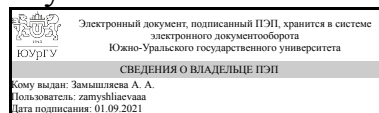


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



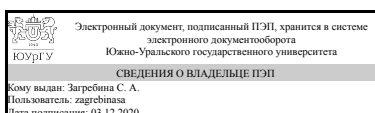
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента
для направления 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта
уровень аспирант тип программы
направленность программы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование**

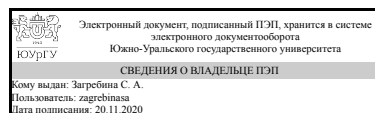
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 889

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-6 способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, изменению научного и педагогического профилей своей профессиональной деятельности | 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. |
| ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере техники и технологий наземного транспорта | 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, П.1.В.04 Математическое моделирование, Научно-исследовательская деятельность (3 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (7 семестр), Производственная (педагогическая) практика (5 семестр), Научно-исследовательская деятельность (4 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (5 семестр), Производственная (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) практика (6 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (8 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 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 |
| Проработка лекционного материала для решения индивидуального контрольного задания | 28 | 28 |
| Подготовка индивидуального контрольного задания: Статистическая обработка данных пробного эксперимента | 28 | 28 |
| Подготовка к зачету | 12 | 12 |

| | | |
|--|---|-------|
| 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 μ 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 |
| 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 |
| 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 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

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

| занятий | работы (Л, ПЗ, ЛР) | | ауд. 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 | ОПК-6 способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, изменению научного и педагогического профилей своей профессиональной деятельности | индивидуальные контрольные задания | 1-10 |
| Все разделы | ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере техники и технологий наземного транспорта | индивидуальные контрольные задания | 1-10 |
| Все разделы | ОПК-6 способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, изменению научного и педагогического профилей своей профессиональной деятельности | зачет | 1-6 |
| Все разделы | ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере техники и технологий наземного транспорта | 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% Не зачтено: за работу, выполненную менее, чем на 60% |
| зачет | Зачет проводится в форме устного опроса. Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, | Зачтено: за не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы |

| | | |
|--|---------------------|--|
| | выносимой на зачет. | 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 stat (1).pdf |
| зачет | 1) Законы больших чисел и предельные теоремы. 2) Элементы математической статистики. 3) Наблюдение и эксперимент как основы математического моделирования. 4) Основы планирования эксперимента. 5) Центральные композиционные планы. 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. Антонов, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студентов технических специальностей / В.А. Антонов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 112 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. 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.

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 | Боровков, А. А. Математическая статистика : учебник / А. А. Боровков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-1013-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/3810 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 2 | 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: https://e.lanbook.com/book/59473 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 3 | 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. — | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |

| | | | | |
|----|---------------------------|---|---|---------------------------|
| | | URL: https://e.lanbook.com/book/140930 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | | |
| 4 | 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: https://e.lanbook.com/book/108113 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 5 | 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: https://e.lanbook.com/book/93070 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 6 | 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: https://e.lanbook.com/book/59747 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 7 | 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: https://e.lanbook.com/book/154763 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 8 | 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: https://e.lanbook.com/book/103275 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 9 | 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: https://e.lanbook.com/book/121816 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 10 | Основная литература | Каракулев, Ю. А. Руководство к решению задач с применением электронных таблиц | Электронно-библиотечная | Интернет / Авторизованный |

| | | | | |
|----|---------------------------|---|---|---------------------------|
| | | EXCEL : учебное пособие / Ю. А. Каракулев, А. Н. Иванов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/43545 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | система издательства Лань | |
| 11 | 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. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-2229-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112057 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 12 | Дополнительная литература | Бородин, А. Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики : учебное пособие / А. Н. Бородин. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-0442-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2026 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 13 | 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: https://e.lanbook.com/book/59291 . — 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, 2014. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1668-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/53676 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 15 | Основная литература | Солодов, В. С. Практикум по планированию, проведению и обработке эксперимента в исследовании технологических процессов : учебное пособие / В. С. Солодов. — Мурманск : МГТУ, 2018. — 150 с. — ISBN 978-5-86185-951-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142636 . — 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 (3г) | Компьютерная мультимедийная техника |