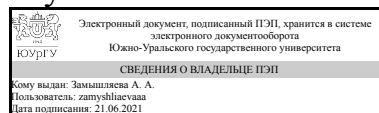


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



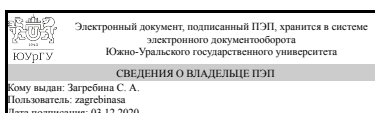
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента  
для направления 13.06.01 Электро- и теплотехника  
уровень аспирант тип программы  
направленность программы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование**

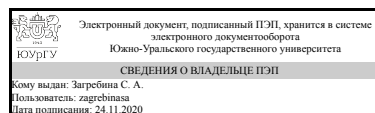
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 878

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-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	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.
УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	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.

## 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, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (7 семестр), Производственная (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) практика (6 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (5 семестр), Научно-исследовательская деятельность (3 семестр), Производственная (педагогическая) практика (5 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (8 семестр), Научно-исследовательская деятельность (4 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 индивидуального контрольного задания: Статистическая обработка данных пробного эксперимента	28	28
Подготовка к зачету	12	12
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
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 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
Разбор конкретных ситуаций	Лекции	Пробная статистическая обработка данных различных пробных экспериментов	16
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

### 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-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	индивидуальные контрольные задания	1-10
Все разделы	ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	индивидуальные контрольные задания	1-10
Все разделы	УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	зачет	1-6
Все разделы	ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	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, выносимой на зачет.	Зачтено: за не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы 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. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей Учеб. для вузов. - 7-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2001. - 575 с. ил.
3. 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.
4. 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.
5. Ивченко, Г. И. Математическая статистика Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 1992. - 303, [1] с. ил.
6. 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.
7. Вся высшая математика [Текст] Т. 5 Теория вероятностей. Математическая статистика. Теория игр учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 4-е. - М.: URSS : Издательство ЛКИ, 2010. - 293, [1] с.

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	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
2	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
3	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	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный



		доступа: для авториз. пользователей.		
4	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
5	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/3810">https://e.lanbook.com/book/3810</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
6	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/142636">https://e.lanbook.com/book/142636</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
7	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
8	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
9	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/53676">https://e.lanbook.com/book/53676</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
10	Дополнительная	Бородин, А. Н. Элементарный курс теории	Электронно-	Интернет /

	литература	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/2026">https://e.lanbook.com/book/2026</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	библиотечная система издательства Лань	Авторизованный
11	Основная литература	Буре, В. М. Методы прикладной статистики в R и Excel : учебное пособие / В. М. Буре, Е. М. Парилина, А. А. Сedaков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 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.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
12	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
13	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
14	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
15	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

## 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