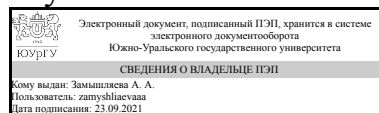


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



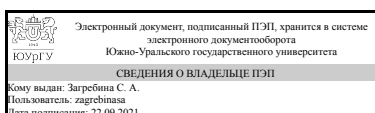
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента  
для направления 06.06.01 Биологические науки  
уровень аспирант тип программы  
направленность программы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование**

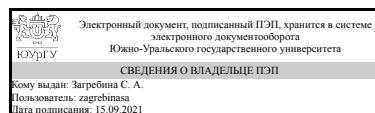
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 871

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



С. А. Загребина

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., заведующий  
кафедрой



С. А. Загребина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Курс «Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС, содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления. Цель курса состоит в освоении аспирантами методов статистической обработки данных, теории стохастического анализа и методов планирования эксперимента. Конкретные задачи курса сводятся к следующему: 1. Изучение теоретических основ математической статистики, стохастического анализа и планирования эксперимента. 2. Приложение математической статистики, стохастического анализа и теории планирования эксперимента к обработке экспериментальных данных.

## Краткое содержание дисциплины

Законы больших чисел и предельные теоремы. Элементы математической статистики. Наблюдение и эксперимент как основы математического моделирования. Основы планирования эксперимента. Центральные композиционные планы. Статистика случайных процессов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)   |
|---|--|
| ОПК-2 готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования   | Знать: общие формы, закономерности и инструментальные средства естественнонаучных дисциплин; основные понятия и инструменты теории вероятностей, математической статистики, стохастического анализа. |
|   | Уметь: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать математический язык и математическую символику при построении различных моделей.   |
|   | Владеть: математическими, статистическими и количественными методами решения научных и профессиональных задач.   |
| УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Знать: основные математические модели принятия решений.  |
|   | Уметь: находить, анализировать и контекстно обрабатывать информацию из различных источников.   |
|   | Владеть: методологией теоретических и экспериментальных исследований в области фундаментальной и прикладной математики, механики и других естественных наук.   |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Нет   | П.1.В.05 Методы оптимизации естественно-    |

|  |   |
|--|---|
|  | научных и технических задач,<br>П.1.В.04 Математическое моделирование,<br>Научно-исследовательская деятельность (3 семестр),<br>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр),<br>Производственная (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) практика (6 семестр),<br>Научно-исследовательская деятельность (4 семестр),<br>Производственная (педагогическая) практика (5 семестр),<br>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (7 семестр),<br>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (5 семестр),<br>Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (8 семестр) |
|--|---|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|---|-------------|------------------------------------|
|   |             | Номер семестра                     |
|   |             | 2                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины   | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>  | 40          | 40                                 |
| Лекции (Л)  | 40          | 40                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                | 0           | 0                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>   | 68          | 68                                 |
| Подготовка к зачету   | 12          | 12                                 |
| Подготовка индивидуального контрольного задания:<br>Статистическая обработка данных пробного эксперимента | 28          | 28                                 |
| Проработка лекционного материала для решения индивидуального контрольного задания                         | 28          | 28                                 |

|  |   |       |
|--|---|-------|
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет |
|--|---|-------|

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|---|---|----|----|----|
|           |   | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Законы больших чисел и предельные теоремы                         | 2   | 2  | 0  | 0  |
| 2         | Элементы математической статистики                                | 10  | 10 | 0  | 0  |
| 3         | Наблюдение и эксперимент как основы математического моделирования | 4   | 4  | 0  | 0  |
| 4         | Основы планирования эксперимента                                  | 10  | 10 | 0  | 0  |
| 5         | Центральные композиционные планы                                  | 2   | 2  | 0  | 0  |
| 6         | Статистика случайных процессов                                    | 12  | 12 | 0  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Законы больших чисел и предельные теоремы  | 2            |
| 2        | 2         | Эмпирические функция распределения и (выборочные) моменты. Свойства оценок.  | 2            |
| 3        | 2         | Доверительные интервалы. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения. Построение доверительных интервалов для разности средних $\mu$ и отношения дисперсий двух нормальных распределений.   | 2            |
| 4        | 2         | Критерии Колмогорова—Смирнова, Мизеса, принадлежности двух выборок к одному и тому же распределению (применяемый в случае, когда по выборке оцениваются некоторые параметры). Проверка гипотезы однородности.  | 2            |
| 5        | 2         | Биномиальный, полиномиальный, Пуассона (редких событий) законы распределения, равновероятное распределение, законы распределения существенно положительных величин Методы сравнения двух выборок. Сравнение и оценка средних, сравнение дисперсий.   | 2            |
| 6        | 2         | Обработка опытных данных посредством моментов распределения. Корреляция случайных величин при статистической обработке. Оценка значимости статистических характеристик корреляции. Робастная и непараметрическая статистика.   | 2            |
| 7        | 3         | Прямые равноточные измерения. Критерии оценки грубых погрешностей. Ранговая корреляция при обработке результатов эксперимента. Ошибки оценивания. Проверка гипотезы адекватности модели. Метод наименьших квадратов для одного фактора.  | 2            |
| 8        | 3         | Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай. Статистический анализ. Взвешенный метод наименьших квадратов и статистический анализ. Обработка результатов дублированных опытов. Использование регрессионных моделей при анализе результатов «разрозненного» эксперимента. | 2            |
| 9        | 4         | Основные понятия планирования эксперимента. Полные факторные эксперименты. Многомерные ПФЭ.  | 2            |
| 10       | 4         | Ортогональное планирование эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Обобщающие определяющие контрасты.   | 2            |
| 11       | 4         | Линейные планы: насыщенные планы первого порядка, применимость планов ПФЭ и пути повышения точности полиномов, факторные   | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | эксперименты с повторными наблюдениями.   |   |
| 12 | 4 | Критерии оптимальности планов: типы планов эксперимента, геометрическая интерпретация в пространстве параметров для критериев оптимальности планов. D-оптимальные планы.  | 2 |
| 13 | 4 | Постановка задачи оптимизации. Стратегия поиска. Градиентный метод. Поиск экстремума функции отклика. Оценивание градиента.   | 2 |
| 14 | 5 | Проверка адекватности модели: проверка гипотезы адекватности модели при наличии повторных испытаний в центре плана, проверка гипотезы адекватности модели при наличии повторных испытаний в точках плана.       | 2 |
| 15 | 6 | Введение в теорию случайных процессов. Конечномерные распределения. Выборочные функции (реализации). Теорема Колмогорова. Примеры.  | 2 |
| 16 | 6 | Стационарные случайные процессы. Основные свойства. Ковариационная функция. Эргодичность. Спектральное разложение. Быстрое преобразование Фурье. Идеология цифрового спектрального анализа.                     | 2 |
| 17 | 6 | Оценивание ковариационной функции и спектра стационарного случайного процесса. Взаимная корреляция. Взаимный спектр. Оценивание взаимных корреляционных функций и спектров. Оценивание частотных характеристик. | 2 |
| 18 | 6 | МНК и параметрическое оценивание в частотной области. Многомерные задачи случайные процессы. Анализ многомерных процессов во временной и частотной областях. Матрица ковариаций и ее свойства.                  | 2 |
| 19 | 6 | Стохастическая аппроксимация. Основные задачи: задача фильтрации, задача сглаживания, задача прогноза.  | 2 |
| 20 | 6 | Фильтр Калмана для дискретной линейной системы. Оптимальность фильтра Калмана. Анализ уравнений фильтрации.   | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС   |   |              |
|--|---|--------------|
| Вид работы и содержание задания  | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)   | Кол-во часов |
| Подготовка к зачету  | ПУМД б) [7] Гл.1-6 с.23-341, ЭУМД [1] Гл.1-11 с.12-293, ЭУМД [2] Гл.1-13 с.12-251, ЭУМД [3] Гл.1-6 с.21-624 | 12           |
| Подготовка индивидуального контрольного задания: Статистическая обработка данных пробного эксперимента | ПУМД б) [7] Гл.1-6 с.23-341, ЭУМД [3] Гл.1-6 с.21-624   | 28           |
| Проработка лекционного материала для решения индивидуального контрольного задания                      | ПУМД б) [7] Гл.1-6 с.23-341, ЭУМД [3] Гл.1-6 с.21-624   | 28           |

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных | Вид | Краткое описание | Кол-во |
|-----------------------------|-----|------------------|--------|
|-----------------------------|-----|------------------|--------|

| занятий  | работы<br>(Л, ПЗ,<br>ЛР) |  | ауд.<br>часов |
|--|--------------------------|--|---------------|
| Встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций | Лекции                   | Инженер ООО "Прикладные технологии" с темой: Современные информационные технологии в статистической обработке данных | 2             |
| Разбор конкретных ситуаций   | Лекции                   | Пробная статистическая обработка данных различных пробных экспериментов  | 16            |

### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

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

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы   | Вид контроля (включая текущий)     | №№ заданий |
|----------------------------------|---|------------------------------------|------------|
| Все разделы                      | УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | индивидуальные контрольные задания | 1-10       |
| Все разделы                      | ОПК-2 готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования   | индивидуальные контрольные задания | 1-10       |
| Все разделы                      | УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | зачет                              | 1-6        |
| Все разделы                      | ОПК-2 готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования   | зачет                              | 1-6        |

#### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля                       | Процедуры проведения и оценивания   | Критерии оценивания   |
|------------------------------------|---|---|
| индивидуальные контрольные задания | Задание выдается в начале семестра. Проверка и опрос проводятся в устной форме. | Зачтено: за работу, выполненную более, чем на 60%<br>Не зачтено: за работу, выполненную менее, чем на 60% |
| зачет                              | Зачет проводится в форме устного опроса.  | Зачтено: за не менее 60%  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, выносимой на зачет. | правильных ответов на заданные вопросы<br>Не зачтено: за менее, чем 60% правильных ответов на заданные вопросы |
|--|---|--|

### 7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля                       | Типовые контрольные задания  |
|------------------------------------|--|
| индивидуальные контрольные задания | Статистическая обработка данных различных пробных экспериментов<br>stat (1).pdf  |
| зачет                              | 1) Законы больших чисел и предельные теоремы.<br>2) Элементы математической статистики.<br>3) Наблюдение и эксперимент как основы математического моделирования.<br>4) Основы планирования эксперимента.<br>5) Центральные композиционные планы.<br>6) Статистика случайных процессов. |

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

##### а) основная литература:

Не предусмотрена

##### б) дополнительная литература:

1. Ермаков, С. М. Математическая теория оптимального эксперимента Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" С предисл. Г. И. Марчука. - М.: Наука, 1987. - 319 с. ил.
2. Справочник по прикладной статистике Т. 1 В 2-х т. Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана; Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Тюрина. - М.: Финансы и статистика, 1989. - 508 с. граф.
3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей Учеб. для вузов. - 7-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2001. - 575 с. ил.
4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика Текст учеб. пособие для вузов В. Е. Гмурман. - 12-е изд., перераб. - М.: Высшее образование : Юрайт-издат, 2009. - 478, [1] с. ил.
5. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике Текст учеб. пособие для вузов В. Е. Гмурман. - 8-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2003. - 403, [1] с.
6. Основы статистики с элементами теории вероятностей для экономистов Рук. для решения задач: Учеб. пособие для вузов Л. И. Ниворожкина, З. А. Морозова, И. А. Герасимова, И. В. Житников. - Ростов на Дону: Феникс, 1999. - 313, [3] с.
7. Ивченко, Г. И. Математическая статистика Текст учебник для вузов по специальности и направлению "Приклад. математика" Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 343 с. ил.
8. Ивченко, Г. И. Математическая статистика Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 1992. - 303, [1] с. ил.

9. Ивченко, Г. И. Задачи с решениями по математической статистике Текст учеб. пособие для вузов по специальности 073000 Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев, А. В. Чистяков. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Дрофа, 2007. - 318 с. табл.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Красникова, Н.С. Теория вероятностей и элементы математической статистики: руководство по проведению практических занятий / Н.С. Красникова, В.И. Осмоловский, А.А. Эбель. – Челябинск: ЮУрГУ, 2007. – 41 с.

2. Волкова, П. А. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах Текст учеб. пособие для вузов П. А. Волкова, А. Б. Шипунов. - М.: Форум, 2012. - 96 с. ил.

3. Антонов, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студентов технических специальностей / В.А. Антонов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 112 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование разработки   | Наименование ресурса в электронной форме          | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Нестеров, Н. И. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / Н. И. Нестеров. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 141 с. — ISBN 978-5-906920-25-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/121816">https://e.lanbook.com/book/121816</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.         | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 2 | Основная литература | Радченко, Ю. С. Методы обработки и планирования эксперимента : учебно-методическое пособие / Ю. С. Радченко. — Воронеж : ВГУ, 2017 — Часть 2 : Проверка гипотез, аппроксимация распределений — 2017. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/154763">https://e.lanbook.com/book/154763</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный   |
| 3 | Основная литература | Солодов, В. С. Практикум по планированию, проведению и обработке эксперимента в исследовании технологических процессов : учебное пособие / В. С. Солодов. —   | Электронно-библиотечная система издательства      | Интернет / Авторизованный   |



|   |                           |   |   |                           |
|---|---------------------------|---|---|---------------------------|
|   |                           | Мурманск : МГТУ, 2018. — 150 с. — ISBN 978-5-86185-951-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142636">https://e.lanbook.com/book/142636</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.  | Лань  |                           |
| 4 | Основная литература       | Кляцкин, В. И. Стохастические уравнения: теория и ее приложения к акустике, гидродинамике и радиофизике : монография : в 2 томах / В. И. Кляцкин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 2 : Когерентные явления в стохастических динамических системах — 2008. — 344 с. — ISBN 978-5-9221-0815-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59473">https://e.lanbook.com/book/59473</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 5 | Основная литература       | Кляцкин, В. И. Стохастические уравнения глазами физика (Основные положения, точные результаты и асимптотические приближения) : учебное пособие / В. И. Кляцкин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 528 с. — ISBN 5-9221-0186-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59291">https://e.lanbook.com/book/59291</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 6 | Основная литература       | Фокичева, Е. А. Планирование эксперимента и обработка результатов исследований : учебное пособие / Е. А. Фокичева, М. И. Алексеев. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93070">https://e.lanbook.com/book/93070</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 7 | Дополнительная литература | Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников : учебное пособие / А. И. Кобзарь. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 816 с. — ISBN 978-5-9221-1375-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59747">https://e.lanbook.com/book/59747</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 8 | Основная литература       | Боровков, А. А. Математическая статистика : учебник для вузов / А. А. Боровков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-7677-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/164711">https://e.lanbook.com/book/164711</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 9 | Основная литература       | Буре, В. М. Методы прикладной статистики в R и Excel : учебное пособие / В. М. Буре, Е. М. Парилина, А. А. Седаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. —   | Электронно-библиотечная система издательства      | Интернет / Авторизованный |

|    |                           |  |   |                           |
|----|---------------------------|--|---|---------------------------|
|    |                           | 152 с. — ISBN 978-5-8114-2229-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/112057">https://e.lanbook.com/book/112057</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.  | Лань  |                           |
| 10 | Основная литература       | Щурин, К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв : МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140930">https://e.lanbook.com/book/140930</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.                             | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 11 | Основная литература       | Сидняев, Н. И. Статистический анализ и теория планирования эксперимента : методические указания / Н. И. Сидняев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-7038-4707-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/103275">https://e.lanbook.com/book/103275</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.                         | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 12 | Основная литература       | Каракулев, Ю. А. Руководство к решению задач с применением электронных таблиц EXCEL : учебное пособие / Ю. А. Каракулев, А. Н. Иванов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/43545">https://e.lanbook.com/book/43545</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                    | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 13 | Дополнительная литература | Бородин, А. Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики : учебное пособие / А. Н. Бородин. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-0442-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167895">https://e.lanbook.com/book/167895</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.              | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 14 | Дополнительная литература | Хуснутдинов, Р. Ш. Сборник задач по курсу теории вероятностей и математической статистики : учебное пособие / Р. Ш. Хуснутдинов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1668-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168714">https://e.lanbook.com/book/168714</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 15 | Основная литература       | Степанов, П. Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П. Е. Степанов. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108113">https://e.lanbook.com/book/108113</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |

|    |                           |   |   |                           |
|----|---------------------------|---|---|---------------------------|
| 16 | Дополнительная литература | Бильфельд, Н. В. Методы MS Excel для решения инженерных задач : учебное пособие / Н. В. Бильфельд, М. Н. Фелькер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-4609-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/136174">https://e.lanbook.com/book/136174</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
|----|---------------------------|---|---|---------------------------|

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|-------------|--|
| Лекции      | 203<br>(3г) | Компьютерная мультимедийная техника  |