллов.

Контрольная работа №1, Контрольная работа №2 содержат типовые задания по ключевым темам дисциплины и проводятся в течение семестра после изучения соответствующего теоретического материала.

Каждый студент получает индивидуальный вариант Контрольных работ.

Коллоквиум по теоретическому материалу проводится в конце Семестра.

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

### 5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		<p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ С	«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	«удовлетвори- тельно»/ «зачтено (удовлетвори- тельно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	«неудовлетворите- льно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

При оценивании экспресс-теста и участия в дискуссии на практическом занятии учитываются:

- степень раскрытия темы выступления (0-2 балла)
- знание содержания обсуждаемых проблем, умение использовать ранее изученный теоретический материал и терминологию (0-2 балла).

Контрольные работы (текущий контроль) содержат типовые задания по ключевым практическим аспектам укрупненных тематик дисциплины и проводятся в течение семестра после их изучения.

Контрольная работа №1 и №2 содержат по 5 заданий.

При проведении Коллоквиума студент должен ответить на 2 вопроса теоретического характера. При оценивании ответа на вопрос учитывается:

- теоретическое содержание освоено не полностью, знание материала носит фрагментарный характер, имеются явные ошибки в ответе (до 5 баллов);
- теоретическое содержание освоено почти полностью, допущено не более одного-двух недочетов (до 10 баллов);
- теоретическое содержание освоено почти полностью, допущено не более одного-двух недочетов (до 15 баллов);

Контрольная работа №1 по курсу «Математические модели в управлении»

1. Решить графически задачу линейного программирования

$$\begin{aligned}
 F &= 6x_1 + 8x_2 \rightarrow \max \\
 2x_1 + 3x_2 &\leq 36 \\
 4x_1 + x_2 &\leq 48 \\
 x_1 + x_2 &\leq 14 \\
 x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

2. Решить в Excel и Симплекс-методом задачу линейного программирования

$$\begin{aligned}
 W &= 4x_1 + x_2 + 5x_3 \rightarrow \max \\
 x_1 + x_2 + x_3 &\leq 8 \\
 2x_1 + x_2 + 3x_3 &\leq 18 \\
 x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3
 \end{aligned}$$

3. Сельхозкомбинат имеет в своем составе три завода, на каждом из которых может изготавливаться четыре вида удобрений. Мощности каждого из заводов соответственно равны 450, 370 и 400 т/сут. Ежедневные потребности в удобрениях каждого вида также известны и соответственно равны 320, 280, 270 и 350 т. Зная себестоимость 1 т каждого вида удобрений на каждом заводе, которые определяются матрицей

$$C = \{c_{ij}\} = \begin{pmatrix} 10 & 20 & 25 & 40 \\ 70 & 22 & 15 & 45 \\ 40 & 50 & 40 & 65 \end{pmatrix}.$$

Найти такое распределение выпуска удобрений между заводами (т.е. количество удобрений каждого вида, выпускаемых на каждом из трех заводов), при котором себестоимость изготавливаемой продукции является минимальной. Составить математическую модель задачи

4. Решите задачу дробно-линейного программирования графическим методом

$$f = \frac{2x_1 + 5x_2}{3x_1 + x_2} \mapsto \max; \\ \begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \leq 6, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ x_1 + x_2 \geq 4, \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

5. Задача линейного программирования имеет оптимальное решение (2; 0).

$$f = x_1 + 2x_2 \mapsto \min; \\ \begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2, \\ 2x_1 + 5x_2 \leq 10, \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 12, \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Постройте задачу, двойственную к данной и найдите ее решение по теоремам двойственности.

#### Контрольная работа №2 по курсу «Математические модели в управлении»

1. Экономическая система состоит из двух отраслей, для которых задана матрица прямых затрат  $A$  и вектор конечного продукта  $Y$ :  $A = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,3 & 0,2 \end{pmatrix}$   $Y = \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \end{pmatrix}$

Определить вектор валового выпуска  $X$ , обеспечивающий заданный конечный продукт. Проверить продуктивность матрицы  $A$ .

2. Найти вектор  $(x_1, x_2, x_3)$  национальных доходов трех стран в сбалансированной системе международной торговли, если сумма национальных доходов стран равна 5450 млн.\$, а структурная матрица торговли этих стран равна

$$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,7 & 0,5 \\ 0,5 & 0,2 & 0,1 \\ 0,3 & 0,1 & 0,4 \end{pmatrix}.$$

3. Методом множителей Лагранжа решить задачу потребительского выбора, то есть найти точку спроса, при условии, что доход потребителя составляет 12000 ден.ед., цена первого товара – 25 ден.ед., цена второго товара – 5 ден.ед. . Функция полезности потребителя для набора из двух товаров задана в виде  $u(x_1, x_2) = x_1^{0,8} x_2^{0,2}$ .

4. Пекарня выпекает сегодня хлеб для продажи его магазинам завтра. Затраты на выпекание одного батона составляет 3 руб., а продают батон магазинам за 6 руб. Спрос на хлеб завтра пекарне не известен, но по данным о спросе за последние периоды спрос на хлеб может составить: 0 батонов, 10 батонов, 20 батонов или 30 батонов в день.



- 1) Составьте платежную матрицу пекарни, отражающую прибыль и убытки пекарни от продажи хлеба.
- 2) Составьте матрицу рисков.
- 3) Каким будет оптимальное решение пекарни, т.е. сколько батонов хлеба ей производить (10, 20 или 30), если спрос на хлеб завтра ему неизвестен и он использует для принятия решения:
  - а) критерий Лапласа,
  - б) максиминный критерий Вальда,
  - в) максимаксный критерий,
  - г) критерий минимаксного риска Сэвиджа,
- 4) Каким будет оптимальное решение пекарни при известных вероятностях спроса на хлеб завтра: отсутствие спроса 0,1, спрос на 10 батонов 0,3, спрос на 20 батонов 0,4 и спрос на 35 батонов 0,2, если пекарня использует критерий минимального ожидаемого риска.

5. Хозяйство, занимающееся искусственным разведением рыб в пруду, может разводить два различных вида рыб  $A_1, A_2$ , плодовитость которых зависит главным образом от погоды, от одного из двух ее состояний  $B_1, B_2$ . Информация о плодовитости (кол-во кг/100 м<sup>3</sup>) представлена в таблице:

Виды культур	Нормальная погода $B_1$	Засуха $B_2$	Цена вида рыбы (в руб. за кг)
$A_1$	18	9	40
$A_2$	12	24	20

Необходимо определить в какой пропорции имеет смысл разделить пруд на участки, на каждом из которых разводить определенный вид рыбы, с тем чтобы хозяйство смогло максимизировать свой доход вне зависимости от погодных условий. Составьте платежную матрицу игры с природой. Имеет ли игра решение в классе чистых стратегий? Найдите решение в смешанных стратегиях путем сведения исходной задачи к двум взаимодвойственным задачам Линейного Программирования.

### **Перечень Контрольных вопросов по курсу дисциплины «Математические модели в управлении»**

1. Понятие управления. Понятие мероприятия или операции. Управление и уровни управления.
2. Основные компоненты для принятия оптимального решения (структурирование операции) – цели, альтернативы и критерии их сравнения, ограничения, управляемые и неуправляемые факторы.
3. Понятие цели в управлении и принятии решения. Взаимосвязь цели с выбором решения. Лицо, принимающее решение.
4. Понятия управляемых и неуправляемых факторов, их роль в принятии решения. Понятие об ограничениях на условия, в которых принимаются решения.
5. Основные понятия исследования операций – операция, допустимое решение, оптимальное решение, целевая функция и критерий сравнения альтернатив, область допустимых решений (ограничения). Формулировка общей задачи выбора оптимального решения.
6. Модель и моделирование. Адекватность модели.
7. Виды моделей и моделирования. Их характеристика. Примеры.
8. Этапы построения математической модели.
9. Виды математических моделей. Примеры.
10. Детерминированные математические модели, примеры.

11. Общая постановка задачи математического программирования. Понятия задач линейного, нелинейного и целочисленного программирования.
12. Формулировка общей задачи линейного программирования. Что называется допустимым решением и планом; оптимальным решением и оптимальным планом. Сведение задачи максимизации целевой функции к задаче минимизации.
13. Задача линейного программирования (математическая модель) об использовании ресурсов или задача планирования производства. Пример. Общая постановка задачи линейного программирования об использовании ресурсов.
14. Задача линейного программирования (математическая модель) о составлении рациона. Пример. Общая постановка задачи линейного программирования о составлении рациона.
16. Транспортная задача (математическая модель). Пример. Общая постановка транспортной задачи линейного программирования. Условия баланса транспортной задачи. Открытая и закрытая транспортная задача. Фиктивный поставщик и фиктивный потребитель.
17. Задачи, сводящиеся к транспортной задаче линейного программирования. Задача формирования оптимального штата фирмы. Пример.
18. Целочисленные задачи линейного программирования. Задача закрепления самолетов за воздушными линиями. Пример и постановка в общем виде.
19. Целочисленные задачи с булевыми (бинарными, двоичными) переменными. Задача о назначениях (распределительная задача) в общей постановке.
20. Формулировка задачи линейного программирования в стандартной форме и канонической форме.
21. Алгоритм графического метода решения задач линейного программирования. Понятия линии уровня. Понятие вектора-градиента и его смысл. Построение вектора-градиента для линейных линий уровня.
22. Постановка общей задачи линейного программирования. Различные случаи, которые могут встретиться при решении задач линейного программирования и их графическая интерпретация.
23. Сущность симплекс-метода решения задач линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования заданной в стандартной форме к канонической форме. Понятия о базисных и свободных переменных.
24. Алгоритм симплекс-метода. Процедура применения симплекс-метода на конкретном примере.
25. Задачи дробно-линейного программирования и их примеры. Графическая интерпретация дробно-линейной целевой функции в случае двух переменных.
26. Приведение задачи дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования. Общий случай. Разобрать конкретный пример.
27. Понятие о целочисленных задачах линейного программирования. Графическая интерпретация. Недопустимость поиска целочисленного решения путем округления решения обычной задачи линейного программирования.
28. Сущность метода ветвей и границ для решения задач целочисленного программирования. Графическая интерпретация.
29. Понятие о взаимно двойственных задачах. Построение двойственной задачи.
30. Экономическая интерпретация двойственной задачи на примере задачи о планировании производства. Теневые цены.
31. Двойственные задачи линейного программирования в каноническом виде. Экономический смысл дополнительных переменных. Дефицитные и избыточные ресурсы.
32. Первая теорема двойственности и ее экономический смысл.
33. Вторая теорема двойственности. Поиск оптимального решения двойственной задачи линейного программирования.

34. Третья теорема двойственности. Теневые цены для анализа чувствительности целевой функции. Интервалы устойчивости.

35. Модель Леонтьева. Распределение валовой продукции отраслей экономической системы. Построение таблицы «затраты-выпуск» для экономической системы, состоящей из  $n$  отраслей. Коэффициенты прямых затрат. Матрица прямых затрат. Определение продуктивной матрицы прямых затрат, признаки продуктивности матрицы прямых затрат

36. Модель Леонтьева. Смысл векторов-столбцов и матриц, входящих в модель Леонтьева. Продуктивный режим работы экономической системы, продуктивная матрица прямых затрат, признаки продуктивности матрицы прямых затрат. Особенности решения в Microsoft Excel. (технология выполнения матричных функций).

37. Модель международной торговли. Структурная матрицы международной торговли. Соотношение между выручкой и национальным доходом каждой страны, участвующей в международной торговле. Сбалансированная (бездефицитная) международная торговля. Условие сбалансированности международной торговли.

38. Модель международной торговли. Собственное значение и собственный вектор структурной матрицы международной торговли. Анализ устойчивости решения. Формулирование модели международной торговли в виде задачи линейного программирования для использования при расчетах средства «Поиск решения» Microsoft Excel.

39. Нелинейные модели и задачи нелинейного программирования, их графическая интерпретация. Общая задача нелинейного программирования, понятия локального и глобального экстремума; понятия выпуклой и вогнутой функций, понятие выпуклой области; задачи квадратичного программирования; классическая задача оптимизации и задача на условный экстремум.

40. Графическая интерпретация решения задач нелинейного программирования. Область допустимых решений, линии уровня (изолинии) целевой функции, их определение. Графическое определение оптимального решения задач нелинейного программирования. Множество Парето.

41. Метод множителей Лагранжа. Примеры.

42. Нелинейная математическая модель планирования производства (задача об использовании ресурсов), учитывающая выпуск бракованной продукции и зависимость прибыли при реализации продукции от объема производства, для двух видов продукции. Сравнение с аналогичной линейной моделью. Графическая интерпретация определения оптимального решения.

43. Модель фирмы. Виды производственных функций. Математический вид мультипликативной производственной функции и производственной функции Кобба-Дугласа для двух факторов производства.

44. Модель потребительского выбора (модель поведения потребителей). Потребительский набор. Понятие «предпочтения» и свойства «предпочтения».

45. Модель потребительского выбора (модель поведения потребителей). Функция полезности. Свойства функции полезности. Графический вид функции полезности для одной переменной (блага). Линия безразличия – понятие, определение и графическая интерпретация в двумерном случае для двух благ.

46. Понятие предельной полезности и его экономическая интерпретация. Функция замещения.

47. Формула сложных процентов. Простые и сложные проценты, процентная ставка.

48. Погашение кредита. Балансовое равенство для единовременной выдачи кредита. Обобщенное балансовое равенство. Балансовое равенство для выдачи кредита по частям в различные моменты времени.

49. Платежная матрица (матрица выигрышей). Матрица риска. Примеры построения платежной матрицы и матрицы риска.

50. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Критерий Лапласа, его особенности. Примеры.

51. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Максиминный критерий (критерий Вальда). Сущность метода. Характеристика и особенности критерия. Примеры.

52. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Критерий минимаксного риска (критерий Сэвиджа). Сущность метода. Характеристика и особенности критерия. Примеры.

53. Понятие антагонистической игры. Верхняя и нижняя цена игры. Понятие чистой и смешанной стратегии. Дилемма заключенных.

54. Седловая точка и ее геометрическая интерпретация. Теорема Неймана о «полной информации».

55. Сведение решения игры двух лиц к задаче линейного программирования.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Список источников и литературы

#### Литература основная

Гетманчук А. В. Экономико-математические методы и модели. - Москва : Дашков, 2017. - 188 с. - ISBN 978-5-394-01575-5.

Малугин В. А. Количественный анализ в экономике и менеджменте [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Малугин, Л. Н. Фадеева. - Москва : Инфра-М, 2017. - 615 с. - ISBN 978-5-16-004832-1.

Демина Т. И. Математический анализ для экономистов: практикум : учебное пособие. - Москва : Инфра-М, 2016. - 365 с. - ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. - ISBN 978-5-16-010388-4.

#### Литература дополнительная

Осипов Г. В. Математические методы в современных социальных науках [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. В. Осипов, В. А. Лисичкин ; под ред. В. А. Садовниченко. - Москва : Норма : Инфра-М, 2014. - 384 с. - ISBN 978-5-91768-470-3.

Невежин В. П. Исследование операций и принятие решений в экономике : сборник задач и упражнений : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Экономика" (уровень подготовки - бакалавр) / В. П. Невежин, С. И. Кружилов, Ю. В. Невежин. - Москва : Форум : Инфра-М, 2018. - 399 с. : рис., табл. ; 22 см. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 339-340. - ISBN 978-5-91134-556-3. - ISBN 978-5-16-010912-1 : 1109.00.

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Лекции по линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавриата по направлению № 080200 – Менеджмент, № 080400 – Управление персоналом / Минобрнауки России, Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Рос. гос. гуманитарный ун-т" (РГГУ), Ин-т экономики, упр. и права, Фак. упр., Каф. моделирования в экономике и упр., [сост.: Н. Л. Лепе, Н. И. Манаенкова ; отв. ред. В. В. Кульба]. - Москва : РГГУ, 2014. - 202 с. - Режим доступа: <http://elib.lib.rsuh.ru/elib/000009509>. - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-7281-1699-8.

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Лекции по линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавриата по направлению № 080200 – Менеджмент, № 080400 – Управление персоналом / Минобрнауки России, Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Рос. гос. гуманитарный ун-т" (РГГУ), Ин-т экономики, упр. и права, Фак. упр., Каф. моделирования в экономике и упр., [сост.: Н. Л. Лепе, Н. И. Манаенкова ; отв. ред. В. В. Кульба]. - Москва : РГГУ, 2014. - 202 с. - Режим доступа: <http://elib.lib.rsuh.ru/elib/000009509>. - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-7281-1699-8.

## Перечень БД и ИСС

№п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Профессиональные полнотекстовые БД JSTOR Издания по общественным и гуманитарным наукам Электронная библиотека Grebennikon.ru
4	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины необходимы:

- для проведения лекций - аудитория соответствующих размеров с доской (возможно, дополнительно оборудованная проектором), с микрофоном и колонками;
- для проведения семинаров – стандартная аудитория с доской.
- наличие доски достаточного размера необходимо для всех типов занятий: для лекций, семинаров, практических занятий.

### Перечень ПО

№п /п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Microsoft Office 2016	Microsoft	лицензионное
2	Windows 10 Pro	Microsoft	лицензионное
3	Zoom	Zoom	лицензионное

## 8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE;
  - дисплеем Брайля PAC Mate 20;
  - принтером Брайля EmBraille ViewPlus;
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## **9. Методические материалы**

### **9.1. Планы практических (семинарских) занятий**

Практические занятия по дисциплине «Математические модели в управлении» проводятся для бакалавриата дневной формы обучения по направлению подготовки 38.03.03 «Управление персоналом»

Цель практических занятий – способствовать лучшему усвоению и закреплению теоретических знаний, полученных из лекционного курса и изучения Литературы. Только активная самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины позволяет получить и закрепить навык использования изучаемых математических методов; применять классические математические методы для решения практических задач экономико-управленческого содержания.

Практическое занятие №1



Тема: Задачи линейного программирования.

1. Математическая постановка и Графический метод решения задач Линейного программирования.
2. Ознакомление с Excel. Демонстрация и обучение студентов решению тестовой задачи, приведенной в Лабораторной работе №1, с помощью надстройки Поиск решения. (см. Методическое пособие по выполнению Лабораторных работ по дисциплине «Математические модели в управлении» на сайте кафедры Моделирования в экономике и управлении, факультета управления ИЭУП - <http://meu/rsuh.ru> ).
3. Самостоятельное решение студентами в Excel с помощью надстройки Поиск решения индивидуальных задач линейного программирования из Методического пособия по выполнению Лабораторной работы №1.

#### Практическое занятие №2

Тема: Транспортная задача линейного программирования.

1. Математическая постановка и методы решения сбалансированной транспортной задачи. Решение задач, сводящихся к транспортной задаче.
2. Демонстрация и обучение студентов решению тестовой транспортной задачи, приведенной в Методическом пособии по выполнению Лабораторной работы №2, в Excel с помощью надстройки Поиск решения.
3. Самостоятельное решение студентами в Excel с помощью надстройки Поиск решения индивидуальных транспортных задач из Методического пособия по выполнению Лабораторной работы №2.

#### Практическое занятие №3

Тема: Основные методы решения задач линейного программирования.

1. Подготовка к Контрольной работе: Графический метод решения задач Линейного Программирования; Симплекс-метод решения задач Линейного программирования; решение задач, сводящихся к транспортной; задач с бинарными переменными.
2. Контрольная работа №1.

#### Практическое занятие №4

Тема «Балансовые экономико-математические модели и их моделирование в Excel» .  
Экономико-математическая модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева).  
Экономико-математическая модель международной торговли.

1. Математическая постановка задачи межотраслевого баланса и модели международной торговли.
2. Демонстрация и обучение студентов решению тестовых задач, приведенных в Методическом пособии по выполнению Лабораторной работы №5 в Excel с помощью надстройки Поиск решения.
3. Самостоятельное решение студентами в Excel с помощью надстройки Поиск решения индивидуальных задач из Методического пособия по выполнению Лабораторной работы №5.

#### Практическое занятие №5

Тема: Задачи нелинейного программирования.

1. Математическая постановка задач нелинейного программирования. Решение задач нелинейного программирования методом множителей Лагранжа.
2. Демонстрация и обучение студентов решению тестовой задачи, приведенной в Методическом пособии по выполнению Лабораторной работы №6 в Excel с помощью надстройки Поиск решения.
3. Самостоятельное решение студентами в Excel с помощью надстройки Поиск решения индивидуальных задач из Методического пособия по выполнению Лабораторной работы №6.

### Практическое занятие №6

Тема: Теория игр

1. Игры с природой: матрица выигрышей, стратегии, матрица рисков, критерии выбора оптимальной стратегии.
2. Антагонистические игры: участники, платежная матрица, седловая точка, цена игры. Чистые и смешанные стратегии в матричных играх. Упрощение платежной матрицы, доминирование. Графический метод решения матричной игры в смешанных стратегиях. Сведение решения игры к задаче линейного программирования.

### Практическое занятие №7

Тема: Сложные проценты и балансовое равенство.

1. Математическая постановка балансового уравнения. Демонстрация и обучение студентов решению задач, приведенных в Методическом пособии по выполнению Лабораторной работы №7 в Excel с помощью надстройки Поиск решения.
2. Самостоятельное решение студентами в Excel с помощью надстройки Поиск решения индивидуальных задач из Методического пособия по выполнению Лабораторной работы №7.
3. Контрольная работа №2.

### Практическое занятие №8

1. Подведение итогов Контрольных работ и решения задач математического программирования с помощью Excel.
2. Коллоквиум – собеседование по теоретической части курса дисциплины «Математические модели в управлении». Защита индивидуальных вопросов Коллоквиума в устной форме

#### 9.2. Методические рекомендации по подготовке письменных работ

Контрольная работа №1, Контрольная работа №2 содержат типовые задания по ключевым темам дисциплины и проводятся в течение семестра после изучения соответствующего теоретического материала и закрепления этих знаний на практических занятиях и при выполнении домашних заданий.

Каждый студент получает индивидуальный вариант Контрольных работ.

Коллоквиум по теоретическому материалу проводится в конце Семестра.

Перед проведением Коллоквиума студент должен подготовить письменно ответ на два вопроса теоретического характера.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Математические модели в управлении» относится к базовой части дисциплин учебного плана образовательной программы по направлению подготовки 38.03.03 «Управление персоналом». Дисциплина реализуется на факультете управления кафедрой моделирования в экономике и управлении.

*Цель дисциплины:* сформировать у студентов комплекс знаний необходимых для анализа современных проблем в области производства, торговли, финансов, денежного обращения и кредитов; научить выбирать наиболее подходящий математический инструментарий для разработки математических методов управления, на различных уровнях систем организационного управления; создать умение получения оптимального решения тактических и стратегических задач организационного управления.

*Задачи дисциплины:*

- владеть приемами постановки задач организационного управления;
- на основе описательных задач строить математические модели;
- умению выбрать соответствующий метод решения задачи;
- проведению численных исследований математических моделей;
- умению проведения анализа результатов вычислений;
- умению выбрать наиболее перспективное управляющее решение.

Дисциплина направлена на формирование компетенции ОПК-2.2 - применяет знания статистики и математических алгоритмов для анализа данных при решении задач в сфере управления персоналом.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- основные методы разработки математических моделей исследуемого объекта;
- основные методы и алгоритмы решения разработанных математических задач.

*Уметь:*

- использовать математические методы при решении задач организационного управления;
- использовать в своей работе средства вычислительной техники и современных информационных технологий;
- решать типовые математические задачи, а также применять полученные знания к исследованию прикладных задач экономики и управления;

*Владеть:*

навыками применения современного математического инструментария для решения задач управления; методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов управления.

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме проверки выполнения заданий, промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 190 часов.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ**

№ п/п	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола