

**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 А.С. Афанасьев

---

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ПЛАНИРОВАНИИ**  
**ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИНЖЕНЕРНОМ АНАЛИЗЕ**

**Уровень высшего образования:** Магистратура

**Направление подготовки:** 23.04.01 Технология транспортных процессов

**Направленность (профиль):** Организация перевозок и безопасность движения

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** доцент Бородина Ю.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «23.04.01 Технология транспортных процессов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 908 от 07.08.2020;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «23.04.01 Технология транспортных процессов», направленность (профиль) «Организация перевозок и безопасность движения».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н. Ю.В. Бородина

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры транспортно-технологических процессов и машин от 31.01.2022 г., протокол № 7.**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.в.н. Афанасьев А.С.  
профессор

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование знаний и навыков, необходимых студенту для организации и планирования научной работы.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление с теоретическими положениями и основами теории планирования экспериментов;

- формирование практических навыков для выполнения экспериментальных исследований, а также последующей обработки их результатов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «23.04.01 Технология транспортных процессов» и изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методология научного творчества», «Современные средства имитационного моделирования транспортных комплексов».

Особенностью дисциплины является формирование представлений о методах планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных.

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

Процесс изучения дисциплины «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1	УК-1.1. Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. УК-1.2. Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. УК-1.3. Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.
Способен изучать, анализировать и применять методологию научно-исследовательской работы на основе фундаментальных основ научной базы в соответствии с объектами профессио-	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает основные понятия, категории и инструменты научных исследований; организацию научной работы, патентного и библиографического поиска, мировых баз данных реферативной и аналитической информации о научных исследованиях проведения научных исследований. ПКС-1.2. Умеет осуществлять научный поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
нальной деятельности		технической информации, выбор методик и средств решения задач. ПКС-1.3. Владеет: навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных, полученных в результате научно-исследовательской работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности.
Способен обеспечивать предприятие технологиями логистической деятельности по перевозке груза в цепи поставок	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает способы, приемы и методы оптимизации транспортно-логистических схем доставки грузов. ПКС-3.2. Знает подходы к обучению и особенности обучения персонала предприятия по перевозке груза в цепи поставок. ПКС-3.3. Умеет формировать требования к оказанию логистических услуг перевозки груза в цепи поставок предприятием.
Способен планировать необходимые ресурсы для обеспечения развития автотранспортных средств и их компонентов предприятия	ПКС-4	ПКС-4.1. Знает принципы проектирования и построения логистических систем, формирования логистических связей. ПКС-4.2. Умеет анализировать лучшие практики по организации процесса перевозки груза в цепи поставок. ПКС-4.3. Умеет планировать мероприятия по развитию процесса перевозки груза в цепи поставок с учетом маркетинговых исследований рынка.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	96	96
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка к зачету / дифф. зачету	-	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>Э (36)</b>

<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

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

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

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Планирование эксперимента и его задачи»	16	2	-	4	10
Раздел 2 «Случайная величина. Функции и законы распределения»	20	2	-	4	14
Раздел 3 «Основы планирования эксперимента»	22	4	-	6	12
Раздел 4 «Статистические оценки параметров распределения»	16	2	-	4	10
Раздел 5 «Статистическая обработка экспериментальных данных»	18	2	-	4	12
Раздел 6 «Корреляционный анализ»	20	2	-	4	14
Раздел 7 «Регрессионный анализ»	32	2	-	6	24
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>96</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Планирование эксперимента и его задачи	Понятие эксперимента. Факторы, отклики и требования к ним. Виды экспериментальных исследований.	2
2.	Случайная величина. Функции и законы распределения	Понятие о случайной величине. Функция и закон распределения. Нормальный закон распределения. Определение вида закона распределения.	2
3.	Основы планирования эксперимента	Эксперимент как объект планирования. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Композиционные планы второго порядка.	4
4.	Статистические оценки параметров распределения	Понятие о генеральной совокупности и выборке. Точечные оценки. Интервальные оценки.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
5.	Статистическая обработка экспериментальных данных	Отсев грубых погрешностей. Проверка однородности двух дисперсий. Проверка однородности нескольких дисперсий. Сравнение средних значений выборок.	2
6.	Корреляционный анализ	Понятие о корреляции и типах связи. Парная линейная корреляция. Корреляционное отношение.	2
7.	Регрессионный анализ	Модели регрессионного анализа. Получение регрессионной зависимости. Проверка значимости коэффициентов регрессии. Проверка адекватности уровня регрессии.	2
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.4. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Основы планирования эксперимента	4
2.	Раздел 2.	Анализ экспериментальных данных	4
3.	Раздел 3.	Построение математического плана эксперимента	6
4.	Раздел 4.	Определение точечных и интервальных оценок	4
5.	Раздел 5.	Определение статистической значимости результатов эксперимента	4
6.	Раздел 6.	Корреляционное отношение для массива данных	4
7.	Раздел 7.	Регрессионный анализ	6
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.5. Курсовая работа

Курсовые работы 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:

-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 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, 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. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Планирование эксперимента и его задачи**

1. Что такое эксперимент?
2. Дайте определение понятию «объект исследования».
3. Что такое фактор?
4. Что представляет собой отклик?
5. Что такое функция отклика?
6. Назовите основные требования к факторам.
7. На какие группы можно подразделять факторы?
8. По каким признакам выполняется классификация экспериментальных исследований?
9. Приведите основные виды экспериментов.

#### **Раздел 2. Случайная величина. Функции и законы распределения**

1. Что такое случайная величина?
2. Почему результаты эксперимента необходимо обрабатывать как случайные величины?
3. Какие бывают случайные величины?
4. Что такое функция распределения?
5. Что такое плотность распределения?
6. Что такое нормальный закон распределения?
7. Приведите признаки нормального закона распределения.
8. Что такое критерий Пирсона?
9. Как построить гистограмму распределения?

#### **Раздел 3. Основы планирования эксперимента**

1. Для чего применяется математическое планирование эксперимента?
2. Перечислите виды планов экспериментов.
3. Как определить необходимое количество опытов в эксперименте?
4. Как определить количество опытов для разных видов планов?
5. Как осуществляется планирование полного факторного эксперимента?
6. Как осуществляется планирование дробного факторного эксперимента?
7. Как составить ортогональный композиционный план?
8. Как составить ротабельный композиционный план?
9. Что такое уравнение регрессии?

#### **Раздел 4. Статистические оценки параметров распределения**

1. Что такое генеральная совокупность?
2. Что такое выборка?
3. В чем различие между генеральной совокупностью и выборкой?
4. Какие существуют точечные оценки?
5. В чем отличие интервальных оценок от точечных?
6. Что такое доверительный интервал?
7. Как построить доверительный интервал для математического ожидания?
8. Как построить доверительный план для генеральной дисперсии?
9. Как построить доверительный интервал для генерального среднеквадратичного отклонения?
10. Что такое доверительная вероятность?

#### **Раздел 5. Статистическая обработка экспериментальных данных**

1. Что такое грубая погрешность?
2. Что такое «правило трех сигм»?
3. С помощью каких методов можно производить исключение грубых погрешностей из выборки?
4. В каких случаях необходимо сравнение параметров распределения двух или более выборок?
5. Как сравнить две выборки при помощи критерия Фишера?
6. Как произвести проверку однородности дисперсий выборок с использованием критерия Кохрена?

#### **Раздел 6. Корреляционный анализ**

1. Что такое корреляция?
2. В каких случаях используется корреляционный анализ?
3. Перечислите виды корреляции.
4. Что показывает коэффициент парной корреляции?
5. Как вычислить коэффициент парной корреляции?
6. Как по значению коэффициента парной корреляции определить степень и направление связи между величинами?
7. Как провести проверку значимости парного коэффициента корреляции?
8. В каких случаях необходимо вычислять корреляционное отношение?
9. Как производится расчет корреляционного отношения?
10. Как по значению корреляционного отношения определить степень и направление связи между величинами?

#### **Раздел 7. Регрессионный анализ**

1. Для чего применяется регрессионный анализ?
2. Как определить коэффициенты регрессии?
3. Как произвести проверку значимости коэффициентов регрессии?
4. С какой целью производится проверка значимости коэффициентов регрессии?
5. Какие меры необходимо принять, если коэффициент регрессии получился незначимым?
6. Что понимается под адекватностью уровня регрессии?
7. Для чего необходимо выполнять проверку адекватности уровня регрессии?
8. Какие действия необходимо предпринять, если адекватность уравнения не подтвердилась?



## 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

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

1. Наблюдение, пассивный и активный эксперимент как способы изучения биологических объектов.
2. Системный подход к изучению биологических объектов.
3. Отклик системы на внешнее воздействие.
4. Понятие фактора.
5. Уровни (градации) фактора.
6. Факторное пространство.
7. Функция отклика.
8. Рандомизация.
9. Понятие плана.
10. Дисперсионный анализ.
11. Задачи, решаемые с помощью дисперсионного анализа.
12. Однофакторный дисперсионный анализ.
13. Градации фактора, дублирующие эксперименты, рандомизация.
14. План эксперимента для однофакторного дисперсионного анализа.
15. Расчет общей, факториальной и остаточной дисперсии и степеней свободы.
16. Оценка силы и достоверности влияния фактора.
17. Анализ расчетных значений и средних величин отклика.
18. Двухфакторный дисперсионный анализ.
19. Градации факторов, число дублирующих экспериментов, рандомизация.
20. План эксперимента для двухфакторного дисперсионного анализа.
21. Расчет дисперсии и числа степеней свободы двухфакторного дисперсионного анализа.
22. Оценка силы и достоверности влияния факторов и их взаимодействия.
23. Анализ расчетных значений и средних величин отклика.
24. Планирование эксперимента в условиях неоднородности.
25. Латинские квадраты.
26. Ортогональные латинские квадраты.
27. Греко-латинские квадраты.
28. Планирование трех и четырех факторного эксперимента с использованием латинских и греко-латинских квадратов.
29. Преимущества и ограничения.
30. Расчет дисперсии, числа степеней свободы.
31. Оценка силы и достоверности влияния факторов.
32. Планы экспериментов, позволяющие построить математическую модель.
33. Планы для построения линейной модели.
34. Полный факторный эксперимент  $2^k$ .
35. Выбор факторов, области их задания, оценка шага, кодирование переменных.
36. План полного факторного эксперимента  $2^k$ .
37. Свойства плана.
38. Дисперсионный анализ.
39. Регрессионный анализ.
40. Оценка значимости коэффициентов регрессии.

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Приближенным числом $a$ называют число, незначительно отличающиеся от....	1. Точного $A$ ; 2. Неточного $A$ ; 3. Среднего $A$ ; 4. Приблизительного $A$ .
2.	Задача принятия решения заключается в ...	1. В выборе среди множества решений такого, которое являлось бы лучшим; 2. В выборе среди множества решений любого, которое дало бы результат; 3. В определении среди решений такого, которое можно было бы осуществить; 4. Все перечисленное выше.
3.	$a$ называется приближенным значением $A$ по недостатку, если	1. $a < A$ ; 2. $a > A$ ; 3. $a = A$ ; 4. $a \geq A$ .
4.	$a$ называется приближенным значением числа $A$ по избытку, если	1. $a > A$ ; 2. $a < A$ ; 3. $a = A$ ; 4. $a \geq A$ .
5.	Под ошибкой или погрешностью $\Delta a$ приближенного числа $a$ обычно понимается разность между соответствующим точным числом $A$ и данным приближением, т.е.	1. $\Delta a = A - a$ ; 2. $\Delta a = A + a$ ; 3. $\Delta a = A/a$ ; 4. $a = \Delta a - A$ .
6.	Абсолютная погрешность приближенного числа	1. $\Delta =  \Delta a $ ; 2. $\Delta a = a$ ; 3. $\Delta =  a $ ; 4. $A =  \Delta a $ .
7.	Абсолютная погрешность	1. $\Delta =  A - a $ ; 2. $\Delta A = a$ ; 3. $\Delta =  B - a $ ; 4. $a =  A + a $ .
8.	Предельную абсолютную погрешность вводят если	1. Число $A$ не известно; 2. Число $a$ не известно; 3. $\Delta$ не известно; 4. $A - a$ не известно.
9.	Когда применяется экспертный метод?	1. Когда невозможно использовать другие экспериментальные методы; 2. Когда невозможно использовать экспериментальный и расчетный методы; 3. Когда невозможно использовать экспертный метод при проверке АТС; 4. Когда невозможно использовать расчетные методы.
10.	Что такое метод Дельфи?	1. Итеративная процедура, позволяющая подвергнуть мнение всех экспертов критическому анализу со стороны ведущего эксперта; 2. Процедура, позволяющая подвергнуть мнение каждого эксперта критическому анализу со стороны всех остальных экспертов; 3. Итеративная процедура, позволяющая согласовать мнение каждого эксперта со

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		всеми остальными экспертами; 4. Итеративная процедура, позволяющая подвергнуть мнение каждого эксперта критическому анализу со стороны всех остальных экспертов.
11.	При какой величине коэффициента корреляции между мнениями экспертов имеется согласие?	1. Если $W \geq 0,9$ ; 2. Если $W = 0,5$ ; 3. Если $W \geq 0,2$ ; 4. Если $W \geq 0,4$ ;
12.	Системы распознавания образов классифицируются:	1. Детерминированные, вероятностные, логические, структурные, программные, системы с использованием методов потенциалов, экспертные. 2. Детерминированные, вероятностные, логические, структурные, нейронные сети, системы с использованием методов потенциалов, экспертные. 3. Детерминированные, вероятностные, логические, структурные, нейронные сети, системы с использованием методов потенциалов, математические. 4. Детерминированные, вероятностные, логические, когнитивные, нейронные сети, системы с использованием методов потенциалов, экспертные.
13.	Относительная погрешность	1. $\sigma = \Delta/ A $ ; 2. $\sigma = \Delta$ ; 3. $\sigma = \Delta/v$ ; 4. $\sigma = a - A$ .
14.	Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи	1. Погрешность задачи; 2. Погрешность метода; 3. Погрешность действия; 4. Начальная.
15.	Погрешности, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе	1. Остаточная погрешность; 2. Абсолютная; 3. Относительная; 4. Начальная погрешность.
16.	Методы анализа моделей:	1. Аналитические, табличные, графоаналитические; 2. Теоретические, графические, графоаналитические. 3. Аналитические, графические, графоаналитические; 4. Аналитические, расчетные, графоаналитические.
17.	Математическая модель это:	1. Формализованное описание объекта, необходимое для решения задач; 2. Формализованное описание объекта, необходимое для устранения отказов; 3. Натуральное описание объекта, необходимое для решения задач; 4. Формализованное описание методов контроля, необходимое для решения задач.
18.	На чем базируются статистические методы последовательного распознавания технического состояния АТС?	1. На методах Байеса и Дельфи; 2. На методах формализации и Вальда 3. На методах индукции и синтеза.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. На методах Байеса и Вальда.
19.	Аналитические модели позволяют:	1. Решать оптимизационные задачи и получать соотношения между состояниями и показателями качества; 2. Решать оптимизационные задачи и получать соотношения между параметрами и показателями качества; 3. Решать конкретные задачи и получать соотношения между состояниями параметров и показателями качества; 4. Решать оптимизационные задачи и получать соотношения между состояниями параметров и показателями технического состояния.
20.	Предельная абсолютная погрешность	1. Δа; 2. Δв; 3. ΔА; 4. А.

### Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Экстраполирование это:	1. Нахождение значений функции в точке, лежащей на отрезке наблюдения; 2. Нахождение значений функции в точке, лежащей вне графика наблюдения; 3. Нахождение значений функции в точке, лежащей вне отрезка наблюдения; 4. Нахождение значений функции в точке, лежащей на и вне отрезка наблюдения.
2.	Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров	1. Начальные; 2. Конечные; 3. Абсолютные; 4. Относительные.
3.	Погрешности, связанные с системой счисления	1. Погрешность округления; 2. Погрешность действий; 3. Погрешности задач; 4. Относительная погрешность.
4.	Числовой ряд называют сходящимся, если	1. Существует предел последовательности его частных сумм; 2. Возможно найти сумму ряда; 3. Существует последовательность; 4. Существует предел разности.
5.	Распознавание образов производится:	1. Путем совмещения значений параметров или действующего процесса с их свойствами; 2. Путем совмещения текущих значений параметров или действующего процесса с эталонными; 3. Путем совмещения текущих значений параметров или прогнозируемого процесса с эталонными; 4. Путем совмещения текущих значений параметров или действующего процесса с эталонным.
6.	С помощью этого метода число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с перво-	1. Процесс Герона; 2. Формула Тейлора; 3. Формула Маклорена;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	начальным количеством	4. Метод Крамера.
7.	Определить нижнее число и верхнее число перемен знаков в системе 1, 0, 0, -3, 1.	1. 2 и 4; 2. 3 и 1; 3. 0 и 4; 4. 3 и 2.
8.	Две матрицы одного и того же типа, имеющие одинаковое число строк и столбцов, и соответствующие элементы их равны, называют	1. Равными; 2. Одинаковыми; 3. Разными по рангу; 4. Транспонированными.
9.	Укажите свойства суммы матриц $A+(B+C)=...$	1. $(A+B)+C$ ; 2. $(B+A)*C$ ; 3. $ABC$ ; 4. $A+B+C*A$ .
10.	Метод толерантных границ используется:	1. При большой статистической выборке и при невозможности установить экономические зависимости; 2. При малой статистической выборке и при возможности установить экономические зависимости; 3. При отсутствии статистической выборки и при невозможности установить экономические зависимости; 4. При малой статистической выборке и при невозможности установить экономические зависимости.
11.	Для чего предназначен визуально-оптический контроль?	1. Для проверки качества выполненных работ; 2. Для обнаружения поверхностных дефектов: трещин, разрывов; 3. Для выявления несоответствия параметров; 4. Для количественной оценки качества выполненных работ.
12.	Укажите название матрицы $-A=(-1)A$	1. Противоположная; 2. Обратная; 3. Равная; 4. Транспонированная.
13.	Заменив в матрице типа $m \times n$ строки соответственно столбцами получим	1. Транспонированную матрицу; 2. Равную матрицу; 3. Обратную матрицу; 4. Квадратную матрицу.
14.	С какой матрицей совпадает дважды транспонированная матрица	1. С исходной; 2. С обратной; 3. С нулевой; 4. С единичной.
15.	Нахождение обратной матрицы для данной называется	1. Обращение данной матрицы; 2. Транспонированием; 3. Суммой матриц; 4. Произведением матриц.
16.	Максимальный порядок минора матрицы, отличного от нуля, называют	1. Рангом; 2. Пределом; 3. Рядом; 4. Сходимостью.
17.	Разность между наименьшим из чисел $m$ и	1. Дефектом;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	n и рангом матрицы называется	2. Пределом; 3. Рангом; 4. Определителем.
18.	Существующие и имеющие важное значение матричные степенные ряды бывают	1. Правые и левые; 2. Средние; 3. Верхние и нижние; 4. Дифференцируемые.
19.	Матричные ряды дают возможность определять	1. Трансцендентные функции матрицы; 2. Миноры матричного ряда; 3. Сходящиеся ряды; 4. Геометрические прогрессии.
20.	Матрица разбитая на клетки, называется клеточной и ...	1. Блочной; 2. Равной; 3. Квазидиагональной; 4. Средней.

### Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Если элементы квадратной матрицы, стоящие выше (ниже) главной диагонали, равны нулю, то матрицу называют	1. Треугольной; 2. Нулевой; 3. Диагональной; 4. Единичной.
2.	Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы	1. Точный метод; 2. Метод релаксации; 3. Метод итерации; 4. Приближенный метод.
3.	Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов	1. Итерационный метод; 2. Точный метод; 3. Приближенный метод; 4. Относительный метод.
4.	Этот метод является наиболее распространенным приемом решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного исключения неизвестных	1. Метод Гаусса; 2. Метод Крамера; 3. Метод обратных матриц; 4. Аналитический метод.
5.	Целый однородный полином второй степени от n переменных называется	1. Квадратичной формой; 2. Кубической формой; 3. Прямоугольной формой; 4. Матричной формой.
6.	Простейшая форма этого метода заключается в том, что на каждом шаге обращают в нуль максимальную по модулю невязку путем изменения значения соответствующей компоненты приближения	1. Метод ослабления; 2. Итерационный метод; 3. Метод обратных матриц; 4. Метод Гаусса.
7.	Любая совокупность n-мерных векторов, рассматриваемая с установленными в ней операциями сложения векторов и умножения вектора на число, не выходящими за пределы этой совокупности называется	1. Линейным векторным пространством; 2. Плоскостью векторов; 3. Скалярным произведением векторов; 4. Сходимостью векторного пространства.
8.	Максимальное число линейно независимых векторов n-мерного пространства $E_n$ в точности равно	1. Размерности этого пространства; 2. Соразмерности векторов; 3. Сумме линейных векторов; 4. Совокупности единичных векторов.
9.	Название любой совокупности n линей-	1. Базис;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	но независимых векторов $n$ -мерного пространства	2. Орт; 3. Вектор; 4. Скаляр.
10.	Как иначе называют метод бисекций?	1. Метод половинного деления; 2. Метод хорд; 3. Метод пропорциональных частей; 4. Метод коллокации.
11.	Методы решения уравнений делятся на:	1. Прямые и итеративные; 2. Прямые и косвенные; 3. Начальные и конечные; 4. Простые и сложные.
12.	Кто опубликовал формулу для решения кубического уравнения?	1. Кардано; 2. Галуа; 3. Абеле; 4. Дарбу.
13.	Отделение корней можно выполнить двумя способами:	1. Аналитическим и графическим; 2. Приближением и отделением; 3. Аналитическим и систематическим; 4. Приближением последовательным и параллельным.
14.	При контроле решения алгебраического уравнения может быть полезна:	1. Теорема Виета; 2. Теорема Ньютона; 3. Теорема Пиррона; 4. Теорема Штурма.
15.	Последовательность, удовлетворяющая условию Коши, называется:	1. Фундаментальной последовательностью; 2. Рекуррентной последовательностью; 3. Итеративной последовательностью; 4. Двусторонней последовательностью.
16.	Метод хорд-	1. Частный случай метода итераций; 2. Частный случай метода коллокации; 3. Частный случай метода прогонки; 4. Частный случай метода Гаусса.
17.	Свойство самоисправляемости:	1. Усиливает надежность метода; 2. Не влияет на конечный результат; 3. Влияет на конечный результат; 4. Считается ошибочным.
18.	Как иначе называют метод Ньютона?	1. Метод касательных; 2. Метод коллокации; 3. Метод прогонки; 4. Метод итераций.
19.	Как иначе называют метод хорд?	1. Метод пропорциональных частей; 2. Метод касательных; 3. Метод коллокации; 4. Метод бисекций.
20.	Все методы вычисления интегралов делятся на:	1. Точные и приближенные; 2. Прямые и итеративные; 3. Прямые и косвенные; 4. Приближенные и систематические.

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«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, 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	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

- Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2016. - 182 с. - ISBN 978-5-87623-990-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1242914>
- Соколов, Г. А. Введение в регрессионный анализ и планирование регрессионных экспериментов в экономике : учебное пособие / Г. А. Соколов, Р. В. Сагитов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 202 с. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-003646-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1001125>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

- Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / Н.Н. Лычкина. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 254 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/724](http://www.dx.doi.org/10.12737/724). - ISBN 978-5-16-004675-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/933890>



### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Адлер, Ю. П. Введение в планирование экспериментов : учебное пособие / Ю. П. Адлер. - Москва : ИД МИСиС, 2014. - 36 с. - ISBN 978-5-87623-770-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230503>
2. Пискажова, Т. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Т. В. Пискажова, Т. В. Донцова, Г. Б. Даныкина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 230 с. - ISBN 978-5-7638-4184-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819599>

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.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. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. 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.**

##### **Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №2).**

Помещение для проведения лекционных занятий: 28 посадочных мест; стол преподавательский – 1шт; стол аудиторный – 18шт; стул – 28шт; Мультимедийная установка – 1 шт., возможность доступа к сети «Интернет»; Доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт.; плакат в рамке настенный – 6 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Standard (Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky (договор № 0372100009416000119 от 13.09.2016 года)

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

##### **Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр №2).**

Помещение для проведения практических занятий: 12 посадочных мест; стол преподавательский – 1шт; стол аудиторный – 8шт; стул – 16шт; Мультимедийная установка – 1

шт., возможность доступа к сети «Интернет»; Доска настенная магнитно-маркерная передвижная – 1 шт.; плакат в рамке настенный – 8 шт.; шкаф книжный – 1 шт.

Лабораторное оборудование: обучающий комплекс Тип-2:МТ-Е5000 – 1шт.; обучающий комплекс Тип-3: МТ-МОТЕUR-ЕУ-BSI – 1шт.; блок моделирования неисправностей: 108 контактов; блок моделирования неисправностей: 54 контакта; обучающий комплекс Тип-6:МТ-CAN-LIN-BSI– 1шт.; стенд функциональный «Автомобиль» (передний привод) – 1шт.; комплект аккумулятора Э-412М.

Microsoft Windows XP Professional (Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky (договор №0372100009416000119 от 13.09.2016 года)

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

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 12 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 ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

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

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

1. 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: 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)

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

1. Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

2. Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

3. Microsoft Windows XP Professional (Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003)

4. Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

5. Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

6. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky (договор № 0372100009416000119 от 13.09.2016 года)