



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА – Российский технологический университет»

**Общий факультет (Фрязино)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.  
Фрязино

\_\_\_\_\_ Макарова Л.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Численные методы**

Читающее подразделение	<b>кафедра общенаучных дисциплин</b>
Направление	<b>09.03.01 Информатика и вычислительная техника</b>
Направленность	<b>Цифровизация предприятий в области радиоэлектроники</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 з.е.</b>

**Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам**

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
5	3	108	16	0	16	58	0,25	17,75	Зачет

Программу составил(и):

*канд. физ.-мат. наук, доцент, Троицкая Людмила Анатольевна* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Численные методы**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

составлена на основании учебного плана:

направление: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

направленность: «Цифровизация предприятий в области радиоэлектроники»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич \_\_\_\_\_



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Численные методы» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника с учетом специфики направленности подготовки – «Цифровизация предприятий в области радиоэлектроники».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность:	Цифровизация предприятий в области радиоэлектроники
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Обязательная часть
Общая трудоемкость:	3 з.е. (108 акад. час.).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

**ОПК-1** - Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

**ОПК-2** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности;

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ОПК-1** : Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

**ОПК-1.1** : Осваивает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования.

#### **Знать:**

- основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования

#### **Уметь:**

- применять на практике основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования

#### **Владеть:**

- навыками применения основ высшей математики, физики, основ вычислительной техники и программирования при решении практических задач

**ОПК-1.2** : Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

#### **Знать:**

- методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач с применением обще-инженерных и естественнонаучных знаний

#### **Уметь:**

- использовать методы математического анализа и моделирования при решении

профессиональных задач с применением обще-инженерных и естественнонаучных знаний

**Владеть:**

- навыками использования методов математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач с применением обще-инженерных и естественнонаучных знаний

**ОПК-2 : Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решения задач профессиональной деятельности;**

**ОПК-2.1 : Осваивает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.**

**Знать:**

- методы применения современных информационных технологий и программных средств в том числе отечественного производства, при решении задач численных методов

**Уметь:**

- использовать методы применения современных информационных технологий и программных средств в том числе отечественного производства, при решении задач численных методов

**Владеть:**

- навыками использования методов применения современных информационных технологий и программных средств в том числе отечественного производства, при решении задач численных методов

**ОПК-2.2 : Выбирает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.**

**Знать:**

- современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства

**Уметь:**

- выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач вычислительной математики

**Владеть:**

- навыками выбора современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства при решении задач вычислительной математики

**В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН**

**Знать:**

- методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач с применением обще-инженерных и естественнонаучных знаний

- современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства

- методы применения современных информационных технологий и программных средств в том числе отечественного производства, при решении задач численных методов

- основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования

**Уметь:**

- использовать методы применения современных информационных технологий и программных средств в том числе отечественного производства, при решении задач численных методов

- использовать методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач с применением обще-инженерных и естественнонаучных знаний

- выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач вычислительной математики

- применять на практике основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования

**Владеть:**

- навыками выбора современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства при решении задач вычислительной математики
- навыками применения основ высшей математики, физики, основ вычислительной техники и программирования при решении практических задач
- навыками использования методов математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач с применением обще-инженерных и естественнонаучных знаний
- навыками использования методов применения современных информационных технологий и программных средств в том числе отечественного производства, при решении задач численных методов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
<b>1. Основные задачи численных методов</b>				
1.1	<b>ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ (Лек).</b> Методологическое введение. Примеры математических моделей. Полиномиальный метод интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Сплайны. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов. Многомерная интерполяция. Методы и области применения типовой системы аналогового моделирования. Методы аналогового синтеза	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: Методологическое введение. Примеры математических моделей. Полиномиальный метод интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Сплайны. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов. Многомерная интерполяция. Методы и области применения типовой системы аналогового моделирования. Методы аналогового синтеза	5	2	ОПК-2.2
1.3	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Методологическое введение. Примеры математических моделей. Полиномиальный метод интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Сплайны. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов. Многомерная интерполяция. Методы и области применения типовой системы аналогового моделирования. Методы аналогового синтеза	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2

1.4	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.5	<b>ЧИСЛЕННОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ. ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ (Лек).</b> Интерполяционный полином Ньютона. Простейшие формулы численного дифференцирования. Метод Рунге–Ромберга. Полиномиальная аппроксимация. Формула трапеций . Формула Симпсона Формула средних Формула Эйлера Процесс Эйткена Формулы Гаусса–Кристоффеля .	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.6	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: Интерполяционный полином Ньютона. Простейшие формулы численного дифференцирования. Метод Рунге–Ромберга. Полиномиальная аппроксимация. Формула трапеций . Формула Симпсона Формула средних Формула Эйлера Процесс Эйткена Формулы Гаусса–Кристоффеля .	5	2	ОПК-2.2
1.7	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Интерполяционный полином Ньютона. Простейшие формулы численного дифференцирования. Метод Рунге–Ромберга. Полиномиальная аппроксимация. Формула трапеций . Формула Симпсона Формула средних Формула Эйлера Процесс Эйткена Формулы Гаусса–Кристоффеля .	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.8	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.9	<b>СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ и уравнения линейные и нелинейные (Лек).</b> Линейные системы уравнений. Метод исключения Гаусса. Работа с разреженными матрицами. Уравнение с одним неизвестным.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.10	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: И Линейные системы уравнений. Метод исключения Гаусса. Работа с разреженными матрицами. Уравнение с одним неизвестным	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.11	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Линейные системы уравнений. Метод исключения Гаусса. Работа с разреженными матрицами. Уравнение с одним неизвестным.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.12	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2

1.13	<b>ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ (Лек).</b> Постановка задачи Коши. Метод Пикара . Метод малого параметра. Метод ломаных. Метод Рунге–Кутта . Метод Адамса Постановка краевой задачи Метод стрельбы Краевая задача. Разностный метод	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.14	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: Постановка задачи Коши. Метод Пикара . Метод малого параметра. Метод ломаных. Метод Рунге–Кутта . Метод Адамса Постановка краевой задачи Метод стрельбы Краевая задача. Разностный метод	5	2	ОПК-2.2
1.15	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Постановка задачи Коши. Метод Пикара . Метод малого параметра. Метод ломаных. Метод Рунге–Кутта . Метод Адамса Постановка краевой задачи Метод стрельбы Краевая задача. Разностный метод	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
1.16	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
<b>2. УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ. Приближенные методы решения</b>				
2.1	<b>УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ (Лек).</b> Точные методы решения. Автомодельные решения. Разностный метод.. Невязка. Методы составления разностных схем .Аппроксимация. .. Устойчивость. Метод разделения переменных. Операторные неравенства Сходимость .	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: Точные методы решения. Автомодельные решения. Разностный метод.. Невязка. Методы составления разностных схем .Аппроксимация. .. Устойчивость. Метод разделения переменных. Операторные неравенства Сходимость .	5	2	ОПК-2.2
2.3	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Точные методы решения. Автомодельные решения. Разностный метод.. Невязка. Методы составления разностных схем .Аппроксимация. .. Устойчивость. Метод разделения переменных. Операторные неравенства Сходимость .	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.4	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.5	<b>ВОЛНОВОЕ УРАВНЕНИЕ. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ (Лек).</b> Схема “крест” . Неявная схема. Двухслойная акустическая схема. Многомерные схемы. Корректно поставленные задачи. Некорректные задачи.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2



2.6	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: Схема “крест” . Неявная схема. Двухслойная акустическая схема. Многомерные схемы. Корректно поставленные задачи. Некорректные задачи.	5	2	ОПК-2.2
2.7	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Схема “крест” . Неявная схема. Двухслойная акустическая схема. Многомерные схемы. Корректно поставленные задачи. Некорректные задачи.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.8	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.9	<b>МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ (МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО) (Лек).</b> Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Интерполяция . Решение линейных алгебраических систем методом Монте-Карло. Вычисление интегралов. Решение краевых задач. Статистический анализ и "анализ по углам" для определения правильности функционирования схемы при разбросе технологических параметров в период изготовления.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.10	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение практических задач по теме: Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Интерполяция . Решение линейных алгебраических систем методом Монте-Карло. Вычисление интегралов. Решение краевых задач. Статистический анализ и "анализ по углам" для определения правильности функционирования схемы при разбросе технологических параметров в период изготовления.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.11	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Интерполяция . Решение линейных алгебраических систем методом Монте-Карло. Вычисление интегралов. Решение краевых задач. Статистический анализ и "анализ по углам" для определения правильности функционирования схемы при разбросе технологических параметров в период изготовления.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.12	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2

2.13	<p><b>Применение методов математического моделирования и численных методов для решения задач радиотехники (Лек).</b>          Операционное исчисление. Частотный анализ. Основные формы представления аналоговых функций, а также инженерные и машинные алгоритмы и методы их анализа (моделирования) с последующей реализацией схем в заданном библиотечном базисе. Методы малосигнального анализа аналоговых схем. Средства обработки результатов аналогового моделирования. Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализировать потребляемую мощность и оценивать площадь. Проведение временного анализа (СФ-блока) с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования. Оценка функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналоговых блоков методом компьютерного моделирования. Временной анализ, анализ по постоянному току, анализ по переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ.</p>	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.14	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Решение практических задач по теме: Операционное исчисление. Частотный анализ. Основные формы представления аналоговых функций, а также инженерные и машинные алгоритмы и методы их анализа (моделирования) с последующей реализацией схем в заданном библиотечном базисе. Методы малосигнального анализа аналоговых схем. Средства обработки результатов аналогового моделирования. Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализировать потребляемую мощность и оценивать площадь. Проведение временного анализа (СФ-блока) с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования. Оценка функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналоговых блоков методом компьютерного моделирования. Временной анализ, анализ по постоянному току, анализ по переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ.</p>	5	2	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2

2.15	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение практических задач по теме по вариантам, выданным преподавателем: Операционное исчисление. Частотный анализ. Основные формы представления аналоговых функций, а также инженерные и машинные алгоритмы и методы их анализа (моделирования) с последующей реализацией схем в заданном библиотечном базисе. Методы малосигнального анализа аналоговых схем. Средства обработки результатов аналогового моделирования. Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализировать потребляемую мощность и оценивать площадь. Проведение временного анализа (СФ-блока) с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования. Оценка функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналоговых блоков методом компьютерного моделирования. Временной анализ, анализ по постоянному току, анализ по переменному току, анализ шумов, анализ в температурном диапазоне, спектральный анализ.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
2.16	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение изученного материала.	5	3,625	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
<b>3. Промежуточная аттестация (зачёт)</b>				
3.1	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт).</b>	5	17,75	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2
3.2	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	5	0,25	ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-1.2

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Численные методы», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

### 5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

1. Источники погрешностей.
2. Влияние погрешностей аргументов на значение функции.
3. Погрешности арифметических операций.
4. Корректность и устойчивость задач.
5. Сходимость итерационных методов, порядок сходимости.
6. Уточнение корня нелинейного уравнения методом половинного деления - итерационная формула.
7. Уточнение корня нелинейного уравнения методом Ньютона - итерационная формула.
8. Точные и итерационные методы решения СЛАУ - отличия.

9. Обусловленность СЛАУ - определение.
10. Сущность процедуры выбора главного элемента в методе Гаусса решения СЛАУ.
11. Итерационные формулы метода Зейделя для решения СЛАУ.
12. Постановка задач интерполяции и экстраполяции.
13. Интерполяционный многочлен: определение, СЛАУ для определения коэффициентов.
14. Интерполяция сплайнами: определение сплайна, условия для нахождения коэффициентов сплайна.
15. Сущность метода наименьших квадратов для сглаживания табличной функции.
16. Простейшие формулы численного дифференцирования для первой и второй производной.
17. Расчетная формула и геометрическая интерпретация метода средних прямоугольников для вычисления определенного интеграла.
18. Расчетная формула метода Симпсона для вычисления определенного интеграла.
19. Алгоритм определения шага в методах численного интегрирования.
20. Явные и неявные, одношаговые и многошаговые методы решения дифференциальных уравнений - определения.
21. Явный метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений: постановка задачи, расчетная формула, геометрическая интерпретация.
22. Способ построения многошаговых явных методов Адамса для решения дифференциальных уравнений.
23. Неявный метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений: постановка задачи, расчетная формула, пример.
24. Вывод оценки погрешности метода половинного деления для уточнения корня нелинейного уравнения.
25. Вывод оценки погрешности метода Ньютона для уточнения корня нелинейного уравнения.
26. Обоснование порядка сходимости метода Ньютона для уточнения корня нелинейного уравнения.
27. Сходимость метода простой итерации для уточнения корня нелинейного уравнения.
28. Уточнение корня нелинейного уравнения методом секущих (итерационная формула с обоснованием, геометрическая интерпретация).
29. Уточнение корня нелинейного уравнения методом хорд (итерационная формула с обоснованием, геометрическая интерпретация).
30. Достаточное условие сходимости метода простой итерации для решения СЛАУ с обоснованием.
31. Вывод оценки погрешности метода простой итерации для решения СЛАУ с обоснованием.
32. Построение интерполяционного многочлена в форме Лагранжа.
33. Построение интерполяционного многочлена в форме Ньютона.
34. Вывод оценки погрешности формул численного дифференцирования.
35. Вывод оценки погрешности методов численного интегрирования (прямоугольников и трапеций).
36. Исправленный метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений: постановка задачи, расчетная формула, геометрическая интерпретация.
37. Модифицированный метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений: постановка задачи, расчетная формула, геометрическая интерпретация.
38. Оценка точности явных методов (решения дифференциальных уравнений) семейства Рунге-Кутты.

### 5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещений	Перечень основного оборудования
------------------------	---------------------------------

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## 6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
3. Matlab. Договор № 34337/М41 от 27.07.2012 г.

## 6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.3.1. Основная литература

1. Мартынова В. Ю., Смирнов Ю. Г. Численные методы решения задач дифракции и распространения электромагнитных волн в нелинейном слое: Дис... канд. техн. наук: спец. 05.13.18. - Пенза, 2020. - 180 с.
2. Соловьев Д. С. Численные методы и их программная реализация в задачах моделирования, оптимизации и управления гальваническими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Тамбов: ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. - 88 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/137569>
3. Слабнов В. Д. Численные методы [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 392 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/133925>
4. Калитвин А. С. Численные методы. Использование C++ [Электронный ресурс]:. - Липецк: Липецкий ГПУ, 2019. - 143 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156074>
5. Колпачёв В. Н. Численные методы. Опорные конспекты [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Воронеж: ВИВТ, 2019. - 120 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157488>
6. Степанов М. М., Савельев С. К. Численные методы в ракетостроении [Электронный ресурс]: аудиторный практикум. - Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. - 211 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157115>
7. Русина Л. Г. Вычислительная математика. Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений и систем [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 168 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156403>

## 6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Естественно-научный образовательный портал <http://www.en.edu.ru>
2. Wolfram Mathworld: The Web's Most Extensive Mathematics Resource <http://www.mathworld.wolfram.com>
3. Wolfram: вычисления и знания, рука к руке <http://www.wolfram.com>
4. Российский фонд фундаментальных исследований <https://www.rfbr.ru>
5. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

## 6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий,

выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

## **6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств

обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

