

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт прикладной математики, физики и информатики



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

К.С. Хорьков

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»**

**направление подготовки / специальность**

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Нанотехнологии и микросистемная техника

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Численные методы» является формирование начальных знаний и навыков по построению вычислительных моделей, приближенному решению типовых задач вычислительной математики, разработке алгоритмов и программ решения таких задач для ЭВМ.

Задачи:

- изучение основных понятий, методов, средств и приемов алгоритмизации решения типовых вычислительных задач на ЭВМ, оценки качества полученных решений и их практической целесообразности;
- приобретение навыков формулировки типичных вычислительных проблем, использования общепринятых алгоритмов решения, реализации последних с использованием распространенных пакетов прикладных программ;
- формирование необходимых компонентов мышления: уровня, кругозора, математической культуры, которые необходимы для успешной работы и ориентации в будущей профессиональной деятельности;
- формирование базовых знаний, умений и навыков для успешного (в т.ч. самостоятельного) освоения различных технологий и средств программирования вычислительных алгоритмов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Численные методы» относится к обязательным дисциплинам учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	<p>ОПК-1.1. Знает основные законы естественных наук, методы математического анализа и моделирования, основные законы и методы общеинженерных дисциплин.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет использовать физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности, проводить эксперименты по определению физико-химических свойств неорганических и органических веществ, проводить измерение основных электрических величин, определять параметры и характеристик электрических и электронных устройств.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• законы и принципы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования.</li> </ul> <p>Умеет для решения задач, научных и инженерных расчётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности;</li> <li>• проводить эксперименты по определению физико-химических свойств неорганических и органических веществ</li> <li>• проводить измерение основных электрических величин, определять параметры и характеристик электрических и электронных устройств</li> <li>• использовать прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• математическим аппаратом для</li> </ul>	<p>Отчёты по лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.</p>

	профессиональной деятельности	теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Знает принципы организации и проведения экспериментальных исследований, основы регрессионного анализа, статистические методы, методы системного анализа. ОПК-3.2. Умеет составлять схемы для проведения экспериментальных исследований, обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты экспериментальных исследований. ОПК-3.3. Владеет навыками выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, оценки погрешностей, методами и средствами измерения, поверки и контроля с использованием информационных систем, методами анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы организации и проведения экспериментальных исследований;</li> <li>• предельные условия при постановке физического эксперимента;</li> <li>• числовые характеристики и распределения случайных величин;</li> <li>• оценку параметров распределений;</li> <li>• проверку статистических гипотез;</li> <li>• основы регрессионного анализа;</li> <li>• статистические методы;</li> <li>• методы системного анализа.</li> </ul> Умеет для решения задач, научных и инженерных расчётов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• составлять схемы для проведения экспериментальных исследований;</li> <li>• обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты экспериментальных исследований.</li> </ul> Владеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей;</li> <li>• современными методами и средствами измерения, поверки и контроля с использованием информационных систем;</li> <li>• методами анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.</li> </ul>	Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает принципы работы и использования современных информационных технологий в профессиональной деятельности, основные требования информационной безопасности. ОПК-4.2. Умеет осуществлять обоснованный выбор необходимых информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-4.3. Владеет практически-ми навыками использования информационно-коммуникационных технологий при решении задач профессиональной деятельности.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные методы представления и обработки информации в современных ЭВМ;</li> <li>• методы настройки программных средств под конкретные условия задачи;</li> <li>• понимать принципы взаимодействия с памятью и вычислительными мощностями компьютера;</li> <li>• требования информационной безопасности.</li> </ul> Умеет для решения задач, научных и инженерных расчётов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• работать с информацией в</li> </ul>	Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.

		<p>глобальных компьютерных сетях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• составлять алгоритмы и программы для решения задач в области профессиональной деятельности;</li> <li>• выполнять научные эксперименты в области нанотехнологий с использованием современных инструментальных и вычислительных средств;</li> <li>• эффективно использовать информационные технологии при проведении экспериментов в области нанотехнологий и составлении отчета;</li> <li>• проводить патентный поиск в профессиональной области.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современными офисными пакетами, стандартными библиотеками;</li> <li>• навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>• основными приемами компьютерной обработки экспериментальных данных;</li> <li>• навыком реализации программы для управления сложными системами;</li> <li>• современными языками программирования при конструировании программ;</li> <li>• навыками и приемами структурного программирования, способами записи и документирования алгоритмов и программ, способами отладки и испытания программ.</li> </ul>	
ПК-1. Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	<p>ПК-1.1. Знает основные физико-математические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологий и микросистемной техники, а также методы моделирования.</p> <p>ПК-1.2. Умеет проводить моделирование процессов, явлений и объектов в области нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе с использованием современных программных средств.</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками анализа процессов и объектов нанотехнологий и микросистемной техники на основе физико-математического и компьютерного моделирования.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• физические и математические законы и модели процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники.</li> </ul> <p>Умеет для решения задач, научных и инженерных расчётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов нанотехнологии и микро-системной техники.</li> </ul>	<p>Отчёты по лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.</p>
ПК-3. Способен анализировать и	ПК-3.1. Знает методы и средства планирования и организации	Знает:	Отчёты по лабораторным

	<p>ности. ОПК-4.3. Владеет практически навыками использования информационно-коммуникационных технологий при решении задач профессиональной деятельности.</p>	<p>безопасности. Умеет для решения задач, на-учных и инженерных расчётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>• составлять алгоритмы и программы для решения задач в области профессиональной деятельности;</li> <li>• выполнять научные эксперименты в области нанотехнологий с использованием современных инструментальных и вычислительных средств;</li> <li>• эффективно использовать информационные технологии при проведении экспериментов в области нанотехнологий и составлении отчета;</li> <li>• проводить патентный поиск в профессиональной области.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современными офисными пакетами, стандартными библиотеками;</li> <li>• навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>• основными приемами компьютерной обработки экспериментальных данных;</li> <li>• навыком реализации программы для управления сложными системами;</li> <li>• современными языками программирования при конструировании программ;</li> <li>• навыками и приемами структурного программирования, способами записи и документирования алгоритмов и программ, способами отладки и испытания программ.</li> </ul>	<p>контролю и промежуточной аттестации.</p>
<p>ПК-1. Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>ПК-1.1. Знает физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники. ПК-1.2. Умеет решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники. ПК-1.3. Владеет математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• физические и математические законы и модели процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники.</li> </ul> <p>Умеет для решения задач, на-учных и инженерных расчётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• математическим аппаратом и</li> </ul>	<p>Отчёты по лабораторным работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.</p>

систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	исследований и разработок, методы обобщения и обработки информации. ПК-3.2. Умеет применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. ПК-3.3. Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, составления отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>методы анализа и систематизации результатов исследований.</li> </ul> Умеет для решения задач, научных и инженерных расчетов: <ul style="list-style-type: none"> <li>представлять результаты исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</li> </ul> Владеет: <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками обработки результатов измерений и оценки их достоверности.</li> </ul>	работам.  Контрольные вопросы к лабораторным работам.  Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.
---	---	--	---

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение в теорию погрешностей	4	1	2		2	2	4	
2	Методы поиска решений нелинейных уравнений	4	2-5	4		4	4	8	рейтинг-контроль №1
3	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	4	6-7	2		2	2	4	
4	Аппроксимация функций	4	8-9	2		2	2	4	
5	Численное дифференцирование	4	10-11	2		2	2	4	рейтинг-контроль №2
6	Обыкновенные дифференциальные уравнения	4	12-18	6		6	6	12	рейтинг-контроль №3
Всего за 3 семестр:		-	-	18	-	18	-	36	зач. с оценкой
Наличие в дисциплине КИ/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине				18	-	18		36	зач. с оценкой

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Раздел 1. Введение в теорию погрешностей.

1) *Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций на приближенными числами. Погрешность функции.*

##### Раздел 2. Методы поиска решений нелинейных уравнений.

2) *Постановка задачи. Основные этапы решения. Методы локализации корней нелинейного уравнения. Обусловленность задачи вычисления корня.*

- 3) *Метод простой итерации. Геометрическая иллюстрация метода простой итерации. Сходимость метода. Критерий окончания итераций. Обусловленность метода простой итерации. Метод Ньютона. Условие сходимости метода. Критерий окончания итераций.*

### **Раздел 3. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.**

- 4) *Метод простой итерации, метод Зейделя. Преобразование системы к виду, удобному для итераций. Сходимость метода простой итерации. Апостериорная оценка погрешности. Система с положительно определенной матрицей.*

### **Раздел 4. Аппроксимация функций.**

- 5) *Интерполирование функций. Постановка задачи интерполирования. Приближенные формулы. Линейная интерполяция. Конечные разности различных порядков. Интерполяционный многочлен Ньютона.*

### **Раздел 5. Численное дифференцирование.**

- 6) *Постановка задачи. Формулы приближенного дифференцирования, основанные на первой интерполяционной формуле Ньютона и формуле Стирлинга.*

### **Раздел 6. Обыкновенные дифференциальные уравнения.**

- 7) *Задача Коши. Постановка задачи. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге-Кутты. Методы с оценкой погрешности на шаге. Оценка погрешности одношаговых методов.*
- 8) *Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности конечно-разностных методов. Особенности интегрирования систем уравнений.*
- 9) *Простейшие методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Функция Грина сеточной краевой задачи. Решение простейшей краевой сеточной задачи.*

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Раздел 1. Введение в теорию погрешностей.**

- 1) *Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций на приближенными числами. Погрешность функции.*

### **Раздел 2. Методы поиска решений нелинейных уравнений.**

Содержание лабораторных занятий.

- 2) *Отделение корней нелинейного уравнения. Уточнение корня нелинейного уравнения методом простой итерации. Программная реализация метода средствами языка C++ и MatLab.*
- 3) *Уточнение корня нелинейного уравнения методом Ньютона. Выбор начального приближения. Построение итерационной формулы. Программная реализация метода средствами языка C++ и MatLab.*

### **Раздел 3. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.**

Содержание лабораторных занятий.

- 4) *Решение системы линейных алгебраических уравнений методом простой итерации и методом Зейделя. Преобразование системы к виду, удобному для итераций. Выбор начального приближения. Программная реализация методов средствами языка C++ и MatLab.*

### **Раздел 4. Аппроксимация функций.**

Содержание лабораторных занятий.

- 5) *Построение интерполяционного полинома Лагранжа. Вычисление коэффициентов полинома. Программная реализация алгоритма вычисления полинома Лагранжа средствами языка C++.*

### **Раздел 5. Численное дифференцирование.**

Содержание лабораторных занятий.

- 6) *Приближенное дифференцирование на основе первой интерполяционной формулы Ньютона и формулы Стирлинга. Программная реализация алгоритма вычисления производной средствами языка C++.*

### **Раздел 6. Обыкновенные дифференциальные уравнения.**

Содержание лабораторных занятий.

- 7) *Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге-Кутты. Программная реализация методов средствами языка C++ и MatLab.*
- 8) *Конечно-разностные методы и метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности и программная реализация конечно-разностных методов.*

9) Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Программная реализация алгоритма решения краевой задачи.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №1

1. Найти абсолютную  $\Delta$  и относительную  $\delta$  погрешности числа  $a$ , имеющего только верные цифры.

1.  $a = 0,2387$ ;

6.  $a = 0,374$ ;

2.  $a = 3,751$ ;

7.  $a = 20,43$ ;

3.  $a = 11,445$ ;

8.  $a = 0,0384$ ;

4.  $a = 2,3445$ ;

9.  $a = 12,688$ ;

5.  $a = 8,345$ ;

10.  $a = 43,813$ .

2. Отделить корни уравнения аналитически и уточнить один из них методом деления отрезка пополам с точностью до 0,01.

1.  $x - \sin x = 0.25$

2.  $\operatorname{tg} (0.58x + 0.1) = x^2$

3.  $\sqrt{x} \cos (0.387x) = 0$

4.  $x^3 - 3x^2 + 6x + 3 = 0$

5.  $x^3 - 6x - 8 = 0$

6.  $x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$

3. Отделить корни уравнения графически и уточнить один из них методом простой итерации с точностью до 0,01.

1.  $3x - \cos x - 1 = 0$

2.  $x + \lg x = 0.5$

3.  $x^2 + 4\sin x = 0$

4.  $x^3 - 3x^2 + 12x - 9 = 0$

5.  $x^3 + 3x + 1 = 0$

6.  $x^3 - 3x^2 + 6x + 3 = 0$

4. Отделить корни уравнения аналитически и уточнить один из них методом Ньютона с точностью до 0,001.

1.  $\operatorname{tg} (0.3x + 0.4) = x^2$

2.  $\operatorname{ctg} x - x/3 = 0$

3.  $x^2 + 4\sin x = 0$

4.  $x^3 - 2x + 4 = 0$

5.  $x^3 - 3x^2 + 12x - 12 = 0$

6.  $x^3 + 4x - 6 = 0$

#### Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №2

5. Решить систему линейных уравнений методом простой итерации с точностью 0,01

$$x_1 = 0.23x_1 - 0.04x_2 + 0.21x_3 - 0.18x_4 + 1.24$$

$$x_2 = 0.45x_1 - 0.23x_2 + 0.06x_3 - 0.88$$

$$x_3 = 0.26x_1 + 0.34x_2 - 0.11x_3 + 0.62$$

$$x_4 = 0.05x_1 - 0.26x_2 + 0.34x_3 - 0.12x_4 - 1.17$$

6. Решить систему линейных уравнений методом Зейделя с точностью 0,01

$$x_1 = 0.32x_1 - 0.18x_2 + 0.02x_3 + 0.21x_4 + 1.83$$

$$x_2 = 0.34x_1 - 0.08x_2 + 0.17x_3 - 0.18x_4 + 1.42$$

$$x_3 = 0.16x_1 + 0.34x_2 + 0.15x_3 - 0.31x_4 - 0.42$$



$$x_4 = 0.12x_1 - 0.26x_2 - 0.08x_3 + 0.25x_4 + 0.83$$

7. Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана: 1) в равноотстоящих узлах таблицы 2) в неравноотстоящих узлах таблицы.

Таблица 1

x	y
0.43	1.63597
0.48	1.73234
0.55	1.87686
0.62	2.03345
0.70	2.22846

Но варианта	x
1	0.702
	0.512
	0.645
2	0.738
	0.606

Таблица 2

x	y
0.02	1.02316
0.08	1.09590
0.12	1.14725
0.17	1.21483
0.23	1.30120
0.30	1.40976

Но варианта	x
3	0.102
	0.114
	0.125
4	0.203
	0.154
	0.237

Таблица 3

x	y
0.35	2.73951
0.41	2.30080
0.47	1.96864
0.51	1.78776
0.56	1.59502
0.64	1.34310

Но варианта	x
5	0.526
	0.453
	0.482
6	0.552
	0.436
	0.602

Таблица 4

x	y
0.41	2.57418
0.46	2.32513
0.52	2.09336
0.60	1.86203
0.65	1.74926
0.72	1.62098

Но варианта	x
7	0.616
	0.478
	0.665
8	0.573
	0.673
	0.517

8. Используя первую или вторую интерполяционную формулу Ньютона, вычислить значения функции при данных значениях аргумента.

Таблица 1

x	y
---	---

Но варианта	x
-------------	---

1.375	5.04192
1.380	5.17744
1.385	5.32016
1.390	5.470695
1.395	5.629686
1.400	5.79788

1	1.3832
	1.3926
	1.3862
2	1.3934
	1.3866
	1.3945

Таблица 2

x	y
0.115	8.65729
0.120	8.29329
0.125	7.95829
0.130	7.64893
0.135	7.36235
0.140	7.09613

Но варианта	x
3	0.1264
	0.1315
	0.1232
4	0.1334
	0.1285
	0.1176

Таблица 3

x	y
1.150	6.61659
1.155	6.39989
1.160	6.19658
1.165	6.00551
1.170	5.82558
1.175	5.65583

Но варианта	x
5	0.1521
	0.1611
	0.1662
6	0.1542
	0.1625
	0.1548

Таблица 4

x	y
0.180	5.61543
0.185	5.46693
0.190	5.32634
0.195	5.19304
0.200	5.06649
0.205	4.94619

Но варианта	x
7	0.1838
	0.1875
	0.1944
8	0.1976
	0.2038
	0.1057

### Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №3

1. С помощью интерполяционных формул Ньютона и Гаусса найти значение первой и второй производных при данных значениях аргумента для функции, заданной таблично

x	y
2,4	3,526
2,6	3,782
2,8	3,945
3,0	4,043
3,2	4,104
3,4	4,155

2. С помощью интерполяционных формул Стирлинга и Бесселя найти значение первой и второй производных при данных значениях аргумента для функции, заданной таблично

$x$	$y$
3,6	4,222
3,8	4,331
4,0	4,507
4,2	4,775
4,4	5,159
4,6	5,683

3. Дано дифференциальное уравнение второго порядка вида  $F(y, y', y'')=0$  с начальными условиями  $y(x_0)=y_0$  и  $y'(x_0)=y'_0$ .

Для данного дифференциального уравнения найти решение  $y=y(x)$ , удовлетворяющее заданному начальному условию, в виде:

а) пяти отличных от нуля членов разложения в степенной ряд;

б) по методу Рунге-Кутты составить таблицу приближенных значений решения системы дифференциальных уравнений первого порядка, соответствующей заданному уравнению, на отрезке  $[0; 5]$  с шагом  $h=0,1$ .

Все вычисления производить с округлением до пятого десятичного знака. Результаты, полученные в пунктах а) и б), сравнить.

1.  $y'' - 5y' + 4y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 1.$
2.  $y'' + 2y' + y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 2.$
3.  $y'' - 6y' - 7y = 0, \quad y(0) = 1, \quad y'(0) = 1.$
4.  $y'' + 7y' - 8y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 0.$
5.  $y'' - 10y' + 25y = 0, \quad y(0) = 3, \quad y'(0) = 0.$
6.  $y'' - 5y' + 6y = 0, \quad y(0) = 2, \quad y'(0) = 1.$
7.  $y'' + 5y' + 6y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 1.$
8.  $y'' - 6y' + 5y = 0, \quad y(0) = 2, \quad y'(0) = 2.$
9.  $y'' + 4y' + 3y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 1.$
10.  $y'' + 6y' + 8y = 0, \quad y(0) = 2, \quad y'(0) = 1.$

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет с оценкой)

### Примерный перечень

1. Классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Погрешности арифметических операций. Погрешность функции.
3. Методы поиска решений нелинейных уравнений. Постановка задачи. Методы локализации корней нелинейного уравнения. Обусловленность задачи вычисления корня.
4. Итерационное уточнение корней нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам (метод дихотомии). Критерий окончания итераций.
5. Метод простой итерации. Сходимость метода. Критерий окончания итераций. Обусловленность метода простой итерации.
6. Метод Ньютона решения нелинейного уравнения. Условие сходимости. Критерий окончания итераций. Метод секущих.
7. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Сходимость метода простой итерации. Апостериорная оценка погрешности.
8. Метод Зейделя. Итерационные формулы метода. Условие сходимости. Критерий окончания итераций.
9. Метод последовательной верхней релаксации. Итерационные формулы метода релаксаций. Модификации метода релаксаций.

10. Интерполирование функций. Постановка задачи интерполирования. Приближенные формулы. Линейная интерполяция.
11. Конечные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Интерполяционная формула Гаусса.
12. Интерполяция каноническим полиномом. Интерполяционный полином Лагранжа. Вычисление коэффициентов полинома. Оценка погрешности интерполяционной формулы Лагранжа.
13. Обратное интерполирование. Нахождение корней уравнения методом обратного интерполирования.
14. Численное дифференцирование. Формулы приближенного дифференцирования, основанные на первой интерполяционной формуле Ньютона и формуле Стирлинга.
15. Формулы численного дифференцирования для равноотстоящих точек.
16. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.
17. Методы Рунге-Кутты. Оценка погрешности одношаговых методов.
18. Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности конечно-разностных методов.
19. Простейшие методы решения краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.
20. Функция Грина сеточной краевой задачи. Решение простейшей краевой сеточной задачи.
21. Постановка краевых задач для линейной системы первого порядка. Алгоритмы решения краевых задач для систем уравнений первого порядка.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Численные методы» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) проработку учебного материала по конспектам, учебной и научной литературе, в том числе по вопросам, не рассмотренным на аудиторных занятиях;
- 2) подготовку к лабораторным занятиям, требующую совместного выполнения малыми группами студентов рассматриваемых на лекциях вопросов;
- 3) подготовку по всем видам контрольных мероприятий, в том числе к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

#### **Вопросы для самостоятельной работы студентов**

1. Программирование на алгоритмическом языке C++. Интегрированные пакеты MathCAD 6.0+ и Maple V R4. Состав и функциональные возможности пакетов. Важнейшие операторы
2. Погрешности вычислений. Определение количества верных значащих цифр. Погрешности алгебраических операций. Правила округления.
3. Прямая задача теории погрешностей.
4. Обратная задача теории погрешностей.
5. Погрешность округлений и запись чисел в ЭВМ.
6. Методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений: метод половинного деления (дихотомии); метод хорд (секущих); метод касательных (Ньютона); метод итераций. Оценка погрешностей. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма.
7. Методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод последовательного исключения неизвестных. Метод отражений.
8. Метод простой итерации. Особенности реализации метода простой итерации на ЭВМ. Оценка погрешности и ускорение сходимости.
9. Оптимизация скорости сходимости итерационных процессов. Метод Зейделя.
10. Итерационные методы с использованием спектрально-эквивалентных операторов.
11. Погрешность приближенного решения системы уравнений и обусловленность матриц.
12. Интерполирование. Приближенные формулы.
13. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочлена Ньютона.

14. Интерполяционный многочлен Эрмита. Сходимость интерполяции. Нелинейная интерполяция.
15. Интерполяция сплайнами. Многомерная интерполяция.
16. Среднеквадратичное приближение. Линейная аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Нелинейная аппроксимация.
17. Численное дифференцирование. Полиномиальные формулы. Метод Рунге-Ромберга.
18. Квазиравномерные сетки. Регуляризация дифференцирования.
19. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация. Формулы трапеций.
20. Формула Эйлера. Формула Гаусса-Кристоффеля. Сходимость квадратурных формул.
21. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши.
22. Методы решения: метод Пикара; метод малого параметра; метод Адамса.
23. Краевые задачи. Разностный метод. Метод Галеркина.
24. Методы решения уравнения в частных производных. Основные понятия теории метода сеток. Аппроксимация простейших гиперболических задач.
25. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения.
26. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений.
27. Методы решения сеточных эллиптических уравнений.

Основным источником информации для выполнения самостоятельной работы являются справочные подсистемы и официальные сайты программных пакетов, изучаемых в рамках дисциплины. В ходе самостоятельной работы студенты должны познакомиться с содержанием соответствующих ресурсов, имеющих отношение к рассматриваемым на лекциях вопросам, к заданиям лабораторных работ и к вопросам для самостоятельной работы. При этом рекомендуется самостоятельно проанализировать и частично реализовать примеры, данные в справочных материалах.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Пирумов, У. Г. ПЗЗ Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под ред. У. Г. Пирумова, — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 421 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс. ISBN 978-5-534-03141-6	2017	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30567351">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30567351</a>
2. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 367 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). ISBN 978-5-534-04449-2	2019	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41246950">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41246950</a>
3. Воронцова, Н. В. Численные методы в программировании : Учебное пособие для СПО / Н. В. Воронцова, Т. Н. Егорушкина, Д. И. Якушин. — Саратов : Профобразование; Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 125 с. — ISBN 9785448607615, 9785448802782.	2019	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44732599">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44732599</a>
4. Олегин, И. П. Введение в численные методы / И. П. Олегин, Д. А. Красноуцкий. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 115 с. — ISBN 9785778236325.	2018	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35785038">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35785038</a>
Дополнительная литература		
1. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : Учебник и практикум / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., пер. и доп. — Москва :	2018	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37500599">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37500599</a>

Издательство Юрайт, 2018. – 356 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 9785534027143.		
2. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : Учебник и практикум / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Изда-тельство Юрайт, 2017. – 367 с. – (Бакалавр. Академи-ческий курс). – ISBN 9785534044492.	2017	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30571757">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30571757</a>
3. Кузина, В. В. Вычислительная математика : Лабораторный практикум для направления подготовки 09.03.02 "Информационные системы и технологии" / В. В. Кузина, А. Н. Кошев. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016. – 124 с.	2016	<a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32730732">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32730732</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий, ISSN: 1810-7206.
2. Computerworld Россия, ISSN: 1560-5213.
3. Мир ПК, ISSN: 0235-3520.

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. The LaTeX Project // Режим доступа: <https://www.latex-project.org/>  
ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотека: <http://www.twirpx.com>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе (100-3, 1226-3, 5116-3 или аналогичной аудитории в зависимости от сетки расписания).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

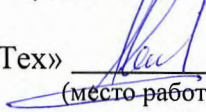
- 1) MS Word;
- 2) Visual Studio;

Рабочую программу составил доц. кафедры ФиПМ Горлов В.Н.  
(должность, ФИО, подпись)



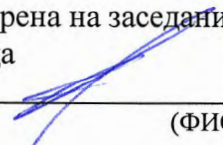
Рецензент

Генеральный директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов  
(место работы, должность, ФИО, подпись)



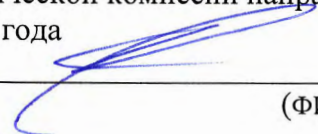
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
Протокол №1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, подпись)



Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления  
Протокол №1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, должность, подпись)



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 13 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 28.08.2013 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*С.И. Абрахим*

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_