

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

Направления подготовки	01.03.04 Прикладная математика (направленность: Интеллектуальный анализ данных, программирование и искусственный интеллект)
форма обучения	очная
№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины	6
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	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 аудиторные 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 (Дата обращения: 10.03.2021). 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>ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения математической статистики; УМЕТЬ: производить статистические расчеты в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений; самостоятельно приобретать новые знания ВЛАДЕТЬ: 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">Неудовлетворител</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">Удовлетворительн</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">Хорошо</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;">Хорошо</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;">Отлично</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
ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Контрольная работа №1 Письменное контрольное мероприятие	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.
ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Контрольная работа №2 Письменное контрольное мероприятие	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.
ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Контрольная работа №3 Письменное контрольное мероприятие	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.
ОПК.1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использует их в профессиональной деятельности	Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие	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 применять 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