

| | | | |
|--|---|--|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 06.06.2025 11:53:52 Уникальный идентификатор: 04c19ed8bfb98f31616b77a486b9a8788b8723737 | МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») | Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | стр. 1 |
|--|---|--|--------|

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Статистическое моделирование

Направление подготовки (специальность)

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль)

Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора

2025

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины — изложить основные результаты и методы статистического моделирования на современном языке и в достаточно полном объеме.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов, соответствующих компетенций ПК1:

ПК-1.1. Обладает знаниями о методологии и этапах выполнения научно-исследовательской работы; о методах решения научных задач; о методике подготовки отчета, в том числе выпускной квалификационной работы

ПК-1.2. Демонстрирует умения: обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований; выполнять под научным руководством научно-исследовательскую или опытно-конструкторскую разработку в конкретной области профессиональной деятельности.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки): научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности; подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.ДВ.01.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теория вероятностей

Математическая статистика

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности

Знать:

Основные методы статистического моделирования, базовые вероятностные модели, применяемые для описания систем в области профессиональной деятельности.

Уметь:

проводить сбор, обработку и анализ данных для определения ключевых свойств системы в области фундаментальной информатики и информационных технологий.

Владеть:

Имеет навыки: научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности; подготовки научных обзоров, публикаций по тематике проводимых исследований связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:

3.1.1 основные методы статистического моделирования и важные приложения к решению фундаментальных задач

3.1.2

3.1.3 способы сбора и обработки информации

3.2 Уметь:

3.2.1 выбрать подходящую вероятностную модель и реализовать ее на ЭВМ для задач, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями

3.2.2 интерпретировать результаты обработки информации

3.3 Владеть:



Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование" по направлению подготовки (специальности)
02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю)
Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

3.3.1 методами статистического моделирования применительно к задачам фундаментальной информатики и информационных технологий

3.3.2 методами анализа и обработки информации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|--|
| Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 30 самостоятельная работа : 34,8 часов на контроль : 36 контактная работа: 37,2 ИКР: 7,2 | Виды контроля в семестрах: экзамены 8 |

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Литература |
|-------------|---|----------------|-------|-----------------------------|
| | Раздел 1. Статистическое моделирование случайных величин | | | |
| 1.1 | Статистическое моделирование случайных величин /Лек/ | 8 | 6 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| 1.2 | Статистическое моделирование случайных величин /Ср/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| | Раздел 2. Статистическое моделирование многомерных распределений | | | |
| 2.1 | Статистическое моделирование случайных величин /Лек/ | 8 | 2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| 2.2 | Статистическое моделирование векторных случайных величин /Ср/ | 8 | 2,8 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| | Раздел 3. Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности | | | |
| 3.1 | Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности /Лек/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| 3.2 | Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности /Ср/ | 8 | 8 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 |
| | Раздел 4. Общие понятия теории случайных процессов | | | |
| 4.1 | Общие понятия теории случайных процессов /Лек/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| 4.2 | Общие понятия теории случайных процессов /Ср/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 |
| | Раздел 5. Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний | | | |
| 5.1 | Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний /Лек/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 |
| 5.2 | Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний /Ср/ | 8 | 6 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 |
| | Раздел 6. Потoki однородных событий и их свойства | | | |
| 6.1 | Потoki однородных событий и их свойства /Лаб/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |



| | | | | |
|--|--|---|-----|-----------------------------|
| Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | | | | стр. 5 |
| 6.2 | Потоки однородных событий и их свойства /Ср/ | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 |
| Раздел 7. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов | | | | |
| 7.1 | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов /Лаб/ | 8 | 6 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 |
| 7.2 | Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов /Ср/ | 8 | 6 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 |
| Раздел 8. Экзамен | | | | |
| 8.1 | Экзамен /Экзамен/ | 8 | 36 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |
| Раздел 9. Иная контактная работа | | | | |
| 9.1 | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/ | 8 | 7,2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 |

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Семестровые (домашние) задания,
Итоговый тест,
экзаменационная контрольная работа.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Пример семестрового задания см. Приложение
Пример заданий итогового теста см. Приложение

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену; Пример экзаменационного билета см. Приложение.

6.4. Критерии оценивания

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине определяется на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов.
Итоговая оценка выставляется, исходя из количества баллов, набранных в течение семестра и полученных за экзамен
Начисляемые рейтинговые баллы.
(По каждой позиции указывается максимальный балл)
Домашние (семестровые) задания 3 части – 20+20+20=60 баллов
Итоговый тест - 10
Посещаемость - 10
Экзаменационная контрольная работа - 20
Итого 100 баллов
Итоговый экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает решение задач и развернутый, полный ответ на теоретический вопрос. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного на практических занятиях и вынесенного на самостоятельную работу. Время, отводимое на выполнение итоговой работы, 120 минут.
Максимальный балл за одну часть семестрового задания – 20 баллов.
Максимальный балл за решение задач из лекций — 10 баллов.
Максимальный балл за экзаменационную контрольную работу — 20 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый вопрос в билете. В билете – 1 теоретический вопрос и 3 задачи.
При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за экзамен:
0-49 баллов - неудовлетворительно (2);
50-69 баллов - удовлетворительно (3);
70-90 баллов - хорошо (4);
91-100 баллов - отлично (5).



7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Ресурс |
|------|--|---|---------------------------------|--------|
| Л1.1 | Бутьрский Е. Ю., Жабко А. П., Жукова Н. А., Цехановский В. В. | Статистическое моделирование и анализ экспериментальных данных: учебник (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=717875) | Москва : Директ- Медиа, 2025 | ЭБС |
| Л1.2 | Михайлов Г. А., Войтишек А. В. | Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло: учебное пособие для вузов (https://urait.ru/bcode/559245) | Москва : Юрайт, 2025 | ЭБС |

7.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Ресурс |
|------|-------------------------------------|---|--|--------|
| Л2.1 | Герасименко А. А., Шульгин И. В. | Статистическое моделирование электрических нагрузок в задаче определения интегральных характеристик систем распределения электрической энергии: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364608) | Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014 | ЭБС |
| Л2.2 | Плотников А. Н. | Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов (https://e.lanbook.com/book/179030) | Санкт-Петербург : Лань, 2021 | ЭБС |

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

| | |
|----|---|
| Э1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный. |
| Э2 | Справочник «Информо» (http://www.informio.ru/) ИНФОРМИО : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научнопрактическими материалами]. – URL: http://www.informio.ru/ . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный. |

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

LibreOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Справочник «Информо» (<http://www.informio.ru/>) ИНФОРМИО : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научнопрактическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: проектором, экраном, магнитно-маркерной доской, маркером; с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

Для проведения занятий лекционного типа имеется демонстрационное оборудование: проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



При изучении данной дисциплины используются лекционные занятия, лабораторные занятия и самостоятельная работа (34,8 ч.). На лекционных и лабораторных занятиях обсуждение теоретического материала сочетается с решением задач. Студенту желательно активно участвовать в проведении аудиторных занятий, задавать вопросы, высказывать свою точку зрения по поводу обсуждаемой проблемы, задачи. Умение обосновывать свою точку зрения, нахождения компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни. Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. Проработку теоретического материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершении темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину. При этом следует обращаться к различным источникам информации (помимо рекомендованной литературы поиск нужного материала в интернете). Желательно регулярно выполнять домашние занятия. Они могут содержать не только задачи, но и проработку нового теоретического материала.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и руководителя практики осуществляется в режиме реального времени (чат), или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, чаты, электронная почта).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с руководителем практики по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или



полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

1 часть семестрового задания

1 задание

1. Реализовать алгоритм моделирования дискретной случайной величины, закон распределения которой задан формулой: $P(n) = C_{50}^n \cdot 0.3^n \cdot 0.7^{50-n}$, $n = 0, 1, 2, \dots, 50$.

Используя полученную реализацию, вычислить суммы рядов методом Монте-Карло:

- $\sum_{n=0}^{50} n \cdot C_{50}^n \cdot 0.3^n \cdot 0.7^{50-n}$ с точностью до 0.1;
- $\sum_{n=0}^{50} \left(\frac{n^7}{n!}\right) \cdot C_{50}^n \cdot 0.3^n \cdot 0.7^{50-n}$ с точностью до 0.01.

2 задание

1. Вычислить значение интеграла методом Монте-Карло с точностью до 0.001:

$$\int_a^b dx \int_1^{\infty} dy \int_{-\infty}^{\infty} \ln(x) \cdot e^{-xy-(yz)^2} dz,$$

где параметры задачи $a \in \mathbb{R}$ и $b \in \mathbb{R}$ принимают значения $1 < a < 10$, $1 < b < 10$.

2 часть семестрового задания

Задания первой части

1. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = \alpha e^{-t}$, где α - случайная величина, распределенная равномерно на отрезке $[-1; 1]$.

Задания второй части

1. Дан случайный процесс $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U, V - некоррелированные случайные величины, $M(U) = M(V) = 0$, $D(U) = D(V) = D = const$, $\omega_0 = const$. Будет ли $X(t)$ стационарным в широком смысле?

3 часть семестрового задания

Вариант 1

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить вероятность отказа (потери заявки) с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Перечень вопросов к экзамену

1. Опишите мультипликативный датчик, генерирующий равномерное распределение на $[0,1]$.
2. Опишите общий алгоритм моделирования данного дискретного распределения с помощью мультипликативного датчика. Нарисуйте блок-схему алгоритма.
3. Опишите стандартный метод моделирования непрерывной случайной величины с помощью мультипликативного датчика.
4. Как на базе мультипликативного датчика моделируется Γ -распределение с плотностью

$$f(x, \alpha, k) = \begin{cases} \frac{\alpha^k}{(k-1)!} x^{k-1} e^{-\alpha x}, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$$

где $k \in N$ (распределение Эрланга k -го порядка)? Ответ обосновать.

5. Опишите алгоритм метода суперпозиции моделирования случайных величин. Как смоделировать распределение с плотностью

$$f(x) = \begin{cases} \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n, & 0 \leq x \leq 1, a_n \geq 0 \\ 0, & x \notin [0,1] \end{cases}$$

с использованием порядковых статистик? Составьте блок-схему алгоритма.

6. Опишите алгоритм метода исключения моделирования случайных величин. На каких теоремах он базируется?
7. Как моделируется стандартное нормальное распределение на базе центральной предельной теоремы? Практические рекомендации.
8. Моделирование χ^2 распределения с $2n$ степенями свободы ($n \in N$) с помощью мультипликативного датчика.
9. Свойства изотропных случайных векторов и их использование при статистическом моделировании n независимых, нормально распределенных случайных величин с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.
10. Доказать, что если α_1 и α_2 – независимые случайные величины, равномерно распределенные на $[0,1]$, то $\eta_1 = \sqrt{-2 \ln \alpha_1} \cos 2\pi \alpha_2$, $\eta_2 = \sqrt{-2 \ln \alpha_1} \sin 2\pi \alpha_2$ – независимые случайные величины со стандартным нормальным законом распределения.
11. Стандартный метод моделирования случайных векторов и метод исключения.
12. Моделирование невырожденного многомерного нормального закона.
13. Определение случайного процесса, его конечномерных распределений. Числовые характеристики случайного процесса: математическое ожидание, дисперсия, ковариационная и автокорреляционная функции, их свойства. Гауссовские случайные процессы. Временные ряды.
14. Метод Монте-Карло для вычисления интегралов и среднего времени безотказной работы схем, состоящих из большого числа элементов.
15. Статистическое моделирование потоков Пальма, простейшего потока и потоков Эрланга.
16. Общие понятия теории случайных процессов.
17. Случайные процессы с марковским свойством, непрерывным временем и конечным числом состояний, переходные вероятности. Что означает однородность по времени таких процессов, сепарабельность и стохастическая непрерывность? Уравнения Колмогорова-Чепмена.
18. Теорема о существовании плотностей перехода из одного состояния в другое и выхода из данного состояния для однородного марковского процесса с конечным числом состояний, сепарабельного и стохастически непрерывного.
19. Прямая и обратная системы Колмогорова.
20. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний и система уравнений для стационарного распределения вероятностей состояний. Формулировка эргодической теоремы.
21. Что такое поток однородных событий? Какой случайный процесс обычно связывают с потоком однородных событий? Определение основных свойств потоков событий: а) стационарность; б) ординарность; в) отсутствие последействия; г) ограниченное последействие. Как определяется интенсивность потока?
22. Определение пуассоновского потока. Простейший поток событий и вывод для него формул для вероятностей появления k событий за время t . Какой закон распределения вероятностей времени между

двумя последовательными событиями простейшего потока?

23. Поток Пальма и Эрланга. Объясните, почему “поток Эрланга можно получить просеиванием” простейшего потока событий и как? В каком случае поток Пальма будет потоком с последствием?

24. Для системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов, у которой входящий поток заявок простейший, а время обслуживания каналом заявки имеет показательное распределение, найти: а) плотность вероятностей перехода из одного состояния в другое и выхода из данного состояния; б) стационарное распределение вероятностей состояний системы; в) операционные характеристики для стационарного режима (средняя длина очереди, среднее время ожидания в очереди, вероятность отказа, вероятность, что заявка будет стоять в очереди, доля времени простоя обслуживающей системы, среднее число занятых каналов).

Примеры билета для экзаменационной контрольной работы

Пример экзаменационного билета.

1. Прямая и обратная системы Колмогорова.

2. Вычислить интеграл методом Монте-Карло:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} |\sin x| dx$$

3. Платная стоянка для автомобилей имеет 40 мест. Считается, что поток автомашин, прибывающих на стоянку – простейший с интенсивностью 15 авт./час. Известно, что время пребывания автомобиля на стоянке

распределено с плотностью $p(x) = \frac{1}{2} x^2 e^{-x}$, $x > 0$, средним 3 часа. Оплата почасовая: 15 руб/час.

Определить среднюю выручку владельца за одну неделю.

4. Вычислить интеграл методом Монте-Карло

$$\iint_B \sin(x) \cos(y) dx dy, \text{ где область } B \text{ - единичный круг с центром в начале координат.}$$

Тест по дисциплине «Статистическое моделирование»

Вариант № 2

1. Как определяются значения мультипликативного датчика и для чего он предназначен?
2. Как с помощью мультипликативного датчика моделируется распределение Эрланга порядка 2 с параметром 2? Чему равны среднее значение и дисперсия этого распределения?
3. Изобразить блок-схему алгоритма реализации на ЭВМ значений геометрического распределения с вероятностью успеха 0.8. Чему равно среднее значение этого распределения?
4. Как реализовать на ЭВМ равномерное распределение на прямоугольнике $[a,b] \times [c,d]$?
5. Какой временной ряд называется стационарным? Привести примеры стационарного и нестационарного временных рядов.
6. Что означает эргодичность стационарного случайного процесса по отношению к автоковариационной функции? Достаточное условие такой эргодичности.
7. Как зная автоковариационную функцию стационарного случайного процесса найти его спектральную плотность? Физический смысл спектральной плотности.
8. Как формулируется марковское свойство для случайного процесса с непрерывным временем и конечным числом состояний? Что означает однородность такого процесса?
9. Описать два способа моделирования на ЭВМ простейшего пуассоновского потока с интенсивностью 2.
10. Как через стационарное распределение вероятностей состояний СМО с ограниченной очередью вычисляются следующие операционные характеристики СМО:
 - a) доля времени простоя;
 - b) средняя очередь;
 - c) вероятность потери заявки.

