

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор С.Г. Гендлер**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ***  
***ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	20.04.01 Техносферная безопасность
<b>Направленность (профиль):</b>	Управление безопасностью на предприятиях минерально-сырьевого комплекса
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Беляев В.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Математические методы управления техносферной безопасностью» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «20.04.01 Техносферная безопасность», утвержденного приказом Минобрнауки № 678 от 25.05.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «20.04.01 Техносферная безопасность», направленность (профиль) «Управление безопасностью на предприятиях минерально-сырьевого комплекса».

Составитель

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. В.В. Беляев

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры безопасности производств от 08.02.2023 г., протокол №9.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. С.Г. Гендлер

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель изучения дисциплины «Математические методы управления техносферной безопасностью»** - формирование у студентов теоретических знаний о математических методах разработки, принятия и реализации управленческих решений, умения использовать современные приемы и методы оптимизации управленческих решений в условиях конкурентной среды, риска и неопределенности.

### **Основные задачи дисциплины:**

- изучение современных методов и технологий принятия эффективных управленческих решений на основе информационной и библиографической культуры;
- овладение навыками выбора инструментальных средств для решения стандартных задач профессиональной деятельности;
- формирование представлений о закономерностях, правилах и процедурах в области разработки и принятия управленческих решений с учетом основных требований информационной безопасности;
- овладение навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий;
- развитие навыков интерпретации и анализа результатов расчетов, обоснования предлагаемых решений.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Математические методы управления техносферной безопасностью» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «20.04.01 Техносферная безопасность», направленность (профиль) «Управление безопасностью на предприятиях минерально-сырьевого комплекса» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математические методы управления техносферной безопасностью» являются «Риск-ориентированный подход в техносферной безопасности», «Риск-менеджмент в горной промышленности», «Экологическая безопасность».

Дисциплина «Математические методы управления техносферной безопасностью» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теория и методы моделирования в техносферной безопасности», «Проектирование методов и расчёт средств защиты на предприятиях минерально-сырьевого комплекса».

Особенностью дисциплины является её связь с большинством дисциплин специализации.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Процесс изучения дисциплины «Математические методы управления техносферной безопасностью» направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Основные показатели освоения программы дисциплины</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
Способен самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы	ОПК-1	<p>ОПК-1.1. Знать существующие математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для их применения в профессиональной деятельности; основные подходы к решению сложных и проблемных вопросов в области техносферной безопасности</p> <p>ОПК-1.2. Уметь решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи, в том числе в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний; самостоятельно приобретать, структурировать и применять полученные знания в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.3. Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, базирующимися на математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаниях</p>
Способен определять цели и задачи (политику), процессы управления охраной труда и оценивать эффективность системы управления охраной труда на предприятиях минерально-сырьевого комплекса	ПКС-1	<p>ПКС-1.1. Знать: основы трудового законодательства Российской Федерации, законодательства Российской Федерации о техническом регулировании, о промышленной и пожарной безопасности, о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, основные стандарты и системы сертификации в области охраной труда; принципы и методы программно-целевого планирования и организации мероприятий по охране труда, методы оценки эффективности системы управления охраны труда и специфику управления охраной труда на предприятиях минерально-сырьевого комплекса</p> <p>ПКС-1.2. Уметь применять нормативные правовые акты в целях управления охраной труда; анализировать и применять лучшие отечественные и зарубежные практики в области управления охраной труда; определять цели и задачи (политику) в области охраны труда; применять методы проверки (аудита) функционирования системы управления охраной труда; оценивать эффективность системы управления охраной труда на предприятиях минерально-сырьевого комплекса</p> <p>ПКС-1.3. Владеть: навыками определения целей и задач в области охраны труда; процедурами планирования системы управления охраной труда и разработки показателей деятельности в области охраны труда; методами оценки эффективности</p>

Формируемые компетенции		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		системы управления охраной труда; навыками подготовки предложений по направлениям развития и корректировке системы управления охраной труда на предприятиях минерально-сырьевого комплекса
Способен разрабатывать и анализировать физические, математические и компьютерные модели формирования вредных и опасных производственных факторов, средств защиты от них на предприятиях минерально-сырьевого комплекса	ПКС-4	<p>ПКС-4.1. Знать основы и принципы физического и математического моделирования; основы теории подобия; методы обработки экспериментальных данных; существующие вредные и опасные производственные факторы на предприятиях минерально-сырьевого комплекса</p> <p>ПКС-4.2. Уметь определять физическую сущность полученных экспериментальных данных; создавать модели формирования вредных и опасных производственных факторов, средств защиты от них на предприятиях минерально-сырьевого комплекса; определять допущения и границы применимости моделей</p> <p>ПКС-4.3. Владеть методами моделирования процессов, лежащих в основе расчета и выбора средств защиты на предприятиях минерально-сырьевого комплекса; навыками получения качественных выводов из количественных данных контроля состояния производственной среды; принципами построения технических систем, обеспечивающих оптимальную реализацию плана проведения экспериментального исследования</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Математические методы управления техносферной безопасностью» составляет **7** зачетных единиц, **252** академических часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>104</b>	<b>104</b>
Лекции	52	52
Практические занятия (ПЗ)	52	52
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
Подготовка к лекциям	13	13
Подготовка к практическим занятиям	52	52
Расчетно-графическая работа (РГР)	44	44
Подготовка к контрольной работе	3	3

<b>Вид промежуточной аттестации: экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>252</b>	<b>252</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

#### 4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Модели и моделирование. Предмет, задачи и базовые понятия курса»	2	2	-	--	-
Раздел 2 «Основные понятия теории вероятностей и математической статистики»	50	14	14	-	22
Раздел 3 «Системы массового обслуживания»	36	4	4	-	28
Раздел 4 «Регрессионные модели»	58	14	16	-	28
Раздел 5 «Элементы теории выбора и принятия решения»	28	8	8	-	12
Раздел 6 «Задачи линейного и нелинейного программирования»	42	10	10	-	22
Промежуточная аттестация – экзамен	36	-	-	-	-
<b>Итого:</b>	<b>252</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>-</b>	<b>112</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Модели и моделирование. Предмет, задачи и базовые понятия курса	Основные математические модели, используемые в профессиональной деятельности для анализа и выбора оптимальных решений. Этапы построения моделей.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- емкость в ак. часах
2.	Основные понятия теории вероятностей и математической статистики	Случайные величины и их свойства. Нормальное распределение и связанные с ним $\chi^2$ распределение, t-распределение и F-распределение. Выборочный метод в статистике. Проверка статистических гипотез. Надстройка «Анализ данных» в MS Excel	14
3.	Системы массового обслуживания	Структура систем массового обслуживания (СМО). Примеры СМО. Входной поток заявок. Закон обслуживания заявок. Особенности входного потока. Пуассоновский поток заявок. Экспоненциальный закон обслуживания и его характеристики. Одноканальные СМО с отказами. Характеристики СМО. Предельные вероятности. Экономический смысл эргодичности. Важность учета вероятностного фактора при исследовании СМО. Многоканальные СМО. Многоканальные СМО с отказами. СМО с ограниченной и неограниченной очередью. Замкнутые СМО. Задача о станках. Критерии эффективности функционирования СМО. Имитационное моделирование производственных процессов. Основные понятия имитационного моделирования.	4
4.	Регрессионные модели	Парная и множественная линейные регрессия. Оценка статистической значимости уравнения регрессии в целом и коэффициентов линейной регрессии. Условия Гаусса-Маркова. Фиктивные переменные. Нелинейная регрессия. Методы линеаризации.	14
5.	Элементы теории выбора и принятия решения	Игры с природой. Платежная матрица и матрица рисков. критерии принятия решения, критерий максимума ожидаемой полезности (максимального математического ожидания выигрыша), критерий недостаточного основания Лапласа, максиминный критерий Вальда, критерий минимаксного риска Сэвиджа, критерий пессимизма-оптимизма Гурвица, наиболее вероятного состояния природы. Задачи многокритериальной оптимизации. Количественные методы решения многокритериальных задач. Мультипликативная и аддитивная функции ценности. Метод главного критерия. Метод Парето. Метод идеальной точки	8
6.	Задачи линейного и нелинейного программирования	Классификация: оптимизация условная и безусловная, с ограничениями в виде равенств и неравенств; линейное и нелинейное программирование. Планирование и управление производством с помощью методов линейного программирования. Основные понятия линейного программирования. Понятие о симплекс методе. Задачи об оптимальном использовании ресурсов (оптимальном плане выпуска продукции). Нормированная стоимость продукции. Теневая цена ресурса. Устойчивость решения. Двойственная задача линейного программирования, ее экономический смысл. Применение линейного программирования и нелинейное программирование в задачах планирования и управления производством..	10
<b>Итого:</b>			<b>52</b>

### 4.2.3 Лабораторные занятия

Лабораторные работы не предусмотрены.

### 4.2.4 Практические работы

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Дискретные случайные величины и их основные свойства	2
2	Раздел 2	Имитация дискретных случайных величин	2
3	Раздел 2	Непрерывные случайные величины и их основные свойства. Основные свойства распределений хи-квадрат, Стьюдента, Фишера	2
4	Раздел 2	Выборочный метод в статистике	4
5	Раздел 2	Проверка статистических гипотез	4
6	Раздел 3	Определение показателей СМО	2
7	Раздел 3	Расчет оптимальных параметров СМО	2
8	Раздел 4	Парная линейная регрессия	4
9	Раздел 4	Множественная линейная регрессия	4
10	Раздел 4	Условия Гаусса-Маркова для остатков линейной регрессии	4
11	Раздел 4	Фиктивные переменные	4
12	Раздел 5	Принятие решений в условиях риска и неопределенности (Игры с природой)	4
13	Раздел 5	Задачи многокритериальной оптимизации	4
14	Раздел 6	Решение задач линейного программирования графическим способом	2
15	Раздел 6	Решение задачи линейного программирования о распределении ресурсов симплекс-методом	2
16	Раздел 6	Решение задачи линейного программирования о смесях симплекс-методом с искусственным базисом	2
17	Раздел 6	Устойчивость решения задач линейного программирования	2
18	Раздел 6	Решение задачи нелинейного программирования на максимум прибыли методом приведенного градиента, методом множителей Лагранжа и в надстройке "Поиск решения"	2
<b>Итого:</b>			<b>52</b>

### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Тематика для самостоятельной подготовки**

В рамках самостоятельной работы, обучающиеся должны выполнить расчетно-графические задания, направленные на освоение современных приемов и методов оптимизации управленческих решений в условиях конкурентной среды, риска и неопределенности.

#### **6.1.1. Примерное расчетно-графическое задание**

##### **Задание №1. Определение оптимальных параметров СМО**

Некоторое предприятие имеет собственную АТС, которая имеет несколько каналов связи с городской АТС. Любой запрос на выход на номера городской АТС поступает на местную АТС, а затем, в случае наличия свободной линии (канала), абонент соединяется с городской АТС. Когда все каналы заняты, абонент получает отказ в соединении, и в этом случае фирма несет потери.

Затраты на эксплуатацию канала равны  $C_k$  у.е. (условных единиц). Экономические потери от неудовлетворения 1% требований на соединение с абонентом равны  $C_0$  у.е. (условных единиц).

Определить оптимальное количество линий связи для предприятия, приняв за критерий оптимальности суммарную величину потерь. Для оптимального по затратам варианта определить основные характеристики системы: относительную пропускную способность системы  $q$ , абсолютную пропускную способность системы  $A$ , среднее число занятых каналов  $\bar{k}$ .

По номеру своего варианта из таблицы выбираются значения, на основе которых определяются основные характеристики системы: данные по мониторингу запросов на соединение за единицу времени (в течение одной минуты) и по продолжительности разговора по телефону (хронометраж). Для всех вариантов  $C_k=100$ .

##### **Задание №2. Построение уравнения множественной регрессии**

Задана таблица, содержащая данные о характеристиках строящегося жилья в Санкт-Петербурге. Фрагмент таблицы приведен на рисунке. Изучить влияние факторов, определяющих цену жилья.

Общая S квартиры, кв.м.	Жилая S квартиры, кв.м.	S кухни, кв.м.	Наличие балкона	Число месяцев до окончания срока строительства	Цена квартиры, тыс. долл.
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$y$
33,00	16	10,7	1	12	11,00
35,00	17,8	8,3	1	3	15,61

Рисунок. Фрагмент таблицы с исходными данными

Требуется:

1. Определить факторы, формирующие цену квартир в строящихся домах в СПб;
2. Построить уравнение регрессии, характеризующее зависимость цены от всех факторов в линейной форме. Оценить адекватность полученной модели. Составить матрицу парных коэффициентов корреляции исходных переменных и проанализировать ее;
3. Построить модель  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_p)$  в линейной форме методом включения. Определить, какие факторы значимо воздействуют на формирование цены квартиры в этой модели;
4. Построить графики остатков, выполнить визуальный анализ. Провести тестирование ошибок (остатков) уравнения множественной регрессии на гетероскедастичность, применив тест Гельфельда-Квандта;
5. Оценить автокорреляцию остатков с помощью статистики Дарбина-Уотсона;
6. Написать уравнение множественной регрессии в стандартизованном масштабе, пояснить экономический смысл его параметров;
7. Вычислить средние частные коэффициенты эластичности  $\mathcal{E}_{y, x_i}$  для факторов, вошедших в модель. Пояснить их экономический смысл;
8. Пользуясь уравнением регрессии вычислить прогнозные значения стоимости объекта недвижимости, если значения значимых факторов равны  $x_{\max} - 0,2 \cdot (x_{\max} - x_{\min})$ , где  $x_{\max}$  и  $x_{\min}$  максимальное и минимальное значения факторов в таблице исходных данных. Вычислить точечный и интервальный прогноз.

### 6.1.2. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Модели и моделирование. Предмет, задачи и базовые понятия курса

1. Основные понятия теории управления: проблема; ситуация (проблемная ситуация); лицо, принимающее решение; управленческое решение.
2. Объясните в чем состоят преимущества и недостатки математических моделей по сравнению с натурными моделями.
3. Классификация математических моделей в зависимости от используемого математического аппарата.
4. Сформулируйте задачу проверки адекватности модели.
5. Перечислите основные этапы математического моделирования, раскройте их сущность.

#### Раздел 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики

1. Имитационные модели дискретных и непрерывных случайных.
2. Проиллюстрировать теорему Ляпунова с помощью модели статистических испытаний в MS Excel.
3. Использование функций MS Excel для нахождения критических значений по заданному  $p$ - значению для распределений хи-квадрат, Стьюдента, Фишера.
4. Сформулируйте общую схему проверки статистических гипотез.
5. Виды оценок в математической статистике и их свойства.

### **Раздел 3. Системы массового обслуживания**

1. Структура систем массового обслуживания (СМО).
2. Классификация систем массового обслуживания.
3. Математический аппарат, используемый для описания функционирования СМО.
4. Критерии эффективности функционирования СМО.
5. Имитационное моделирование производственных процессов.

### **Раздел 4. Регрессионные модели**

1. Классификация регрессионных моделей.
2. Математический аппарат для построения регрессионных моделей.
3. Условия Гаусса-Маркова.
4. Анализ уравнения регрессии.
5. Прогнозирование с помощью регрессионной модели.

### **Раздел 5. Элементы теории выбора и принятия решения**

1. Основные понятия теории игр. Особенности игр с природой.
2. Критерии максимального среднего выигрыша, Вальда, Сэвиджа, Гурвица и особенности их применения.
3. Постановка задачи многокритериальной оптимизации.
4. Определение альтернатив оптимальных по Парето.
5. Использование функции ценности при решении задачи многокритериальной оптимизации.

### **Раздел 6. Задачи линейного и нелинейного программирования**

1. Классификация задач математического программирования.
2. Что такое допустимое решение, область допустимых решений, оптимальное решение?.
3. Основная идея симплекс-метода решения задач линейного программирования.
4. Устойчивость решения задач линейного программирования.
5. Использование надстройки MS Excel «Поиск решения» для решения задач линейного и нелинейного программирования.

#### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

##### **6.2.1 Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Дискретные распределения случайных величин и их основные свойства. Статистическое моделирование дискретных случайных величин. Генератор случайных чисел.
2. Непрерывные распределения случайных величин и их основные свойства. Нормальное распределение и связанные с ним  $\chi^2$  распределение,  $t$ -распределение и  $F$ -распределение. Статистическое моделирование непрерывных случайных величин.
3. Генерация случайных чисел с помощью надстройки «Анализ данных».
4. Выборочный метод в статистике. Генеральная и выборочная совокупности. Способы отбора.
5. Выборочный метод в статистике. Вариационный ряд. Интервальный ряд. Полигон и гистограмма.
6. Точечные и интервальные оценки параметров распределения и их свойства.
7. Проведение описательной статистики и построение диаграмм с помощью надстройки «Анализ данных».
8. Проверка статистических гипотез. Критерий согласия Пирсона  $\chi^2$ , критерий Фишера, критерий Стьюдента.
9. Проверка статистических гипотез с помощью надстройки «Анализ данных».
10. Предпосылки МНК (условия Гаусса-Маркова).
11. Парная линейная регрессия. Определение параметров уравнения множественной линейной регрессии методом наименьших квадратов (МНК). Проведение регрессионного анализа с помощью надстройки «Анализ данных».
12. Множественная линейная регрессия. Уравнение регрессии в стандартизованном масштабе.

13. Мультиколлинеарность. Последствия, признаки наличия и методы устранения мультиколлинеарности, Корреляционная матрица. Отбор факторов на основе корреляционного анализа. Метод включения (пошаговое наращивание числа факторов).

14. Понятия гетероскедастичности и гомоскедастичности остатков. Тестирование на гетероскедастичность (тест Голдфелда-Квандта).

15. Автокорреляция случайных отклонений остатков. Тестирование на автокорреляцию остатков (тест Дарбина-Уотсона).

16. Построение прогноза с помощью регрессионной модели.

17. Системы массового обслуживания (СМО) назначение и структура. Примеры.

18. Потоки заявок в СМО и их моделирование.

19. Одноканальные и многоканальные СМО с отказами.

20. Одноканальные и многоканальные СМО с ограниченной и неограниченной очередью.

21. Определение оптимальных параметров СМО.

22. Многокритериальная оптимизация – постановка задачи, специфика подхода к решению.

23. Методы многокритериальной оптимизации – аддитивной функции ценности, главного критерия, метода Парето, идеальной - точки их достоинства и недостатки.

24. Аддитивная функция ценности при решении задачи многокритериальной оптимизации.

25. Метод главного критерия при решении задачи многокритериальной оптимизации.

26. Нормирование критериев при решении задачи многокритериальной оптимизации.

27. Метод идеальной точки при решении задачи многокритериальной оптимизации.

28. Метод Парето при решении задачи многокритериальной оптимизации.

29. Методы преодоления субъективизма при решении задачи многокритериальной оптимизации.

30. Сопоставляются пять альтернатив (вариантов) по трем критериям (дана таблица). Значение  $K_1$  и  $K_3$  желательно уменьшить (увеличить),  $K_2$  – увеличить (уменьшить). Какая стратегия будет оптимальна по методу главного критерия, если пороговые значения для  $K_1$  равно ..., для  $K_2$  равно ..., а главным является  $K_3$ ?

## 6.2.2 Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1	Для какого метода многокритериальной оптимизации численные значения критериев нужно складывать, если критерий стремится к максимуму, и вычитать, если к минимуму?	1) Парето 2) аддитивного критерия 3) главного критерия 4) во всех вышеперечисленных
2	В теории выбора (игр с природой) критерий Лапласа используют, как правило, когда:	1) известны вероятности состояний природы 2) вероятности состояний природы неизвестны 3) значение максимального элемента платежной матрицы больше нуля 4) все элементы платежной матрицы меньше нуля

№	Вопросы	Варианты ответов
3	При решении задачи многокритериальной оптимизации недостатком метода идеальной точки является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) учитывает критерии, стремящиеся только к минимуму</li> <li>2) не происходит взаимной компенсации критериев</li> <li>3) не удается определить единственную оптимальную стратегию</li> <li>4) субъективизм в определении весов критериев</li> </ol>
4	При решении задачи многокритериальной оптимизации методом Парето, как правило, удается ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) сократить число рассматриваемых альтернатив</li> <li>2) найти оптимальное решение</li> <li>3) увеличить число рассматриваемых альтернатив</li> <li>4) сократить число рассматриваемых критериев</li> </ol>
5	По классификации моделей, глобус – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) материальная модель</li> <li>2) функциональная модель</li> <li>3) абстрактная модель</li> <li>4) стохастическая модель</li> </ol>
6	При построении эмпирической формулы вида $y = a_1 e^{a_2 x}$ для линеаризации используют соотношение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>y = \ln a_2 + a_1 x</math></li> <li>2) <math>\ln y = \ln a_2 + a_1 x</math></li> <li>3) <math>y = \ln a_1 + a_2 x</math></li> <li>4) <math>\ln y = \ln a_1 + a_2 x</math></li> </ol>
7	Главное отличие игр с природой от парных игр	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) количество игроков больше двух</li> <li>2) максимальный выигрыш не может быть больше определенной суммы</li> <li>3) отсутствие активного противодействия</li> <li>4) наличие активного противодействия</li> </ol>
8	Плотность распределения для показательного закона имеет следующий вид:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>f(t) = \lambda e^{\lambda t} \quad (t &gt; 0)</math>;</li> <li>2) <math>f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (t &gt; 0)</math>;</li> <li>3) <math>f(t) = \lambda e^{\lambda t^2} \quad (t &gt; 0)</math>;</li> <li>4) <math>f(t) = -\lambda e^{-\lambda t} \quad (t &gt; 0)</math></li> </ol>
9	Если поток заявок является простейшим, то количество заявок, поступивших за определенный промежуток времени, распределено по:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) равномерному закону;</li> <li>2) нормальному закону;</li> <li>3) показательному закону;</li> <li>4) закону Пуассона</li> </ol>
10	Относительная пропускная способность СМО – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) средняя доля обслуженных заявок от поступивших;</li> <li>2) среднее число заявок, обслуженных системой за единицу времени;</li> <li>3) время пребывания в системе;</li> <li>4) количество заявок, поступивших за единицу времени</li> </ol>

№	Вопросы	Варианты ответов
11	При проверке статистической гипотезы $H_0$ по критерию согласия Пирсона величина $\alpha$ - уровень значимости – имеет смысл:	1) вероятность того, что мы отвергаем гипотезу $H_0$ , когда она не верна 2) вероятность того, что мы принимаем гипотезу $H_0$ , когда она не верна 3) вероятность того, что мы принимаем гипотезу $H_0$ , когда она верна 4) вероятность того, что мы отвергаем правильную гипотезу $H_0$ , когда она верна
12	Пусть $N$ – объем выборки, $m_i$ – наблюдаемая частота в $i$ -ом классе, $P_i$ – теоретическая вероятность $i$ – го класса. Тогда при вычислении наблюдаемого значения критерия $\chi^2$ каждое слагаемое будет следующего вида:	1) $\frac{(m_i + NP_i)^2}{NP_i}$ 2) $\frac{(m_i - NP_i)^2}{NP_i}$ 3) $\frac{NP_i}{(m_i + NP_i)^2}$ 4) $\frac{NP_i}{(m_i - NP_i)^2}$
13	Согласно методу наименьших квадратов минимизируется выражение ... , где $y_i, x_i, i = 1, \dots, n$ - выборочные данные зависимой и факторной переменных, $\hat{y}$ – функция регрессии.	1) $F = \sum_{i=1}^n (y_i^2 - \hat{y}_i^2)$ 2) $F = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)$ 3) $F = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ 4) $F = \sum_{i=1}^n  y_i - \hat{y}_i $
14	Коэффициент при факторе $x$ в уравнении парной линейной регрессии называется коэффициентом ...	1) детерминации 2) корреляции 3) регрессии 4) частной корреляции
15	Уравнение регрессии имеет вид $\hat{y} = 4,8 + 0,4 \cdot x$ . Определите величину модуля остатка для наблюдения $x = 4, y = 6,9$ .	1) 0,5 2) 2,1 3) 1,7 4) 1,6
16	Пусть $\hat{Y} = \hat{a} + \hat{b}X$ – выборочное уравнение регрессии. Коэффициент $\hat{b}$ оказался равным 0, выберите наиболее полное утверждение о линии регрессии.	1) линия параллельна оси $x$ 2) линия параллельна оси $y$ 3) линия проходит через точку с координатами $(\bar{X}, \bar{Y})$ 4) справедливы утверждения в п.п. 1 и 3

№	Вопросы	Варианты ответов
17	Укажите значение, которое не может принимать парный коэффициент корреляции:	1) 0,22 2) 1,05 3) 0,98 4) 0,42
18	Уравнение регрессии, построенное на основе десяти измерений, имеет вид $\hat{y} = 3,45 + 0,75 \cdot x$ . Определите среднюю ошибку аппроксимации $\bar{A}$ , если $\sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right  = 0,5$	1) 2,5% 2) 5% 3) 10,2% 4) 7,35%
19	Для проверки значимости коэффициента регрессии $\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x$ используется статистика с распределением...	1) Стьюдента 2) Фишера 3) Гаусса 4) хи-квадрат
20	Пусть уравнение регрессии имеет вид $Y = f(X) + \varepsilon$ . Если выполнено условие $M(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j) = 0$ для разных наблюдений (при $i \neq j$ ), то ошибки ...	1) гомоскедастичны 2) гетероскедастичны 3) автокоррелированы 4) некоррелированы

### Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1	При решении задачи многокритериальной оптимизации суть метода Парето заключается в ...	1) отборе 20% оптимальных стратегий и 80% неоптимальных 2) выборе стратегии, которая по каждому критерию была бы не хуже другой (неоптимальной) и превосходила ее хотя бы по одному критерию 3) оптимальная по Парето стратегия превосходит неоптимальную по 80% значений критериев 4) оптимальная по Парето стратегия – в которой численные значения критериев соответствуют идеальным
2	В теории выбора (многокритериальной оптимизации) рассматриваются только ...	1) взаимно нейтральные критерии 2) кооперированные критерии 3) конкурирующие критерии 4) единственный (главный) критерий
3	При решении задачи многокритериальной оптимизации недостатком методом главного критерия является ...	1) учитывает критерии, стремящиеся только к минимуму 2) не происходит взаимной компенсации критериев 3) не удастся определить единственную оптимальную стратегию 4) субъективизм в определении главного критерия

№	Вопросы	Варианты ответов
4	Дана задача математического программирования с линейной целевой функцией, двумя линейными фазовыми ограничениями, естественными ограничениями. Это задача:	1) линейного программирования 2) нелинейного программирования 3) зависит от того, к минимуму или максимуму стремится целевая функция 4) безусловной линейной оптимизации
5	Коэффициент детерминированности $R^2$ между величинами $x$ и $y$ характеризует:	1) близость среднего значения величины $x$ и среднего значения величины $y$ 2) близость теоретических значений, вычисленных с помощью эмпирической функции, и экспериментальных значений 3) во сколько раз среднее значение величины $x$ больше среднего значения величины $y$ 4) во сколько раз среднее значение величины $y$ больше среднего значения величины $x$
6	Коэффициент линейной корреляции - $\rho$ меняется в пределах:	1) $[-1;1]$ 2) $[0;1]$ 3) $[-1;0]$ 4) $[0;\infty[$
7	В теории игр с природой критерий Лапласа используют, как правило, когда:	1) известны вероятности состояний природы 2) вероятности состояний природы неизвестны 3) значение максимального элемента платежной матрицы больше нуля 4) значение максимального элемента платежной матрицы меньше нуля
8	Если число каналов обслуживания в СМО будет увеличено, то это, как правило, приводит к:	1) увеличению времени ожидания; 2) сокращению времени обслуживания; 3) увеличению очереди на обслуживание; 4) увеличению времени пребывания требования в системе.
9	Если время обслуживания распределено по закону $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ , то параметр $\lambda$ имеет смысл:	1) среднее время обслуживания 2) среднее время простоя устройства 3) среднее число заявок, которое может быть обслужено одним устройством в единицу времени 4) среднее число занятых каналов

№	Вопросы	Варианты ответов
10	Вероятность отказа в обслуживании $P_{отк}$ всегда равна нулю для следующих систем:	1) одноканальная СМО с ограниченной очередью; 2) многоканальная СМО с ограниченной очередью; 3) многоканальная СМО с неограниченной очередью; 4) одноканальная СМО с отказами
11	Приведенная интенсивность потока заявок характеризует:	1) число требований, поступивших в систему за все время работы; 2) число требований, поступивших в систему за единицу времени; 3) число требований, обслуженных системой за время поступления одного; 4) число требований, поступивших в систему за время обслуживания одного
12	Абсолютная пропускная способность СМО – это:	1) время ожидания в очереди; 2) среднее число заявок, обслуженных системой за все время работы; 3) время пребывания в системе; 4) среднее число заявок, обслуживаемое системой за единицу времени
13	Согласно методу наименьших квадратов в качестве оценок параметров парной регрессии $\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x$ принимают величины $b_0$ и $b_1$ , минимизирующие выражение:	1) $\sum_{i=1}^n (y_i - (b_0 + b_1 x_i))^2$ 2) $\sum_{i=1}^n (y_i - (b_0 + b_1 x_i))$ 3) $\sum_{i=1}^n (y_i^2 - (b_0 + b_1 x_i)^2)$ 4) $\sum_{i=1}^n  y_i - (b_0 + b_1 x_i) $
14	Уравнение регрессии имеет вид $\hat{y} = 6,5 + 0,7 \cdot x$ . Определите величину модуля остатка для наблюдения $x = 5$ , $y = 10,4$ .	1) 6,5 2) 0,4 3) 3,2 4) 4,8
15	В зависимости от типа взаимосвязи между факторной и результативной переменными регрессионные модели подразделяются на:	1) статические и динамические 2) линейные и нелинейные 3) стационарные и нестационарные 4) парные и множественные
16	Пусть $\hat{Y} = \hat{a} + \hat{b}X$ – выборочное уравнение регрессии. Коэффициент регрессии $\hat{b}$ оказался равным 0. Выберите наиболее полное утверждение о коэффициенте линейной корреляции - $r$ между признаками $Y$ и $X$	1) $r$ равно 1 2) $r$ равно 0 3) $r$ равно -1 4) нельзя сказать ничего определенного

№	Вопросы	Варианты ответов
17	На основании данных по семи однородным предприятиям концерна построено уравнение регрессии, описывающее зависимость объема продаж $y$ (тыс. шт.) от расходов на рекламу $x$ (усл. ед.): $\hat{y} = 4,8 + 0,4 \cdot x$ . При этом сумма квадратов остатков составила $\sum e_i^2 = 1,1$ . Определите несмещенную оценку дисперсии случайной составляющей.	1) 0,220 2) 0,469 3) 0,248 4) 0,396
18	Средняя ошибка аппроксимации $\bar{A}$ вычисляется по формуле ...	1) $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $ 2) $\sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $ 3) $\frac{1}{n-3} \sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $ 4) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $
19	Для проверки значимости коэффициента детерминации уравнения регрессии $\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x$ используется статистика с распределением:	1 Стьюдента 2 Гаусса 3 Фишера 4 Хи-квадрат
20	Для оценки гетероскедастичности остатков может использоваться тест ...	1) $\chi^2$ 2) Дарбина-Уотсона 3) Стьюдента 4) Гольдфельда-Квандта (Goldfeld-Quandt).

### Вариант 3

№	Вопросы	Варианты ответов
1	Пусть $\ a_{ij}\ $ - платежная матрица, $\ r_{ij}\ $ - матрица рисков ( $j$ – столбец, $i$ -строка). В теории выбора (игр с природой) по формуле $\min_i \max_j r_{ij}$ рассчитывается:	1) критерий Вальда 2) критерий Лапласа 3) критерий Гурвица 4) критерий Сэвиджа
2	Недостатком метода многокритериальной оптимизации – аддитивной функции ценности является:	1) как правило, не удается определить единственную оптимальную стратегию 2) невозможно учесть критерии с разной размерностью 3) учитывает только критерии, стремящиеся к максимуму 4) субъективизм в определении веса каждого критерия

№	Вопросы	Варианты ответов																											
3	Для многократно повторяющейся игры с природой целесообразно использовать критерий:	1) критерий максимального математического ожидания выигрыша 2) критерий Сэвиджа 3) критерий Гурвица 4) критерий Лапласа																											
4	Сопоставляются пять альтернатив (вариантов) по трем критериям. Значение К1 и К3 желательно уменьшить, К2 – увеличить.  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Варианты</th> <th colspan="3">Значения критериев</th> </tr> <tr> <th>К1</th> <th>К2</th> <th>К3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> Какая стратегия будет оптимальна по методу главного критерия, если пороговые значения для К1 равно 3, для К2 равно 2, а главным является К3?	Варианты	Значения критериев			К1	К2	К3	1	1	4	3	2	4	1	1	3	3	4	2	4	4	2	4	5	3	1	3	1) 4 2) 5 3) 1 4) 3
Варианты	Значения критериев																												
	К1	К2	К3																										
1	1	4	3																										
2	4	1	1																										
3	3	4	2																										
4	4	2	4																										
5	3	1	3																										
5	Коэффициент линейной корреляции $-r$ - между величинами $x$ и $y$ характеризует	1) тесноту произвольной функциональной связи 2) тесноту линейной связи между $x$ и $y$ 3) меру близости величин $x$ и $y$ 4) превосходство среднего значения величины $y$ над средним значением величины $x$																											
6	Для данной задачи <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>В1</th> <th>В2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>А1</th> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <th>А2</th> <td>12</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> матрица рисков следующая:		В1	В2	А1	10	15	А2	12	7	1) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>8</td></tr> </table> 2) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>0</td><td>8</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> </table> 3) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>0</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> </table> 4) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td></tr> </table>	2	0	0	8	0	8	2	0	0	5	5	0	5	0	0	5		
	В1	В2																											
А1	10	15																											
А2	12	7																											
2	0																												
0	8																												
0	8																												
2	0																												
0	5																												
5	0																												
5	0																												
0	5																												
7	Пусть $\ a_{ij}\ $ - платежная матрица, $\ r_{ij}\ $ - матрица рисков. При применении критерия Сэвиджа необходимо вычислить следующую величину:	1) $\max_i \min_j a_{ij}$ 2) $\max_j \min_i a_{ij}$ 3) $\min_j \max_i r_{ij}$ 4) $\min_i \max_j r_{ij}$																											

№	Вопросы	Варианты ответов
8	Формулы Эрланга могут применяться для СМО:	1) многоканальные СМО с отказами; 2) замкнутая СМО; 3) многоканальная СМО с накопителем; 4) одноканальная СМО с накопителем;
9	В теории массового обслуживания время обслуживания, как правило, считается распределенным по:	1) равномерному закону 2) нормальному закону 3) показательному закону 4) закону Пуассона
10	Если поток заявок является простейшим и описывается формулой $P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$ , то параметр $\lambda$ имеет смысл:	1) среднее число заявок, поступающих за единицу времени 2) среднее время между поступлением заявок 3) среднее время обслуживания 4) число занятых каналов
11	Вероятность отказа в обслуживании $P_{отк}$ всегда равна нулю для следующих систем:	1) одноканальная СМО с ограниченной очередью 2) многоканальная СМО с ограниченной очередью 3) многоканальная СМО с неограниченной очередью 4) одноканальная СМО с отказами
12	Приведенная интенсивность потока заявок характеризует:	1) число требований, поступивших в систему за все время работы 2) число требований, поступивших в систему за единицу времени 3) число требований, обслуженных системой за время поступления одного 4) число требований, поступивших в систему за время обслуживания одного
13	При проверке статистической гипотезы $H_0$ по критерию согласия Фишера величина $\alpha$ - уровень значимости – имеет смысл:	1) вероятность того, что мы отвергаем гипотезу $H_0$ , когда она не верна 2) вероятность того, что мы принимаем гипотезу $H_0$ , когда она не верна 3) вероятность того, что мы принимаем гипотезу $H_0$ , когда она верна 4) вероятность того, что мы отвергаем правильную гипотезу $H_0$ , когда она верна

№	Вопросы	Варианты ответов
14	Согласно методу наименьших квадратов в качестве оценок параметров парной регрессии $\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x$ принимают величины $b_0$ и $b_1$ , минимизирующие выражение:	1) $\sum_{i=1}^n (y_i - (b_0 + b_1 x_i))^2$ 2) $\sum_{i=1}^n (y_i - (b_0 + b_1 x_i))$ 3) $\sum_{i=1}^n (y_i^2 - (b_0 + b_1 x_i)^2)$ 4) $\sum_{i=1}^n  y_i - (b_0 + b_1 x_i) $
15	Уравнение регрессии имеет вид $\hat{y} = 6,5 + 0,7 \cdot x$ . Определите величину модуля остатка для наблюдения $x = 5, y = 10,4$ .	1) 6,5 2) 0,4 3) 3,2 4) 4,8
16	В зависимости от типа взаимосвязи между факторной и результативной переменными регрессионные модели подразделяются на:	1) статические и динамические 2) линейные и нелинейные 3) стационарные и нестационарные 4) парные и множественные
17	Пусть $\hat{Y} = \hat{a} + \hat{b}X$ – выборочное уравнение регрессии. Коэффициент регрессии $\hat{b}$ оказался равным 0. Выберите наиболее полное утверждение о коэффициенте линейной корреляции - $r$ между признаками $Y$ и $X$	1) $r$ равно 1 2) $r$ равно 0 3) $r$ равно -1 4) нельзя сказать ничего определенного
18	На основании данных по семи однородным предприятиям концерна построено уравнение регрессии, описывающее зависимость объема продаж $y$ (тыс. шт.) от расходов на рекламу $x$ (усл. ед.): $\hat{y} = 4,8 + 0,4 \cdot x$ . При этом сумма квадратов остатков составила $\sum e_i^2 = 1,1$ . Определите несмещенную оценку дисперсии случайной составляющей.	1) 0,220 2) 0,469 3) 0,248 4) 0,396
19	Средняя ошибка аппроксимации $\bar{A}$ вычисляется по формуле ...	1) $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $ 2) $\sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $ 3) $\frac{1}{n-3} \sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $ 4) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left  \frac{e_i}{y_i} \right $

№	Вопросы	Варианты ответов
20	Для проверки значимости коэффициента детерминации уравнения регрессии $\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x$ используется статистика с распределением:	1) Стьюдента 2) Гаусса 3) Фишера 4) Хи-квадрат

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1 Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4»(хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### 6.3.2 Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Ашихмин А.А. Разработка и принятие управленческих решений [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2011. — 80 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3528>.
2. Демидова, Л.А. Принятие решений в условиях неопределенности [Электронный ресурс] / Л.А. Демидова, В.В. Кираковский, А.Н. Пылькин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5151>.
3. Федосеев В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И .В. Орлова и др.; Под ред. В.

В. Федосеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 304 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=389717>

4. Федунец Н.И. Теория принятия решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.И. Федунец, В.В. Куприянов. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 218 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3506>.

5. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие/И.В.Орлова, В.А.Половников. -3-е изд., перераб. И доп. –М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. -389 с.: 60x90 1/16 (п) ISBN 978-5-9558-0208-4. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=324780>

6. Экономико-математические методы и модели: Учебник для бакалавров / Новиков А.И. - М.:Дашков и К, 2017. - 532 с. ISBN 978-5-394-02615-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=937492>

### **7.1.2 Дополнительная литература**

1. Ильченко А.Н. Практикум по экономико-математическим методам [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Финансы и статистика, 2009. — 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5331>. — Загл. с экрана.

2. Хуснутдинов Р.Ш. Экономико-математические методы и модели: учеб. пособие/ Р.Ш.Хуснутдинов. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 224 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430259>

3. Экономико-математические методы в примерах и задачах: Учеб. пос. / А.Н.Гармаш, И.В.Орлова, Н.В.Концевая и др.; Под ред. А.Н.Гармаша - М.: Вуз. уч.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 416с.: 60x90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com).(п) ISBN 978-5-9558-0322-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416547>

4. Экономико-математические методы и модели / Гетманчук А.В., Ермилов М.М. - М.:Дашков и К, 2017. - 186 с.: ISBN 978-5-394-01575-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415314>

### **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>

4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>

10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>

18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### ***Аудитории для проведения лекционных занятий.***

Основная лекционная аудитория включает 36 посадочных мест и имеет:

Мебель:

Стол аудиторный – 18 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул – 40 шт., трибуна – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт.

Компьютерная техника:

Видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision eno 2610A – 1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 750i – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., компьютер Comprimir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., монитор ЖК «17» Dell – 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter – 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., устройство светозащитное – 3 шт., крепление SMS Projector – 1 шт.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по строительной физике и климатологии.

#### ***Аудитории для проведения практических занятий.***

Лаборатории оснащены оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Техническая теплотехника».

Аудитория 1 (24 посадочных мест):

Мебель лабораторная:

Стол аудиторный – 1 шт., стол для компьютера ЛАБ-1200 – 1 шт., стол лабораторный рабочий – 10 шт., стол преподавательский 160×80×75 – 5 шт., стол – 6 шт., стол 140×80 – 1 шт., стул – 22 шт., кресло для преподавателя – 13 шт., шкаф книжный 80×45×191,9 – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM 1 шт., принтер HP LJ 2300 – 1 шт., устройство светозащитное – 1 шт., доска интерактивная Polyvision eno 2610A 1 – шт.

Компьютерная техника:

Системный блок R-Style Proxima MC730IC – 11 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», монитор ЖК17// Dell E177FP – 11 шт., компьютер Comprimir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», источник бесперебойного питания Poverware 5115 750i – 1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., принтер HP LJ 2300 – 1 шт., рекордер DVD LG HDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 512 – 1 шт., масштабатор Kramer VP-720x1 – 1 шт., монитор ЖК 17" Dell – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink RemotePoint Global Presenter – 1 шт., крепление SMS Projector – 1 шт., источник бесперебойного питания APC by Schneider Electric Back-UPS ES 700VA – 1 шт., плакат в рамке – 11 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное

программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Перечень лицензионного программного обеспечения: Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.