

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 18.11.2025 12:26:11 Уникальный идентификатор (ссылка): 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b943f09922277	Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Информационно-управленческие технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/ В.Е. Федоров

*(Handwritten signature)*

2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)\***  
**Статистическое моделирование (научный семинар)**

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Информационно-управленческие технологии

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2021

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

Челябинск 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля) принята:**

Ученым советом математического факультета

Протокол заседания № 13 «24» 06 2021 г.

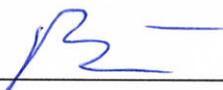
Председатель Ученого совета  
математического факультета  Е.А. Сбродова

Секретарь Ученого совета  
математического факультета  С.А. Никитина

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована кафедрой**

Вычислительной математики

Протокол заседания № 14 от «18» 06 2021 г.

Заведующий кафедрой  В.Н. Павленко

Автор (составитель) д.ф.-м.н., профессор  В.Н. Павленко

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «05» декабря 2018 г. № 678-1**

## 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

Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Информационно-управленческие технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 4
---	--------

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина предназначена для изучения основных результатов и методов статистического моделирования.
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 УК1, ПК1:
УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач
УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач
ПК-1.1. Обладает знаниями о существующих математических методах и моделях, применяемые для описания систем; о классических математических методах анализа систем.
ПК-1.2. Демонстрирует умение: проводить исследование и анализ системы; интерпретировать результаты анализа для заинтересованных лиц; устанавливать причинно-следственные связи между явлениями; проводить сбор, обработку и анализ данных для определения ключевых свойств системы.
ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки): выполнения описания модели системы; применения математических методов при решении типовых задач; выполнения классификации явлений системы и описания причинно-следственных связей между явлениями.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП:	К.М.01.ДВ.02.01
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Математический анализ	
Функциональный анализ	
Теория вероятностей	
Математическая статистика	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Производственная практика	
Преддипломная практика	
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	

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

<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Знать:</b>
Методы поиска и синтеза информации, сущность системного подхода для решения поставленных задач в области статистического моделирования.
<b>Уметь:</b>
Осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в области статистического моделирования.
<b>Владеть:</b>
Методами поиска, анализа и синтеза информации, техникой системного подхода для решения поставленных задач в области статистического моделирования.
<b>ПК-1: Способен проектировать системы различного назначения и проводить их анализ</b>
<b>Знать:</b>
Основы метода статистического моделирования, базовые вероятностные модели, применяемые для описания систем в области профессиональной деятельности.
<b>Уметь:</b>
Проводить исследование и анализ выбранной вероятностной модели объекта; интерпретировать результаты анализа для заинтересованных лиц; устанавливать причинно-следственные связи между явлениями; проводить сбор, обработку и анализ данных для определения ключевых свойств системы.
<b>Владеть:</b>

Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Информационно-управленческие технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 5
Практическим опытом построения вероятностной модели системы; математическими методами ее обработки при решении типовых задач; выполнения классификации явлений системы и описания причинно-следственных связей между явлениями.	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	базовые понятия теории случайных процессов. Методы моделирования многомерных распределений и реализации случайных процессов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	модифицировать известные подходы статистического моделирования к конкретным задачам и реализовать их на ЭВМ.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами имитационного моделирования.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 180 в том числе : аудиторные занятия : 36 самостоятельная работа : 90 часов на контроль : 54	Виды контроля в семестрах:  экзамены 7

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Статистическое моделирование случайных величин</b>			
1.1	Статистическое моделирование /Лек/	7	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
1.2	Статистическое моделирование случайных величин /Ср/	7	18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
	<b>Раздел 2. Статистическое моделирование многомерных распределений</b>			
2.1	Статистическое моделирование многомерных распределений /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
2.2	Статистическое моделирование векторных случайных величин /Ср/	7	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
	<b>Раздел 3. Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности</b>			
3.1	Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
3.2	Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности /Ср/	7	16	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
	<b>Раздел 4. Общие понятия теории случайных процессов</b>			
4.1	Общие понятия теории случайных процессов /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
4.2	Общие понятия теории случайных процессов /Ср/	7	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
	<b>Раздел 5. Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний</b>			
5.1	Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1

Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Информационно-управленческие технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
5.2	Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний /Ср/	7	16	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
<b>Раздел 6. Потoki однородных событий и их свойства</b>				
6.1	Потоки однородных событий и их свойства /Лек/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
6.2	Потоки однородных событий и их свойства /Ср/	7	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
<b>Раздел 7. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов</b>				
7.1	Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов /Лек/	7	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
7.2	Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов /Ср/	7	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
<b>Раздел 8. экзамен</b>				
8.1	Экзамен /Экзамен/	7	54	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2

<b>6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	
<b>6.1. Перечень видов оценочных средств</b>	
Семестровые (домашние) задания, экзаменационная контрольная работа	
<b>6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации</b>	
Пример семестрового задания. см. Приложение.	
<b>6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации</b>	
Вопросы к экзамену, пример экзаменационного билета см. Приложение	
<b>6.4. Критерии оценивания</b>	
<p>Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине определяется на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов.</p> <p>Итоговая оценка выставляется, исходя из количества баллов, набранных в течение семестра и полученных за экзамен</p> <p>Начисляемые рейтинговые баллы.</p> <p>(По каждой позиции указывается максимальный балл)</p> <p>Домашние (семестровые) задания 3 части – 20+20+20=60 баллов</p> <p>Решение задач из лекций - 10</p> <p>Посещаемость - 10</p> <p>Экзаменационная контрольная работа - 20</p> <p>Итого 100 баллов</p> <p>Итоговый экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает решение задач и развернутый, полный ответ на теоретические вопросы. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного на практических занятиях и вынесенного на самостоятельную работу. Время, отводимое на выполнение итоговой работы, 120 минут</p> <p>Максимальный балл за одну часть семестрового задания – 20 баллов</p> <p>Максимальный балл за устный опрос — 10 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый вопрос. Студенту предлагаются 3 вопроса по теме опроса.</p> <p>Максимальный балл за экзаменационную контрольную работу — 20 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый вопрос в билете. В билете – 2 теоретический вопроса и две задачи.</p> <p>При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за экзамен:</p> <p>0-49 баллов - неудовлетворительно (2);</p> <p>50-69 баллов - удовлетворительно (3);</p> <p>70-90 баллов - хорошо (4);</p> <p>91-100 баллов - отлично (5).</p>	

Рабочая программа дисциплины "Статистическое моделирование (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Информационно-управленческие технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 7
---	--------

## 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	Туганбаев А. А., Крупин В. Г.	Теория вероятностей и математическая статистика ( <a href="https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=652">https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=652</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2011	ЭБС
Л1.2	Кацман Ю.	Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442107">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442107</a> )	Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Плотников А. Н.	Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов ( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72992">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72992</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2016	ЭБС
Л2.2	Герасименко А. А., Шульгин И. В.	Статистическое моделирование электрических нагрузок в задаче определения интегральных характеристик систем распределения электрической энергии: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364608">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364608</a> )	Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> (дата обращения: 09.01.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
3. Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <a href="http://www.ams.org/mathscinet/">http://www.ams.org/mathscinet/</a> (дата обращения: 09.01.2019). – Яз. рус., англ. – 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.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

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

При изучении данной дисциплины используются лекционные занятия (36 ч.) и самостоятельная работа (90 ч.). На лекционных 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 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 голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «ElBraille-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, зашумным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clew с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

## 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  $\alpha$  - 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  $\lambda$  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  $\lambda$  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  $\Gamma$ -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  $\chi^2$  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  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – 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. Потоки Пальма и Эрланга. Объясните, почему “поток Эрланга можно получить просеиванием” простейшего потока событий и как? В каком случае поток Пальма будет потоком с последействием?

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

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