

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Матвеев П.В.  
(подпись)      ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

Направление/специальность подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Специализация/профиль/программа подготовки	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	3	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА  
Белкова Анастасия Леонидовна, к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА  
Чернущ Павел Павлович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**

Заведующий кафедрой Винник П.М., д.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-9 — способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

1. представлять математические методы, необходимые для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений при поиске оптимальных решений научно-технических проблем и выбора наилучших способов реализации этих методов;
2. анализа производственных процессов и систем;
3. на уровне понимания и воспроизведения;
4. эффективно использовать вычислительные средства для решения задач по общетехническим и профилирующим дисциплинам;

*умения:*

1. знать основные сведения из теории погрешностей;
2. основы теории приближений функций;
3. численные методы линейной алгебры;
4. численные методы решения нелинейных уравнений и их систем;
5. численные методы решения дифференциальных уравнений;
6. области применения изученных методов;

*навыки:*

1. уметь строить математические модели инженерных задач и анализировать производственные процессы на основе их математических моделей;
2. использовать возможности ЭВМ для выражения количественных и качественных связей реальных процессов, построения и исследования моделей, делать практические выводы из результатов численных и натурных экспериментов.

### **ОПК-9**

*знания:*

1. разбираться в многообразии современных средств математического описания;
2. методов обработки и анализа результатов численных и натурных экспериментов;
3. выбирать и разрабатывать алгоритмы решения задач, связанных с числовой обработкой информации;

*умения:*

1. знать основные сведения из теории погрешностей;
2. основы теории приближений функций;
3. численные методы линейной алгебры;
4. численные методы решения нелинейных уравнений и их систем;
5. численные методы решения дифференциальных уравнений;
6. области применения изученных методов;

*навыки:*

1. исследовать с помощью численных методов процессы и явления, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями;
2. иметь опыт аналитического и численного решения уравнений аппроксимации, дифференциальных уравнений, задач линейной алгебры, использования возможностей современных ЭВМ и опыт работы со стандартными пакетами прикладных программ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ЭЛЕКТРОНИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-9
2	3	<b>Раздел 1. Элементарная теория погрешностей.</b> Формы представления числовых данных. Абсолютные и относительные погрешности. Погрешности арифметических операций над приближёнными числами. Погрешность приближения функций.	6	3	2	1	3	10	10
2	3	<b>Раздел 2. Приближение функций.</b> Постановка задачи приближения функций. Классы приближающих функций. Критерий выбора приближающих функций. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа и его погрешность. Интерполяция с использованием разделённых разностей. Разделённые разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона с разделёнными разностями и его погрешность. Интерполяция с использованием конечных разностей. Конечные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными разностями и его погрешность. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов.	19	12	8	4	7	10	10
2	3	<b>Раздел 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.</b> Нормы векторов и матриц. Обусловленность задачи численного решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки. Метод простой итерации и его сходимости.	22	10	6	4	12	20	20
2	3	<b>Раздел 4. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.</b> Численное дифференцирование функций, заданных таблично. Основные разностные формулы численного дифференцирования. Численное интегрирование функций, заданных таблично. Основные квадратурные формулы численного интегрирования.	17	9	6	3	8	20	20
2	3	<b>Раздел 5. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.</b> Метод Ньютона приближённого решения нелинейных уравнений и систем и его сходимости. Модификации метода Ньютона.	14	3	2	1	11	20	20
2	3	<b>Раздел 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b> Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка. Численные методы решения задачи Коши. Методы Рунге-Кутты.	30	14	10	4	16	20	20
Всего за 3 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Элементарная теория погрешностей.	Практическое задание №1. Определение абсолютной и относительной погрешностей приближённых чисел. Оценка погрешностей функций. Правила округления.	1
2	Раздел 2. Приближение функций.	Приближённое вычислений функций с помощью интерполяционного многочлена Ньютона с разделёнными разностями. Построение аппроксимирующего многочлена 1-й и 2-й степени для заданной таблично функции методом наименьших квадратов.	2
3		Построение аппроксимирующего многочлена 1-й и 2-й степени для заданной таблично функции методом наименьших квадратов.	2
4	Раздел 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.	Решение систем линейных алгебраических уравнений методом прогонки и методом простой итерации в пакете MATHCAD. Исследование сходимости метода простой итерации	4
5	Раздел 4. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.	Расчёт по разностным формулам численного дифференцирования для 1-й и 2-й производной в пакете MATHCAD	1
6		Расчёт по квадратурным формулам прямоугольников, трапеций, парабол в пакете MATHCAD. Оценка погрешностей квадратурных формул.	2
7	Раздел 5. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	Метод Ньютона и его модификации.	1
8	Раздел 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений в пакете MATHCAD.	4
<b>Всего за 3 семестр</b>			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Элементарная теория погрешностей.	Определение абсолютной и относительной погрешностей приближённых чисел. Оценка погрешностей функций. Правила округления.	3
2	Раздел 2. Приближение функций.	Приближение функций. Выполнение практического задания	7
3	Раздел 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	12
4	Раздел 4. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.	Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.	8
5	Раздел 5. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	Раздел 4. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	11
6	Раздел 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	16
<b>Всего за 3 семестр</b>			57

### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3		ВПЗ		ВПЗ		ДР	ВПЗ		ВПЗ	ДР		ВПЗ		ВПЗ		ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
2. А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 96 экз.
3. В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика. М.: Академия, 2013, 15 экз.
5. П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 150 экз.
6. П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://math.ru/> — Math.ru;
3. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Prime 3.1;
2. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Mathcad Prime 3.1;
3. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*. Дисциплина реализуется на факультете *О Естественнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой *О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-9 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формирования навыков построения математических моделей. Цель - развить у студентов целостное понимание связи методов математического анализа и алгоритмов реализации этих методов программными приложениями. Дисциплина предназначена для формирования навыков построения математических моделей, носит практико-ориентированный характер.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Элементарная теория погрешностей.</b>		
Определение абсолютной и относительной погрешностей приближённых чисел. Оценка погрешностей функций. Правила округления.	А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1, 2) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1, 2) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1) В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (Гл 1) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (Введение)	3
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Приближение функций.</b>		
Приближение функций. Выполнение практического задания	А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (3, 4, 5, 6, 9) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (3, 4, 5, 6, 9) В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2, 3) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2, 3, 4) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (2) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2, 3, 4)	7
Итого по разделу 2		7
<b>Раздел 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.</b>		
Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (5) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (1) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (7) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (7)	12
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.</b>		
Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.	В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (4) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (2, 3) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (7) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (7) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (10, 11)	8

	А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (10, 11)	
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.</b>		
Раздел 4. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (8) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (4) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (6) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (6)	11
Итого по разделу 5		11
<b>Раздел 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b>		
. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (12) В. И. Киреев. . Численные методы в примерах и задачах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (6) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (7) А. А. Тарасов. . Основы вычислительной математики: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (12) П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. . Численные методы и их применение в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (7)	16
Итого по разделу 6		16

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Выполнение контрольных мероприятий по темам практических занятий и самостоятельной работы, которые объявляются в начале семестра с указанием баллов за их выполнение в соответствии с технологической картой курса. Образцы вопросов и технологические карты можно найти в УМК дисциплины и ЭИОС Moodle.

#### Дифференцированный зачет

Оценка "зачтено-удовлетворительно" выставляется, если набрано от 51 до 74 баллов в соответствии с технологической картой курса.

Оценка "зачтено-хорошо" выставляется, если набрано от 75 до 84 баллов в соответствии с технологической картой курса.

Оценка "зачтено-отлично" выставляется, если набрано от 85 баллов в соответствии с технологической картой курса.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-9	
2	3	Раздел 1. Элементарная теория погрешностей.	6	3	2	1	3	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
2	3	Раздел 2. Приближение функций.	19	12	8	4	7	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
2	3	Раздел 3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.	22	10	6	4	12	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
2	3	Раздел 4. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций.	17	9	6	3	8	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
2	3	Раздел 5. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	14	3	2	1	11	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
2	3	Раздел 6. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	30	14	10	4	16	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 3 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

# Критерии оценивания

## ОПК-1

Вопросы открытого типа:

№ 1

Записать квадратичное уклонение  $\Phi(a_0, a_1)$  в точке  $(x_0, y_0)$  для приближающего многочлена  $F_1(x) = a_0 + a_1x$  в методе наименьших квадратов.

№ 2

Укажите, какое следующее приближение  $x_1$  по методу половинного деления к корню уравнения  $y = x^2 - 2$  на отрезке  $[0; 2]$  получится, если нулевое приближение  $x_0 = 1$ .

№ 3

Для функции  $f(x) = e^{2x} + 3x - 4$  при начальном приближении  $x_0 = 0$  вычислить следующее приближение по методу Ньютона

$$x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k=0, 1, 2, \dots$$

№ 4

Вычислить норму  $\|A\| = \max_{1 \leq k \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ik}|$  матрицы  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}$ .

№ 5

Вычислить методом простых итераций приближение к решению системы линейных алгебраических уравнений,

$$\begin{cases} x = 2 - 0,5y \\ y = 1 + 0,3x \end{cases}$$

если нулевое приближение  $\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ .

№ 6

По какой формуле вычисляется скалярное произведение функций  $f = \sin x$  и  $g = x^2$ , интегрируемых с квадратом на отрезке  $[-1, 2]$ ?

№ 7

Описать вид приближенного решения (вектор, таблица, число, что будет входить в эти объекты), которое получается в результате применения метода сеток к уравнению в частных производных вида

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = a(x, t) \frac{\partial x}{\partial t}, U = U(x, t)$$

№ 8

Выписать через коэффициенты многочлен Чебышева  $T_3(x)$ , используя определение

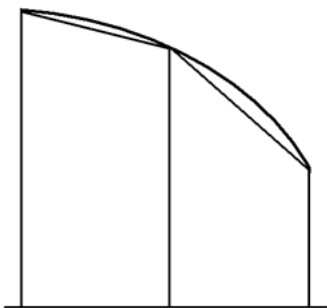
$T_n(x) = \cos(n \arccos x)$  и рекуррентную формулу  $T_n(x) = 2xT_{n-1}(x) - T_{n-2}(x)$ ,  $n=2, 3, \dots$ ,  $T_0(x)=1$ ,  $T_1(x)=x$ .

№ 9

Сторона куба  $a = 2 \pm 0,3$ . Оценить с помощью дифференциала абсолютную погрешность вычисления площади полной поверхности куба.

№ 10

Оценить, будет ли результат приближенного вычисления по формуле трапеций площади под графиком функции больше, меньше точного значения или равен ему?



Вопросы закрытого типа:

№ 1

Вычислить абсолютную погрешность, возникающую вследствие замены точного значения  $a = \frac{2}{3}$  приближенным значением  $a^* = 0,7$ .

1.	0,03
2.	-0,03
3.	$\frac{1}{30}$
4.	$-\frac{1}{30}$

№ 2

Определить, какая кривая может быть графиком алгебраического интерполяционного многочлена наименьшей степени, найденного по точкам А,Б,В,Г.

Указать НОМЕР верного ответа.

1	
2	
3	
4	

№ 3

Локализовать корни уравнения  $e^{2x} = 4 - 3x$  с помощью графического метода отделения корней. Определить интервал, в котором находятся эти корни.

1.	$[-1,1]$
2.	$[0,1]$
3.	$[1,2]$
4.	$[0,4; 0,6]$

№ 4



Вычислить с помощью метода Гаусса определитель матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 5 & -2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

1.	10
2.	-10
3.	2
4.	0

№ 5

Используя достаточное условие сходимости метода простых итераций

$$|\varphi'(x)| < 1, x \in [a, b] \text{ для нелинейного уравнения}$$

$\varphi(x)=0$ , указать функцию  $\varphi(x)$  и интервал  $[a, b]$  для которых метод итераций сходится.

1.	$\varphi(x) = e^x, x \in [0, 1]$
2.	$\varphi(x) = e^{-x}, x \in [0, 1]$
3.	$\varphi(x) = 2^x, x \in [0, 1]$
4.	$\varphi(x) = 10^x, x \in [0, 1]$

№ 6

Установить соответствие между формулами численного интегрирования и соответствующими им названиями методов. Методы:

1. Метод левых прямоугольников
2. Метод средних прямоугольников
3. Метод трапеций
4. Метод Симпсона.

Формулы:

А.  $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{6} \cdot (f(x_0) + 4 \cdot \sum_{i=0}^{n-1} f(x_{i+\frac{1}{2}}) + 2 \cdot \sum_{i=1}^n f(x_i) + f(x_n))$

Б.  $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{2} \cdot (f(x_0) + 2 \cdot \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + f(x_n))$

В.  $\int_a^b f(x) dx \approx h \cdot \sum_{i=0}^{n-1} f(x_{i+\frac{1}{2}})$

Г.  $\int_a^b f(x) dx \approx h \cdot \sum_{i=0}^{n-1} f(x_i)$

№ 7

Указать последовательность действий при поиске корня уравнения  $F(x)=0$  на промежутке  $[a, b]$  методом половинного деления

А) выбрать тот из полученных интервалов  $[a, c]$  и  $[c, b]$ , на концах которого функция имеет противоположные знаки;

В) найти середину с промежутка  $[a, b]$

С) выбрать точность расчетов  $\epsilon$

Д) продолжить алгоритм, пока длина очередного интервала не станет меньше  $\epsilon$

№ 8

Для таблично заданной функции  $y(0)=1,1$ ;  $y(1)=2,2$ ;  $y(2)=3,3$  найти по центральной (симметричной) формуле численного дифференцирования приближенное значение производной  $y'(1)$ .

1	1
2	1,1
3	2
4	1,34

№ 9

Найти приближенное значение интеграла  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin x \, dx$  с помощью формулы трапеций, заменив криволинейную фигуру, ограниченную графиком функции, осью ОХ и прямыми  $x = 0$  и  $x = \frac{\pi}{2}$  одной трапецией.

1.	$\pi$
2.	$10\pi$
3.	$\pi/4$
4.	$4\pi$

№ 10

Составить интерполяционный многочлен по значениям функции в узлах  $y(0)=10$ ,  $y(1)=-5$ .

1.	$y = -15x + 10$
2.	$y = 15x - 5$
3.	$y = x + 10$
4.	$y = x^2 + 2x + 3$

ОПК-9

Вопросы открытого типа:

№ 1

Для уравнения  $x = \varphi(x)$ , где  $\varphi(x) = (4 - e^{2x})/3$ , при начальном приближении  $x_0 = 0$  вычислить следующее приближение метода простых итераций

$$x_{k+1} = \varphi(x_k), k=0,1,2,\dots$$

№ 2

Вычислить норму вектора  $Ab$ , если  $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $b = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ , приняв за норму

$$\|x\| = \max_{1 \leq i \leq n} |x_i|.$$

№ 3

Являются ли данные функции  $y = \sin(\pi x)$  и  $y = 1$  ортогональными на отрезке  $[-2; 2]$ ?

№ 4

Пользуясь теоремой о кругах Гершгорина, найти верхние и нижние оценки для вещественных собственных чисел  $\lambda_1, \lambda_2$  матрицы  $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$ .

№ 5

Указать условия для функции  $\varphi(x)$  при решении уравнения  $x = \varphi(x)$  методом простых итераций, при которых этот метод можно использовать

№ 6

Указать те свойства, которыми обладает норма элемента векторного пространства:

№ 7

Записать последовательность 4 действий при поиске корня уравнения  $F(x) = 0$  на промежутке  $[a, b]$  методом половинного деления

№ 8

Указать последовательность 4 действий при решении уравнения  $y' = f(x, y)$ ,  $y(x_0) = 0$  приближенным методом Эйлера

№ 9

Указать последовательность 4 действий при решении уравнения  $f(x) = 0$  методом простых итераций:

Указать условие, которому удовлетворяют собственные числа  $\lambda_1, \lambda_2$  данной матрицы  $\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ .

Вопросы закрытого типа:

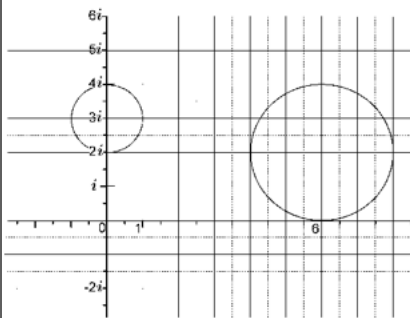
№ 1

Локализовать корни уравнения  $e^{2x} = 4 - 3x$  с помощью графического метода отделения корней. Определить интервал, в котором находятся эти корни.

1.	$[-1, 1]$
2.	$[0, 1]$
3.	$[1, 2]$
4.	$[0, 4; 0, 6]$

№ 2

Для матрицы  $A = \begin{pmatrix} 3i & 1 \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$  построены круги Гершгорина



Какое из чисел НЕ может быть собственным числом матрицы A?

1	$3i$
2	$3 + i$
3	$6 + i$
4	$5 + 3i$

№ 3

Указать условие, которому удовлетворяют собственные числа  $\lambda_1, \lambda_2$  данной матрицы  $\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ .

1	$\lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0$
2	$\lambda_1 \lambda_2 < 0$
3	$\lambda_1 < 0 < \lambda_2$
4	У этой матрицы вообще нет собственных чисел

№ 4

Используя достаточное условие сходимости метода простых итераций	
$\ B\  < 1$ , указать матрицу B, для которой метод итераций для системы $X=BX+c$ сходится.	
Принять $\ B\  = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{k=1}^n  b_{ik} $ .	
Указать НОМЕР верного ответа.	
1	$B = \begin{pmatrix} 0 & -0.1 & -0.5 \\ -0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.1 & -0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$
2	$B = \begin{pmatrix} 0 & -0.6 & -0.5 \\ -0.5 & 0.5 & -0.3 \\ 0.1 & -0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$
3	$B = \begin{pmatrix} 0 & -0.6 & -0.5 \\ -0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.1 & -0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$
4	$B = \begin{pmatrix} 0 & -0.4 & -0.5 \\ -0.1 & 0.2 & 0.3 \\ 0.1 & -0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$

№ 5

Установить соответствие между незаполненными ячейками и указанными ниже математическими объектами:

Суть метода наименьших квадратов состоит в нахождении коэффициентов приближающего многочлена C, исходя из условия минимизации квадратичного отклонения A, приводящему к необходимому условию минимума D, в итоге выполняется условие B:

1)  $\Phi(x) = \sqrt{\sum (F(x_i) - y_i)^2}$

2)  $\frac{\partial \Phi}{\partial a_i} = 0, i = 1, 2, \dots, n,$

3)  $\min_{a_i} \sum (F(x_i) - y_i)^2$

4)  $F(x) = a_0 + a_1x + \dots + a_n x^n$

№ 6

Указать, для какой матрицы перехода B выполнено условие сходимости метода простых итераций для линейных систем вида  $X=BX+c$ , если принять  $\|B\| = \max_{1 \leq k \leq n} \sum_{i=1}^n |b_{ik}|$ :

1)  $B = \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$  2)  $B = \begin{pmatrix} 0 & 0.9 \\ 0.5 & 0 \end{pmatrix}$  3)  $B = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.5 \end{pmatrix}$  4)  $B = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.2 \\ 0.5 & 0.4 \end{pmatrix}$

№ 7

Указать, для функций какого вида разумно применять формулы численного дифференцирования

1)  $f(x) = 2^{\sin x}$

2)  $f(x) = \ln(3x) + \csc x$

3)  $f(0)=1, f(0.5)=2, f(1)=3$

4)  $f(x_i) = i^*h, i = 0, 1, \dots, 10$

№ 8

Выбрать правильное соответствие между методами численного решения дифференциальных уравнений и порядком точности соответствующего метода на всем промежутке.

Методы:

1. Метод Рунге-Кутты
2. Метод Эйлера, основанный на замене интеграла по формуле средних прямоугольников
3. Метод Эйлера, основанный на замене интеграла по формуле трапеций
4. Простейший метод Эйлера

Порядок точности метода:

- A. 1
- B. 2.
- C. 3
- D. 4

№ 9

Проинтегрировать методом Эйлера

$$y_{k+1} = y_k + h \cdot f(x_k, y_k), k=0,1,\dots$$

уравнение  $y' = \frac{2y}{x}$  с начальным условием  $y(1)=1$  на промежутке  $[1;1,2]$  с шагом  $h=0,1$ .

Определить, каким получится значение  $y(1,2)$ .

1.	$y(1,2) = 1,2 + \frac{2,4}{1,1} \cdot 0,1$
2.	$y(1,2) = \frac{2 \cdot 1}{1,2} + 0,1$
3.	$y(1,2) = 1 + 0,2 \cdot 2 + 0,2^2 \cdot 2$
4.	$y(1,2) = 1 + 0,2 \cdot 2 + 0,2^2$

№ 10

По какой из перечисленных ниже квадратурных формул может быть приближенно вычислен интеграл

$$\int_0^1 dx/\sqrt{x}$$

- A) формула трапеций
- Б) формула левых прямоугольников
- В) формула правых прямоугольников
- Г) формула средних прямоугольников