

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФИТ

А.С. Авдеев

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.29 «Основы статистической обработки экспериментальных данных»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **09.03.01**

**Информатика и вычислительная техника**

Направленность (профиль, специализация): **Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.Н. Тушев
Согласовал	Зав. кафедрой «ИВТиИБ»	А.Г. Якунин
	руководитель направленности (профиля) программы	Л.И. Сучкова

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Применяет математический аппарат, методы математического анализа и моделирования для решения задач
		ОПК-1.3	Участвует в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов профессиональной деятельности, в обработке их результатов
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1	Выбирает информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
		ОПК-2.2	Использует современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-9	Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ОПК-9.1	Использует программные средства для решения практических задач на основе существующих методик

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и теория матриц, Математический анализ, Программирование приложений
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, Основы принятия решений в информационных системах, Преддипломная практика, Современные технологии программирования

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	32	0	116	76

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 4**

**Лекционные занятия (32ч.)**

**1. Применение математического аппарата теории вероятности и методов математического анализа для решения задач по обработке экспериментальных данных {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[3,5,7]** Понятия классической и геометрической вероятности, правила расчета и примеры задач. Условная вероятность, формулы полной вероятности, Байеса, Бернулли, примеры использования при обработке данных. Случайные величины, функция распределения, плотность распределения. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, мода, медиана, асимметрия, эксцесс. Свойства численных характеристик и примеры их вычислений для решения задач обработки экспериментальных данных.

**2. Использование современных информационных технологий и программных средств для решения задач статистической обработки экспериментальных данных. Применение Python для статистических вычислений. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3,4,6,7]** Запись на Python разветвляющихся и циклических вычислительных процессов при обработке данных. Функции работы со строками в Python, примеры. Списки и их использование для обработки массивов. Применение библиотеки numpy для обработки одномерных и двумерных числовых массивов. Чтение из файла выборки, вычисление числовых характеристик выборки: среднее, дисперсия, стандартное отклонение, мода, медиана, асимметрия, эксцесс.

**3. Критерии согласия Хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова. Выборки с заданным законом распределения. Освоение программных средств для решения практических задач. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[2,3,4,5,6,7]** Выполнение оценки параметров распределений в соответствии с предположением о законе распределения выполнение экспоненциального, нормального, Парето. Применение графической библиотеки Python для построения эмпирических и

теоретических функций и плотностей распределения для визуальной оценки соответствия выборки соответствующему распределению. Расчет эмпирического значения Хи-квадрат и эмпирических величин  $K^+$ ,  $K^-$  для закона Колмогорова-Смирнова. Сравнение с табличными значениями. Вывод о соответствии выборки предполагаемому распределению генеральной совокупности.

**4. Описательная статистика и построение доверительных интервалов для нормального закона распределения. Применение существующих методик при разработке программного обеспечения на Python. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.) [2,3,4,5,6,7]** Построение статистического отчета описательной статистики программным кодом Python, содержащего частоты, накопленные частоты, относительные частоты и накопленные относительные частоты. Использование библиотеки matplotlib системы программирования Python для построения гистограммы и полигона частот выборки. Использование библиотеки scipy.stats для расчета доверительных интервалов для истинного среднего по функции вычисления квантилей распределения Стьюдента и доверительных интервалов истинного значения дисперсии по функции вычисления квантилей распределения Хи-квадрат.

**5. Проверка статистических гипотез о равенстве средних и дисперсий нормальных генеральных совокупностей по двум выборкам. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.) [2,3,4,5,6,7]** Знакомство с библиотекой Tkinter для построения графических интерфейсов пользователя системы программирования Python. Элементы графического интерфейса: поле вывода Label, поле ввода Entry, кнопка Button, радиокнопка Radiobutton, флажок Checkbutton. Построение меню с помощью библиотеки Tkinter. Примеры. Оценивание средних, дисперсий и стандартных отклонений двух выборок нормальных генеральных совокупностей. Проверка нулевых гипотез о равенстве средних и дисперсий генеральных совокупностей. Вычисление по функциям библиотеки scipy.stats теоретических значений распределений Стьюдента и Хи-квадрат для подтверждения или опровержения нулевых гипотез.

**6. Математический аппарат корреляционного анализа. Применение современных информационных технологий и программных средств для решения задач корреляционного анализа при обработке данных эксперимента {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.) [2,3,4,5,6,7]** Объектно-ориентированное программирование на Python. Классы и объекты. Атрибуты и методы. Разграничение доступа, пометка private полей и методов через двойное подчеркивание. Конструктор, его использование. Класс с атрибутами вспомогательного класса. Коэффициент парной корреляции Пирсона. Вычисление коэффициента парной корреляции и построение диаграммы рассеяния функцией scatter библиотеки matplotlib. проверка значимости коэффициента парной корреляции по распределению Стьюдента. Корреляционное отношение как обобщение парной корреляции. Коэффициенты частной и множественной

корреляции для нескольких выборок. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

**7. Регрессионный анализ. Решение задач профессиональной деятельности при обработке данных эксперимента. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,3,4,5,6,7]** Производные классы в объектно-ориентированном программировании на Python. Особенность конструктора производного класса с параметрами. Линейная регрессия двух переменных. Построение прямой регрессии методом наименьших квадратов. Коэффициенты детерминации и множественной корреляции, их вычисление на Python. Варианты регрессионных зависимостей, сводящихся к линейной регрессии: гиперболическая, экспоненциальная, логарифмическая, степенная. Полиномиальная регрессия. Исследование значимости уравнения регрессии в целом по распределению Фишера и значимости отдельных коэффициентов по распределению Стьюдента в предположении нормальности выборок. Построение доверительного коридора прогнозных значений.

**8. Математический аппарат факторного анализа. Применение современных информационных технологий и программных средств для решения задач факторного анализа при обработке данных эксперимента {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[2,3,4,5,6,7]** Построение главных компонент корреляционной матрицы. Определение числа факторов по количеству собственных чисел большей единицы корреляционной матрицы и по величине в процентах накопленной дисперсии. Построение матрицы факторных нагрузок варимаксным методом через собственные вектора корреляционной матрицы. Интерпретация факторов. Вычисление количества каждого фактора у наблюдаемых переменных.

**9. Дисперсионный анализ. Решение задач профессиональной деятельности при обработке данных эксперимента. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[2,3,4,5,6,7]** Таблица значений измеряемой величины при наборах уровней одного или двух неизмеримых факторов. Вычисление межгрупповой и внутригрупповой дисперсии. Проверка значимости влияния факторов и их взаимодействия на измеряемую величину по критерию Фишера.

**10. Дискриминантный анализ. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[2,3,4,5,6,7]** Построение канонических линейных дискриминантных функций для двух и более классов. Вычисление коэффициентов дискриминантных функций методом наименьших квадратов. Статистический анализ классификации выборки на основе статистики Уилкса и частного F-отношения.

**11. Кластерный анализ. Решение задач профессиональной деятельности при обработке данных эксперимента. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,4,6,7]** Методы кластерного анализа выборки  $K$  внутригрупповых средних ( $K$ -mean) и максиминное расстояние. Особенности их использования. Библиотека ImageDraw системы программирования Python для отображения графических образов и их обработки. Применение библиотеки ImageDraw для графического

отображения построенных кластеров методами кластерного анализа.

**12. Метод Arima для статистического анализа данных, заданных в виде временного ряда. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,4,6,7]** Модели авторегрессии, проинтегрированного скользящего среднего для анализа выборки в виде временного ряда. Смешанные модели. Автокорреляционная функция и частная автокорреляционная функция, их оценки библиотеками Python. Линейный метод наименьших квадратов для оценки параметров модели авторегрессии и метод Марквардта для оценки параметров скользящего среднего. Сезонные и несезонные разности модели. Построение прогнозов по модели с заданными вероятностными пределами.

### **Лабораторные работы (32ч.)**

**1. Применение математического аппарата теории вероятности и математического анализа для решения задач по обработке экспериментальных данных {творческое задание} (6ч.)[1,3,5,7]** Применение математического аппарата теории вероятности и методов математического анализа для задач расчета классической, геометрической вероятностей по варианту задания. Расчет функций распределения и плотностей распределения генеральных совокупностей и их числовых характеристик по варианту задания.

**2. Использование языка Python для решения практических задач по созданию и обработке структур данных на основе существующих методик, используемых в статистической обработке экспериментальных данных {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,6,7]** Разработать и реализовать 5 программ на Python по индивидуальному варианту. Программы включают циклический алгоритм вычисления функции, заданной в виде степенного ряда с заданной точностью или числом слагаемых, программу по обработке строк, построению и обработке одномерного массива, заданного в виде списка, использованию библиотеки numpy для построения двумерных массивов, чтение из файла выборки размерностью 20-30 элементов, вычисление ее числовых характеристик средствами стандартных команд Python и запись результатов в файл.

**3. Критерии согласия Хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова выборки с заданным законом распределения. Применение информационных технологий и программных средств для работы с данными эксперимента. {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Выборку по варианту задания проверить на соответствие одному из трех распределений экспоненциального, нормального и распределения Парето с оценкой соответствующих параметров, по критериям Хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова, используя программный код на языке Python.

**4. Описательная статистика и построение доверительных интервалов для нормального закона распределения. {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Для выборки по варианту, используя программный код на языке Python, построить таблицу описательной статистики с помощью библиотеки matplotlib

построить гистограмму и полигон частот выборки. Для выборки из нормальной генеральной совокупности по варианту найти доверительные интервалы для оценок среднего и дисперсии на уровне значимости 0,05 и 0,99.

**5. Проверка статистических гипотез о равенстве средних и дисперсий нормальных генеральных совокупностей по двум выборкам. {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** По варианту задания построить графический интерфейс пользователя на основе библиотеки Tkinter для вычисления кусочно-аналитической функции, включающий Label, Entry, Button, Radiobutton, Chckbutton. Для двух выборок из нормальной генеральной совокупности подтвердить или опровергнуть гипотезы о равенстве средних и дисперсий генеральных совокупностей на уровне значимости 0,95 и 0,99.

**6. Математический аппарат корреляционного анализа. {творческое задание} (4ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** По варианту сделать на Python описание класса. Описание включает инкапсуляцию в виде private атрибутов и public методов, конструктора. Методы включают в себя ввод всех атрибутов класса, вывод значений атрибутов на консоль, инициализацию всех атрибутов и метод, индивидуальный для каждого варианта. Сделать на Python описание двух классов, где в качестве полей основного класса записаны атрибуты вспомогательного класса. Вычислить коэффициент парной корреляции двух выборок, проверить его значимость, построить диаграмму рассеяния функцией scatter библиотеки matplotlib, вычислить корреляционное отношение и сравнить с коэффициентом парной корреляции. Для трех выборок вычислить частный коэффициент корреляции и множественный коэффициент корреляции. Для баллов результатов студенческой группы вычислить ранговый коэффициент корреляции Спирмена.

**7. Регрессионный анализ. Решение задач профессиональной деятельности при обработке данных эксперимента. {творческое задание} (4ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Класс в лабораторной 6 дополнить производным классом (subclass) по варианту. Атрибуты в суперклассе сделать protected. Создать конструктор производного класса с параметрами с явным вызовом конструктора суперкласса. По двум выборкам построить линейное, гиперболическое, экспоненциальное, логарифмическое, степенное уравнение регрессии. Построить диаграммы рассеяния и уравнения регрессии на диаграммах. Вычислить коэффициенты детерминации и множественной корреляции для каждого случая. Построить уравнение регрессии третьей степени. Проверить значимость всего уравнения по критерию Фишера и значимость каждого коэффициента уравнения по критерию Стьюдента. Построить прогноз с коридором на уровне доверия 0,95.

**8. Математический аппарат факторного анализа. Применение современных информационных технологий и программных средств для решения задач факторного анализа при обработке данных эксперимента {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** По заданной аттестации или экзамена в баллах студенческой группы выполнить факторный анализ. Вычисления включают вычисление собственных значений и векторов корреляционной матрицы, построение главных компонент. По выводу массива собственных значений и накопленных дисперсий выполняется ввод числа факторов. Вычисление матрицы

факторных нагрузок и значений факторов. Интерпретация факторов.

**9. Дисперсионный анализ. {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** По заданной таблице значений величины при различных уровнях двух факторов проверить значимость каждого фактора и их взаимодействия. Программа включает вычисления межгрупповой и внутригрупповой дисперсий и проверку значимости по критерию Фишера. Вычисление значения распределения Фишера выполняется через функцию библиотеки `scipy.stats`.

**10. Дискриминантный анализ. {творческое задание} (2ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** По выборке построить каноническую дискриминантную линейную функцию для разбиения векторов выборки на 2 класса. На основе статистики Уилкса и частного F-отношения выполнить вероятностную оценку качества выполненного разбиения.

**11. Кластерный анализ. {творческое задание} (2ч.)[1,2,4,6,7]** По выборке, содержащей набор 36-мерных векторов выполнить кластерный анализ методами K-внутригрупповых средних и максимальным расстоянием. Считая вектора бинарными образами  $6 \times 6$  точек, построить кластеры в виде полутоновых изображений с помощью библиотеки `ImageDraw` системы программирования Python.

**12. Метод Arima для статистического анализа данных, заданных в виде временного ряда. {творческое задание} (2ч.)[1,2,4,6,7]** По выборке, заданной в виде временного ряда построить автокорреляционную и частную автокорреляционную функции. Оценить порядок взятия сезонных и несезонных разностей. По полученной информации оценить число параметров авторегрессии  $p$  и скользящего среднего  $q$ . Найти коэффициенты модели. Построить прогноз модели с вероятностным коридором на уровне 0,95.

### **Самостоятельная работа (116ч.)**

**1. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (80ч.)[1,2,3,4,5,6,7]**

**2. Подготовка к сдаче экзамена. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (36ч.)[2,3,4,5,6,7]**

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Тушев А.Н. Основы статистической обработки экспериментальных данных. Методические указания к выполнению лабораторных работ

[Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2021.— Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ivtib/Tushev\\_OSOED\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ivtib/Tushev_OSOED_mu.pdf), авторизованный

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

2. Самойленко, А. П. Информационные технологии статистической обработки данных : учебное пособие / А. П. Самойленко, О. А. Усенко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. — 126 с. — ISBN 978-5-9275-2521-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87418.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Бурханова, И. В. Теория статистики : учебное пособие / И. В. Бурханова. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1809-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81060.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Гребенникова, И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / И. В. Гребенникова. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 124 с. — ISBN 978-5-7996-1456-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66551.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **6.2. Дополнительная литература**

5. Лихачев, А. В. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику : учебное пособие / А. В. Лихачев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 102 с. — ISBN 978-5-7782-3903-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98696.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Тазиева, Р. Ф. Обработка экспериментальных данных. В 2 частях. Ч.2 : учебное пособие / Р. Ф. Тазиева, А. Н. Титов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-7882-2260-8, 978-5-7882-2262-2 (ч.2). — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/100573.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

7. [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролируемых материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	Acrobat Reader
2	LibreOffice
3	PyCharm Community Edition
4	Python
5	Windows
6	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного

процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».