

**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**  
доцент Ю.В. Ильюшин

---

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧАСТЬ 2***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки</b>	27.04.03 «Системный анализ и управление»
<b>Направленность (профиль)</b>	Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. Афанасьева О.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, часть 2» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление», утвержденного приказом Минобрнауки России № 837 от 29.07.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Афанасьева О.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления от «05» февраля 2021 г., протокол № 8.**

Заведующий кафедрой САиУ,  
д.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Ю.В. Ильюшин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела  
лицензирования, аккредитации и  
контроля качества образования

\_\_\_\_\_

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса

\_\_\_\_\_

А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины «Математическое моделирование, часть 2»:** является формирование у магистрантов профессиональных знаний и умений применения методов математического моделирования, системного анализа и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики для оценки эффективности использования инфраструктуры, обеспечивающей разработку и сопровождение требований к системам, на основе количественных интегральных показателей.

**Основными задачами дисциплины являются:**

- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы математического моделирования для исследования организационно-управленческой деятельности в больших системах;
- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы адаптивного и робастного управления техническими объектами;
- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики;
- приобретение и развитие компетентности, умения применять методы математического моделирования и системного анализа для контроля показателей эффективности использования инфраструктуры поддержки, разработки и сопровождения требований к системам;
- формирование навыков поддержки разработки и сопровождения требований к большим системам.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование, часть 2» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» (уровень магистратуры), направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах» и изучается во 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математическое моделирование, часть 2» являются «Математическое моделирование, ч. 1».

Дисциплина «Основы экспертизы систем на основе анализа данных» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы экспертизы систем на основе анализа данных», «Ситуационное управление (управление рисками) ресурсами, процессами и технологиями», «Программное обеспечение теории моделирования и принятия решений», «Методы многокритериальной оптимизации в больших системах».

**Особенностью преподавания дисциплины «Математическое моделирование, часть 2»** в рамках основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление», направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах» в **Горном университете** является более глубокое рассмотрение вопросов, касающихся применения методов математического моделирования, системного анализа и робастного управления техническими объектами минерально-сырьевого комплекса в условиях регулярной и хаотической динамики для оценки эффективности использования инфраструктуры, обеспечивающей разработку и сопровождение требований к системам, на основе количественных интегральных показателей.

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование, часть 2» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики	ОПК-9	ОПК-9.1. Знать методы адаптивного и робастного управления техническими объектами; ОПК-9.2. Уметь разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики; ОПК-9.3. Владеть навыками применения методов адаптивного и робастного управления техническими объектами в в условиях регулярной и хаотической динамики.
Способен осуществлять контроль эффективности использования инфраструктуры, обеспечивающей разработку и сопровождение требований к системам, на основе количественных интегральных показателей	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать возможности систем поддержки разработки и сопровождения требований; ПКС-3.2. Уметь осуществлять контроль показателей эффективности использования инфраструктуры поддержки, разработки и сопровождения требований к системам; ПКС-3.3. Владеть навыками поддержки разработки и сопровождения требований к системам.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия (ПЗ)	48	48
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Выполнение курсовой работы	20	20
Подготовка к практическим занятиям	22	22
Подготовка к зачету / дифф. зачету	6	6
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные 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, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Применение методов оптимизации для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	18	6		-	12
Раздел 2 «Прикладной аспект задач линейного программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	30	2	24	-	4
Раздел 3 «Прикладной аспект задач нелинейного программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	30	2	10	-	18
Раздел 4 «Прикладной аспект задач динамического программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	30	2	14	-	14
Итого:	108	12	48	-	48

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1 «Применение методов оптимизации для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	Классификация задач оптимизации. Классические методы оптимизации.	2
2	Раздел 2 «Прикладной аспект задач линейного программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	Постановка задачи линейного программирования. Особенности решения задач линейного программирования. Применение методов решения задач линейного программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах: графический метод; симплекс-метод с естественным базисом и с искусственным; метод простейших аппроксимаций; индексный метод; методы нахождения начального плана; методы решения транспортных задач с избытком запасов, по крите-	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		рию стоимости, по критерию времени; методы отсечения; метод ветвей и границ..	
3	Раздел 3 «Прикладной аспект задач нелинейного программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	<p>Постановка задачи нелинейного программирования. Особенности решения задач нелинейного программирования.</p> <p>Применение методы решения задач нелинейного программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах: графический метод; градиентный метод; метод множителей Лагранжа.</p>	4
4	Раздел 4 «Прикладной аспект задач динамического программирования для анализа организационно-управленческой деятельности в больших системах»	<p>Постановка задачи динамического программирования. Решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки.</p> <p>Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов, решения задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства, распределение ресурсов с вложением доходов в производство.</p>	4
<b>Итого:</b>			<b>12</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2.	Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели.	2
2.	Раздел 2.	Нахождение оптимального решения задачи линейного программирования: графический метод.	2
3.	Раздел 2.	Решения задачи линейного программирования симплекс-методом: симплекс-метод с естественным и искусственным базисом.	2
4.	Раздел 2.	Решение задач методом простейших аппроксимаций.	2
5.	Раздел 2.	Решения транспортных задач: основные методы нахождения начального плана; по критерию стоимости; по критерию времени; с избытком запасов.	4
6.	Раздел 2.	Решения задач целочисленного программирования: метод отсечения; метод ветвей и границ.	4
7.	Раздел 2.	Моделирование организационно-управленческой деятельности в больших системах на основе методов линейного программирования	4
8.	Раздел 2.	Моделирование организационно-управленческой деятельности в больших системах на основе методов целочисленного программирования	4
9.	Раздел 3.	Решение задач нелинейного программирования: метод множителей Лагранжа.	4
10.	Раздел 3.	Решение задач нелинейного программирования: градиентный метод	2
11.	Раздел 3.	Моделирование организационно-управленческой деятельности в больших системах на основе методов нелинейного про-	4

		граммирования	
12.	Раздел 4.	Решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки.	4
13.	Раздел 4.	Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов, решения задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства.	2
14.	Раздел 4.	Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов, решения задачи распределения ресурсов распределение ресурсов с вложением доходов в производство.	4
15.	Раздел 4.	Моделирование организационно-управленческой деятельности в больших системах на основе методов динамического программирования	4
<b>Итого:</b>			<b>48</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Тематика курсовых работ
1.	Особенности процедур и моделирующих алгоритмов случайных величин и числовых последовательностей.
2.	Моделирование случайных процессов в больших системах.
3.	Имитационное моделирование и исследование процессов организационно-управленческой деятельности в больших системах.
4.	Моделирование и обоснование параметров СМО.
6.	Методы сетевого моделирования процессов функционирования больших систем.
7.	Моделирование управленческих процессов методом сетевого планирования: оценка резервов времени. Прикладной аспект задач сетевого планирования.
8.	Применение математического аппарата линейного программирования при решении прикладных задач управления и оптимизации организационно-управленческой деятельности в больших системах.
9.	Применение математического аппарата нелинейного программирования при решении прикладных задач управления и оптимизации организационно-управленческой деятельности в больших системах.
10.	Применение математического аппарата динамического программирования при решении прикладных задач управления и оптимизации организационно-управленческой деятельности в больших системах.
11.	Применение математического аппарата теории игр при решении прикладных задач управления и оптимизации организационно-управленческой деятельности в больших системах.
12.	Исследование характеристик процессов функционирования сложных технических и социально-экономических систем.
13.	Применение современных инструментальных средств и технологий математического моделирования и анализа данных при исследовании деятельности организации
14.	Применение современных инструментальных средств и технологий математического моделирования и анализа данных при исследовании деятельности промышленного предприятия энергетической отрасли
15.	Применение современных инструментальных средств и технологий математического моделирования и анализа данных при исследовании сложных процессов

## 1. 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.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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

**Консультации** (текущая консультация, накануне *дифф. зачета*) 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.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

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

### 6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

#### Раздел 1

1. Управление в динамических системах.
2. Система дифференциальных уравнений.
3. Понятие об устойчивости решения.
4. Задачи анализа и синтеза.
5. Обратная связь.
6. Принцип максимума Понтрягина.
7. Основные типы математических моделей, применяемых в прикладных экономических исследованиях.
8. Формулирование проблемы исследований.
9. Экономико-математическая постановка задачи.
10. Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели.
11. Анализ результатов математического моделирования.
12. Классификация задач оптимизации.
13. Классические методы оптимизации.



## **Раздел 2**

1. Постановка задачи линейного программирования.
2. Свойства задачи линейного программирования.
3. Особенности решения задач линейного программирования.
4. Сущность и особенности решения задачи линейного программирования графическим методом. Построение области допустимых решений. Нахождение оптимального решения.
5. Сущность и особенности решения задачи линейного программирования симплекс-методом.
6. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования с естественным базисом.
7. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования с искусственным базисом.
8. Метод простейших аппроксимаций. Индексный метод.
9. Постановка двойственной задачи линейного программирования. Теоремы двойственности.
10. Решение двойственной задачи симплекс-методом.
11. Постановка транспортной задачи. Особенности решения транспортных задач.
12. Основные методы нахождения начального плана.
13. Решение транспортных задач по критерию стоимости.
14. Решение транспортных задач по критерию времени.
15. Решение транспортных задач с избытком запасов.
16. Методы решения задачи целочисленного программирования: Методы отсечения.
17. Метод ветвей и границ.
18. Метод Гомори.

## **Раздел 3**

1. Постановка задачи нелинейного программирования.
2. Понятия о видах нелинейного программирования.
3. Особенности решения задач нелинейного программирования.
4. Графическое решение задачи нелинейного программирования для функций двух переменных.
5. Решение задачи нелинейного программирования градиентными методами.
6. Прикладной аспект решения задач нелинейного программирования аналитическими методами.
7. Метод множителей Лагранжа: сущность и особенности решения задачи нелинейного программирования.
8. Прогнозирование эффективного использования производственных площадей.
9. Применение моделей и методов нелинейного программирования для обоснования оптимальных решений

## **Раздел 4**

1. Постановка задачи динамического программирования.
2. Интерпретация управления в фазовом пространстве.
3. Решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки.
4. Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов.
5. Метод решения задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства.
6. Задача распределения ресурсов с вложением доходов в производство.
7. Задачи динамического программирования.
8. Принцип оптимальности Беллмана.
9. Решение задач динамического программирования рекурсивным методом.

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

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

1. Разработка математической модели: построение математической модели, верификация математической модели. Процедуры расчета и анализа результатов математического моделирования.
2. Особенности процедур и моделирующих алгоритмов случайных величин и числовых последовательностей.
3. Моделирование случайных процессов.
4. Имитационное моделирование и исследование социально-экономических, технологических и транспортных процессов.
5. Постановка задачи ЛП. Свойства задачи ЛП.
6. Особенности решения задач ЛП.
7. Сущность и особенности решения ЗЛП графическим методом. Построение области допустимых решений. Нахождение оптимального решения.
8. Сущность и особенности решения ЗЛП симплекс-методом.
9. Симплекс-метод решения ЗЛП с естественным базисом.
10. Симплекс-метод решения ЗЛП с искусственным базисом.
11. Метод простейших аппроксимаций. Индексный метод.
12. Постановка двойственной задачи ЛП. Теоремы двойственности.
13. Решение двойственной задачи симплекс-методом.
14. Постановка транспортной задачи. Особенности решения транспортных задач. Основные методы нахождения начального плана.
15. Решение транспортных задач по критерию стоимости.
16. Решение транспортных задач по критерию времени.
17. Решение транспортных задач с избытком запасов.
18. Постановка задачи целочисленного ЛП.
19. Методы решения задачи ЦЛП: Методы отсечения. Метод ветвей и границ.
20. Постановка задачи нелинейного программирования. Понятия о видах нелинейного программирования.
21. Особенности решения задач нелинейного программирования.
22. Графическое решение задачи нелинейного программирования для функций двух переменных.
23. Решение задачи нелинейного программирования градиентными методами.
24. Прикладной аспект решения задач нелинейного программирования аналитическими методами.
25. Метод множителей Лагранжа: сущность и особенности решения задачи нелинейного программирования.
26. Постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве.
27. Решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки.
28. Задача распределения ресурсов: постановка задачи распределения ресурсов, решения задачи распределения ресурсов для двух отраслей производства, распределение ресурсов с вложением доходов в производство.
29. Проблема обработки данных.
30. Математическое описание процессов функционирования систем.
31. Основы имитационного моделирования процессов функционирования систем.
32. Исследование характеристик процессов функционирования сложных технических систем.

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант № 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Как называется минимальное время, за которое может быть выполнен весь комплекс работ?	1. директивный срок. 2. продолжительность. <b>3. критическое время.</b> 4. минимальный временной порог.
2.	Какую продолжительность имеет критический путь?	1. оптимальную. 2. минимальную. 3. номинальную. <b>4. максимальную.</b>
3.	Выбрать формулу для определения среднего квадратического отклонения ...	1. $\sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots x_n^2}{n}}$ . 2. $\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$ . 3. $d = \frac{\sum_{i=1}^n  x_i - \bar{x} }{n}$ . <b>4. <math>\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}</math>.</b>
4.	Выбрать формулу для определения средней арифметической взвешенной ...	1. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ . 2. $\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$ . 3. $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$ . 4. $\bar{x} = (x_{max} - x_{min}) / 2$ .
5.	Выбрать формулу для определения коэффициента вариации ...	1. $R^2 = r_{yx}^2$ . 2. $r_{yx} = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$ . <b>3. <math>V = \frac{\sigma}{\bar{y}} \cdot 100\%</math>.</b> 4. $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left  \frac{y_i - y_{x_i}}{y_i} \right  \cdot 100\%$ .
6.	Выбрать формулу для определения линейного коэффициента корреляции ...	1. $R^2 = r_{yx}^2$ . 2. $V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$ .

		<p>3. <math>r_{yx} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}</math>.</p> <p>4. <math>\tilde{N} = \tilde{n}_I + \tilde{n}_E + \tilde{n}_A</math>.</p>
7.	Выбрать формулу для определения средней геометрической ...	<p>1. <math>\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i</math>.</p> <p>2. <math>\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}</math>.</p> <p>3. <math>\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}</math>.</p> <p>4. <math>\bar{x} = (x_{max} - x_{min}) / 2</math>.</p>
8.	Выберите параметры стандартного нормального распределения	<p>1. <math>M = 0, \sigma = 1</math>.</p> <p>2. <math>M = 0, \sigma = 0</math>.</p> <p>3. <math>M = 1, D = 1</math>.</p> <p>4. <math>M = -1, \sigma = +1</math>.</p>
9.	Оценки Фишборна применяются для ...	<p>1. оценки значимости показателей (характеристик) систем.</p> <p>2. разбиения систем и их элементов на классы.</p> <p>3. декомпозиции систем.</p> <p>4. определения общего ранга системы.</p>
10.	Основное отличие (достоинство) интегрального показателя качества при оценке альтернативных вариантов систем ...	<p>1. позволяет выполнять сравнение нескольких вариантов систем одновременно.</p> <p>2. связывает основные технические характеристики систем (образцов) и средства, затраченные для их достижения.</p> <p>3. позволяет формировать мнение руководителя о перспективах развития организации.</p> <p>4. возможность реализации с помощью пакетов прикладных программ.</p>
11.	Метрика Евклида применяется при оценке вариантов систем ...	<p>1. по совокупности качественных показателей</p> <p>2. по совокупности количественных показателей.</p> <p>3. по совокупности зависимых показателей.</p> <p>4. по экспертным оценкам.</p>
12.	Укажите формулу для оценок Фишборна при простом предпочтении свойств (объектов) ...	<p>1. <math>\alpha_j = \frac{2(n-j+1)}{n(n+1)}</math>.</p> <p>2. <math>\rho_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - 1)}{n(m-1)}</math>.</p> <p>3. <math>\alpha_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{i=1}^n \sigma_{ij}}</math>.</p> <p>4. <math>\alpha_j = \frac{(n-j+1)}{n(n-1)}</math>.</p>
13.	Сумма весов отдельных показателей равна ...	<p>1. нулю.</p> <p>2. максимуму.</p> <p>3. бесконечности.</p> <p>4. единице.</p>

14.	Какую форму нормировки показателя Вы выберите, если уменьшение значений показателя соответствует увеличению качества системы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\alpha_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{i=1}^n \sigma_{ij}}</math>.</li> <li>2. <math>\rho_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - 1)}{n(m-1)}</math>.</li> <li>3. <math>Y_{qj} = \frac{q_i^{\delta_{аз}}}{q_i^{\delta_{нов}}}</math>.</li> <li>4. <math>\tilde{q}_j = \frac{q_{ij}^{\delta_{аз}}}{q_{ij}^{\delta_{нов}}}</math>.</li> </ol>
15.	Какую форму нормировки показателя Вы выберите, если увеличение значений показателя соответствует увеличению качества системы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Y_{qj} = \frac{q_i^{\delta_{нов}}}{q_i^{\delta_{аз}}}</math>.</li> <li>2. <math>\rho_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - 1)}{n(m-1)}</math>.</li> <li>3. <math>\alpha_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{i=1}^n \sigma_{ij}}</math>.</li> <li>4. <math>\alpha_j = \frac{2(n-j+1)}{n(n-1)}</math>.</li> </ol>
16.	Выберите выражение, определяющее отношение интегральных показателей качества сравниваемых систем (образцов) ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Y_{qj} = \frac{q_i^{\delta_{нов}}}{q_i^{\delta_{аз}}}</math>.</li> <li>2. <math>\rho_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - 1)}{n(m-1)}</math>.</li> <li>3. <math>\frac{I_{нов}(t)}{I_{аз}(t)}</math>.</li> <li>4. <math>\alpha_j = \frac{2(n-j+1)}{n(n-1)}</math>.</li> </ol>
17.	Выбрать формулу для определения средней арифметической простой ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}</math>.</li> <li>2. <math>\bar{x} = (x_1 / 2 + x_2 + x_3 \dots x_n / 2) / n - 1</math>.</li> <li>3. <math>\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i</math>.</li> <li>4. <math>\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left  \frac{y_i - y_{x_i}}{y_i} \right  \cdot 100\%</math>.</li> </ol>
18.	Структурными средними исследуемого признака (процесса) являются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. средняя и средняя взвешенная.</li> <li>2. среднее квадратическое и среднее вероятное отклонения.</li> <li>3. асимметрия и эксцесс.</li> </ol>

		<b>4. мода и медиана.</b>
19.	Выбрать формулу для определения дисперсии варьируемого признака ...	$1. \bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n} .$ $2. \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} .$ $3. D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} .$ $4. \bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left  \frac{y_i - y_{x_i}}{y_i} \right  \cdot 100\% .$
20.	Выбрать формулу для определения среднего линейного отклонения ...	$1. \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} .$ $2. \sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}} .$ $3. \bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n} .$ $4. d = \frac{\sum_{i=1}^n  x_i - \bar{x} }{n} .$
21.		

### Вариант 2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Как математически формализовать доверительный интервал прогноза $\Delta$ ?	$1. \Delta = \pm t_{\alpha} S_{\Pi}^2 .$ $2. \Delta = \pm F_{\alpha} \sqrt{\sigma_{\Pi}^2} .$ $3. \Delta = \pm t_{\alpha} \sqrt{S_{\Pi}^2} .$ $4. \Delta = \pm F_{\alpha} \sqrt{S_{\Pi}^2} .$
2.	Что влияет на ширину доверительного интервала результатов статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> <li>заданный закон распределения входных параметров модели.</li> <li>продолжительность одного «прогона» имитационной модели.</li> <li><b>заданная доверительная вероятность.</b></li> <li>величина точечной оценки параметра.</li> </ol>
3.	Какое распределение вероятностей положено в основу процедуры генерирования случайных чисел?	<ol style="list-style-type: none"> <li>нормальное.</li> <li><b>равномерное.</b></li> <li>экспоненциальное.</li> <li>логарифмическое.</li> </ol>
4.	График какой функции используется в графическом методе моделирования случайных величин?	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>функции распределения.</b></li> <li>линейной функции.</li> <li>гиперболы.</li> <li>полигон частот.</li> </ol>
5.	Что представляет собой случайная величина $R$ , воспроизводимая ком-	1. равномерно распределенная на интервале $[-\infty; +\infty]$ псевдослучайная последовательность

	пьютером?	чисел. 2. равномерно распределенная на интервале $[0;1]$ псевдослучайная последовательность чисел. 3. числа, распределенные по экспоненциальному закону. 4. случайная последовательность чисел, распределенная на интервале $[-1;+1]$ по нормальному закону.
6.	Из какого интервала случайных чисел формируется выборка случайных параметров при имитационном моделировании?	1. $[-\infty;+\infty]$ . 2. $[0;1]$ . 3. $[0;\infty]$ . 4. $[-1;+1]$ .
7.	Какое свойство матрицы планирования отражает зависимость $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$ ?	1. симметричности. 2. ортогональности. 3. нормировки. 4. сходимости.
8.	Какое свойство матрицы планирования отражает зависимость $\sum_{i=1}^N x_i^2 = N$ ?	1. симметричности. 2. ортогональности. 3. нормировки. 4. сходимости.
9.	Какое свойство матрицы планирования отражает зависимость $\sum_{i=1}^N x_{iu}x_{ij} = 0$ ?	1. симметричности. 2. нормировки. 3. ортогональности. 4. сходимости.
10.	В чем выражается симметричность матрицы планирования?	1. $\sum_{i=1}^N x_i^2 = N$ . 2. $\sum_{i=1}^N x_{iu}x_{ij} = 0$ . 3. $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$ . 4. $j = \overline{1, k}$ .
11.	В чём выражается свойство нормировки матрицы планирования?	1. $\sum_{i=1}^N x_i^2 = N$ . 2. $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$ . 3. $\sum_{i=1}^N x_{iu}x_{ij} = 0$ . 4. $i = \overline{1, N}$ .
12.	В чём выражается свойство ортогональности матрицы планирования?	1. $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$ . 2. $\sum_{i=1}^N x_{iu}x_{ij} = 0$ . 3. $\sum_{i=1}^N x_i^2 = N$ .

		4. $i = \overline{1, N}$ .
13.	Как называется ориентированный граф, в котором существует лишь одна вершина, не имеющая входящих дуг, и лишь одна вершина, не имеющая выходящих дуг?	1. гистограмма. 2. паутина. 3. <b>сеть</b> . 4. система.
14.	Как называется процесс, требующий затрат времени и ресурсов?	1. фиктивная работа. 2. производительность. 3. функционирование. 4. <b>действительная работа</b> .
15.	Как называется логическая связь между двумя или несколькими работами, указывающая на то, что начало одной работы зависит от результатов другой?	1. действие. 2. <b>фиктивная работа</b> . 3. функционирование. 4. производительность.
16.	Как называется последовательность работ в сетевой модели, в которой конечное событие данной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы?	1. <b>путь</b> . 2. траектория. 3. дуга. 4. граф.
17.	Чему равна продолжительность фиктивной работы?	1. единице. 2. <b>нулю</b> . 3. бесконечности. 4. фиксированной величине.
18.	Как называется сумма длин последовательности дуг, составляющих данный путь?	1. длина участка. 2. <b>длина пути</b> . 3. длина дуги. 4. полный путь.
19.	Как называется событие, которым заканчивается весь комплекс работ?	1. исходное. 2. окончательное. 3. <b>завершающее</b> . 4. финальное.
20.	Какое из событий: 1) исходное; 2) завершающее или 3) все события, лежащие на критическом пути, располагают резервами времени?	1. только завершающее. 2. все. 3. только исходное. 4. <b>ни одно не располагает</b> .

### Вариант 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	В чем заключается цель исследования эффективности?	1. в решении поставленной задачи. 2. <b>в выработке рекомендаций ЛПР</b> . 3. в формировании управляющих воздействий. 4. в выработке оптимального плана.
2.	Реакции систем (вариантов) в различных условиях воздействия окружающей среды удобно представлять в виде ...	1. дерева альтернативных решений. 2. платежной матрицы. 3. матрицу решений. 4. <b>матрицы эффективности</b> .
3.	Что обуславливает сочетание рацио-	1. самоорганизацию.



	нального способа использования активных средств и благоприятно сложившихся условий обстановки?	<p>2. <b>высокую эффективность.</b></p> <p>3. адаптационную способность.</p> <p>4. мобильность.</p>
4.	Что является основной исследовательской концепцией анализа эффективности?	<p>1. аналитический расчет.</p> <p>2. <b>моделирование.</b></p> <p>3. стратегия.</p> <p>4. тактика.</p>
5.	Как распределены промежутки времени между событиями простейшего потока?	<p>1. по равномерному закону.</p> <p>2. по нормальному закону.</p> <p>3. <b>по экспоненциальному закону.</b></p> <p>4. по логарифмическому закону.</p>
6.	Как определяются искомые величины при статистическом испытании?	<p>1. как средние величины параметров при одной реализации.</p> <p>2. <b>как средние величины параметров при большом числе испытаний.</b></p> <p>3. как средние величины от полученных и требуемых параметров.</p> <p>4. как минимальные величины параметров.</p>
7.	Что относится к недостатку имитационного моделирования?	<p>1. моделирование очень сложных систем и процессов любой физической природы.</p> <p>2. <b>необходимость проведения большого числа испытаний.</b></p> <p>3. необходимость учета случайных факторов.</p> <p>4. неопределенность функционирования сложной системы.</p>
8.	Что включает в себя точечное оценивание выходных параметров имитационного моделирования?	<p>1. <b>определение выборочного среднего.</b></p> <p>2. определение уровня значимости.</p> <p>3. определение доверительной вероятности.</p> <p>4. определение выборочной дисперсии.</p>
9.	От чего зависит ширина интервала оценки выходного параметра имитационной модели?	<p>1. от значений характеристик генеральной совокупности.</p> <p>2. от величины оценки выходного параметра.</p> <p>3. от продолжительности одного «прогона» имитационной модели.</p> <p>4. <b>от уровня значимости, задаваемого ЛПР.</b></p>
10.	С использованием какого метода генерируются случайные числа при имитационном моделировании?	<p>1. <b>метода обратных функций.</b></p> <p>2. метода последовательных приближений.</p> <p>3. метода наименьших квадратов.</p> <p>4. метода попарного сравнения.</p>
11.	Какой величине пропорциональна ошибка метода статистических испытаний?	<p>1. <math>\frac{1}{N^2}</math>.</p> <p>2. <math>\frac{1}{N}</math>.</p> <p>3. <math>\frac{1}{\sqrt{N}}</math>.</p> <p>4. <math>N</math>.</p>
12.	Какой недостаток имеет точечное оценивание выходных параметров имитационной модели?	<p>1. не дает сведений о свойствах оценки параметра.</p> <p>2. <b>не дает сведений о мере «разброса» параметра относительно</b></p>

		<p><b>математического ожидания.</b></p> <p>3. не дает сведений о точности и надежности результата.</p> <p>4. не дает представления о величине параметра.</p>
13.	Требуемое число статистических испытаний для заданной точности определяется по зависимости ...	<p>1. <math>N = \frac{t}{\varepsilon^2} \sigma_y^2</math>.</p> <p>2. <math>N = \varepsilon^2 t^2 \sigma_y^2</math>.</p> <p>3. <math>N = \frac{t^2}{\varepsilon^2} \sigma_y^2</math>.</p> <p>4. <math>N = \frac{t^2}{\sigma_y^2} \varepsilon^2</math>.</p>
14.	В чем отличие активного факторного имитационного эксперимента от пассивного?	<p>1. в активном моделировании внешней среды.</p> <p>2. <b>в одновременном варьировании совокупности входных параметров.</b></p> <p>3. в параллельном использовании натурального эксперимента.</p> <p>4. в получении результатов в реальном масштабе времени.</p>
15.	Что означает процедура «верификация прогноза»?	<p>1. определение трудоемкости прогноза.</p> <p>2. определение реализации прогноза на ЭВМ.</p> <p>3. <b>определение точности и достоверности прогноза.</b></p> <p>4. определение категории прогноза.</p>
16.	Какое из требований предъявляется к факторам при активном факторном эксперименте?	<p>1. ординарности.</p> <p>2. отсутствие последействия.</p> <p>3. <b>однозначности.</b></p> <p>4. нормальности.</p>
17.	Когда есть основания принять исходную статистическую гипотезу?	<p>1. когда имеется двусторонняя критическая область.</p> <p>2. когда расчетное значение критерия попадает в критическую область.</p> <p>3. когда расчетное значение критерия не попадает в область допустимых значений.</p> <p>4. <b>когда расчетное значение критерия попадает в область допустимых значений.</b></p>
18.	Гипотеза $H_0$ представляет собой ...	<p>1. альтернативную (конкурирующую) гипотезу.</p> <p>2. обобщенную гипотезу.</p> <p>3. единичную (частную) гипотезу.</p> <p>4. <b>исходную (основную) гипотезу.</b></p>
19.	Гипотеза $H_1$ представляет собой ...	<p>1. <b>альтернативную (конкурирующую) гипотезу.</b></p> <p>2. обобщенную гипотезу.</p> <p>3. единичную (частную) гипотезу.</p> <p>4. исходную (основную) гипотезу.</p>
20.	Что является ошибкой первого рода или «риском поставщика»?	<p>1. отрицательное заключение по верной гипотезе <math>H_1</math>.</p>

	<p>2. отрицательное заключение по верной гипотезе <math>H_0</math>.</p> <p>3. положительное заключение по верной гипотезе <math>H_0</math>.</p> <p>4. положительное заключение по неверной гипотезе <math>H_1</math>.</p>
--	---

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные 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

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

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

#### 6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
<p>Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы</p>	<p>Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки</p>	<p>Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины</p>	<p>Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины</p>

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник для бакалавров / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2020. - 642 с. - ISBN 978-5-394-03716-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093213>
2. Гусева, Е. Н. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие / Е. Н. Гусева. - 4-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-89349-976-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843162>
3. Методы принятия управленческих решений : учебное пособие / В. Л. Сендеров, Т. И. Юрченко, Ю. В. Воронцова, Е. Ю. Бровцина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 227 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011735-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1145303>
4. Новиков, А. И. Исследование операций в экономике : учебник для бакалавров / А. И. Новиков. — 2-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2020. — 352 с. - ISBN 978-5-394-03813-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081677>
5. Сигал, А. В. Моделирование экономики : учебное пособие / А.В. Сигал. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 283 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1096081. - ISBN 978-5-16-016314-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1096081>
6. Системный анализ в управлении : учебное пособие / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова, А.А. Кукушкин ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 450 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5923d5ac7ec116.40684446. - ISBN 978-5-00091-427-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1247147>
7. Сукар, Л. Вероятностные графовые модели: принципы и приложения / Луис Энрике Сукар ; пер. с англ. А. В. Снастина. - Москва : ДМК Пресс, 2021. - 338 с. - ISBN 978-5-97060-874-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1225376>
8. Царев, Р. Ю. Основы распределенной обработки информации: Учебное пособие / Царёв Р.Ю., Прокопенко А.В., Никифоров А.Ю. - Краснояр.:СФУ, 2015. - 180 с.: ISBN 978-5-7638-3386-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967646>
9. Экономико-математические методы в примерах и задачах : учебное пособие / И. В. Орлова, Н. В. Концевая, Е. Н. Горбатенко, В. А. Большаков ; под ред. А. Н. Гармаша. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2019. — 416 с. - ISBN 978-5-9558-0322-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989448>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Бабешко, Л. О. Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R : учебник / Л.О. Бабешко, И.В. Орлова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 300 с. : ил. — (Высшее образование : Магистратура). — DOI 10.12737/1079837. - ISBN 978-5-16-016059-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1771210>
2. Голиков, А. М. Защита информации в инфокоммуникационных системах и сетях : учебное пособие / А. М. Голиков. - Томск : ТУСУР, 2015. - 284 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845860>
3. Михайлов, А.Ю. Основы планирования, организации и управления в строительстве : учеб. пособие / А.Ю. Михайлов. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0355-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053296>
4. Прикладные методы для решения задач электроэнергетики и агроинженерии : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Н. Шемякин, С.В. Аникуев. — Москва : ФОРУМ

: ИНФРА-М, 2020. — 176 с. — (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-940-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1041952>

5. Сафиуллин, Р. Н. Основы научных исследований в управлении и организации технологических процессов на транспорте : учебное пособие / Р. Н. Сафиуллин, В. Н. Федотов, М. В. Богданов ; под. ред. Р. Н. Сафиуллина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 280 с. - ISBN 978-5-4499-1608-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870623>

6. Сток, Д. Введение в эконометрику / Д. Сток, М. Уотсон ; пер. с англ. ; под науч. ред. М.Ю. Турунцевой. — Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 864 с. — (Академический учебник). - ISBN 978-5-7749-0865-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043159>

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Основы системного анализа и управления [Электронный ресурс] : учебник / О. В. Афанасьева [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Горн. ун-т, 2017. - 552 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bn\\_s\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<>I=65%2E9%D1%8F73%2F%D0%9E%2D75%2D746663175<>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bn_s_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<>I=65%2E9%D1%8F73%2F%D0%9E%2D75%2D746663175<>)

### 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 «Рукопонт»»: <http://rucont.ru/>

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

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

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

1. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ

Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 10 шт., компьютерное кресло – 23 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска аудиторная под фло-мастер – 1 шт., лазерный принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

2. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ

Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 9 шт., компьютерное кресло – 17 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), лазерный принтер – 1 шт., доска – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012), GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

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

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. 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: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.  
CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

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

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **2. 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., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)



3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"

5. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 " На поставку программного обеспечения".