

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

|                                                                                                            |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Блок:</b>                                                                                               | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                 |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                                                                    | <b>Обязательная</b>                                 |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                                                                     | <b>Б1.О.22</b>                                      |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                                                                   | <b>3 семестр - 5;</b>                               |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                                                                    | <b>180 часов</b>                                    |
| <b>Лекции</b>                                                                                              | <b>3 семестр - 32 часа;</b>                         |
| <b>Практические занятия</b>                                                                                | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                        |
| <b>Лабораторные работы</b>                                                                                 | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                        |
| <b>Консультации</b>                                                                                        | <b>3 семестр - 2 часа;</b>                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                                              | <b>3 семестр - 113,5 часов;</b>                     |
| <b>в том числе на КП/КР</b>                                                                                | <b>не предусмотрено учебным планом</b>              |
| <b>Иная контактная работа</b>                                                                              | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b> |
| <b>включая:</b><br><b>Лабораторная работа</b><br><b>Расчетно-графическая работа</b><br><b>Тестирование</b> |                                                     |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                                                                           |                                                     |
| <b>Экзамен</b>                                                                                             | <b>3 семестр - 0,5 часа;</b>                        |

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Замолодчиков В.Н.              |
|  | Идентификатор                                      | R8c700dda-ZamolodchikVN-ded34e |

(подпись)

В.Н.

Замолодчиков

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Сизякова А.Ю.                  |
|  | Идентификатор                                      | R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7 |

(подпись)

А.Ю. Сизякова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Куликов Р.С.                 |
|  | Идентификатор                                      | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении теоретических основ и принципов построения современных численных методов, всестороннее освоение методов численного решения основных математических задач, возникающих в инженерной практике, формирование понятий о способах применения численных методов для построения математических моделей и проведения расчетов по ним

### Задачи дисциплины

- изучение принципов численного решения математических задач с заданной точностью;
- освоение основных численных методов решения нелинейных уравнений и систем линейных уравнений, численных методов аппроксимации;
- освоение основных методов численного дифференцирования и интегрирования, численных методов решения дифференциальных уравнений;
- приобретение навыков практического применения численных методов и построения вычислительных алгоритмов для решения математических задач в инженерной практике.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                          | Запланированные результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | уметь:<br>- правильно выбирать и применять численные методы, опираясь на анализ характера поставленной задачи;<br>- оценивать точность (погрешность) полученного численного решения.                                                                                           |
| ОПК-7 способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности                             | ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> Понимает принципы работы современных информационных технологий                                                                          | уметь:<br>- реализовывать расчетные алгоритмы численных методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ;<br>- выводить численные алгоритмы решения математических задач инженерной деятельности. |
| ОПК-9 способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения                                                                     | ИД-1 <sub>ОПК-9</sub> Знает алгоритмы расчетов, пригодные для практического применения                                                                        | знать:<br>- математические методы численного дифференцирования и интегрирования;<br>- математические методы численного решения систем линейных уравнений;<br>- математические методы численного решения нелинейных уравнений.                                                  |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиозлектронные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01

Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать высшую математику
- знать информатику
- уметь использовать пакет MathCad для решения расчетных задач

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации                                       | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                              |                       |         | Контактная работа                                                    |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|       |                                                                                              |                       |         | Лек                                                                  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| КПР   | ГК                                                                                           | ИККП                  | ТК      |                                                                      |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1     | 2                                                                                            | 3                     | 4       | 5                                                                    | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1     | Введение в теорию погрешностей                                                               | 9                     | 3       | 2                                                                    | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 5                 | -                                 | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в теорию погрешностей"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Введение в теорию погрешностей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 25-46<br/>[2], стр. 5-14</p>                                                                                                                                                                         |
| 1.1   | Введение в теорию погрешностей                                                               | 9                     |         | 2                                                                    | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 5                 | -                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2     | Численные методы решения нелинейных уравнений.<br>Численные методы поиска экстремума функции | 20                    |         | 4                                                                    | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 10                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.1   | Численные методы решения нелинейных уравнений.<br>Численные методы поиска экстремума функции | 20                    | 4       | 4                                                                    | 2   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> |

|     |                                                                   |    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                   |    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 87-127, 286-333, 338-340<br/>[2], стр. 15-22</p> |
| 3   | Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | 36 |  | 8 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 20 | - | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений" материалу.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.1 | Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | 36 |  | 8 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 20 | - | <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения задач по разделу "Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|     |                                                                       |    |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                       |    |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 130-175, 202-217<br>[2], стр. 23-36 |
| 4   | Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций | 20 | 4  | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций" материалу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                             |
| 4.1 | Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций | 20 | 4  | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций"<br><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. |                                                                                                             |
| 5   | Численное дифференцирование.                                          | 59 | 14 | 4 | 6 | - | - | - | - | - | 35 | - | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 347-359, 366-380, 400-406<br>[3], стр. 5-23<br><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                             |

|     |                                                                                                                                 |       |    |    |    |   |   |   |   |     |    |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|----|------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Численное интегрирование.<br>Численное решение задачи Коши.<br>Численное решение краевой задачи                                 |       |    |    |    |   |   |   |   |     |    |      |  | разделу "Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи" материалу.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 426-461, 477-510, 534-542, 555-563<br>[3], стр. 24-44<br>[4], стр. 5-44 |
| 5.1 | Численное дифференцирование.<br>Численное интегрирование.<br>Численное решение задачи Коши.<br>Численное решение краевой задачи | 59    | 14 | 4  | 6  | - | - | - | - | -   | 35 | -    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|     | Экзамен                                                                                                                         | 36.0  | -  | -  | -  | - | 2 | - | - | 0.5 | -  | 33.5 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|     | Всего за семестр                                                                                                                | 180.0 | 32 | 16 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 80 | 33.5 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



|  |                         |              |  |           |           |           |          |          |            |              |  |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|--------------|--|
|  | <b>Итого за семестр</b> | <b>180.0</b> |  | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>2</b> | <b>-</b> | <b>0.5</b> | <b>113.5</b> |  |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|--------------|--|

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Введение в теорию погрешностей

#### 1.1. Введение в теорию погрешностей

Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций. Представление чисел в ЭВМ. Погрешности округления.

### 2. Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции

2.1. Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции

Постановка задачи поиска корня нелинейного уравнения. Метод бисекции. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Другие итерационные методы (метод секущих, упрощенный метод Ньютона и др.). Численные методы поиска экстремума функции одного переменного: оптимальный пассивный поиск; метод деления отрезка пополам; метод Фибоначчи; метод золотого сечения. Численные методы многомерной минимизации: метод покоординатного спуска; градиентный метод наискорейшего спуска; метод Ньютона; метод деформируемого многогранника.

### 3. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений

#### 3.1. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений

Постановка задачи решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые методы решения СЛАУ. Метод Гаусса и его модификации с выбором главного элемента. LU-разложение матрицы и его использование. Метод Холецкого. Метод прогонки. Итерационные методы решения СЛАУ: метод Якоби, метод Зейделя, метод релаксации.

### 4. Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций

#### 4.1. Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций

Постановка задачи приближения функций. Среднеквадратичное отклонение. Метод наименьших квадратов. Постановка задачи глобальной полиномиальной интерполяции. Существование и единственность интерполяционного многочлена. Многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными и с разделенными разностями.

### 5. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи

5.1. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи

Постановка задачи численного дифференцирования. Левая, правая и центральная разностные производные (первого порядка). Вторая разностная производная. Постановка задачи численного интегрирования. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона и их оценки погрешности. Постановка задачи Коши и ее геометрический смысл. Основные характеристики численных методов. Понятие о локальной и глобальной погрешностях. Явный метод Эйлера. Модификации метода Эйлера 2-го порядка точности. Неявный метод Эйлера. Принципы построения методов Рунге-Кутты. Однопараметрическое семейство методов Рунге-Кутты 2-го порядка. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Решение задачи Коши

для систем дифференциальных уравнений и уравнений  $m$ -го порядка. Постановка краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка. Дискретизация задачи. Сетка, сеточные функции. Построение разностной схемы. Использование метода прогонки. Оценка погрешности сеточного решения.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. 8. Численные методы решения двухточечной краевой задачи;
2. 6. Численное интегрирование;
3. 5. Приближение функций;
4. 4. Итерационные методы решения СЛАУ;
5. 3. Прямые методы решения СЛАУ;
6. 2. Решение нелинейных уравнений;
7. 1. Теория погрешностей;
8. 7. Численные методы решения задачи Коши.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. 4. Численное решение задачи Коши;
2. 3. Приближение функций;
3. 2. Решение СЛАУ итерационными методами;
4. 1. Решение нелинейных уравнений.

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Введение в теорию погрешностей"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции"
3. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений"
4. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций"
5. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение в теорию погрешностей"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Интерполяция функций"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Численное дифференцирование. Численное

интегрирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов      | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование)                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    |                       | 1                                                 | 2 | 3 | 4 | 5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Знать:</b>                                                                      |                       |                                                   |   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| математические методы численного решения нелинейных уравнений                      | ИД-1 <sub>ОПК-9</sub> |                                                   | + |   |   |   | Тестирование/Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ"<br>Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1 «Решение нелинейных уравнений»                                                                                                                              |
| математические методы численного решения систем линейных уравнений                 | ИД-1 <sub>ОПК-9</sub> |                                                   |   | + |   |   | Тестирование/Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ"<br>Лабораторная работа/Лабораторная работа № 2 «Решение СЛАУ итерационными методами»<br>Расчетно-графическая работа/Расчетное задание № 1 «Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений» |
| математические методы численного дифференцирования и интегрирования                | ИД-1 <sub>ОПК-9</sub> |                                                   |   |   |   | + | Тестирование/Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ"<br>Расчетно-графическая работа/Расчетное задание № 3 «Численное интегрирование»<br>Расчетно-графическая работа/Расчетное задание №4 «Численное решение задача Коши»                                        |
| <b>Уметь:</b>                                                                      |                       |                                                   |   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| оценивать точность (погрешность) полученного численного решения                    | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> | +                                                 |   |   |   |   | Тестирование/Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                                           |                       |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                           |                       |  |  |  |  | МЕТОДЫ"                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| правильно выбирать и применять численные методы, опираясь на анализ характера поставленной задачи                                                                         | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> |  |  |  |  | +<br>Тестирование/Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ"<br>Лабораторная работа/Лабораторная работа №4 «Численное решение задачи Коши»                                                                                                               |
| выводить численные алгоритмы решения математических задач инженерной деятельности                                                                                         | ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> |  |  |  |  | +<br>Тестирование/Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ"<br>Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3 «Приближение функций»<br>Расчетно-графическая работа/Расчетное задание № 2 «Аппроксимация функций многочленами методом наименьших квадратов» |
| реализовывать расчетные алгоритмы численных методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ | ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> |  |  |  |  | +<br>Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1 «Решение нелинейных уравнений»                                                                                                                                                                                               |

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **3 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Лабораторная работа № 1 «Решение нелинейных уравнений» (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа № 2 «Решение СЛАУ итерационными методами» (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа № 3 «Приближение функций» (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №4 «Численное решение задачи Коши» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчетное задание № 1 «Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений» (Расчетно-графическая работа)
2. Расчетное задание № 2 «Аппроксимация функций многочленами методом наименьших квадратов» (Расчетно-графическая работа)
3. Расчетное задание № 3 «Численное интегрирование» (Расчетно-графическая работа)
4. Расчетное задание №4 «Численное решение задача Коши» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. - "Вычислительные методы", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (672 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/168619>;
2. Казенкин, К. О. Указания к решению задач по вычислительной математике. Теория погрешностей. Нелинейные уравнения. Системы линейных алгебраических уравнений : методическое пособие по курсам вычислительных методов по всем направлениям / К. О. Казенкин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 36 с.;
3. Казенкин, К. О. Приближение функций. Численное интегрирование. Численное дифференцирование. Указания к решению задач по вычислительной математике :

методическое пособие по курсу "Вычислительные методы" для студентов МЭИ по всем направлениям подготовки / К. О. Казенкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 44 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4384;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4384)

4. Казенкин, К. О. Численное решение задачи Коши. Численное решение двухточечных краевых задач. Указания к решению задач по вычислительной математике : методическое пособие по курсу "Вычислительные методы" по всем направлениям подготовки / К. О. Казенкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М., 2014 . – 44 с..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Acrobat Reader;
6. GNU Octave.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения                                                           | Номер аудитории, наименование | Оснащение                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ       | сервер, кондиционер                                                                                                                    |
|                                                                         | А-400, Учебная аудитория "А"  | парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный    |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Ж-120, Машинный зал ИВЦ       | сервер, кондиционер                                                                                                                    |
|                                                                         | Б-318, Учебная аудитория      | парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер                                                   |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | Ж-207, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер             |
|                                                                         | Ж-211, Компьютерный класс ИВЦ | стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для                                                   | А-400, Учебная                | парта, стул, доска меловая, экран                                                                                                      |



|                                                          |                                         |                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| проведения промежуточной аттестации                      | аудитория "А"                           | интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный                                                  |
| Помещения для самостоятельной работы                     | НТБ-303, Компьютерный читальный зал     | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования                           | Ж-400/4, Кабинет сотрудников каф. "РТС" | стол, стол компьютерный, стул, шкаф, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет                                                   |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Ж-400/9, Прочее каф. "РТС"              | стеллаж для хранения книг, стул, книги, учебники, пособия                                                                                          |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Численные методы

(название дисциплины)

#### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Лабораторная работа № 1 «Решение нелинейных уравнений» (Лабораторная работа)
- КМ-2 Расчетное задание № 1 «Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Лабораторная работа № 2 «Решение СЛАУ итерационными методами» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Расчетное задание № 2 «Аппроксимация функций многочленами методом наименьших квадратов» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Лабораторная работа № 3 «Приближение функций» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Расчетное задание № 3 «Численное интегрирование» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Расчетное задание №4 «Численное решение задачи Коши» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-8 Лабораторная работа №4 «Численное решение задачи Коши» (Лабораторная работа)
- КМ-9 Контрольная работа "Комплексный тест по курсу ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ" (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины                                                                         | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |                                                                                           | Неделя КМ: | 6    | 8    | 10   | 11   | 13   | 14   | 15   | 15   | 16   |
| 1             | Введение в теорию погрешностей                                                            |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Введение в теорию погрешностей                                                            |            |      |      |      |      |      |      |      |      | +    |
| 2             | Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы поиска экстремума функции |            | +    |      |      |      |      |      |      |      | +    |
| 3             | Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений                         |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Численные методы решения систем линейных                                                  |            |      | +    | +    |      |      |      |      |      | +    |

|            |                                                                                                                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|            | алгебраических уравнений                                                                                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4          | Приближение функций.<br>Метод наименьших квадратов.<br>Интерполяция функций                                                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4.1        | Приближение функций.<br>Метод наименьших квадратов.<br>Интерполяция функций                                                  |    |    |    | +  | +  |    |    |    | +  |
| 5          | Численное дифференцирование.<br>Численное интегрирование.<br>Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5.1        | Численное дифференцирование.<br>Численное интегрирование.<br>Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи |    |    |    |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Вес КМ, %: |                                                                                                                              | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 |