

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Физико-математический институт**

Авторы-составители: **Жекина Наталья Валерьевна**

Рабочая программа дисциплины

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Код УМК 101412

Утверждено  
Протокол №1  
от «19» июня 2024 г.

Пермь, 2024

## **1. Наименование дисциплины**

Прикладная математическая статистика

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.04** Прикладная математика

направленность Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Прикладная математическая статистика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.04** Прикладная математика (направленность : Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект))

**ОПК.1** Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.04 Прикладная математика (направленность: Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины</b>	6
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (6 семестр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Прикладная математическая статистика. Первый семестр Раздел 1. Предельные теоремы теории вероятностей**

#### **1. Вероятностные неравенства, основные виды сходимости последовательности случайных величин и законы больших чисел.**

Неравенства Чебышева и Маркова. Понятие о законе больших чисел. Сходимость по вероятности и почти наверное, сходимость по распределению и асимптотическая нормальность; взаимосвязи между различными видами сходимости. Необходимое и достаточное условие закона больших чисел. Теоремы Бернулли и Чебышева, Хинчина и Маркова. Теорема непрерывности для последовательности случайных величин. Теорема Лебега о предельном переходе под знаком математического ожидания, ее применение к доказательству теоремы Вейерштрасса о приближении функции. Усиленный закон больших чисел и его применение к методу Монте-Карло. Критерии Колмогорова усиленного закона больших чисел.

#### **2. Метод характеристических функций в доказательстве предельных теорем.**

Свойства характеристической функции случайной величины и вектора. Формулы обращения, теоремы непрерывности и единственности для характеристической функции. Характеристическая функция для вырожденного, нормального и пуассоновского распределений. Характеристическая функция многомерного нормального распределений, инвариантность этого распределения относительно невырожденного линейного преобразования. Композиционная устойчивость пуассоновского и одномерного нормального распределений. Метод характеристических функций в доказательстве предельных теорем на примере центральной предельной теоремы для независимых одинаково распределенных случайных величин. Интегральная теорема Муавра-Лапласа как частный случай центральной предельной теоремы. Доказательство закона больших чисел (теоремы Хинчина) с помощью метода характеристических функций. Теоремы Линдберга и Ляпунова. Понятия устойчивого и безгранично-делимого распределений, сходимость к устойчивым и безгранично-делимым распределениям. Многомерная центральная предельная теорема. Особенности вероятностного анализа сумм со случайным числом слагаемых.

### **Раздел 2. Основы статистического описания результатов наблюдений**

#### **3. Основные понятия и модели математической статистики.**

Вероятностная и статистическая модели случайного эксперимента. Основные типы статистических моделей: параметрическая, непараметрическая, байесовская; достоинства и недостатки каждой из моделей. Параметрическое и непараметрическое семейства распределений. Основные виды статистического вывода: точечное и доверительное оценивание, проверка гипотез. Генеральная совокупность, выборка и основные способы организации выборки. Результаты наблюдений, планы испытаний. Понятия статистики и статистической оценки. Независимая повторная выборка и ее совместный закон распределения. Независимая повторная выборка как частный случай линейной модели наблюдений. Выборочное пространство. Сужение выборочного пространства. Достаточные статистики. Функция правдоподобия. Критерий факторизации. Минимальные достаточные статистики.

#### **4. Основные выборочные характеристики и их свойства, первичный анализ данных.**

Выборочное распределение. Вариационный ряд и порядковые статистики. Выборочные начальные и центральные моменты, эмпирическая функция распределения и выборочная квантиль, выборочные коэффициенты асимметрии и эксцесса. Нахождение выборочных характеристик по группированной выборке (по интервальным данным), распределение группированной выборки. Гистограмма и другие непараметрические оценки плотности распределения случайной величины, полигон частот. Основные статистические распределения. Законы распределения выборочных характеристик в нормальной генеральной совокупности. Асимптотическая нормальность эмпирических начальных моментов.

Теоремы Гливенко и Колмогорова, их содержательный смысл. Асимптотическая нормальность выборочной квантили. Плотность распределения одного и двух членов вариационного ряда. Распределение минимума и максимума случайных величин. Совместное распределение минимума и максимума.

### **Раздел 3. Статистическое оценивание параметров и характеристик распределения. Основные методы точечного статистического оценивания.**

Постановка задачи точечного оценивания (в параметрической и непараметрической постановке). Основные методы параметрического оценивания: методы моментов и квантилей, максимального правдоподобия и подстановки. Построение оценок максимального правдоподобия с использованием принципа инвариантности (теорема Зехна). Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия в условиях регулярности Рао-Крамера.

#### **5. Несмещенность и состоятельность точечных оценок.**

Смещение и несмещенность точечной оценки, асимптотическая несмещенность. Получение несмещенных оценок с помощью Байесовского метода и путем линейного преобразования смещения. Несмещенная оценка дисперсии случайной величины. Нахождение несмещенной оценки дисперсии несмещенной оценки. Состоятельность и строгая состоятельность статистической оценки. Достаточные условия состоятельности, другие способы проверки состоятельности (использование законов больших чисел, теорем непрерывности, асимптотической нормальности). Состоятельность и асимптотическая нормальность оценок, получаемых по методам моментов, квантилей и подстановки.

#### **6. Сравнение точечных статистических оценок с помощью функции риска.**

Некоторые понятия теории оценивания: функции потерь (ущерба) и риска, допустимые и недопустимые оценки. квадратичный риск, оптимальная оценка. Полные достаточные статистики: определение, примеры, единственность наилучшей несмещенной оценки. Улучшение несмещенных оценок путем их усреднения относительно достаточной статистики с помощью теоремы Блэквелла-Рао-Колмогорова. Несмещенные оценки с минимальной дисперсией. Полнота и оптимальность несмещенной оценки. Неравенство информации (неравенство Крамера-Рао) для регулярных однопараметрических семейств. Многомерное неравенство Крамера-Рао, неравенства Бхаттачария. Эффективная оценка, достаточное условие эффективности несмещенной оценки. Эффективность и экспоненциальные семейства распределений.

#### **7. Интервальное оценивание.**

Интервальные оценки и доверительные области. Доверительные интервалы двусторонние и односторонние. Доверительные области и интервал предсказания. Основные принципы построения доверительных интервалов: доверительные интервалы минимальной длины и с равновероятными хвостами, Построение доверительных интервалов с помощью центральной статистики. Доверительные интервалы для параметров нормального распределения. Асимптотические методы построения доверительных интервалов: использование центральной предельной теоремы; преобразования, стабилизирующего дисперсию, использование асимптотических свойств точечных оценок и выборочных характеристик. Построение доверительных интервалов для вероятности, доли генеральной совокупности и математического ожидания.

### **Раздел 4. Проверка статистических гипотез**

#### **8. Основные понятия и подходы в теории проверки статистических гипотез.**

Гипотезы простые и сложные. Статистика критерия. Критическая область. Ошибки 1-го и 2-го рода. Статистическая проверка гипотез: основные типы гипотез и общая логическая схема статистического критерия. Критерии согласия и значимости. Характеристики качества критерия: функция мощности, уровень значимости, вероятности ошибок первого и второго рода, функция риска. Состоятельность критерия. Наблюденный уровень значимости. Наиболее мощный и равномерно наиболее мощный

статистический критерий. Построение наиболее мощного критерия с использованием теоремы Неймана-Пирсона. Другие примеры применения статистики отношения правдоподобия.

### **9. Наиболее часто применяемые статистические критерии.**

Проверка гипотез случайности и независимости с помощью критериев серий и инверсий, критерия хи-квадрат. Критерии согласия хи-квадрат и Колмогорова. Критерии однородности хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова. Решение задач проверки статистических гипотез в условиях асимптотической нормальности статистики критерия. Проверка гипотез о параметрах нормального распределения. Проверка параметрической гипотезы о числовых значениях параметров. Проверка гипотез о вероятностях и долях генеральной совокупности, о средних и дисперсиях. Связь между процедурами доверительного оценивания и проверки гипотез.

## **Раздел 5. Основы статистического исследования зависимостей**

### **10. Элементы корреляционного и регрессионного анализа**

Понятия корреляционной и регрессионной зависимостей. Основные задачи корреляционного анализа. Основные типы переменных. Измерение силы связи между переменными с помощью коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена, свойства этих коэффициентов. Регрессионная модель и уравнение регрессии, спецификация модели. Регрессионные модели со случайными независимыми переменными, выборочные уравнения прямых регрессий. Решение проблемы оценивания неизвестных параметров парной регрессионной модели с помощью метода наименьших квадратов.

### **11. Линейные статистические модели**

Общая линейная модель наблюдений и классические предположения. Частные случаи общей линейной модели: простейшая линейная модель, полиномиальная, множественная линейная регрессионная модель. Регрессионный анализ и планирование регрессионных экспериментов. Дисперсионный анализ (однофакторный и многофакторный). МНК-оценка коэффициентов линейной модели и ее основные свойства

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Математическая статистика: учебник для студентов вузов / В. Б. Горяинов [и др.] ; ред.: В. С. Зарубин, А. П. Крищенко. - 2-е изд., стер. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, ISBN 5-7038-1730-7.-424.-Библиогр.: с. 414-416
2. Колемаев, В. А. Теория вероятностей : учебник для вузов / В. А. Колемаев, В. Н. Калинина ; под редакцией В. А. Колемаев. — 2-е изд. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 352 с. — ISBN 5-238-00560-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/71075>
3. Тутубалин В. Н. Теория вероятностей: учебное пособие для студентов вузов / В. Н. Тутубалин. - Москва: Академия, 2008, ISBN 978-5-7695-4200-8.-3581.-Библиогр.: с. 353

### Дополнительная:

1. Полосков И. Е. Теория вероятностей: курс лекций : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Компьютерная безопасность" и по направлению подготовки бакалавров "Механика и математическое моделирование" / И. Е. Полосков. - Пермь, 2014, ISBN 978-5-7944-2466-9.-1. <http://k.psu.ru/library/node/309211>
2. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/431167>
3. Коршунов Д. А., Фосс С. Г., Эйсымонт И. М. Сборник задач и упражнений по теории вероятностей: учебное пособие / Д. А. Коршунов, С. Г. Фосс, И. М. Эйсымонт. - Санкт-Петербург: Лань, 2004, ISBN 5-8114-0587-1.-192.-Библиогр.: с. 174-175
4. Кацман, Ю. Я. Теория вероятностей. Примеры с решениями : учебник для прикладного бакалавриата / Ю. Я. Кацман. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 130 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10082-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433980>
5. Климов, Г. П. Теория вероятностей : учебник / Г. П. Климов. — Москва : Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2011. — 368 с. — ISBN 978-5-211-05846-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13115>
6. Математическая статистика : учеб. пособие / Н. И. Чернова; Новосиб. гос. ун-т — 2-е изд., испр. и доп. — Новосибирск : РИЦ НГУ, 2014. — 150 с. — ISBN 978-5-4437-0304-6. — Текст: электронный. — URL: [https://nsu.ru/mmfm/tvims/chernova/ms/ms\\_nsu14.pdf](https://nsu.ru/mmfm/tvims/chernova/ms/ms_nsu14.pdf) (Дата обращения: 10.03.2021). [https://nsu.ru/mmfm/tvims/chernova/ms/ms\\_nsu14.pdf](https://nsu.ru/mmfm/tvims/chernova/ms/ms_nsu14.pdf)
7. Коршунов Д. А., Чернова Н. И. Сборник задач и упражнений по математической статистике: учебное пособие / Д. А. Коршунов, Н. И. Чернова. - Новосибирск: Издательство Института математики, 2004, ISBN 5-86134-121-4.-128.-Библиогр.: с. 116-117

## **8. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Прикладная математическая статистика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
  - доступ в режиме online в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
  - доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.
- Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение;
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов Adobe Acrobat Reader DC;
  - офисный пакет приложений LibreOffice.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения семинарских (практических) занятий требуется аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации аудитория, оснащенная: специализированной мебелью, ноутбуком/компьютером, меловой (и) или маркерной доской, проектором, экраном.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Прикладная математическая статистика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> основные понятия и утверждения математической статистики; <b>УМЕТЬ:</b> производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания <b>ВЛАДЕТЬ:</b> основным понятийным аппаратом математической статистики; навыками теоретического анализа статистических моделей; навыками статистического анализа данных и вероятностных моделей с использованием компьютерных технологий.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории вероятностей и математической статистики. Не умеет производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений. Демонстрирует отсутствие навыков теоретического и статистического анализа статистических моделей.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий математической статистики. Демонстрирует частично сформированное умение производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Имеет представление о теоретическом анализе статистических моделей и статистическом анализе данных. Фрагментарное применение навыков статистического анализа данных и вероятностных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий математической статистики. В целом</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>успешные, но содержащие отдельные пробелы умения производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом теории вероятностей и математической статистики. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков теоретического анализа статистических моделей и статистического анализа данных и вероятностных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий математической статистики. Сформированное умение производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания. Успешное и систематическое применение навыков теоретического анализа статистических моделей и статистического анализа данных и вероятностных моделей с использованием компьютерных технологий.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Контрольная работа №1 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать различные виды сходимости случайных величин, неравенство Маркова и Чебышева, теорему Чебышева и ее следствия. Усиленный закон больших чисел. Уметь находить характеристическую функцию, контролировать правильность результатов вычислений, применять центральную предельную теорему к решению содержательных задач.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Контрольная работа №2 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать методы сбора статистической информации, план постановки статистического эксперимента; основные выборочные характеристики; формулы для вычисления основных выборочных характеристик; методы точечного и интервального оценивания неизвестных параметров распределений

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		. Уметь вычислять основные выборочные характеристики; применять различные методы статистического оценивания неизвестных параметров распределений. Владеть навыками статистического анализа выборки наблюдений с помощью приложения MS Excel.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Контрольная работа №3 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные подходы при проверке гипотез. Уметь решать основные типы задач, связанных проверкой статистических гипотез. Владеть навыками статистического анализа выборки наблюдений с помощью приложения MS Excel.
<b>ОПК.1.1</b> Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Итоговый контроль <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание основных понятий и утверждений теории вероятностей и математической статистики; умение производить вероятностно-статистические расчеты в стандартных постановках и давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; владение основным понятийным аппаратом теории вероятностей и математической статистики; навыками теоретического анализа вероятностно-статистических моделей; навыками статистического анализа данных и вероятностных моделей с использованием компьютерных технологий.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Контрольная работа №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Знает определение и свойства характеристикой функции. Умеет использовать характеристические функции для нахождения числовых характеристик. Контролирует правильность расчетов. В случае частичного решения задачи снимается 2 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 1.	4
Знает различные виды сходимости случайных величин, неравенство Маркова и Чебышева. Умеет доказывать утверждения с помощью неравенств Маркова и Чебышева. В случае частичного решения задачи снимается 2 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 1.	3
Знает центральную предельную теорему и закон больших чисел. Умеет применять центральную предельную теорему к решению содержательных задач. В случае частичного решения задачи снимается 2 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 1.	3

### Контрольная работа №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает формулу для вычисления информации Фишера. Умеет проверять эффективность оценок параметров распределения. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает методы точечного оценивания неизвестных параметров распределений по выборке. Умеет применять метод моментов, максимального правдоподобия, квантилей для решения задачи оценивания параметров распределения по выборке. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает свойства точечных оценок. Умеет проверять несмещенность и состоятельность оценок неизвестных параметров распределения. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает понятие интервального оценивания неизвестных параметров распределений. Умеет строить доверительные интервалы для неизвестных параметров биномиального распределения. В случае частичного решения задачи снимается 3 балл, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает понятие интервального оценивания неизвестных параметров распределений. Умеет строить доверительные интервалы для неизвестных параметров нормального распределения. В случае частичного решения задачи снимается 3 балл, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2	6

### Контрольная работа №3

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**



Показатели оценивания	Баллы
Знает основные понятия задачи проверки гипотез. Умеет проверять гипотезу о виде распределения с помощью критерия хи-квадрат или критерия Колмогорова. В случае частичного решения задачи снимается 5 баллов.	9
Знает основные понятия задачи проверки гипотез. Умеет проверять гипотезу о параметрах биномиального закона. В случае частичного решения задачи снимается 4 балла.	7
Знает основные понятия задачи проверки гипотез. Умеет проверять гипотезу об однородности. В случае частичного решения задачи снимается 4 балла.	7
Знает основные понятия задачи проверки гипотез. Умеет проверять гипотезу о параметрах нормального закона. В случае частичного решения задачи снимается 4 балла.	7

### Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные понятия интервального оценивания. Умеет строить доверительные интервалы для параметров нормального и биномиального распределения. Умеет строить доверительный интервал для математического ожидания. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает основные понятия математической статистики. Умеет находить выборочные характеристики, строить точечные и интервальные для параметров распределения выборки. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает описание линейной модели наблюдений при классических предположениях, МНК-оценку коэффициентов и ее основные свойства. Умеет строить МНК-оценки для параметров линейных и нелинейных моделей, проверять свойства оценок. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает основные задачи корреляционного анализа, формулы выборочных коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена; умеет находить и анализировать коэффициенты корреляции, умеет строить уравнение линейной регрессии и строить прогноз. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6
Знает основные понятия задачи проверки гипотез. Умеет проверять гипотезы о виде распределения, однородности, случайности выборки. В случае частичного решения задачи снимается 3 балла, в случае неполного ответа на теоретический вопрос снимается 2.	6