

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ПММ

Медведев С.Н.
23.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Компьютерное моделирование сложных систем

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.04.03. Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

2. Профиль подготовки/специализация: Управление проектированием и разработкой информационных систем

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: ПОиАИС

6. Составители программы: Артемов М.А., д.ф-м.н., профессор.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол № 5 от 22.03.2024

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются

вопросы изучения основных идей моделирования систем, этапов и видов моделирования;
формирование правильного представления о возможностях создания приложений

Задачи учебной дисциплины:

приобретение студентами знаний и практических навыков разработки приложений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 и является дисциплиной по выбору.

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-3	Способен обрабатывать, интерпретировать и оформлять результаты проведенных исследований в выбранной области науки	ПК-3.1	Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	знать: математические и компьютерные методы обработки экспериментальных данных уметь: обрабатывать данные с использованием современных методов анализа информации. владеть (иметь навык(и)): навыками применения стандартного и оригинального программного обеспечения для обработки данных.
		ПК-3.2	Критически анализирует полученные результаты и интерпретирует в контексте выбранной области профессиональной и/или научной сферы.	знать: методику анализа полученных результатов. уметь: интерпретировать результаты интерпретирует в контексте выбранной области профессиональной и/или научной сферы. владеть (иметь навык(и)): навыками критического анализа результатов в контексте выбранной области профессиональной и/или научной сферы.
		ПК-3.3	Составляет отчет по результатам НИР и НИОКР в выбранной области науки	знать: основные правила составления отчета по результатам НИР и НИОКР в выбранной области науки уметь: структурировать результаты НИР и НИОКР для составления отчетности: применять современные информационные технологии при составлении отчетов по НИР и НИОКР

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
		По семестрам

		Всего	4 семестр		
Аудиторные занятия		36	36		
в том числе:	лекции	24	24		
	практические	0	0		
	лабораторные	12	12		
Самостоятельная работа		72	72		
в том числе: курсовая работа (проект)		0	0		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)		0	0		
Итого:		108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1.	Методология моделирования систем	Знакомство с характерными чертами моделирования. Виды моделей	https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=18690
1.2.	Математическое моделирование – искусство применения математики	Знакомство с характерными чертами моделирования. Виды моделей	
1.3.	Сложные системы: концепции построения и реализации моделей	Математическое моделирование и системный анализ. Понятие системы. Атрибуты системы. Сложная система. Задачи, возникающие при исследовании систем. Системный подход при решении задач проектирования и реализации моделирующих систем. Классификация методов описания сложных систем в системном анализе. Языки концептуального моделирования систем. Классификация математических моделей систем. Статические и динамические модели систем, дискретные и непрерывные	
1.4.	Обзор современного специализированного программного обеспечения для моделирования систем.	Обзор методов, используемых для моделирования процессов и явлений. Методология математического моделирования. МКЭ как математический аппарат реализации моделей систем. Средства визуального моделирования сложных динамических систем. Конечно-элементные системы научных и инженерных расчетов. Практическое моделирование решение мультифизических задач.	
1.5.	Стохастические модели.	Организация случайных блужданий. Методы Монте-Карло для решения прикладных задач. Модель броуновского движения. Модель Изинга. Модель финансовой системы.	

1.6.	Модели с элементами неопределенности	Фракталы. Размерности. Фракталы в природе. Основы теории перколяции. Клеточный автомат. Нечеткие модели. Обзор основных классов моделей.
3. Лабораторные занятия		
3.1.	Разработка графического интерфейса пользователя для реализации математической модели в Matlab.	Лабораторные работы предполагают выполнение индивидуальных заданий по соответствующим темам дисциплины с использованием возможностей математических прикладных программ (ППП Matlab). Лабораторные работы выполняются строго в соответствии с выданным преподавателем заданием и вариантом. Завершающим этапом выполнения работы является оформление отчета. Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради. Отчет содержит: лист задания, раздел, содержащий теоретические основы соответствующего раздела курса, включая расчетные формулы основного метода и расчет погрешности метода, раздел, содержащий описание программной реализации: листинг программного блока, раздел, содержащий описание результатов, полученных с использованием возможностей ППП Matlab.
3.2.	Реализация детерминированных моделей в ППП Matlab.	Лабораторные работы предполагают выполнение индивидуальных заданий по соответствующим темам дисциплины с использованием возможностей математических прикладных программ (ППП Matlab). Лабораторные работы выполняются строго в соответствии с выданным преподавателем заданием и вариантом. Завершающим этапом выполнения работы является оформление отчета. Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради. Отчет содержит: лист задания, раздел, содержащий теоретические основы соответствующего раздела курса, включая расчетные формулы основного метода и расчет погрешности метода, раздел, содержащий описание программной реализации: листинг программного блока, раздел, содержащий описание результатов, полученных с использованием возможностей ППП Matlab.
3.3.	Система инженерного анализа решение прикладных задач МКЭ в ППП Matlab.	Лабораторные работы предполагают выполнение индивидуальных заданий по соответствующим темам дисциплины с использованием возможностей математических прикладных программ (ППП Matlab). Лабораторные работы выполняются строго в соответствии с выданным преподавателем заданием и вариантом. Завершающим этапом выполнения работы является оформление отчета. Отчет

		оформляется каждым студентом в отдельной тетради. Отчет содержит: лист задания, раздел, содержащий теоретические основы соответствующего раздела курса, включая расчетные формулы основного метода и расчет погрешности метода, раздел, содержащий описание программной реализации: листинг программного блока, раздел, содержащий описание результатов, полученных с использованием возможностей ППП Matlab.
3.4.	Моделирование стохастических процессов и систем.	Лабораторные работы предполагают выполнение индивидуальных заданий по соответствующим темам дисциплины с использованием возможностей математических прикладных программ (ППП Matlab). Лабораторные работы выполняются строго в соответствии с выданным преподавателем заданием и вариантом. Завершающим этапом выполнения работы является оформление отчета. Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради. Отчет содержит: лист задания, раздел, содержащий теоретические основы соответствующего раздела курса, включая расчетные формулы основного метода и расчет погрешности метода, раздел, содержащий описание программной реализации: листинг программного блока, раздел, содержащий описание результатов, полученных с использованием возможностей ППП Matlab.
3.5.	Моделирование систем с элементами неопределенности. Фракталы, перколяция, клеточный автомат, нечеткая модель.	Лабораторные работы предполагают выполнение индивидуальных заданий по соответствующим темам дисциплины с использованием возможностей математических прикладных программ (ППП Matlab). Лабораторные работы выполняются строго в соответствии с выданным преподавателем заданием и вариантом. Завершающим этапом выполнения работы является оформление отчета. Отчет оформляется каждым студентом в отдельной тетради. Отчет содержит: лист задания, раздел, содержащий теоретические основы соответствующего раздела курса, включая расчетные формулы основного метода и расчет погрешности метода, раздел, содержащий описание программной реализации: листинг программного блока, раздел, содержащий описание результатов, полученных с использованием возможностей ППП Matlab.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/	Наименование темы (раздела)	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практически	Лабораторны	Самостоятельная	Всего

п	дисциплины		е	е	работа	
1.	Методология моделирования систем	4	0	2	12	18
2.	Математическое моделирование – искусство применения математики	4	0	2	12	18
3.	Сложные системы: концепции построения и реализации моделей	4	0	2	12	18
4.	Обзор современного специализированного программного обеспечения для моделирования систем.	4	0	2	12	180
5.	Стохастические модели.	4	0	2	12	18
6.	Модели с элементами неопределенности	4	0	2	12	18
	Итого:	24	0	12	72	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Выполнение практических заданий для самостоятельной работы, выполнение лабораторных работ, использование рекомендованной литературы и методических материалов, в том числе находящихся в электронном ресурсе.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Шафоростова, Е. Н. Функциональное моделирование сложных систем : учебное пособие / Е. Н. Шафоростова. — Москва : МИСИ, 2021. — 81 с. — ISBN 978-5-907227-48-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/178095
2.	Шорников, Ю. В. Компьютерное моделирование динамических систем : учебное пособие / Ю. В. Шорников, Д. Н. Достовалов. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 68 с. — ISBN 978-5-7782-3276-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118214
3.	Гинис, Л. А. Моделирование сложных систем: когнитивный теоретико-множественный подход : монография / Л. А. Гинис, Л. В. Гордиенко. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-9275-2193-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/114456 .
4.	Симонова, Е. В. Моделирование информационных систем : учебное пособие / Е. В. Симонова. — Самара : Самарский университет, 2022 — Часть 2 : Использование онтологии для моделирования сложных адаптивных систем — 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-7883-1758-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/336602
5.	Системный анализ и математическое моделирование сложных экологических и экономических систем. Теоретические основы и приложения : монография / О. Е. Архипова, В. Ю. Запорожец, О. В. Ковалев [и др.] ; под редакцией Ф. А. Суркова, В. В. Селютина. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2015. — 162 с. — ISBN 978-5-9275-1985-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/114464 .
6.	Устюгов, В. А. Сложные системы: целостность, иерархия, идентичность : монография / В. А. Устюгов, В. И. Кудашов, М. А. Петров. — Красноярск : СФУ,

	2020. — 204 с. — ISBN 978-5-7638-4329-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/181630
7.	Адлер, Ю. П. Системное статистическое мышление: сложные системы и статистическое мышление : учебное пособие / Ю. П. Адлер. — Москва : МИСИС, 2017. — 88 с. — ISBN 978-5-906846-67-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/108071

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8.	Коршунов, Г. И. Сложные киберфизические системы : учебное пособие / Г. И. Коршунов. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2021. — 141 с. — ISBN 978-5-8088-1578-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/216518 (дата обращения: 17.04.2025).
9.	Цветков, В. Я. Основы теории сложных систем : учебное пособие / В. Я. Цветков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3509-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206375
10.	Барков, И. А. Объектно-ориентированное программирование / И. А. Барков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 700 с. — ISBN 978-5-507-47113-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/329549
11.	Стефанова, И. А. Моделирование систем телекоммуникаций в системе MATLAB+Simulink : учебное пособие / И. А. Стефанова. — Самара : ПГУТИ, 2018. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/182237

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
12.	Кулагин, В. П. Моделирование систем : учебное пособие / В. П. Кулагин, Л. В. Бунина, А. П. Титов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 156 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/311243
13.	Ощепков, А. Ю. Математическое и компьютерное моделирование современных систем автоматического управления : учебное пособие для вузов / А. Ю. Ощепков. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 252 с. — ISBN 978-5-507-48725-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/394523

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы, учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы.

14. **Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)** Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

№ п/п	Источник
1	Электронный курс на образовательном портале «Электронный университет ВГУ». — (https://edu.vsu.ru/) https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=18690

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

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). Задания лабораторных работ практико-ориентированные.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения практических занятий: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы.

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), Microsoft Visual Studio Community Edition.

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.	Методология моделирования систем	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Лабораторная работа № 1
2.	Математическое моделирование – искусство применения математики	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Лабораторная работа № 2
3.	Сложные системы: концепции построения и реализации моделей	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Лабораторная работа № 3
4.	Обзор современного специализированного программного обеспечения для моделирования систем.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Лабораторная работа № 4
5.	Стохастические модели.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Лабораторная работа № 5
6.	Модели с элементами неопределенности	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Лабораторная работа № 6
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Оценивается по результатам лабораторных работ и вопросов к зачету

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Понятие модели, свойства моделей, цели моделирования.
 2. Общие принципы построения математических моделей. Классификация моделей.
 3. Схема вычислительного эксперимента, верификация результатов моделирования.
 4. Принципы моделирования. Примеры математических моделей физических систем.
 5. Моделирование и системный анализ. Сложные системы.
 6. Обзор методов, используемых для моделирования процессов и явлений.
- Методология математического моделирования.
7. Детерминированные модели, описываемые дифференциальными уравнениями.
 8. Пакеты прикладных программ конечно-элементного моделирования сложных систем: возможности, сравнительная характеристика.

9. Основы метода конечных элементов. Система базисных и весовых функций. Конечно-элементная аппроксимация решений дифференциальных уравнений.
10. Метод Монте-Карло как метод моделирования стохастических явлений и процессов.
11. Модели фрактальных систем и процессов.
12. Основные понятия теории перколяции.
13. Основы нечеткого моделирования.
14. Клеточный автомат.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Хорошее знание теоретического материала, в целом правильное решение задачи. НО: допускает незначительные ошибки в решении задачи. Неправильный ответ на вопрос.	<i>Пороговый уровень</i>	зачтено
Лабораторная не доведена до конца или недостаточное знание теоретического материала, ошибки в ответах на вопрос. Недостаточное владение теоретическим материалом.	—	незачтено