

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 04.06.2025 13:02:01 Уникальный программный ключ: 04c19ed88fb98f3b6cb77a486b9a8788b8723723	Рабочая программа дисциплины "Методы вероятностного моделирования" по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Прикладная математика и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Методы вероятностного моделирования

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Прикладная математика и искусственный интеллект

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год 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

Изучение основных методов вероятностного моделирования, получение навыков их применения для решения прикладных задач. Результаты обучения по дисциплине направлены на достижения индикаторов компетенций:

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.03.ДВ.01.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Современные технологии поиска и обработки информации

Алгебра

Теория вероятностей

Методы оптимизации

Математическая статистика

Математический анализ

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

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

**УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)**

#### Знать:

Для достижения УК-4.1:

Знать правила делового общения, правила ведения деловой коммуникации, в том числе на английском языке. Знать англоязычные термины методов вероятностного моделирования.

#### Уметь:

Для достижения УК-4.1:

Уметь осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной форме, использовать англоязычные термины методов вероятностного моделирования для деловой коммуникации.

#### Владеть:

Для достижения УК-4.1:

Владеть навыками делового общения, деловой коммуникации в устной и письменной форме, применяя англоязычные термины, изученные в рамках курса.

#### **ПК-1: Способен проектировать системы различного назначения и проводить их анализ**

#### Знать:

Для достижения ПК-1.1:

О существующих математических методах и моделях, применяемые для описания систем; о классических математических методах анализа систем.

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.2:

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.



**Владеть:**

Для достижения ПК-1.3:

выполнения описания модели системы; применения математических методов 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	Принципы построения вероятностных моделей и их основные типы.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Решать задачи вероятностного моделирования.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыки вероятностного моделирования.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 20 самостоятельная работа : 85,9 : контактная работа: 22,1 ИКР: 2,1	Виды контроля в семестрах:  зачеты 8

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Классификация видов моделирования; концепту-альные модели систем; формализация и алгоритмизация процессов функционирования сложных систем.</b>			
1.1	Основные понятия теории вероятностного моделирования. /Лек/	8	3	Л1.1Л2.1
1.2	Концептуальные модели систем, формализация систем. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
	<b>Раздел 2. Формализация и алгоритмизация систем и процес- сов; математические схемы моделирования систем.</b>			
2.1	Математические схемы моделирования систем - статические модели. /Лек/	8	2	Л1.1
2.2	Математические схемы моделирования систем - статические модели. /Ср/	8	12	Л1.1Л2.1
2.3	Математические схемы моделирования систем - динамические модели. /Лек/	8	2	Л1.1
2.4	Математические схемы моделирования систем - динамические модели. /Ср/	8	12	Л1.1Л2.1
	<b>Раздел 3. Имитационные модели систем, принципы по- строения моделирующих алгоритмов; планирование имитационных экс- периментов с моделями систем.</b>			
3.1	Построение моделирующих алгоритмов динамических систем. /Лек/	8	2	Л1.1
3.2	Построение моделирующих алгоритмов динамических систем. /Ср/	8	8	Л1.1Л2.1
3.3	Построение моделирующих алгоритмов систем с распределен-ными параметрами. /Лек/	8	2	Л1.1
3.4	Построение моделирующих алгоритмов систем с распределен-ными параметрами. /Ср/	8	8	Л1.1Л2.1
3.5	Принципы построения моделирующих алгоритмов при реали-зации мышления. /Лек/	8	1	Л1.1



3.6	Принципы построения моделирующих алгоритмов при реали-зации мышления. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
3.7	Имитационные модели систем. /Лек/	8	2	Л1.1
3.8	Имитационные модели систем. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
<b>Раздел 4. Статистическое моделирование систем на ЭВМ; оценка точности и достоверности результатов моделирования.</b>				
4.1	Схема и метод статистического моделирования как технология решения сложных задач. /Лек/	8	2	Л1.1
4.2	Схема и метод статистического моделирования как технология решения сложных задач. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
4.3	Построение алгоритмов статистического моделирования. /Лек/	8	2	Л1.1
4.4	Статистическое моделирование случайных процессов. /Лек/	8	2	Л1.1
4.5	Статистическое моделирование случайных процессов. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
4.6	Достоверность статистического моделирования. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
<b>Раздел 5. Инструменты, языки и системы моделирования; анализ и интерпретация результатов моделирования систем. Технологии информационного отображения.</b>				
5.1	Виды моделирования. Общая схема моделирования. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
5.2	Системы моделирования. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
5.3	Инструментальные средства моделирования. /Ср/	8	4	Л1.1Л2.1
5.4	Методика моделирования и анализ результатов моделирова-ния. /Ср/	8	9,9	Л1.1Л2.1
<b>Раздел 6. Иная контактная работа</b>				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	2,1	Л1.1

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

контрольные работы  
билеты к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Необходимо построить фабрику по переработке фруктов. Имеются проекты строительства в расчете на разную мощность: 15, 30, 45, 60, 75 тыс. тонн в год. Затраты на производства вне зависимости от мощности составляют 1 500 000 руб. Кроме того затраты на каждую единицу мощности 150 руб. Известно, что урожайность фруктовых деревьев может принимать значения 90, 100, 110, 120, 130 тыс. тонн в год. Доход от переработки 1 тонны фруктов – 1 000 руб. Какой проект следует принять?

- 1) Необходимо составить платежную матрицу;
- 2) Исследовать критерий Лапласа;
- 3) Исследовать критерий Вальда;
- 4) Исследовать критерий Сэвиджа;
- 5) Исследовать Гурвица.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы

- 1 Понятие модели.
- 2 Перечислите необходимые составляющие процесса моделирования.
- 3 В каких ситуациях прибегают к моделированию?
- 4 Какие этапы включает в себя моделирование?
- 5 Перечислите условия адекватности модели.
- 6 Основы теории подобия и моделирования.
- 7 Определение системы, состояние системы, процесс в системе.
- 8 Классификация систем.
- 9 Классификация моделей (методов моделирования).
- 10 В чём различие метода статистического моделирования и метода статистических испытаний (метода



Монте-Карло)?

- 11 Основные понятия имитационного моделирования. Основные и вспомогательные события.
- 12 Основные понятия имитационного моделирования. Модельное время.
- 13 Основные принципы продвижения модельного времени.
- 14 Основные понятия имитационного моделирования. Условие (или условия) завершения моделирования.
- 15 Концептуальные основы метода Монте-Карло. Случайные явления. Области применения метода Монте-Карло.
- 16 Концептуальные основы метода Монте-Карло. Операции метода Монте-Карло.
- 17 Формирование случайных чисел с равномерным распределением. Квазиравномерное распределение.
- 18 Перечислите требования к генераторам псевдослучайных чисел.
- 19 Конгруэнтные процедуры генерации псевдослучайных чисел. Мультипликативные и смешанные конгруэнтные генераторы.
- 20 Имитация случайных событий на основе метода Монте-Карло.
- 21 Имитация полной группы несовместных событий.
- 22 Моделирование совместных испытаний независимых событий.
- 23 Моделирование совместных испытаний зависимых событий.
- 24 Имитация дискретных случайных величин на основе метода Монте-Карло.
- 25 Метод обратных функций.
- 26 Имитация случайных величин смешанного типа.
- 27 Поиск алгоритмов имитации на основе метода обратных функций. Имитация равномерного распределения.
- 28 Поиск алгоритмов имитации на основе метода обратных функций. Имитация экспоненциального распределения.
- 29 Поиск алгоритмов имитации на основе метода обратных функций. Имитация треугольного распределения.
- 30 Метод аппроксимации.
- 31 Метод исключения (метод Неймана).
- 32 Метод суперпозиции.
- 33 Имитация гауссовского (нормального) распределения.
- 34 Имитация ограниченного нормального распределения.
- 35 Решение вероятностных задач методом Монте-Карло.
- 36 Решение детерминированных задач методом Монте-Карло.
- 37 Приведите пример применения метода Монте-Карло для вычисления определённого интеграла.
- 38 Определение необходимого количества испытаний для получения результатов с заданной точностью. Интервальная оценка математического ожидания.
- 39 Определение необходимого количества испытаний для получения результатов с заданной точностью. Интервальная оценка дисперсии.
- 40 Определение необходимого количества испытаний для получения результатов с заданной точностью. Интервальная оценка вероятности.
- 41 Типы объектов в системе GPSS.
- 42 Приведите примеры стандартных числовых атрибутов GPSS.
- 43 Перечислите типы операторов GPSS и приведите формат GPSS-блоков.
- 44 Управляющие операторы (команды) GPSSW.
- 45 Основные этапы сеанса моделирования с использованием системы GPSS World.
- 46 Выходные данные об объекте моделирования, получаемые с использованием GPSS-моделей.
- 47 Имитация случайных событий в GPSSW. Статистический режим работы блока TRANSFER.
- 48 Имитация случайных событий в GPSS World. Режим BOTH блока TRANSFER.
- 49 Имитация случайных событий в GPSSW. Режим ALL блока TRANSFER.
- 50 Имитация случайных событий в GPSSW. Режим PICK блока TRANSFER.
- 51 Имитация случайных событий в GPSSW. Использование дискретной переключающей функции в блоке TRANSFER.
- 52 Имитация случайных величин в GPSSW. Способы моделирования СВ, имеющей равномерное распределение.
- 53 Имитация случайных величин в GPSSW. Моделирование СВ, имеющей экспоненциальное распределение.
- 54 Имитация в GPSSW дискретной случайной величины с произвольным законом распределения с помощью оператора FUNCTION.
- 55 Имитация в GPSSW непрерывной случайной величины с произвольным законом распределения с помощью оператора FUNCTION.
- 56 Имитация в GPSSW одноканальной и многоканальной СМО.
- 57 Имитация в GPSSW многоканальной СМО с обслуживанием заявок двух типов.
- 58 Имитация в GPSSW СМО с обслуживанием заявок с относительными приоритетами. Блоки PRIORITY и



#### BUFFER.

59 Имитация в GPSSW СМО с обслуживанием заявок с абсолютными приоритетами. Блоки PREEMPT и RETURN.

60 Приведите примеры замкнутых СМО и пример GPSS-модели одной из таких систем. Существуют ли специальные блоки в GPSSW для имитации замкнутых СМО?

61 Имитация в GPSSW взаимосвязанных процессов. Оператор описания логической переменной B VARIABLE, оператор INITIAL, блок LOOP; примеры их применения.

62 Понятие ансамбля транзактов в GPSSW. Блоки SPLIT, ASSEMBLE; примеры их применения.

63 Управление движением транзактов в GPSSW с помощью логических переключателей. Блоки LOGIC и GATE.

64 Синхронизация продвижения транзактов в GPSS-модели. Блоки MATCH и GATHER.

#### 6.4. Критерии оценивания

В течение учебного семестра студенты за каждый вид работы получают баллы. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных за работу в семестре и за ответ на зачете. При этом допускается получение студентом автоматической оценки только по результатам работы в семестре.

Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий (указаны максимальные баллы)

Посещение занятий - 20 баллов

Выполнение 1 контрольного задания - 10 баллов

Ответ на 1 теоретический вопрос на зачете - 5 баллов

Для получения зачета студенту необходимо набрать 50 баллов. Если студент не набрал 50 баллов в семестре, то ему предлагаются дополнительные теоретические вопросы из п. 5.3.

#### 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	Буре В. М., Парилина Е. М., Седаков А. А.	Теория вероятностей и вероятностные модели: учебник ( <a href="https://e.lanbook.com/book/108328">https://e.lanbook.com/book/108328</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2020	ЭБС

###### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Сырецкий Г. А.	Моделирование систем: практикум ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229304">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229304</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011	ЭБС

##### 7.3 Перечень информационных технологий

###### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

LibreOffice

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

1. 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.

2. Реферативная база по математике MathSciNet (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>) Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/>. – 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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью (подразумевается наличие стандартных рабочих (посадочных) мест) и техническими средствами обучения (переносное и / или стационарное мультимедийное оборудование: экран, ноутбук, проектор).

Для обеспечения тематической иллюстрации занятий лекционного типа в образовательном процессе используются цифровые образовательные ресурсы (мультимедийные презентации по отдельным темам), различные формы наглядности (рисунки, таблицы, схемы и т.д).

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)

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку теоретического материала по учебникам или конспекту лекций с обязательным разбором приведенных примеров;
- выполнение домашних контрольных заданий;
- подготовку к сдаче зачета.

При планировании времени на самостоятельную работу студентам необходимо предусмотреть регулярное повторение пройденного материала. Теоретический материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

Студент обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

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 обучающимся 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 к помощи 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.

