

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
математического моделирования



М.Ш. Бурлуцкая

26.06.2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.03.01 Компьютерные системы для задач технических вычислений**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.03.04 Прикладная математика
- 2. Профиль подготовки:** Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
Кафедра математического моделирования
- 6. Составитель программы:** Бурлуцкая Мария Шаукатовна, д.ф.-м.н., доцент
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом математического факультета, протокол № 0500-03 от 24.03.2022
- 8. Учебный год:** 2025/2026                      **Семестр:** 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины.

*Цель освоения учебной дисциплины:* получение студентами знаний, умений и навыков разработки математических моделей и проведения вычислительных экспериментов при решении инженерных и экономических задач.

*Задачи учебной дисциплины:*

- 1) изучение современных методов разработки и реализации математических моделей;
- 2) освоение методов проверки адекватности математических моделей исследуемым инженерным и экономическим задачам; 3) приобретение практических навыков анализа результатов вычислительных экспериментов для решения инженерных и экономических задач.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина «Компьютерные системы для задач технических вычислений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, Дисциплины (модули).

Теоретической и практической основой для освоения учебной дисциплины «Компьютерные системы для задач технических вычислений» являются знания, умения и навыки студентов, приобретенные в результате изучения материала следующих курсов: «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Уравнения математической физики», «Численные методы».

**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	Коды	Индикаторы	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен разрабатывать математические модели и проводить вычислительные эксперименты при решении инженерных и экономических задач	ПК-2.1	Знает современные методы разработки и реализации математических моделей.	<b>Знать:</b> современные методы разработки и реализации математических моделей. <b>Уметь:</b> проверять адекватность математических моделей исследуемым инженерным и экономическим задачам. <b>Владеть:</b> навыками анализа результатов применения математических моделей и вычислительных экспериментов, реализованных в процессе решения инженерных и экономических задач.
		ПК-2.2	Проверяет адекватность математических моделей исследуемым инженерным и экономическим задачам.	
		ПК-2.3	Проводит анализ результатов применения математических моделей и вычислительных экспериментов, реализованных в процессе решения инженерных и экономических задач.	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах:** 6 / 216

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	По семестрам	
		8 семестр	
Аудиторные занятия	84	84	
в том числе:			
лекции	24	24	
практические	60	60	
лабораторные	0	0	
Самостоятельная работа	96	96	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)	36	36	
<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	

#### 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	Математическое и компьютерное моделирование	Классификация математических моделей. Общие принципы математического моделирования. Основные этапы математического моделирования.	<a href="https://e.lanbook.com/book/169100">https://e.lanbook.com/book/169100</a>
1.2	Компьютерные системы для задач технических вычислений	Программное обеспечение для решения задач вычислительной и символьной математики. Программное обеспечение для решения задач вычислительной статистики.	<a href="https://e.lanbook.com/book/168872">https://e.lanbook.com/book/168872</a>
1.3	Задачи, связанные с обыкновенными дифференциальными уравнениями	Задача об остывании нагретого тела. Задача о радиоактивном распаде. Задача о свободном падении тела. Задача о полете тела с учетом сопротивления воздуха.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
1.4	Задачи исследования периодических процессов	Задача о затухающих колебаниях гармонического осциллятора. Задача о вынужденных колебаниях гармонического осциллятора. Фурье-анализ гармонических колебаний.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
1.5	Задачи, решаемые методами молекулярной динамики	Модель системы, состоящей из большого числа движущихся частиц. Алгоритм решения системы уравнений движения частиц. Оценка макроскопических характеристик системы частиц.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
1.6	Задачи, связанные с методами Монте-Карло	Алгоритмы генерирования псевдослучайных чисел. Численное интегрирование функций по методу Монте-Карло.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
1.7	Задачи моделирования случайных блужданий	Моделирование одномерного случайного блуждания. Моделирование случайного блуждания в пространствах большей размерности.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
1.8	Задачи моделирования фрактальных объектов	Детерминированные и рандомизированные системы итерированных функций. Свойства аттракторов рандомизированных систем итерированных функций.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
1.9	Задачи статистического анализа данных	Задача аппроксимации и введение в регрессионный анализ. Построение статистических оценок и анализ свойств моделей парной и множественной регрессии.	<a href="https://e.lanbook.com/book/168872">https://e.lanbook.com/book/168872</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Математическ	Примеры построения различных математических	<a href="https://e.lanbook.c">https://e.lanbook.c</a>

	ое и компьютерное моделирование	моделей. Основные этапы математического моделирования.	om/book/169100
2.2	Компьютерные системы для задач технических вычислений	Особенности использования программного обеспечения для решения задач вычислительной и символьной математики. Особенности использования программного обеспечения для решения задач вычислительной статистики.	<a href="https://e.lanbook.com/book/168872">https://e.lanbook.com/book/168872</a>
2.3	Задачи, связанные с обыкновенными дифференциальными уравнениями	Решение задач: а) об остывании нагретого тела; б) о радиоактивном распаде; в) о свободном падении тела; г) о полете тела с учетом сопротивления воздуха.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
2.4	Задачи исследования периодических процессов	Решение задач: а) о затухающих колебаниях гармонического осциллятора; б) о вынужденных колебаниях гармонического осциллятора. Применение преобразования Фурье для анализа гармонических колебаний.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
2.5	Задачи, решаемые методами молекулярной динамики	Построение модели системы, состоящей из большого числа движущихся частиц, и реализация алгоритма решения уравнений их движения. Оценка макроскопических характеристик системы частиц.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
2.6	Задачи, связанные с методами Монте-Карло	Реализация алгоритмов генерирования псевдослучайных чисел. Решение задачи численного интегрирования функций по методу Монте-Карло.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
2.7	Задачи моделирования случайных блужданий	Построение моделей случайного блуждания: а) на прямой; б) на плоскости; в) в пространствах большей размерности.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
2.8	Задачи моделирования фрактальных объектов	Построение аттракторов детерминированных и рандомизированных систем итерированных функций. Исследование свойств аттракторов рандомизированных систем итерированных функций.	<a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
2.9	Задачи статистического анализа данных	Решение задачи аппроксимации методами регрессионного анализа. Построение статистических оценок и анализ свойств моделей парной и множественной регрессии.	<a href="https://e.lanbook.com/book/168872">https://e.lanbook.com/book/168872</a>

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Математическое и компьютерное моделирование	2	4	0	10	16
2	Компьютерные системы для задач технических вычислений	2	4	0	10	16
3	Задачи, связанные с обыкновенными дифференциальными уравнениями	2	4	0	10	16
4	Задачи исследования периодических процессов	2	6	0	10	18
5	Задачи, решаемые методами молекулярной динамики	2	6	0	10	18
6	Задачи, связанные с методами Монте-Карло	2	6	0	10	18
7	Задачи моделирования случайных блужданий	4	10	0	12	26
8	Задачи моделирования	4	10	0	12	26

	фрактальных объектов					
9	Задачи статистического анализа данных	4	10	0	12	26
	<b>Итого:</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>96</b>	<b>180</b>

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

Освоение дисциплины предполагает не только обязательное посещение обучающимся аудиторных занятий (практических занятий) и активную работу на них, но и самостоятельную учебную деятельность, на которую отводится *96 часов*.

Самостоятельная учебная деятельность студентов по дисциплине «Компьютерные системы для задач технических вычислений» предполагает выполнение следующих заданий:

1) самостоятельное изучение учебных материалов по разделам 1-9 с использованием основной и дополнительной литературы, информационно-справочных и поисковых систем;

2) подготовку к текущим аттестациям: выполнение практических заданий по поиску необходимых для работы в аудитории материалов в Интернете.

Особое внимание обучающихся направляется на освоение практических методов анализа результатов применения математических моделей и вычислительных экспериментов, реализованных в процессе решения инженерных и экономических задач. Качественное выполнение практических заданий подразумевает полноценное изучение и максимальное задействование всех предоставленных обучающимся информационно-коммуникационных ресурсов.

Все выполняемые студентами самостоятельно задания подлежат последующей проверке преподавателем для получения допуска к экзамену.

В случае необходимости перехода на дистанционный режим обучения будет создан электронный курс «Компьютерные системы для задач технических вычислений» на портале «Электронный университет ВГУ». Там же будут размещены необходимые для усвоения курса материалы.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. — М.: Физматлит, 2005. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59285">https://e.lanbook.com/book/59285</a>
2	Горлач Б.А., Шахов В.Г. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2021. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/169100">https://e.lanbook.com/book/169100</a>
3	Поршнева С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2021. — 736 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167842">https://e.lanbook.com/book/167842</a>
4	Буховец А.Г., Москалев П.В. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2021. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168872">https://e.lanbook.com/book/168872</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 495 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106555">https://e.lanbook.com/book/106555</a>
6	Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: учебное пособие. — М.: URSS, 2019. — URL: <a href="https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=ru&amp;blang=ru&amp;page=Book&amp;id=247348">https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=ru&amp;blang=ru&amp;page=Book&amp;id=247348</a>
7	Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2021. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167894">https://e.lanbook.com/book/167894</a>
8	Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие.

	— СПб.: Лань, 2021. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167466">https://e.lanbook.com/book/167466</a>
9	Чичкарёв Е.А. Компьютерная математика с Maxima: учебное пособие. — М.: ИНТУИТ, 2016. — 458 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/100622">https://e.lanbook.com/book/100622</a>

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

№ п/п	Ресурс
10	Пайерлс Р. Построение физических моделей // УФН. — 1983. — Т. 140. — С. 315–332. — URL: <a href="https://ufn.ru/ru/articles/1983/6/d/">https://ufn.ru/ru/articles/1983/6/d/</a>
11	The R Project for Statistical Computing [электронный ресурс]. — URL: <a href="https://www.r-project.org">https://www.r-project.org</a> (дата обращения: 01.06.2021).
12	RStudio Desktop [электронный ресурс]. — URL: <a href="https://www.rstudio.com/products/rstudio-desktop">https://www.rstudio.com/products/rstudio-desktop</a> (дата обращения: 01.06.2021).
13	wxMaxima [электронный ресурс]. — URL: <a href="http://wxmaxima-developers.github.io/wxmaxima">http://wxmaxima-developers.github.io/wxmaxima</a> (дата обращения: 01.06.2021).
14	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: образовательный ресурс. — URL: <a href="https://www.biblioclub.ru">https://www.biblioclub.ru</a>
15	Научная зональная библиотека Воронежского государственного университета: электронный каталог. — URL: <a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете.

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

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>).

Перечень необходимого программного обеспечения: Win10pro или Linux, Microsoft Office или LibreOffice, Microsoft Visual Studio, Microsoft Visual C++, Foxit Reader, браузер Mozilla Firefox или Opera, R и RStudio, Maxima и wxMaxima.

В практической части курса используется свободное кроссплатформенное программное обеспечение, доступное на условиях лицензий GNU GPL | AGPL.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации со специализированной мебелью.

Для самостоятельной работы используется класс с компьютерной техникой, оснащенный необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой и нормативной поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

## 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.	Математическое и компьютерное моделирование	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 1
2.	Компьютерные системы для	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	задач технических вычислений			
3.	Задачи, связанные с обыкновенными дифференциальными уравнениями	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 3
4.	Задачи исследования периодических процессов	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 4
5.	Задачи, решаемые методами молекулярной динамики	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 5
6.	Задачи, связанные с методами Монте-Карло	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 6
7.	Задачи моделирования случайных блужданий	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 7
8.	Задачи моделирования фрактальных объектов	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 8
9.	Задачи статистического анализа данных	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Практическое задание № 9
Промежуточная аттестация форма контроля: экзамен				Перечень вопросов к экзамену

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных работ и лабораторных работ, содержание которых приведено ниже. В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с практическим перечнем заданий и предлагается решить данные задания. В ходе выполнения заданий нельзя пользоваться средствами связи (включая сеть Интернет) и любыми печатными материалами, ограничение по времени — 90 астрономических минут.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Критерии оценивания результатов обучения при текущей аттестации.

### Практические задания

- Какие размерные параметры определяют свободное падение тела в атмосфере? Сколько и каких именно независимых безразмерных комплексов можно составить из этих параметров?
- Считая орбиту Земли круговой, а орбиту Марса эллиптической, визуализируйте орбиту Марса средствами системы R в геоцентрической системе координат за 11 периодов обращения, используя следующие значения параметров:  $R_e = 1.496E+08$  км;  $T_e = 365.24$  дней;  $T_m = 689.98$  дней;  $a_m = 2.280E+08$  км;  $e_m = 0.093$ .
- Оцените погрешность определения коэффициента теплоотдачи для чашки кофе, которая остывает от начальной температуры  $T_0 = 95^\circ\text{C}$  до температуры  $T_1 = 60^\circ\text{C}$  за 5 минут, если для интегрирования уравнения Ньютона-Рихмана используется явный метод Эйлера-Коши при  $\Delta t = 5$  с. В каких единицах этот коэффициент может быть выражен?

4. Оцените относительную погрешность определения частоты собственных колебаний пружинного маятника с трением, если относительные погрешности массы маятника и жесткости пружины составляют  $\delta(m) = \delta(c) = 2.5\%$ .
5. Оцените относительную погрешность интегрирования методом Монте-Карло для функции  $y = \exp(-x/2)/2$  на интервале  $0 \leq x \leq 3$  при  $N = 5000$ .
6. Оцените абсолютную погрешность определения числа  $\pi$  в задаче Бюффона методом Монте-Карло при  $N = 10000$ .
7. Оцените зависимость интерквартильного размаха отклонений для  $N = 1000$  реализаций одномерной броуновской функции  $F_N(t)$  при  $0 \leq t \leq 1$  от показателя Херста  $H$ .
8. Оцените зависимость фрактальной размерности аттрактора РСИФ для правильного квадратного порождающего множества при  $N = 10000$  от коэффициента разбиения  $\mu \geq 0$ .
9. Постройте 0.95-доверительные интервалы для коэффициентов и прогнозируемых значений линейной регрессионной модели по экспериментальным данным:  $\{(t_i, T_i)\}$ , где  $t_i = 0, 1, \dots, 10$  мин;  $T_i = 83, 77.7, 75.1, 73, 71.1, 69.4, 67.8, 66.4, 64.7, 63.4, 62.1^\circ\text{C}$ .

Для оценки результата выполнения каждой лабораторной работы используются следующие **показатели**:

1. Знание основных принципов построения и свойств математических моделей, используемых при решении прикладных задач.
2. Умение выбирать эффективные алгоритмы для решения прикладных задач и создавать их корректные программные реализации.
3. Владение навыками поиска, сбора и обработки информации для решения прикладных задач, используя современное программное обеспечение.

Для оценивания результатов каждой лабораторной работы используется **шкала**: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения показаны в следующей таблице:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
При выполнении практических заданий студент продемонстрировал в достаточной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач, умение использовать стандартные пакеты программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.	Достаточный уровень	«Зачтено»
При выполнении практических заданий студент не продемонстрировал в достаточной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач, умение использовать стандартные пакеты программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.	–	«Не зачтено»



## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме собеседования по экзаменационным билетам с помощью ниже приведенных оценочных средств (перечень вопросов к экзамену). В билет включаются два теоретических вопроса.

### Перечень вопросов к экзамену

№ п/п	Темы к текущей аттестации (экзамену)
1.	Классификация математических моделей (с примерами).
2.	Общие принципы математического моделирования (на примерах).
3.	Основные этапы математического моделирования (на примере).
4.	Задача об остывании нагретого тела.
5.	Задача о радиоактивном распаде.
6.	Задача о свободном падении тела в атмосфере.
7.	Задача о полете тела с учетом сопротивления воздуха.
8.	Задача о затухающих колебаниях гармонического осциллятора.
9.	Задача о вынужденных колебаниях гармонического осциллятора.
10.	Фурье-анализ гармонических колебаний. Эффект Гиббса.
11.	Модель системы, состоящей из большого числа движущихся частиц.
12.	Алгоритм решения системы уравнений движения для большого числа частиц.
13.	Оценка макроскопических характеристик системы, состоящей из большого числа частиц.
14.	Алгоритмы генерирования псевдослучайных чисел (с примерами).
15.	Численное интегрирование функций по методу Монте-Карло (на примере).
16.	Моделирование одномерного случайного блуждания.
17.	Моделирование случайного блуждания на плоскости.
18.	Моделирование случайного блуждания в пространстве.
19.	Детерминированные системы итерированных функций (с примерами).
20.	Рандомизированные системы итерированных функций (с примерами).
21.	Моделирование аттракторов рандомизированных систем итерированных функций.
22.	Свойства аттракторов рандомизированных систем итерированных функций.
23.	Интервальные оценки параметров одномерных случайных величин.
24.	Проверка статистических гипотез для одномерных случайных величин.
25.	Статистические свойства линейных моделей парной регрессии.
26.	Оценка качества линейных моделей парной регрессии.
27.	Проверка значимости линейных моделей парной регрессии.
28.	Статистические свойства линейных моделей множественной регрессии.
29.	Оценки качества линейных моделей множественной регрессии.
30.	Проверка значимости линейных моделей множественной регрессии.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие *показатели*:

- 1) знание теоретических основ построения моделей прикладных задач;
- 2) умение работать с алгоритмами решения и анализа моделей;
- 3) успешное прохождение текущей аттестации.

Для оценивания результатов экзамена используется *шкала*: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения показаны в следующей таблице:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------------------	--------------

<p>При ответе на вопросы экзаменационного билета студент продемонстрировал в полной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач стандартных пакетов программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации.</p>	Повышенный	«Отлично»
<p>При ответе на вопросы экзаменационного билета студент продемонстрировал в достаточной мере: знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач стандартных пакетов программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации. Допускаются отдельные неточности в ответах.</p>	Достаточный	«Хорошо»
<p>При ответе на вопросы экзаменационного билета студент продемонстрировал на базовом уровне знание основ составления компьютерных программ для решения типовых математических задач, имеющихся ресурсов для решения прикладных математических задач стандартных пакетов программного обеспечения для решения типовых математических задач, владение навыками хранения, поиска, сбора, систематизации, обработки и использования информации. Возможны существенные пробелы в ответе на один из вопросов билета.</p>	Пороговый	«Удовлетворительно»
<p>Несоответствие указанным выше требованиям.</p>	—	«Неудовлетворительно»