

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

21.03.2025г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Статистическое моделирование в механике композитных материалов

1. Код и наименование направления подготовки:

01.03.03 Механика и математическое моделирование

2. Профиль подготовки : Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Механики и компьютерного моделирования

6. Составители программы:

Иванищева Ольга Ивановна к. ф. м. н., доцент, факультет ПММ, кафедра

МиКМ, E-mail-ivan@amm.vsu.ru

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ | протокол № 6 17.03.2025

8. Учебный год: 2027 - 2028

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: знакомство с основными математическими моделями механики и компьютерного моделирования при анализе систем случайной природы.

Задачи учебной дисциплины: знакомство с результатами современных научных исследований стохастических процессов, а также приобретение навыков использования методов моделирования скалярных и векторных случайных величин и обучение методам моделирования стохастических процессов.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули). Для освоения дисциплины необходимы теория вероятностей и математическая статистика, программирование, инструменты систем компьютерной математики. Освоение дисциплины поможет при выполнении научных расчетов для выпускной квалификационной работы.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
-	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знать: основные понятия и положения дисциплины. Уметь: собирать научно-техническую информацию, необходимую для решения задач исследования и реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Владеть: навыками первичного анализа и обобщения накопленного научного опыта в области статистического моделирования, основными методами моделирования случайных величин и их приложениями для стохастических и детерминированных задач.
ПК-1		ПК-1.2	Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации	
ПК-4	Способен строить математические модели для проведения расчетов работ с использованием современных инженерно-вычислительных комплексов	ПК-4.1.	Имеет представление об основных математических моделях и методах компьютерного моделирования механики, программных пакетах, предназначенных для решения различных инженерных задач: расчётов, анализа и симуляции механических процессов; условиях применимости данных моделей и методов.	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			6	
Контактная работа				
В том числе:	лекции	16	16	
	практические			
	лабораторные	16	16	
контроль		36	36	
Самостоятельная работа		40	40	
Промежуточная аттестация (для экзамена)				
Итого:		108	108	

13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.	Введение в статистическое моделирование Элементы статистического моделирования в системе компьютерной математики	Функции Mathcad для вероятностных распределений и генерации случайных чисел. Метод обратных функций. Метод исключения. Метод суперпозиции. Замена переменных. Моделирование системы случайных величин. Моделирование псевдослучайных процессов. Вычисление интеграла методом статистического моделирования.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195
2.	. Моделирование напряженного состояния упругого статистически неоднородного тела	Имитационное моделирование в стохастической центрально-симметричной задаче Напряженное состояние стохастически неоднородного упругого полого шара	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195
3.	Стохастические модели в задачах со случайными параметрами	Концентрация напряжений на стохастической границе тел. Шероховатое круглое отверстие.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195
4.	Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии	. Модель стохастически анизотропного материала. Метод статистического моделирования в оценке предельных характеристик	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лек-ции	Практи-ческие	Лабора-торные	Самостоя-тельная работа	Всего
1	Элементы статистического моделирования в системе компьютерной математики	4		4	8	16
2	Моделирование напряженного состояния упругого статистически неоднородного тела	4		4	12	20
3	Стохастические модели в задачах со случайными параметрами	4		4	10	18
4	Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии	4		4	10	18
	Итого:	16		16	40	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

Освоение дисциплины «Статистическое моделирование в механике композитных материалов» включает лекционные занятия, практические занятия и самостоятельную работу обучающихся. На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению теоретических основ механики композитов и статистического моделирования, ключевых принципов, базовых понятий, стандартов и методологий.

Лабораторные занятия предназначены для формирования умений и навыков, закрепленных компетенций по ОПОП. Они организовываются в виде работы над практико-ориентированными заданиями, домашние задания, собеседования,

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку учебного материала лекций, разбор заданий для лабораторных работ.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется подробно конспектировать лекционный материал, просматривать основную и дополнительную литературу по соответствующей теме, чтобы систематизировать изучаемый материал.

В течение семестра обучающимся предлагается выполнить практикоориентированные, домашние задания. Промежуточная аттестация проводится в форме собеседования на основе вопросов из п.20.2 ..

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет,

а) основная литература:

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Плотников, А. Н. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов [Электронный ресурс] / Плотников А. Н. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2016.— 220 с. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-1930-2 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72992 >.
2	Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред [Электронный ресурс]. Ч. 1. Стохастическая модель хрупкого разрушения : учебно-методическое пособие / сост. : О.И. Иванищева, Ю.Н. Прибытков Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-118.pdf

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Носов, В. В. Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2373-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209720
4.	Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред [Электронный ресурс]. Ч. 2. Введение в стохастические композиты : учебно-методическое пособие / сост. О.И. Иванищева Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-155.pdf
5	Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21054-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/559245

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
5	Электронно-библиотечная система «Консультант студента». - Режим доступа: https://www.studentlibrary.ru/
6	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru .
7	Электронно-библиотечная система "Лань" https://e.lanbook.com/
8	СТМ https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к лабораторным занятиям, к текущей и промежуточной аттестации.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс СТМ <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195>, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам.

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале. Применяются разные типы лекций (вводная, обзорная, информационная, проблемная).

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.;

- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195> (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран), допускается использование переносного оборудования.

ОС Windows8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), с возможностью подключения к сети «Интернет» и платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, Мой Офис, Libre Office).

Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, организации самостоятельной работы, проведения текущих и промежуточных аттестаций: специализированная мебель, компьютер (ноутбук) для преподавателя, персональные компьютеры для возможности организации индивидуальной работы обучающихся, мультимедийное оборудование (проектор, экран), допускается использование переносного оборудования.

ОС Windows8 (10), интернет-браузер (GoogleChrome, MozillaFirefox), с возможностью подключения к сети «Интернет» и платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), ПО AdobeReader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, Мой Офис, LibreOffice), специализированное ПО по тематике дисциплины (допускается демоверсия или виртуальный аналог ПО).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Элементы статистического моделирования в системе компьютерной математики	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Контрольные вопросы к теме Отчет по лабора-

				торной работе
2.	Моделирование напряженного состояния упругого статистически неоднородного тела	ПК-4 ПК-1	ПК-1.2 ПК-4.1	Контрольные вопросы к теме Отчет по лабораторной работе
3	Стохастические модели в задачах со случайными параметрами	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.1	Практико-ориентированные задания Контрольные вопросы к теме
4	Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.1	Контрольные вопросы к теме Отчет по лабораторной работе
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен		Перечень вопросов		

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

-Контрольные вопросы по текущим темам

Примеры контрольных вопросов

Контрольно-измерительный материал № 1

К теме « Псевдослучайные числа»

1. Какие функции подходят для моделирования псевдослучайных величин?
2. Из-за чего возникают повторяющиеся последовательности при моделировании псевдослучайных чисел?
3. Существует ли оценка для отрезка апериодичности?
4. За счет каких параметров можно увеличивать отрезок апериодичности?

Контрольно-измерительный материал № 2

К теме « Метод исключения»

1. Можно ли использовать метод исключения для моделирования СВ, распределенной на бесконечном интервале?
2. При каком условии достигается наибольшая эффективность метода исключения?
3. Сколько независимых стандартных случайных величин используется в методе?

Описание технологии проведения. Проверяется правильность ответов на контрольные вопросы по текущим темам.

—Отчеты по лабораторным работам

Пример лабораторной работы

Тема: Моделирование случайных величин. Метод исключения Задание:

- а) составить моделирующие формулы для случайных величин с заданными плотностями распределения $p(x)$;
- б) получить n значений случайной величины;
- в) построить гистограмму по полученным данным;
- г) сравнить гистограмму с графиком плотности распределения $f(x)$, расположив их на одной сетке;
- д) установить, как влияет величина n на результаты моделирования.

Указание:

В пункте а) использовать метод исключения.

В пункте б) для получения n реализаций случайных величин с заданными плотностями распределения, можно использовать систему компьютерной математики Mathcad или составить собственную процедуру.

Пример таблицы вариантов заданий

1. $f(x) = c(3 - \sqrt[3]{2x}), x \in [0;1]$	7. $f(x) = \frac{3+4(1-x)}{5}, x \in \left(0; \frac{1}{2}\right)$
2. $f(x) = cx^{5/3}(1-x)^{3/2}, x \in [0;1]$	8. $f(x) = (1+2(x-2)^2)/9, x \in (0;3)$
3. $f(x) = cx^{5/3} \exp(-x), x \in (0; \infty)$	9. $f(x) = (4x+15x^2)/7, x \in (0;1)$
4. $f(x) = \frac{6}{\pi^3} + \frac{3\cos x}{4}, x \in \left(0; \frac{\pi}{2}\right)$	10. $f(x) = \frac{3+2(1-x)}{5}, x \in (0;1)$
5. $f(x) = \frac{2}{3} + \frac{16x}{3}, x \in \left(0; \frac{1}{2}\right)$	11. $f(x) = \frac{3}{8}(1+x^2), x \in [-1,1]$
6. $f(x) = \cos^2 2\pi mx, x \in (0,2), m \in N$	

Описание технологии проведения. Проверяется качество выполнения лабораторных работ.

Практические задания

Пример 1.

Найти моделирующие формулы для случайной величины с заданным видом распределения (Метод обратных функций).

Пример 2.

Получить моделирующие формулы для случайной величины с заданным видом распределения (Метод исключения).

Пример 3.

Вывести оценку интеграла методом Монте-Карло.

Пример 4. Вывести моделирующие формулы методом суперпозиции

Пример 5. Записать моделирующий алгоритм для системы независимых случайных величин.

Пример 6. Сформулировать алгоритм моделирования системы зависимых случайных величин

Описание технологии проведения. Проверяются представленные результаты решения задачи

Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Можно ли решать методами статистического моделирования детерминированные задачи? А) Нет Б) Да	2. Есть ли ограничения применимости метода исключения при моделировании случайных величин? А) Нет Б) Да	3. Всегда ли можно получить явные моделирующие формулы при использовании метода обратных функций для генерации случайных величин? А) Нет Б) Да
4) Является ли единственным вид системы моделирующих формул для координат n-мерного случайного вектора? А) Нет Б) Да	5) Можно ли получить оценку интеграла по заданной области, используя методы статистического моделирования? А) Нет Б) Да	8) Является ли единственным вид оценки интеграла при использовании методов статистического моделирования? А) Да Б) Нет
14) Почему генерирование псевдослучайных чисел на компьютере порождает периодические последовательности? А) Из-за округления чисел на единичном отрезке до определенного числа разрядов Б) По другим причинам	6) Система уравнений какого порядка определяет моделирующие формулы координат случайной точки, блуждающей в заданной плоской области? А) Выше второго Б) Второго порядка	9) Можно ли использовать метод обратных функций для моделирования случайных событий? А) Можно Б) Нет
10) Сколько вариантов моделирующих формул можно составить для координат случайной точки, распределенной в трехмерной области? А) Шесть Б) Три	11) Можно или нет использовать метод обратных функций для генерирования дискретной случайной величины с бесконечным рядом распределения? А) Нет Б) Да	12) Требуется ли обратимость функции распределения для получения явных моделирующих формул в методе обратных функций? А) Требуется Б) Нет
13) Каким требованиям должна удовлетворять функция, используемая для получения псевдослучайных чисел? А) Быть монотонной	7) Формирование системы моделирующих формул для координат случайной точки на плоскости определяют А) Одномерная и условные двумерные функции распределения	19) Можно получить многомерную плотность распределения в новой системе координат, умножением заданной плотности на якобиан преобразования ? А) Нет Б) Да

Б) График функции плотно заполняет единичный квадрат	Б) Двухмерная функция распределения	
16) Какова максимальная размерность условной функции распределения в системе моделирующих уравнений для координат случайной точки, распределенной в плоской области? А) Условная функция распределения второго порядка Б) Другое	17) Возможно или нет в результате применения замены переменных при моделировании системы случайных величин представление плотности распределения в новом пространстве в виде произведения плотностей координат? А) Нет Б) Возможно	18) Метод замены переменных, при удачном выборе, может позволить независимо моделировать координаты случайной точки в новом пространстве? А) Да Б) Нет
15) Почему независимые координаты случайной точки, распределенной в n -мерном пространстве можно моделировать независимо? А) Так как n-мерная функция распределения равна произведению одномерных. Б) По другим причинам	20) Какие параметры используются при моделировании случайной величины методом исключения? А) концы промежутка, внутри которого распределена случайная величина и значение максимума плотности распределения Б) только координаты концов промежутка, внутри которого распределена случайная величина	21) Обычно, для расчета рекомендуется использовать псевдослучайные числа из отрезка аperiodичности А) Да Б) Нет 40) Метод обратных функций можно использовать для моделирования случайного события. А) Да Б) Нет
22) Существует бесконечно много случайных величин с одинаковым математическим ожиданием А) Нет Б) Да	23) Сколько независимых стандартных случайных величин используется при моделировании методом суперпозиции смеси двух распределений? А) Две Б) одна	24) Метод суперпозиции состоит из двух этапов. На первом разыгрывается номер плотности или функции распределения смеси, на втором моделирование случайной величины с этим номером А) Другое Б) Да
25) В библиотеках систем компьютерной математики имеются функции для моделирования стандартной случайной величины А) Да Б) Алгоритмы моделирования нужно составлять самостоятельно	26) Как используется эргодическое свойство случайного поля, описывающего механические свойства стохастического композита? А) Математическое ожидание компонентов поля получают в результате осреднения по заданной области Б) Математическое ожидание компонентов поля получают в результате осреднения по ансамблю реализаций	27) Является ли изотропным в макрообъеме зернистый композит, физико-механические свойства которого описываются статистически однородным и изотропным случайным полем? А) Нет Б) Да
28) Обладает или нет свойством изотропии стохастический композит, армированный короткими разнонаправленными волокнами? А) Обладает Б) Не обладает	29) Обладает или нет свойством изотропии стохастический композит, армированный длинными одно направленными волокнами? А) Не обладает Б) Обладает	30) Можно ли рассматривать пористый материал как двух компонентный композит? А) Нельзя Б) Можно
31) Существует единственная случайная величина с заданным математическим ожиданием А) Да Б) Нет	32) При моделировании методом суперпозиции смеси двух распределений используются две независимые стандартные случайные величины? А) Да Б) Нет	33) Для практических расчетов рекомендуется использовать псевдослучайные числа, расположенные вне отрезка аperiodичности А) Да Б) Нет
34) Независимые координаты случайной точки, распределенной в n -мерном пространстве можно моделировать независимо? А) Да Б) Нет	35) Пористый материал можно рассматривать как двухкомпонентный стохастический композит? А) Да Б) Нет	36) Может ли служить ограничением применимости метода исключения неограниченный интервал, на котором распределена случайная величина? А) Да Б) Нет
37) Стохастический композит, армированный длинными однонаправленными волокнами, обладает свойством изотропии ? А) Не обладает Б) Обладает	38) Порядок системы уравнений, определяющей моделирующие формулы координат случайной точки, блуждающей в заданной плоской области, равен двум? А) Нет Б) Да	39) Метод обратных функций можно использовать для генерирования дискретной случайной величины с бесконечным рядом распределения? А) Нет Б) Да

Описание технологии проведения. Проводится в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ».

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

Описание технологии проведения. Проводится контроль путем проверки выполненных упражнений, лабораторных работ, тестирования и контрольной работы.

Шкалы и критерии оценивания

Контрольные вопросы по текущим темам	
Зачтено	Если правильных ответов 80%-100%

Не зачтено	Если правильных ответов меньше 80%
Лабораторные работы	
Зачтено	Если выполнено на 80%-100%
Не зачтено	Если выполнено меньше 80%
Контрольная работа	
Зачтено	Если правильно 100%
Не зачтено	Если не правильно хотя бы одно задание
Тестовые задания	
Зачтено	Если правильных ответов 80%-100%
Не зачтено	Если правильных ответов меньше 80%
Итоги текущей работы по среднему количеству баллов по всем видам работ	
Отлично	[95%-100%]
Хорошо	[85%-95%]
Удовлетворительно	[75%-85%]
Не удовлетворительно	Меньше 75%

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное выполнение задания. Получены основные характеристики объектов
Хорошо	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики объектов, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задания, но верно выбран метод решения.
Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран метод решения

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Экзаменационные билеты, которые формируются на основе списка вопросов к экзамену.

Примеры КИМ

Контрольно-измерительный материал № 1__

1. Способы получения случайных чисел
2. Стохастическая модель материала

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Метод Монте-Карло
2. Имитационное моделирование в стохастической центрально-симметричной задаче

Вопросы к экзамену

1. Способы получения случайных чисел
2. Метод Монте-Карло
3. Генераторы случайных чисел
4. Таблицы случайных чисел
5. Псевдослучайные числа
6. Стандартная случайная величина
7. Метод обратных функций
8. Моделирование дискретных случайных величин
9. Моделирование непрерывных случайных величин
10. Моделирование случайных событий
11. Метод исключения
12. Метод суперпозиции

13. Метод замены переменных
14. Правило преобразования плотности распределения при преобразовании координат
15. Моделирование вектора с независимыми координатами
16. Моделирование системы n зависимых случайных величин
17. Моделирование изотропных векторов и векторов с частично изотропными компонентами
18. Качество оценок результатов моделирования
19. Простейший метод Монте-Карло оценки интеграла
20. Геометрический метод Монте-Карло
21. Стохастическая модель материала
22. Имитационное моделирование в стохастической центрально-симметричной задаче
23. Моделирование напряженного состояния стохастически неоднородного цилиндра
24. Определение разрушающих нагрузок
25. Схема определения разрушающих нагрузок при заданном нагружении
26. Постановка задачи о разрушении пластины со стохастической системой трещин

Описание технологии проведения Собеседование по ответам на вопросы билетов

Шкала и критерии оценивания

Отлично	Знание основных понятий и методов статистического моделирования случайных величин. Умение реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Владение основными навыками в области статистического моделирования, основными методами моделирования случайных величин и их приложениями для стохастических и детерминированных задач
Хорошо	Знание основных понятий и методов статистического моделирования случайных величин, но возможны некоторые неточности при ответе. Умение реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Владение основными навыками в области статистического моделирования, основными методами моделирования случайных величин и их приложениями для стохастических и детерминированных задач
Удовлетворительно	Знает основные понятия и положения дисциплины. Умеет строить алгоритмы моделирования объектов и реализовать их на компьютере без необходимого анализа результатов.
Не удовлетворительно	Не твердое знание основных понятий и положений статистического моделирования, Неумение разработки правильного порядка построения алгоритмов моделирования. Неумение анализировать результаты моделирования

– Открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Суть основного приема методов Монте-Карло

Вариант ответа

Важнейший прием в построении методов Монте-Карло- сведение задачи к расчету математических ожиданий. Чтобы получить значение некоторой скалярной величины «а», нужно подобрать такую

случайную величину ξ , что $M\{\xi\} = a$. Тогда вычислив N независимых значений $\xi_i, i \in \{1, 2, \dots, N\}$ величины ξ , можно считать, что $a \approx (1/N) \cdot \sum_{i=1}^N \xi_i$.

2. Способы получения случайных чисел

Вариант ответа

- аппаратный (физический),
- табличный (файловый),
- алгоритмический (программный).

Аппаратный способ основан на использовании внешнего электронного устройства, подключаемого к компьютеру. В качестве физического эффекта, лежащего в основе таких генераторов чисел, чаще всего используются шумы в электронных и полупроводниковых приборах. Напряжение с выхода источника шума, являющееся случайным процессом, стробируется напряжением полезного сигнала и квантуется относительно заданного порога. В результате получается серия импульсов, расстояния по времени между которыми являются случайными числами. Основным недостатком данного метода является невозможность получения при моделировании одинаковых последовательностей чисел.

— Табличный способ заключается в предварительном формировании таблицы случайных чисел для требуемого количества реализаций в виде файла. При достаточно большом количестве реализаций основным недостатком данного способа являются большие затраты машинных ресурсов на частое обращение к соответствующему файлу. Однако он позволяет легко осуществлять повторное воспроизведение последовательности чисел.

— Алгоритмический способ получения последовательности случайных чисел основан на формировании случайных чисел с помощью специальных алгоритмов и реализующих их программ. При этом вычисление случайных чисел может быть организовано как по мере необходимости, так и путем периодической генерации множества случайных чисел. Данный способ является наиболее предпочтительным ввиду большей гибкости реализации различных законов распределения.

3. Метод Монте-Карло

Вариант ответа

Методом Монте-Карло называются численные методы решения математических задач при помощи моделирования случайных величин. Статистические испытания по методу Монте-Карло представляют собой простейшее имитационное моделирование при полном отсутствии каких-либо правил поведения. Получение выборок по методу Монте-Карло – основной принцип компьютерного моделирования систем, содержащих стохастические или вероятностные элементы.

Вариант ответа

Под статистическим моделированием понимают воспроизведение с помощью компьютера функционирования вероятностной модели некоторого объекта.

Цель моделирования такого рода состоит в оценивании с его помощью средних характеристик модели. Обычно это математические ожидания величин, характеризующих систему, их дисперсии и моменты

Вариант ответа

Метод Монте-Карло основан на статистических испытаниях и по природе своей

является экстремальным, может применяться для решения полностью детерминированных задач, таких, как обращение матриц, решение дифференциальных уравнений в частных производных, отыскание экстремумов и численное интегрирование. При вычислениях методом Монте-Карло статистические результаты получаются путем повторяющихся испытаний. Вероятность того, что эти результаты отличаются от истинных не более чем на заданную величину, есть функция количества испытаний.

4. Генераторы случайных чисел

Вариант ответа

Аппаратный способ основан на использовании внешнего электронного устройства, подключаемого к компьютеру. В качестве физического эффекта, лежащего в основе таких генераторов чисел, чаще всего используются шумы в электронных и полупроводниковых приборах. Напряжение с выхода источника шума, являющееся случайным процессом, стробируется напряжением полезного сигнала и квантуется относительно заданного порога. В результате получается серия импульсов, расстояния по времени между которыми являются случайными числами. Основным недостатком данного метода является невозможность получения при моделировании одинаковых последовательностей чисел.

5. Таблицы случайных чисел

Вариант ответа

Табличный способ заключается в предварительном формировании таблицы случайных чисел для требуемого количества реализаций в виде файла. При достаточно большом количестве реализаций основным недостатком данного способа являются большие затраты машинных ресурсов на частое обращение к соответствующему файлу. Однако он позволяет легко осуществлять повторное воспроизведение последовательности чисел.

6. Псевдослучайные числа

Вариант ответа

Алгоритмический способ получения последовательности случайных чисел основан на формировании случайных чисел с помощью специальных алгоритмов и реализующих их программ. При этом вычисление случайных чисел может быть организовано как по мере необходимости, так и путем периодической генерации множества случайных чисел. Данный способ является наиболее предпочтительным ввиду большей гибкости реализации различных законов распределения.

7. Стандартная случайная величина

Вариант ответа

При моделировании систем на компьютере программная имитация случайных воздействий любой сложности сводится к генерированию некоторых стандартных (базовых) процессов и к их последующему функциональному преобразованию. В качестве базового может быть принят любой удобный случайный процесс (нормальный, пуассоновский и т.п.). Однако при дискретном моделировании в качестве базового процесса используют последовательности чисел, представляющие собой реализации равномерно распределенных на интервале $(0,1)$ случайных величин.

8. Метод обратных функций

Вариант ответа

Пусть случайная величина ξ с плотностью $p(x) > 0$ определена в интервале $(a; b)$.

Тогда функция распределения $F_\xi(x)$ возрастает на $(a; b)$ и $F_\xi(x) = \int_a^x p(u) du$. Случай $a = -\infty$ и (или) $b = \infty$ не исключается.

Теорема 2. Случайная величина ξ , удовлетворяющая уравнению

$$F_\xi(\xi) = \gamma,$$

имеет плотность распределения $p(x)$.

9. Моделирование дискретных случайных величин**Вариант ответа**

Пусть дискретная случайная величина ξ принимает возможные значения x_i с вероятностями p_i , где сумма равна 1. Этот единичный отрезок делится на части Δp_i . Если стандартная случайная величина попадает в промежуток Δp_i , то $\xi = x_i$.

Описание технологии проведения. Проводится в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только вопросы с кратким текстовым ответом или представленные в форме эссе

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

5 баллов – задание выполнено верно;

2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;

0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.

Результаты текущей аттестации

Отлично	[95%-100%]
Хорошо	[85%-95%]
Удовлетворительно	[75%-85%]

Описание технологии проведения Экзамен проводится на основе КИМ, составленных по вопросам для подготовки к экзамену и с учетом результатов текущей аттестации.

Варианты шкал оценок в зависимости от результатов текущей аттестации, выраженных в процентах.

Шкала оценок,

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Если результаты текущей аттестации 100% Если результаты текущей аттестации 90-95% и оценка отлично по ответу на билет Если результаты текущей аттестации 90-95% + оценка хорошо по ответу на билет + дополнительная задача
Хорошо	Если результаты текущей аттестации 90-95% Если результаты текущей аттестации 85-90% + оценка отлично по ответу на билет Если результаты текущей аттестации 85-90% + оценка хорошо по ответу на би-

	лет+ дополнительная задача
Удовлетворительно	Если результаты текущей аттестации 85-90%+ оценка удовлетворительно по ответу на билет Если результаты текущей аттестации 75-85%+ оценка отлично по ответу на билет Если результаты текущей аттестации 75-85%+ оценка хорошо по ответу на билет+ дополнительная задача Если результаты текущей аттестации 65-75%+ оценка отлично по ответу на билет+ дополнительная задача
Не удовлетворительно	Если не выполнены предыдущие критерии

Шкала оценок в неформальной форме.

Отлично	Знание основных понятий и методов статистического моделирования случайных величин. Умение реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Владение основными навыками в области статистического моделирования, основными методами моделирования случайных величин и их приложениями для стохастических и детерминированных задач
Хорошо	Знание основных понятий и методов статистического моделирования случайных величин. но возможны некоторые неточности при ответе Умение реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Владение основными навыками в области статистического моделирования, основными методами моделирования случайных величин и их приложениями для стохастических и детерминированных задач
Удовлетворительно	Знает основные понятия и положения дисциплины. Умеет строить алгоритмы моделирования объектов и реализовать их на компьютере без необходимого анализа результатов.
Не удовлетворительно	Не твердое знание основных понятий и положений статистического моделирования, Неумение разработки правильного порядка построения алгоритмов моделирования. Неумение анализировать результаты моделирования

