

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Численные методы

**Код модуля**  
1160713(1)

**Модуль**  
Прикладные методы теории радиоэлектронных  
систем и комплексов

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия, имя, отчество</b> | <b>Ученая степень, ученое звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b> |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------|
| 1            | Белоусова Вероника Игоревна   | к.ф.-м.н.                            | доцент           | ДИТиА                |
| 2            | Ермакова Галина Михайловна    | к.ф.-м.н.                            | доцент           | ДИТиА                |
| 3            | Поторочина Ксения Сергеевна   | к.п.н.                               | доцент           | ДИТ и А              |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Белоусова Вероника Игоревна, доцент, ДИТиА
- Поторочина Ксения Сергеевна, доцент, ДИТ и А

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Численные методы**

|    |                                      |  |   |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 4  |   |
| 2. | Виды аудиторных занятий              | Лекции<br>Практические/семинарские занятия |   |
| 3. | Промежуточная аттестация             | Экзамен                                    |   |
| 4. | Текущая аттестация                   | Контрольная работа                         | 3 |
|    |                                      | Коллоквиум                                 | 1 |

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Численные методы**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предьявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции   | Планируемые результаты обучения (индикаторы)  | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине   |
|--|---|---|
| 1  | 2   | 3   |
| ПК-1 -Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования (Радиоэлектронные системы и комплексы) | З-1 - Определять стадии проектирования<br>П-1 - Иметь практический опыт определения стадий проектирования<br>П-2 - Иметь практический опыт разработки технического задания на проектирование<br>У-1 - Разрабатывать техническое задание на проектирование | Коллоквиум<br>Контрольная работа № 1<br>Контрольная работа № 2<br>Контрольная работа № 3<br>Лекции<br>Практические/семинарские занятия<br>Экзамен |
| ПК-2 -Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов,  | З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов<br>П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением   | Коллоквиум<br>Контрольная работа № 1<br>Контрольная работа № 2<br>Контрольная работа № 3<br>Лекции<br>Практические/семинарские занятия            |

|  |   |   |
|--|---|---|
| а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ (Радиоэлектронные системы и комплексы)  | современных САПР и пакетов прикладных программ<br>У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов  | Экзамен   |
| ПК-5 -Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (Радиоэлектронные системы и комплексы) | З-1 - Описывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах<br>П-1 - Иметь практический опыт разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ<br>У-1 - Пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов | Коллоквиум<br>Контрольная работа № 1<br>Контрольная работа № 2<br>Контрольная работа № 3<br>Лекции<br>Практические/семинарские занятия<br>Экзамен |
| ПК-6 -Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ (Радиоэлектронные системы и комплексы)     | З-1 - Описывать методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности<br>П-1 - Имеет практический опыт оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов<br>У-1 - Применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации                            | Коллоквиум<br>Контрольная работа № 1<br>Контрольная работа № 2<br>Контрольная работа № 3<br>Лекции<br>Практические/семинарские занятия<br>Экзамен |

### **3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

#### **3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

**1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.80**

|   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация на лекциях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>коллоквиум</i>   | 2,16                            | 50                           |
| <i>контрольная работа</i>   | 2,8                             | 50                           |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>  |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>  |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>                                      |                                 |                              |
| <b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.20</b> |                                 |                              |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>контрольная работа</i>   | 2,4                             | 50                           |
| <i>контрольная работа</i>   | 2,12                            | 50                           |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00</b>                   |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>  |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00</b>             |                                 |                              |
| <b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>              |                                 |                              |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено</b>                   |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>            |                                 |                              |
| <b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>                          |                                 |                              |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>                         |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>                  |                                 |                              |

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

|   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|---|---------------------------------|------------------------------|

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  |  |
| <b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>                |  |  |
| <b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b> |  |  |

#### **4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### **Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

| <b>Результаты обучения</b> | <b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>  |
|----------------------------|--|
| Знания                     | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.   |
| Умения                     | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.                                |
| Опыт /владение             | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.   |
| Другие результаты          | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.<br>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.<br>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### **Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

| <b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b> |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <b>№ п/п</b>  | <b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное)</b> | <b>Шкала оценивания</b>                   |   |
|   |  | <b>Традиционная характеристика уровня</b> | <b>Качественная характеристика уровня</b> |
|   |  |   |   |

|    | задание)   |  |            |                   |
|----|--|--|------------|-------------------|
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет   | Отлично (80-100 баллов)                  | Зачтено    | Высокий (В)       |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения      | Хорошо (60-79 баллов)                    |            | Средний (С)       |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания   | Удовлетворительно (40-59 баллов)         |            | Пороговый (П)     |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов)    | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено  | Недостаточно свидетельств для оценивания |            | Нет результата    |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

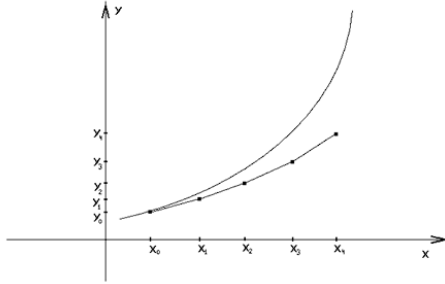
1. Понятие погрешности. Формат записи данных. Действия с приближенными числами. Обратная задача теории погрешностей.
2. Интерполяционные многочлены Лагранжа. Его погрешность и ее минимизация. Схеме Эйткина. Численное дифференцирование и его вычислительная погрешность. Многочлен Ньютона. Интерполяция сплайнами.
3. Простейшие квадратурные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы Гаусса.
4. Решение линейных и трансцендентных уравнений: метод дихотомии, метод простой итерации, метод Ньютона.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений: метод простой итерации, метод Зейделя, метод прогонки. Метод простой итерации для систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) 1 порядка: метод Эйлера и его модификации. Формулы Рунге-Кутты. Решение краевых задач ОДУ 2 порядка. Разностные схемы для уравнений с частными производными

Примерные задания

§ 2. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты

Пусть отрезок  $[x_0, x_0 + H]$  разбит на  $n$  частей,  $x_0, x_1, \dots, x_n$  — точки деления (узлы),  $h_i = x_{i+1} - x_i$ . При  $m = 1$ , формула из § 1 имеет вид:

$$y_{i+1} = y_i + h_i f(x_i, y_i) \text{ — формула Эйлера.}$$



Методы Рунге-Кутты — класс методов, включающий в себя метод Эйлера.

Общая идея методов:

Пусть даны параметры:

$$q, \alpha_2, \dots, \alpha_q; \beta_1, \dots, \beta_q; 0 < j < i \leq q.$$

Найдем последовательно:

$$k_1(h) = h \cdot f(x, y)$$

$$k_2(h) = h \cdot f(x + \alpha_2 h, y + \beta_{21} k_1(h))$$

$$k_3(h) = h \cdot f(x + \alpha_3 h, y + \beta_{31} k_1(h) + \beta_{32} k_2(h))$$

$$k_i(h) = h \cdot f(x + \alpha_i h, y + \beta_{i1} k_1(h) + \dots + \beta_{i(i-1)} k_{i-1}(h))$$

$$\text{Тогда } y(x+h) \approx y(x) + \sum_{i=1}^q p_i k_i(h)$$

Т.е.  $y_0, y_1, \dots, y_i$  находят последовательно по рекуррентной формуле

$$y_{i+1} = y_i + \sum_{j=1}^q p_j k_j(h_i)$$

Частные случаи:

1)  $q = 1, p_1 = 1$  — метод Эйлера.

2)  $q = 2, p_1 = 1/2, p_2 = 1/2; \alpha_2 = 1/2, \beta_{21} = 1/2$

$$y(x+h) \approx y(x) + 1/2 h \cdot f(x, y) + 1/2 h \cdot f(x+h, y+h \cdot f(x, y))$$

Обоснование справедливости формулы:

$$y(x+h) = y(x) + \int_x^{x+h} y'(x+t) dt$$

Заменим интеграл квадратурной формулой трапеций

$$y(x+h) \approx y(x) + \frac{h}{2} (y'(x) + y'(x+h))$$

т.к.  $y'(x) = f(x, y)$  получаем

$$y(x+h) \approx y(x) + \frac{h}{2} (f(x, y(x)) + f(x+h, y(x+h)))$$

Заменим в правой части по формуле Эйлера

$$y(x+h) \approx y(x) + h \cdot f(x, y)$$

Тогда

$$y(x+h) \approx y(x) + \frac{h}{2} (f(x, y) + f(x+h, y(x+h)))$$

3)  $q = 2, p_1 = 0, p_2 = 1; \alpha_2 = 1/2, \beta_{21} = 1/2$

$$y(x+h) \approx y(x) + h \cdot f(x + 1/2 h, y + 1/2 h \cdot f(x, y))$$

Обоснование справедливости формулы:

$$y(x+h) = y(x) + \int_x^{x+h} y'(x+t) dt$$

Заменим интеграл квадратурной формулой прямоугольников

$$y(x+h) \approx y(x) + h \cdot y'(x + 1/2)$$

$$y(x+h) \approx y(x) + h \cdot f(x + 1/2, y(x + 1/2))$$

Заменим в правой части по формуле Эйлера

$$y(x + 1/2) \approx y(x) + 1/2 \cdot f(x, y)$$

$$y(x+h) \approx y(x) + h \cdot f(x + 1/2, y(x) + 1/2 f(x, y))$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Системы линейных уравнений: метод простых итераций, метод Зейделя

Примерные задания

Задача: Дано:  $\left\{ \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j = b_i, i=1, \dots, m. \right.$

Найти:  $(x_1, \dots, x_n)$ , удовлетворяющее системе.

Пусть система Крамеровская, т.е.  $m = n$ .

Запишем систему в матричной форме:

$$A \cdot \bar{x} = \bar{b} \quad (1),$$

где  $\bar{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$  – столбец неизвестных,  $\bar{b} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}$  – столбец свободных коэффициентов.



LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Обратная интерполяция для решения нелинейных уравнений

Примерные задания

Задача: Дано:  $f(x) = 0$

Найти:  $x_0$ , такой, что  $f(x_0)=0$ .

Алгоритм:

1) Выбрать  $[a, b]$ :  $f(x)$  обратима (монотонна).

2) Выбрать узлы  $x_0, \dots, x_n \in [a, b]$ .

Вычислить значения  $f(x)$  в узлах:  $f(x_0), \dots, f(x_n)$ .

3) Для  $g(x)$ :  $f(x_0), \dots, f(x_n)$  — узлы

$x_0, \dots, x_n$  — значения в узлах.

Найти интерполяционный многочлен  $L_n(x) \approx g(x)$ .

4)  $L_n(0) \approx g(0) = x_T$  — приближенное значение корня уравнения.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Системы нелинейных уравнений: метод простых итераций

Примерные задания

Задача: Дано:  $\bar{F}(\bar{x}) = \bar{0}$

где  $\bar{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$  – столбец неизвестных,  $\bar{F}(\bar{x}) = \begin{pmatrix} f_1(x_1, \dots, x_n) \\ f_2(x_1, \dots, x_n) \\ \vdots \\ f_n(x_1, \dots, x_n) \end{pmatrix}$  – столбец, состоящий из

скалярных функций от  $n$  переменных.

Метод простых итераций:

1) Преобразовать уравнение (7) в уравнение вида  $\bar{x} = \bar{g}(\bar{x})$  (8);

2) Составить рекуррентную формулу:  $\bar{x}_{i+1} = \bar{g}(\bar{x}_i)$  (9);

3) Выбрать любое начальное приближение  $\bar{x}_0$ . По формуле (9) найти  $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k$ ;

4) Если норма разности  $(\bar{x}_{i+1} - \bar{x}_i)$  уменьшается, то метод сходится, и последнее найденное приближение  $\bar{x}_k$  приблизительно равно решению системы.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Понятие погрешности.

2. Формат записи данных.

3. Действия с приближенными числами.

4. Обратная задача теории погрешностей.

5. Интерполяционные многочлены Лагранжа.

6. Его погрешность и ее минимизация.
7. Схеме Эйткина.
8. Численное дифференцирование и его вычислительная погрешность.

Примерные задания

Задача: Дано:  $f(x) = 0$   
 Найти:  $x_0$ , такой, что  $f(x_0) = 0$ .

Алгоритм:

- 1) Выбрать  $[a, b]$ :  $f(x)$  обратима (монотонна).
- 2) Выбрать узлы  $x_0, \dots, x_n \in [a, b]$ .  
 Вычислить значения  $f(x)$  в узлах:  $f(x_0), \dots, f(x_n)$ .
- 3) Для  $g(x)$ :  $f(x_0), \dots, f(x_n)$  — узлы  
 $x_0, \dots, x_n$  — значения в узлах.  
 Найти интерполяционный многочлен  $L_n(x) \approx g(x)$ .
- 4)  $L_n(0) \approx g(0) = x_T$  — приближенное значение корня уравнения.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Понятие погрешности. Формат записи данных. Действия с приближенными числами. Обратная задача теории погрешностей.
2. Интерполяционные многочлены Лагранжа. Его погрешность и ее минимизация. Схеме Эйткина. Численное дифференцирование и его вычислительная погрешность. Многочлен Ньютона. Интерполяция сплайнами.
3. Простейшие квадратурные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы Гаусса.
4. Решение линейных и трансцендентных уравнений: метод дихотомии, метод простой итерации, метод Ньютона.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений: метод простой итерации, метод Зейделя, метод прогонки. Метод простой итерации для систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) 1 порядка: метод Эйлера и его модификации. Формулы Рунге-Кутты. Решение краевых задач ОДУ 2 порядка. Разностные схемы для уравнений с частными производными

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|----------------------------------|
| Профессиональн                          | проектная                       | Технология                             | ПК-5        | 3-1                 | Коллоквиум                       |

|               |   |  |  |  |   |
|---------------|---|--|--|--|---|
| ое воспитание | деятельность учебно-исследовательская, научно-исследовательская | формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности<br>Технология проектного образования<br>Технология самостоятельной работы |  |  | Контрольная работа № 1<br>Контрольная работа № 2<br>Контрольная работа № 3<br>Лекции<br>Практические/семинарские занятия<br>Экзамен |
|---------------|---|--|--|--|---|