

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев
16.06.2021.

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

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ протокол №10 от 15.06.2021.

8. Учебный год: 2023 - 2024

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины: Целью дисциплины является знакомство с основными математическими моделями механики и компьютерного моделирования при анализе систем случайной природы.

Задачи учебной дисциплины: Задачей курса является 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.

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. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
- ПК-1.1, ПК-1.2,	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1 ПК-1.2	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации. . Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста 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

ПК-4.1.	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.	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	
1	Введение в статистическое	Функции Mathcad для	

	моделирование Элементы статистического моделирования в системе компьютерной математики	вероятностных распределений и генерации случайных чисел. Моделирование псевдослучайных процессов. Вычисление интеграла методом статистического моделирования.	
2	.Моделирование напряженного состояния упругого статистически неоднородного тела	Имитационное моделирование в стохастической центрально-симметричной задаче Напряженное состояние стохастически неоднородного упругого полого шара	
3	Стохастические модели в задачах со случайными параметрами	Концентрация напряжений на стохастической границе тел. Шероховатое круглое отверстие.	
4	Задача разрушения в условиях стохастической анизотропии	Модель стохастически анизотропного материала. Метод статистического моделирования в оценке предельных характеристик .	

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	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, выполнение реферата.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку учебного материала лекций, разбор заданий, подготовку реферата.

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

Промежуточная аттестация. В течение семестра обучающимся предлагается выполнить практикоориентированные, домашние задания. К промежуточной аттестации, проводимой на последнем занятии, представляется реферат.

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	Аннин, Б. Д. 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: https://urait.ru/bcode/449349
2	Охорзин, В. А. 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: https://e.lanbook.com/book/167771
3	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 >.
4	Радченко, Татьяна Антониновна. 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: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/nov06105.pdf >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Мелихова, Е. В. 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: https://e.lanbook.com/book/100828
6	Федоткин, М. А. 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: https://e.lanbook.com/book/152956
7	Носов, В. В. Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвеев. — 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: https://e.lanbook.com/book/167338

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/

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 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, 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.

Указанные в учебно-методическом комплексе учебные пособия и справочные материалы, приведены в таблице ниже:

№ п/п	Источник
1	Аннин, Б. Д. 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: https://urait.ru/bcode/449349
2	Носов, В. В. Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиенко. — 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: https://e.lanbook.com/book/167338
3	Иванищева, О.И. Статистическое моделирование в задачах механики неоднородных сплошных сред [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Ч. 1. Стохастическая модель хрупкого разрушения / сост. : О.И. Иванищева, Ю.Н. Прибытков. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-118.pdf >.
2	Дьяконов, В. Mathcad 2000 : учебный курс / В. Дьяконов. — СПб. и др. : Питер, 2001 : ил. — (Учебный курс). — ISBN 5-272-00196-6 : 89.25. http://www.lib.vsu.ru/

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 (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

г. Воронеж, ул. Университетская площадь, д.1, главный учебный корпус, ауд.11	Учебная аудитория: специализированная мебель, Компьютеры, Мультимедиа-проектор, Доска магнитно-маркерная на стенде 2-сторонняя, Мультимедийная акустическая система	Intellij IDEA Community Edition (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Paskal ABC NET (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Jet Brains PyCharm Community Edition (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Anaconda (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Maxima (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Scilab (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) LibreOffice (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) NetBeans IDE (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Adobe Reader (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Microsoft Visual Studio Community Edition (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Notepad ++ (на сервере) (свободное и/или бесплатное ПО) Free Pascal (на сервере)
г. Воронеж, ул. Университетская площадь, д.1, главный учебный корпус, ауд.12	Учебная аудитория: специализированная мебель, Компьютеры, Мультимедиа-проектор, Доска магнитно-маркерная на стенде 2-сторонняя, Мультимедийная акустическая система	Intellij IDEA Community Edition (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Paskal ABC NET (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Jet Brains PyCharm Community Edition (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Anaconda (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Maxima (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Scilab (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) LibreOffice (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) NetBeans IDE (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Adobe Reader (13 шт.) (свободное и/или бесплатное ПО) Microsoft Visual Studio Community Edition (13 шт.)

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	Тестирование 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	Тестирование 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 Реферат 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:

Тестирование

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.

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

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики критических нагрузок для тела со стохастическими дефектами
Хорошо	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики критических нагрузок, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задачи, 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 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 сттохастически неоднородного цилиндра
24. Определение разрушающих нагрузок
25. Схема определения разрушающих нагрузок при заданном нагружении
26. Постановка задачи о разрушении пластины со стохастической системой трещин

Экзамен проводится на основе КИМ, составленных на основе вопросов для подготовки к экзамену.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	. Умеет собирать научно-техническую информацию. необходимую для решения задач исследования и реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Владеет: 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
Хорошо	Умеет собирать научно-техническую информацию. необходимую для решения задач исследования и реализовать алгоритмы статистического моделирования на компьютере. Слабо владеет 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

Удовлетворительно	Знает основные понятия и положения дисциплины. Умеет строить алгоритмы моделирования напряженного состояния стохастических композитов и реализовать их на компьютере без необходимого анализа результатов.
Неудовлетворительно	Не твердое знание основных положений статистического моделирования, моделей композитов , Неумение разработки правильного порядка построения алгоритмов моделирования.. Неумение анализировать результаты моделирования
