

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
*Программного обеспечения и администрирования информационных систем*  
*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*



\_\_\_\_ М.А. Артемов

*подпись, расшифровка подписи*  
2.04.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.01 Компьютерное моделирование сложных систем**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

**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 (степень) выпускника:** *магистр*

**4. Форма обучения:** *очная*

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** *кафедра программного обеспечения и администрирования информационных систем*

**6. Составители программы:** *(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

Артемов М.А., д. ф.-м.н., профессор, профессор

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом факультета прикладной математики, информатики и механики (протокол №5 от 22.03.2024)

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

---

**8. Учебный год:** 2024/25

**Семестр(ы):** 4

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** " Компьютерное моделирование сложных систем "

Целями освоения учебной дисциплины являются вопросы изучения основных идей моделирования систем, этапов и видов моделирования.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к базовому циклу Б1, обязательная часть основной образовательной программы *02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем* и относится к дисциплинам по выбору. Дисциплина относится к вариативным дисциплинам общепрофессионального цикла основной образовательной программы. От студентов требуются общие навыки программирования на любом языке и знание курсов «Дифференциальных уравнений и «Методов вычислений», «Компьютерное моделирование», «Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных» Навыки, приобретаемые при изучении данной дисциплины, могут быть используется во многих прикладных курсах, при выполнении ВКР.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен проводить анализ качества, эффективности применения и соблюдение информационной безопасности при разработке программных продуктов и программных комплексов	ПК-3.1	Проводит анализ качества разрабатываемых программных продуктов и комплексов	знать: основные принципы разрабатываемых программных продуктов и комплексов  уметь: применять при обработке данных стандартное и оригинальное программное обеспечение.  владеть (иметь навык(и)): навыками применения стандартного и оригинального программного обеспечения.
		ПК-3.2	Оценивает эффективность различных программных продуктов и комплексов.	знать: принципы оценивания эффективности различных программных продуктов и комплексов. уметь: оценивать эффективность различных программных продуктов и комплексов. владеть (иметь навык(и)): современными эффективными методами оценивания программных продуктов и комплексов.
		ПК-3.3	Соблюдает информационную безопасность при разработке ПО	знать: основные положения безопасность использования ПО уметь: применять основные подходы для безопасного использования ПО владеть: использованием известных приемов, позволяющих обеспечить безопасную работу ПО

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 108/3.**

**Форма промежуточной аттестации зачет.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			3	
Аудиторные занятия		36	36	
в том числе:	лекции	24	24	
	практические			
	лабораторные	12	12	
Самостоятельная работа		72	72	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – час.)		зачет	зачет	
Итого:		108	108	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Методология моделирования систем	Знакомство с понятием математическое моделирование.	
1.2	Математическое моделирование – искусство применения математики	Знакомство с характерными чертами моделирования. Виды моделей	
1.3	Задачи управления движением	Постановка задачи управления движением. Движение в заданном направлении. Маневрирование автомобилем. Постановка задачи моделирования ракеты. Движение спутника. Сила тяги ракетного двигателя	
1.4	Прикладная математика и математическое моделирование исторических процессов	Моделирование численности кочевников. Структурнодемографические циклы Китая и кочевые империи. Закон Ибн Халдуна	
1.5	Модель взаимодействия региональных игроков	Модель одного игрока. Устойчивый узел. Седло. Модель нескольких игроков.	
<b>2. Практические занятия</b>			
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3.1	Лабораторная 1.	Учет теплопроводности. Решение методом малого параметра.	ППП (Мерле)
3.2	Лабораторная	Модель одного игрока. Устойчивый узел. Седло. Мо-	ППП (ППП)

	2.	дель нескольких игроков.	(Meple)
3.3	Лабораторная 3.	Моделирование численности кочевников. Структурно-демографические циклы Китая и кочевые империи. Закон Ибн Халдуна	ППП (Meple)
3.4	Лабораторная 4.	Передача неравновесия как основа исторического процесса. Модель освоения зоны как последовательность двух технологических революций	ППП (Meple)
3.5	Лабораторная 5.	Задача экономического роста для Лагранжевой механики, связанной с моделью «Затраты – Отдача»	ППП (ППП (Meple))
3.6	Лабораторная 6.	Разные задачи	ППП (Meple)

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Методология моделирования систем	2			8	10
1.2	Классификация моделей	2			8	10
1.3	Имитационное моделирование	2			8	10
1.4	Корреляционный анализ	2			8	10
1.5	Регрессионный анализ	2			8	12
1.6	Статистическое оценивание и проверка гипотез	2			8	12
1.7	Применение критериев согласия	4			8	12
1.8	Основы дисперсионного анализа	4			8	10
1.9	Примеры вероятностных моделей	4			8	10
3.1	Лабораторная 1.			2		2
3.2	Лабораторная 2.			2		2
3.3	Лабораторная 3.			2		2
3.4	Лабораторная 4.			2		2
3.5	Лабораторная 5.			2		2
3.6	Лабораторная 6.			2		2
	Итого:	24		12	72	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Курс предполагает отведение большого числа разделов на самостоятельную работу студентов. Приведенные источники позволяют в полной мере самостоятельно изучить студентами данные разделы.

Материал по каждой теме излагается последовательно с использованием ранее рассмотренных разделов. Необходима постоянная самостоятельная проработка и усвоение изложенного на занятиях материала.

Желателен просмотр материала по данной учебной дисциплине с опережением лекций с использованием рекомендуемой в данной учебной программе литературы.

Приветствуются вопросы студентов по теме учебной дисциплины и смежным вопросам в ходе аудиторных занятий.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы

Для успешного усвоения материала студенту необходимо получить достаточное количество баллов по следующим формам обучения:

1. Практические занятия могут проводиться как в классической форме, предполагающее устное изложение материала преподавателем и конспектированием материала студентам, так и форме семинара, студентам предлагается подготовить доклады по теме занятия.
2. Самостоятельная форма работы, предполагает выполнение докладов по нескольким темам данного курса.
3. Для их выполнения студенту необходимо использование и изучение литературы по заданной теме, при этом допускается применение программного и информационного обеспечения, которое оценивается дополнительно.
4. В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа.
5. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа.
6. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

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

## 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	<i>Математическое и компьютерное моделирование, Тарасевич, Юрий Юрьевич, 2012г. Моделирование систем, Советов, Борис Яковлевич; Яковлев, Сергей Алексеевич, 2005г. Математическое и компьютерное моделирование, Тарасевич, Юрий Юрьевич, 2013г. Математическое моделирование, Самарский, Александр Андреевич; Михайлов, Александр Петрович, 2005г.</i>
2	Виноградов, Ю. Б. Математическое моделирование в гидрологии [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. — М.: Академия, 2010
3	<i>Лебедев, В.В. Математическое моделирование нестационарных экономических процессов [Текст] / В. В. Лебедев, К. В. Лебедев ; [науч. ред. В. Е. Дементьев]. — Москва:</i>
4	<i>Орлова, И.В. Экономико-математическое моделирование [Текст] : практическое пособие по решению задач / И. В. Орлова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014</i>
5	<i>Кацаран, Т. К. Метод малого параметра в задачах оптимального управления : учебное пособие / Т. К. Кацаран, Л. Ю. Кабанцова. — Воронеж : ВГУ, 2016. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/165322">https://e.lanbook.com/book/165322</a> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс] : / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) Режим доступа: открытый. <URL: <a href="http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf">http://libweb.ksu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf</a> >
2	Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов – Спб.: Изд-во «Лань», 2013. ( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862</a> ЭБС «Лань»)
3	Колокольцов В. Н. Малафеев О.А. Математическое моделирование много-агентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех) роцессов – Спб.: Изд-во «Лань», 2012.
4	Аверченков В.И., Фёдоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / Фланта, 2011 г. – 271 с. ( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44652">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44652</a> ЭБС «Лань»)
5	Введение в математическое моделирование. Учебное пособие / под. ред. Трусов П.В. – М.: Логос, 2004. – 439 с.
6	Эндрюс Дж., Мак-Лоун Р. Математическое моделирование / М.: Мир, 1979 г.
7	Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / М.: Физматлит, 2001 г.
8	Курбатов, В. Г. Пакет “Математика” в прикладных научных исследованиях : учебное пособие / В. Г. Курбатов, В. Е. Чернов.— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016.— 240 с.
9	Курбатов, В. Г. Вычислительные методы спектральной теории : учебное пособие / В. Г. Курбатов, И. В. Курбатова.— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.— 323 с.

В) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online (доступ осуществляется по адресу: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> );
2.	ППП (Mathematica) / В. Г. Курбатов. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="https://edu.moodle.ru">https://edu.moodle.ru</a> или <a href="https://disk.yandex.ru/i/ZmOy8s8wsqS_ig">https://disk.yandex.ru/i/ZmOy8s8wsqS_ig</a>
3.	Электронная библиотека технического ВУЗа «Консультант студента» (доступ осуществляется по адресу: <a href="https://www.studmedlib.ru/">https://www.studmedlib.ru/</a> );
4.	Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ осуществляется по адресу: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ).

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

№ п/п	Источник
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: <a href="http://www.ru/lib.vsu/ru">http://www.ru/lib.vsu/ru</a>
2	ППП (Mathematica) / В. Г. Курбатов. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="https://edu.moodle.ru">https://edu.moodle.ru</a> или <a href="https://disk.yandex.ru/i/ZmOy8s8wsqS_ig">https://disk.yandex.ru/i/ZmOy8s8wsqS_ig</a>
3	Введение в анализ, синтез и моделирование систем <a href="http://www.intuit.ru/studies/courses/83/83/info">http://www.intuit.ru/studies/courses/83/83/info</a>

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)** Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанцион-

ных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «ППП (Mathematica)», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** Учебная аудитория для проведения лекций: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование (проектор, экран). ОС Windows10, интернет-браузер (GoogleChrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice, ПО Maple.

### 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.	Все разделы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Собеседование по результатам выполнения лабораторных работ
2.				
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов приведен ниже.

## 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: контрольная.

Требования к выполнению заданий контрольных (шкалы и критерии оценивания)

**Зачтено** выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

**Не зачтено** выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью собеседование и проверки заданий

Средство промежуточного контроля усвоения разделов дисциплины, организованное в виде собеседования преподавателя и обучающегося; проводится в компьютерном классе или (при крайней необходимости) дистанционно.

### *Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания*

**Зачтено** выставляется за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты, за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач; обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

**Не зачтено** выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение самостоятельно писать простейшие программы, за незнание основных понятий дисциплины; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

### **20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ**

ПК-3 Способен проводить анализ качества, эффективности применения и соблюдение информационной безопасности при разработке программных продуктов и программных комплексов

Текущая аттестация проводится на занятии одновременно во всей учебной группе в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ».

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. – При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/зачете. – При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- Для лиц с нарушениями зрения: –
  - в печатной форме увеличенным шрифтом,
  - в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями слуха:
  - в печатной форме,
  - в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: –
  - в печатной форме,
  - в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.



Перечень вопросов к зачету

1. Введение в математическое моделирование
2. Математическое моделирование – искусство применения математики
3. Задачи управления движением
4. Моделирование в ракетостроении
5. Истечение жидкости из емкости
6. Модели молекул
7. Сверление лазером
8. Исследование напряжений в конструкциях и начала метода конечных элементов
9. Модели популяций
10. Дифференциальная модель сахарного диабета
11. Стохастические модели дорожного движения
12. Прикладная математика и математическое моделирование исторических процессов
13. Оптимальное управление 14. Модель взаимодействия региональных игроков
15. Моделирование военных действий в аграрных обществах
16. Кочевники в мировой истории: перспективы моделирования исторических процессов
17. Динамическая модель исторических экономик

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Критерии оценивания компетенций		
свободно владеет материалом, отвечает на вопросы; умеет рассуждать; в случае незнания небольшой части материала способен выстроить собственную логическую цепочку рассуждений и получить ответ	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Ответы на большую часть теоретических вопросов неверные. Значительная часть практических заданий не выполнена или допущены существенные ошибки, показывающие, что студент не владеет обязательными знаниями по данной теме	–	<i>Не зачтено</i>