

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра высшей математики**

Авторы-составители: **Полосков Игорь Егорович**

Рабочая программа дисциплины

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ВЕРОЯТНОСТНОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Код УМК 88350

Утверждено  
Протокол №1  
от «30» августа 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Компьютерное вероятностное статистическое моделирование

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

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

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

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

В результате освоения дисциплины **Компьютерное вероятностное статистическое моделирование** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

**ПК.2** способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<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 лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (11 триместр)

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

### **Компьютерное и вероятностное статистическое моделирование. Первый семестр**

#### **1. Введение. Понятие о статистическом моделировании**

Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами. Место метода имитационного моделирования в современной науке и практике. Перспективы развития методов и средств моделирования. Основные понятия теории моделирования систем. Понятие сложной системы S. Подсистемы и элементы. Структура, функции, переменные, параметры, состояния и характеристики. Модели и их роль в изучении процессов функционирования систем. Классификация видов моделирования систем. Аналитические и имитационные модели.

Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели.

Дискретно-стохастические модели. Непрерывно-стохастические модели. Примеры построения схем моделирующих алгоритмов. Получение и интерпретация результатов моделирования. Этапы моделирования. Математические основы метода Монте-Карло. Центральная предельная теорема. За-кон больших чисел. Статистическое моделирование на ЭВМ; оценка точности и достоверности результатов моделирования; инструментальные средства; языки моделирования; анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ; имитационное моделирование систем и сетей. Статистическая обработка результатов в процессе моделирования систем на ЭВМ. Особенности статистической обработки результатов компьютерного моделирования. Интерпретация результатов, полученных на имитационной модели.

#### **2. Понятие о пакете Maxima и основных его средствах**

Автор разработки и фирма-производитель. Общая концепция. Версии пакета. Идеология и вклад идей, реализованных в пакете, в развитие компьютерных наук. Общая структура пакета и его характеристики. Реализации пакета для однопользовательского режима, для работы с кластерами и в среде Интернета. Общая характеристика входного языка пакета и стилей программирования. Интерфейсы системы с другими ПКА, программными системами, информационными системами и приложениями. Платформы реализации. Запуск пакета. Ввод команд, форма представления результатов. Понятие ячейки и ее функции. Структура системного меню. Главная линейка и ниспадающие меню (работа с файлами, основные операции редактирования, работа с ячейками, управление форматом документов, задание элементов ввода, управление ядром системы, поиск заданных данных, операции с окнами и их расположением, управление справочной системой).

#### **3. Алгебра и математический анализ в пакете Maxima**

Подстановки. Шаблоны подстановок. Раскрытие скобок и приведение подобных. Выделение частей выражений. Функции преобразования и анализа структуры выражений. Работа с полиномами и рациональными дробями. Выражения как списки. Специальные преобразования выражений. Преобразование тригонометрических выражений. Приложение функции к выражению или его части. Упрощение выражений. Удаление объектов. Вычисление сумм и произведений в аналитическом виде. Функции для решения систем нелинейных уравнений в символьном виде. Вычисление пределов функций и производных. Команды разложения функций по формуле Тейлора. Поиск точного локального экстремума аналитической функции. Вычисление интегралов. Аналитическое решение дифференциальных уравнений.

#### **4. Методы Монте-Карло. Вычислительные схемы методов Монте-Карло**

Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели.

Дискретно-стохастические модели. Непрерывно-стохастические модели. Примеры построения схем моделирующих алгоритмов. Получение и интерпретация результатов моделирования. Этапы моделирования. Математические основы метода Монте-Карло. Центральная предельная теорема. За-кон

больших чисел. Статистическое моделирование на ЭВМ; оценка точности и достоверности результатов моделирования; инструментальные средства; языки моделирования; анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ; имитационное моделирование систем и сетей. Статистическая обработка результатов в процессе моделирования систем на ЭВМ. Особенности статистической обработки результатов компьютерного моделирования. Интерпретация результатов, полученных на имитационной модели.

#### **5. Случайные и псевдослучайные числа (ПСЧ). Генераторы псевдослучайных чисел**

Статистическое моделирование на ЭВМ. Генерация равномерно распределённых случайных чисел в диапазоне от 0 до 1. Моделирование случайных факторов: случайных чисел, событий, потоков событий. Моделирование случайных величин с произвольными законами распределения. Проверка качества последовательности псевдослучайных чисел: стохастичности, независимости, равномерности и периодичности. Определение длины периода и длины отрезка аperiodичности. Генерация случайных чисел по заданному закону: метод обратной функции; табличный метод; метод, основанный на функциональных особенностях законов распределения случайных чисел.

#### **6. Задачи, решаемые с помощью метода Монте-Карло**

Вычисление кратных интегралов, численное интегрирование уравнений в математической физики и стохастических дифференциальных уравнений и др.

#### **7. Пакет Maxima. Статистические графики**

Статистические графики. Дескриптивные и сравнительные графики. Пакеты BarCharts, PieChart, Histograms, рисования данных с ошибками.

#### **8. Пакет Maxima. Генерирование ПСЧ**

Генерирование ПСЧ. Команды генерирования. Применение.

#### **9. Пакет Maxima. Теория вероятностей**

Теория вероятностей. Непрерывные распределения. Дискретные распределения.

#### **10. Пакет Maxima. Математическая статистика**

Математическая статистика. Описательная статистика. Многомерная статистика. Сглаживание. Дисперсионный анализ. Проверка гипотез. Кластерный анализ.

#### **11. Лабораторные работы**

##### **11.1. Моделирование финансового состояния коммерческой фирмы**

##### **11.2. Расчет показателей качества**

##### **11.3. Элементарные задачи, решаемые методом Монте-Карло**

##### **11.4. Аналитическое моделирование цепей Маркова с непрерывным и дискретным временем**

##### **11.5. Моделирование методом Монте-Карло цепи Маркова с непрерывным временем**

##### **11.6. Статистическое моделирование систем обыкновенных дифференциальных уравнений со случайными параметрами и начальными условиями**

##### **11.7. Алгоритмы моделирования случайных величин, специальные методы вычисления определенных интегралов, численное интегрирование методом Эйлера системы стохастических**

**дифференциальных уравнений.**

**11.8. Отчет по лабораторным заданиям**

**Итоговое контрольное мероприятие**

## **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. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: учебник для бакалавров : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы"/Б. Я. Советов, С. А. Яковлев.-Москва:Юрайт,2012.-1.  
<http://www.campus.psu.ru/library/node/170322>
2. Юрчук С. Ю. Основы математического моделирования : Учеб. пособие / С. Ю. Юрчук, М. Н. Орлова. — М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. — 90 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/8619>

### Дополнительная:

1. Кельтон Д. В., Лоу А. Имитационное моделирование/Д. В. Кельтон, А. Лоу.-СПб.:Питер,2004, ISBN 5-94723-981-7.-847.-Библиогр.: с. 801-834
2. Михайлов Г. А. Некоторые вопросы теории методов Монте-Карло/Г. А. Михайлов ; ред. Б. С. Елепов.-Новосибирск:Наука,1974.-142.-Библиогр.: с. 137-140
3. Хургин Я. И., Фастовец Н. О. Статистическое моделирование:[учебное пособие]/Я. И. Хургин, Н. О. Фастовец.-Москва:Нефть и газ,2003, ISBN 5-7246-0242-3.-72.-Библиогр.: с. 58
4. Методы Монте-Карло в статистической физике:перевод с английского/ред.: К. Биндер, Г. И. Марчук, Г. А. Михайлов ; пер. В. Н. Новиков.-Москва:Мир,1982.-400.

## 9. 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

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

Образовательный процесс по дисциплине **Компьютерное вероятностное статистическое моделирование** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине "Компьютерное вероятностное статистическое моделирование" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- свободно распространяемый пакет Maxima (<http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html>);
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://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/>).

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

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

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

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или

маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

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  
Компьютерное вероятностное статистическое моделирование**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>Иметь понятие о статистическом моделировании, о пакете Maxima и основных его средствах. Уметь использовать функции пакета Maxima, выполняющие операции алгебры и математического анализа. Уметь применять методы Монте-Карло и их вычислительные схемы. Иметь понятие о случайных и псевдослучайных числах (ПСЧ). Знать методы генерирования ПСЧ. Уметь реализовывать эти методы. Научиться моделировать финансового состояния коммерческой фирмы, рассчитывать показатели качества.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основных тенденций развития компьютерного статистического моделирования, основных понятий вероятностно-статистических расчетов, методе Монте-Карло и задач, для решения которых этот метод используется. Не знает компьютерных математических пакетов для таких расчетов и их характеристиках; основные классы моделей систем предметной области, технологию их моделирования, принципы построения моделей процессов функционирования систем, методы формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программных средств современных ЭВМ; характеристики и возможности Maxima в части вероятностно-статистических расчетов и построения специализированных графиков. Не умеет использовать метод компьютерного моделирования при исследовании, проектировании систем, разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов систем и реализовывать их с использованием специализированных пакетов прикладных программ (языков и систем) моделирования; использовать САВ Maxima для проведения вероятностно-статистических расчетов. Демонстрирует отсутствие навыков решения задач теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов, выполнения курсовых и выпускных работ с использованием САВ Maxima.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных тенденций развития</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>компьютерного статистического моделирования, основных понятий вероятностно-статистических расчетов, методе Монте-Карло и задач, для решения которых этот метод используется. Общие, но не структурированные знания компьютерных математических пакетов для таких расчетов и их характеристиках; основные классы моделей систем предметной области, технологии их моделирования, принципы построения моделей процессов функционирования систем, методов формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программных средств современных ЭВМ; характеристики и возможности Maxima в части вероятностно-статистических расчетов и построения специализированных графиков. Не умеет использовать метод компьютерного моделирования при исследовании, проектировании систем, разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов систем и реализовывать их с использованием специализированных пакетов прикладных программ (языков и систем) моделирования; использовать САВ Maxima для проведения вероятностно-статистических расчетов. Фрагментарное применение навыков решения задач теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов, выполнения курсовых и выпускных работ с использованием САВ Maxima.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных тенденций развития компьютерного статистического моделирования, основных понятий вероятностно-статистических расчетов, методе Монте-Карло и задач, для решения которых этот метод используется. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания компьютерных</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>математических пакетов для таких расчетов и их характеристиках; основные классы моделей систем предметной области, технологию их моделирования, принципы построения моделей процессов функционирования систем, методы формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программных средств современных ЭВМ; характеристики и возможности Maxima в части вероятностно-статистических расчетов и построения специализированных графиков. Умеет использовать метод компьютерного моделирования при исследовании, проектировании систем, разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов систем и реализовывать их с использованием специализированных пакетов прикладных программ (языков и систем) моделирования; использовать САВ Maxima для проведения вероятностно-статистических расчетов. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов, выполнения курсовых и выпускных работ с использованием САВ Maxima.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания основных тенденций развития компьютерного статистического моделирования, основных понятий вероятностно-статистических расчетов, методе Монте-Карло и задач, для решения которых этот метод используется. Сформированные систематические знания компьютерных математических пакетов для таких расчетов и их характеристиках; основные классы моделей систем предметной области, технологию их моделирования, принципы построения моделей процессов функционирования систем, методы формализации и</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программных средств современных ЭВМ; характеристики и возможности Maxima в части вероятностно-статистических расчетов и построения специализированных графиков. Умеет использовать метод компьютерного моделирования при исследовании, проектировании систем, разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов систем и реализовывать их с использованием специализированных пакетов прикладных программ (языков и систем) моделирования; использовать САВ Maxima для проведения вероятностно-статистических расчетов. Успешное и систематическое применение навыков решения задач теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов, выполнения курсовых и выпускных работ с использованием САВ Maxima.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**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 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	11.2. Расчет показателей качества <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Иметь понятие о статистическом моделировании, о пакете Maxima и основных его средствах. Уметь использовать функции пакета Maxima, выполняющие операции алгебры и математического анализа. Уметь применять методы Монте-Карло и их вычислительные схемы. Иметь понятие о случайных и псевдослучайных числах (ПСЧ). Знать методы генерирования ПСЧ. Уметь реализовывать эти методы. Научиться моделировать финансового состояния коммерческой фирмы, рассчитывать показатели качества.



Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>11.3. Элементарные задачи, решаемые методом Монте-Карло <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Уметь решать задачи с помощью метода Монте-Карло (вычисление кратных интегралов). Знать о возможностях пакета Mathematica в построении статистических графиков (дискриптивные и сравнительные, пакеты BarCharts, PieChart, Histograms, рисование данных с ошибками) и уметь их строить. Уметь решать элементарные задачи методом Монте-Карло, аналитически численно моделировать цепи Маркова с непрерывным и дискретным временем. а также системы массового обслуживания.</p>
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>11.4. Аналитическое моделирование цепей Маркова с непрерывным и дискретным временем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Уметь решать задачи с помощью метода Монте-Карло (вычисление кратных интегралов, численное интегрирование уравнений в математической физики и стохастических дифференциальных уравнений и др.). Знать о возможностях пакета Mathematica в построении статистических графиков (дискриптивные и сравнительные, пакеты BarCharts, PieChart, Histograms, рисование данных с ошибками) и уметь их строить. Уметь решать элементарные задачи методом Монте-Карло, аналитически численно моделировать цепи Маркова с непрерывным и дискретным временем. а также системы массового обслуживания.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>11.5. Моделирование методом Монте-Карло цепи Маркова с непрерывным временем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать алгоритмы моделирования случайных величин, специальные методы вычисления определенных интегралов. Уметь строить свои алгоритмы и программы генерирования ПСЧ. Знать функции пакета Maxima для решения задач теории вероятностей и математической статистики и уметь пользоваться ими. Уметь проводить статистическое моделирование систем обыкновенных дифференциальных уравнений со случайными параметрами и начальными условиями, численное интегрирование систем стохастических дифференциальных уравнений методом Эйлера и другими.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Иметь понятие о статистическом моделировании, о пакете Maxima и основных его средствах. Уметь использовать функции пакета Maxima, выполняющие операции алгебры и математического анализа. Уметь применять методы Монте-Карло и их вычислительные схемы. Иметь понятие о случайных и псевдослучайных числах (ПСЧ). Знать методы генерирования ПСЧ. Уметь реализовывать эти методы. Научиться моделировать финансового состояния коммерческой фирмы, рассчитывать показатели качества. Знать: виды моделей для решения профессиональных задач. Уметь: обосновывать выбранную модель. Владеть: навыками сопоставления экспериментальных данных с теоретическими решениями. (способность обосновывать правильность выбранной модели решения профессиональной задачи, сопоставлять экспериментальные данные и теоретические решения) Знать: возможности пакета для решения задач по алгебре и математическому анализу. Уметь: решать задачи по алгебре и математическому анализу инструментами Maxima. Владеть: навыками применения современного математического аппарата (способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат).</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 11.2. Расчет показателей качества

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Наличие навыков применения методов Монте-Карло и их вычислительных схем, случайных и псевдослучайных чисел, методы генерирования ПСЧ; реализации методов статистического моделирования; моделирования финансового состояния коммерческой фирмы, расчета показателей качества (2 задания, каждое по 6 баллов) и получения правильного результата в заданный срок. Неверный результат по заданию - 0 баллов. Сдача правильного результата по заданию после учета замечаний в указанный срок - снятие 1 балла. Сдача правильного результата по заданию, но с опозданием ведет к снятию от 2 до 4 баллов в зависимости от задержки.	12
Наличие навыков использования функций пакета Maxima, выполняющих операции алгебры и математического анализа. Отсутствие навыков - 0 баллов. Недостаточные для выполнения практических заданий навыки - 1 балл.	2
Наличие понятия о статистическом моделировании, о пакете Maxima и основных его средствах. Отсутствие понятия - 0 баллов.	1

### 11.3. Элементарные задачи, решаемые методом Монте-Карло

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Наличие навыков решения элементарных задач методом Монте-Карло (демонстрация ЗБЧ и ЦПТ, вычисление числа $P_i$ , генерирование ПСЧ, вычисление кратных интегралов, определенных интегралов с уменьшенной ошибкой). Получение правильного результата в заданный срок (2 задания, каждое по 7 баллов). Неверный результат по заданию - 0 баллов. Сдача правильного результата по заданию после учета замечаний в указанный срок - снятие 1 балла. Сдача правильного результата по заданию, но с опозданием ведет к снятию от 2 до 5 баллов в зависимости от задержки.	14
Знание возможностей пакета Maxima в построении статистических графиков (дискриптивные и сравнительные, пакеты BarCharts, PieChart, Histograms, рисование данных с ошибками) и умение их строить.	1

### 11.4. Аналитическое моделирование цепей Маркова с непрерывным и дискретным временем

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Наличие навыков решения задач методом Монте-Карло (аналитическое и численное моделирование цепей Маркова с непрерывным и дискретным временем, в частности, систем массового обслуживания). Получение правильного результата в заданный срок (4 задания в лабораторной работе, каждое по 2 балла). Неверный результат по заданию - 0 баллов. Сдача правильного результата по заданию после учета замечаний в указанный срок	8

- снятие 1 балла. Сдача правильного результата по заданию, но с опозданием ведет к снятию от 2 до 5 баллов из 8 в зависимости от задержки.	
Наличие навыков решения задач методом Монте-Карло (численное моделирование случайных обыкновенных дифференциальных уравнений). Получение правильного результата в заданный срок (1 задание). Неверный результат по заданию - 0 баллов. Сдача правильного результата по заданию после учета замечаний в указанный срок - снятие 1 балла. Сдача правильного результата по заданию, но с опозданием ведет к снятию от 2 до 5 баллов из 7 в зависимости от задержки.	7

### 11.5. Моделирование методом Монте-Карло цепи Маркова с непрерывным временем

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Наличие навыков решения задач методом Монте-Карло (численное моделирование случайных обыкновенных дифференциальных уравнений). Получение правильного результата в заданный срок (1 задание). Неверный результат по заданию - 0 баллов. Сдача правильного результата по заданию после учета замечаний в указанный срок - снятие 3 баллов. Сдача правильного результата по заданию, но с опозданием ведет к снятию от 4 до 9 баллов из 15 в зависимости от задержки.	15

### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Наличие навыков решения задач методом Монте-Карло (численное моделирование случайных обыкновенных дифференциальных уравнений). Получение правильного результата в заданный срок (1 задание). Неверный результат по заданию - 0 баллов. Сдача правильного результата по заданию после учета замечаний в указанный срок - снятие 3 баллов. Сдача правильного результата по заданию, но с опозданием ведет к снятию от 4 до 16 баллов из 22 в зависимости от задержки.	22
Уметь использовать функции пакета Maxima, применять методы Монте-Карло и их вычислительные схемы. Уметь реализовывать эти методы (2 вопроса по 3 балла). Неправильный ответ - 0 баллов, неполный - 1, с замечаниями - 2, без замечаний - 3.	6
Иметь понятие о пакете Maxima и основных его средствах. Знать возможности пакета Maxima для решения задач по алгебре и математическому анализу (2 вопроса по 3 балла). Неправильный ответ - 0 баллов, неполный - 1, с замечаниями - 2, без замечаний - 3.	6
Иметь понятия о статистическом моделировании, о пакете Mathematica и основных его средствах, о случайных и псевдослучайных числах (ПСЧ). Знать методы генерирования ПСЧ (2 вопроса по 3 балла). Неправильный ответ - 0 баллов, неполный - 1, с замечаниями -	6

2, без замечаний - 3.	