

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

18.05.2022г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.03 Статистическое моделирование в механике композитных материалов

**1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:**

01.03.03 Механика и математическое моделирование

**2. Профиль подготовки :** Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

**3. Квалификация (степень) 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](mailto:E-mail-ivan@amm.vsu.ru)

**7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ **протокол № 8 15.04.2022**

**8. Учебный год:** 20204 - 2025

**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:** учебная дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1. 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
ПК-1	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.
		ПК-1.2	Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации	Уметь: собирать научно-техническую информацию, необходимую для решения задач исследования и реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере.
ПК-4	Способен строить математические модели для проведения расчетных 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.	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.

**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.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
2.	. Моделирование напряженного состояния упругого статистически неоднородного тела	Имитационное моделирование в стохастической центрально-симметричной задаче Напряженное состояние стохастически неоднородного упругого полого шара	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
3.	Стохастические модели в задачах со случайными параметрами	Концентрация напряжений на стохастической границе тел. Шероховатое круглое отверстие.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
4.	Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии	Модель стохастически анизотропного материала. Метод статистического моделирования в оценке предельных характеристик	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
2. Лабораторные занятия			

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.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
2.	. Моделирование напряженного состояния упругого статистически неоднородного тела	Имитационное моделирование в стохастической центрально-симметричной задаче Напряженное состояние стохастически неоднородного упругого полого шара	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
3.	Статистические модели в задачах со случайными параметрами	Концентрация напряжений на статистической границе тел. Шероховатое круглое отверстие.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>
4.	Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии	Модель стохастически анизотропного материала. Метод статистического моделирования в оценке предельных характеристик	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=23195</a>

## 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная 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	Статистические 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	<b>Аннин, Б. Д.</b> Механика композитов : учебное пособие для вузов / Б. Д. Аннин, Е. В. Карпов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 ; Новосибирск : РИЦ НГУ. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13166-6 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4437-0532-3 (РИЦ НГУ). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/449349">https://urait.ru/bcode/449349</a>
2	<b>Охорзин, В. А.</b> Прикладная математика в системе MATHCAD : учебное пособие / В. А. Охорзин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-0814-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167771">https://e.lanbook.com/book/167771</a>
3	<b>Плотников, А. Н.</b> 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: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72992">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72992</a> >.
4	<b>Радченко, Татьяна Антониновна.</b> Статистическое моделирование случайных процессов : учебное пособие для вузов / Т.А. Радченко, Ю.С. Радченко, В.А. Зюльков ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 . — 39 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 39 .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/nov06105.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/nov06105.pdf</a> >.

#### **б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
5	<b>Мелихова, Е. В.</b> Применение комплексов программ Mathcad для решения задач математического моделирования : учебное пособие / Е. В. Мелихова. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. — 140 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/100828">https://e.lanbook.com/book/100828</a>
6	<b>Федоткин, М. А.</b> Построение вероятностных моделей : учебно-методическое пособие / М. А. Федоткин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152956">https://e.lanbook.com/book/152956</a>
7	<b>Носов, В. В.</b> Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиян. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 276 с. — ISBN 978-5-

	8114-2373-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167338">https://e.lanbook.com/book/167338</a>
--	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

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

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

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к практическим занятиям, работа над рефератом, темы которого приведены в п.20, и подготовку к 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.), применяются 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:**

Лекционная аудитория должна быть оборудована учебной мебелью, компьютером, мультимедийным оборудованием (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается переносное оборудование.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), допускается демоверсия или виртуальный аналог ПО

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

## 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 лабораторной 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	Практикоориентированные 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  
Отчеты по лабораторным работам

#### Пример лабораторной работы

Тема: Моделирование случайных величин. Метод исключения

Задание:

- составить моделирующие формулы для случайных величин с заданными плотностями распределения  $p(x)$ ;
- 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.

**Таблица 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. $f(x) = \cos^2 2\pi mx, x \in (0, 2), m \in N$	

**Контрольные вопросы к теме**

К теме «*Псевдослучайные числа*»

1. Какие функции подходят для моделирования псевдослучайных случайных 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?

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.** Проводится контроль путем проверки ответов и лабораторных работ.

**Шкалы и критерии оценивания**

Оценка	Критерии оценок
Отлично	<i>Правильное выполнение задания.. Получены основные характеристики объектов</i>
Хорошо	<i>Правильное решение задачи. Получены основные характеристики объектов, но</i>

	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: *Собеседование по экзаменационным билетам*  
(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)  
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 в 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 стихастически 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** Экзамен проводится на основе КИМ, составленных на основе вопросов для подготовки к экзамену.

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
- 

Оценка	Критерии оценок
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.
Неудовлетворительно	Не твердое знание основных понятий и положений статистического моделирования , Неумение разработки правильного порядка построения алгоритмов моделирования.. Неумение анализировать результаты моделирования

**20.3** Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).

ПК-1

1) 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

6) Система уравнений какого порядка определяет моделирующие формулы координат случайной точки, ближайшей в заданной плоской области?

- А) Выше второго  
Б) Второго порядка

7) Формирование системы моделирующих формул для координат случайной точки на плоскости определяют

А) Одномерная и условные двухмерные функции распределения

Б) Двухмерная функция распределения

8) Является ли единственным вид оценки интеграла при использовании методов статистического моделирования?

- А) Да  
Б) Нет

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  
Б) График функции плотно заполняет единичный квадрат

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

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

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

19) Можно получить многомерную плотность распределения в новой системе координат, умножением заданной плотности на якобиан преобразования?

- А) Нет  
Б) Да

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 аperiодичности

А) Да

Б) Нет

22) Существует бесконечно много случайных величин с одинаковым математическим ожиданием

А) Нет

Б) Да

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

### Открытые вопросы

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 «*a*» , нужно подобрать такую случайную величину  $\xi$  , что  $M\{\xi\} = a$  . Тогда вычислив  $N$  независимых значений  $\xi_i, i \in \{1, 2...N\}$

величины  $\xi$  , 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 основана 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 случайнм 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 функционирование 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 основана 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 генерируанию 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  $\xi$  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  $\xi$ , удовлетворяющая уравнению

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

имеет плотность распределения  $p(x)$ .

## 9. Моделирование дискретных случайных величин

### **Вариант ответа**

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

### **ПК-4**

#### 3) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

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 однонаправленными волокнами?

А) Не обладает

Б) Обладает

30) Можно ли рассматривать пористый материал как духкомпонентный 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 апериодичности

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 духкомпонентный 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, ближайшей 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

40) Метод обратных функций можно использовать для моделирования случайного события.

А) Да

Б) Нет

4) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

Открытые вопросы

10. 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.

## 11. 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.

## 12. Стандартная случайная величина

### **Вариант ответа**

При моделировании систем на компьютере программная имитация случайных воздействий любой сложности сводится к генерируанию 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.

## 13. Метод обратных функций

### **Вариант ответа**

Пусть случайная величина  $\xi$  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  $\xi$ , удовлетворяющая уравнению

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

имеет плотность распределения  $p(x)$ .

## 14. Моделирование дискретных случайных величин

### **Вариант ответа**

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

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

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

**2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):**

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.