

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ**

|   |   |
|---|---|
| <b>Блок:</b>  | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>   | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>  | <b>Б1.Ч.05.02.02</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>  | <b>3 семестр - 3;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>   | <b>108 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>   | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Практические занятия</b>   | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>   | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>3 семестр - 75,7 часа;</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>Тестирование</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Расчетно-графическая работа</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>  |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>  | <b>3 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Михайлов М.С.                  |
|  | Идентификатор                                      | R88495daf-MikhailovMS-74da3f0e |

(подпись)

М.С. Михайлов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Комаров А.А.                  |
|  | Идентификатор                                      | R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e |

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Комаров А.А.                  |
|  | Идентификатор                                      | R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e |

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении математических методов прикладной электродинамики, дающих представление о совокупности математических методов, используемых в электродинамике, формулировке математических моделей, выборе методов и алгоритмов, применяемых при разработке пакетов прикладных программ.

### Задачи дисциплины

- изучение совокупности математических методов, применяемых в современной электродинамике, с упором на их практическое применение;
- освоение методов выбора конкретных решений при разработке математических моделей антенн и СВЧ/КВЧ устройств и систем.

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  |
|--|---|--|
| ПК-1 Способен проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных систем | ИД-3ПК-1 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования в целях совершенствования функциональных узлов радиоэлектронных систем | знать:<br>- математические модели процессов и явлений, лежащих в основе решения практических задач прикладной электродинамики, антенн, СВЧ/КВЧ устройств и систем;<br>- математические методы анализа практических задач прикладной электродинамики, антенн, СВЧ/КВЧ устройств и систем.<br><br>уметь:<br>- формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат, включающий аналитические, численные, асимптотические, гибридные методы для решения практических задач прикладной электродинамики, антенн, СВЧ/КВЧ устройств и систем;;<br>- применять программы расчета электромагнитных полей антенн и СВЧ/КВЧ устройств и систем. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 3 зачетных единицы, 108 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 дисциплину, постановка задачи, актуальность дисциплины. Обзор программных продуктов.                             | 14                    | 3       | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 517-528 |  |
| 1.1   | Введение в дисциплину, постановка задачи, актуальность дисциплины. Обзор программных продуктов.                             | 14                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |   |  |
| 2     | Основные положения электродинамики: уравнения Максвелла и интегральные соотношения, среды, поверхности и граничные условия. | 20                    |         | 4  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |   | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр.86-103<br>[2], стр. 16-58 |
| 2.1   | Основные положения электродинамики: уравнения Максвелла и интегральные соотношения, среды, поверхности и граничные условия. | 20                    |         | 4  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |   |  |

|     |  |       |    |   |    |   |   |   |   |     |      |      |   |
|-----|--|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|------|---|
| 3   | Излучение в свободное пространство и параметры антенн      | 16    | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | 12   | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 169-193 |
| 3.1 | Излучение в свободное пространство и параметры антенн      | 16    | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | 12   | -    |   |
| 4   | Электродинамика СВЧ многополюсников                        | 10    | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | 6    | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], стр. 568-584 |
| 4.1 | Электродинамика СВЧ многополюсников                        | 10    | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | 6    | -    |   |
| 5   | Асимптотические и гибридные методы решения граничных задач | 16    | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | 12   | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], стр. 22-57   |
| 5.1 | Асимптотические и гибридные методы решения граничных задач | 16    | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | 12   | -    |   |
| 6   | Строгие численные методы решения электродинамических задач | 14    | 4  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 6    | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 129-142 |
| 6.1 | Строгие численные методы решения электродинамических задач | 14    | 4  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 6    | -    |   |
|     | Зачет с оценкой  | 18.0  | -  | - | -  | - | - | - | - | 0.3 | -    | 17.7 |   |
|     | Всего за семестр   | 108.0 | 16 | - | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 58   | 17.7 |   |
|     | Итого за семестр   | 108.0 | 16 | - | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 75.7 |      |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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 дисциплину, постановка задачи, актуальность дисциплины. Обзор программных продуктов.

1.1. Введение в дисциплину, постановка задачи, актуальность дисциплины. Обзор программных продуктов.

1.1. Цели и задачи курса, его актуальность. 1.2. Современные системы электродинамического моделирования (ЭДМ) и их краткая характеристика. 1.3. Системы 3-х мерного и 2.5 мерного моделирования. 1.4. Метода решения граничных задач электродинамики и их краткая характеристика. 1.5. Сравнительный анализ решения задач электродинамики с помощью программных про-дуктов, использующих различные методы..

#### 2. Основные положения электродинамики: уравнения Максвелла и интегральные соотношения, среды, поверхности и граничные условия.

2.1. Основные положения электродинамики: уравнения Максвелла и интегральные соотношения, среды, поверхности и граничные условия.

2.1. Уравнения Максвелла и квадратичные (интегральные) соотношения для электромагнит-ного поля: закон сохранения энергии, теорема взаимности, теорема эквивалентности, един-ственность решения. 2.2. Среда в системах ЭДМ, виды сред и их описание, изотропные магнито-диэлектрики, анизотропные среды, металлы, гиротропные среды, бианизотропные (киральные) среды, ме-таматериалы. 2.3. Поверхности и граничные условия. Идеальные электрическая и магнитная стенки, импедансные непрозрачные стенки: изотропные, анизотропные, нелокальные импедансные граничные условия, условия Щукина-Леонтовича Сосредоточенные элементы и R,L,C граничные условия. Поверхности излучения и идеально согласованные слои, поверхности симметрии и принцип зеркального изображения. Периодические граничные условия, теория Флоке..

#### 3. Излучение в свободное пространство и параметры антенн

3.1. Излучение в свободное пространство и параметры антенн

3.1. Функция Грина свободного пространства. Дальняя зона и представление функции Грина в дальней зоне. Электромагнитное поле в дальней зоне. 3.2. Диаграмма направленности, виды диаграмм направленности: по вектору Пойнтинга, по полю, амплитудная и фазовая диаграммы. 3.3. Вторичные параметры антенн: коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, реализованный коэффициент усиления. 3.4. Поляризационные параметры поля излучения: типовые виды поляризации поля, коэффициент эллиптичности, кросс-поляризация и поляризационные потери..

#### 4. Электродинамика СВЧ многополюсников

4.1. Электродинамика СВЧ многополюсников

4.1. Собственные волны линий передачи, задачи на собственные волны, параметры собственных волн, обобщенные амплитуды собственных волн, обобщенные напряжения и ток в линии передачи. 4.2. Волновой и сосредоточенный порты, порты и собственные волны, пределы применимо-сти сосредоточенных портов. 4.3. Матричное описание СВЧ многополюсников, одномодовые матрицы рассеяния и матрицы передачи, многомодовые и обобщенные матрицы рассеяния, декомпозиция СВЧ схем, пределы применимости декомпозиции. 4.4. Анализ сложных СВЧ схем, метод матрицы рассеяния соединений, блок Schematic. 4.5. Матрицы рассеяния недиссипативных и взаимных многополюсников. 4.6.

Матрицы рассеяния симметричных четырехполюсников, шестиполюсников и восьмиполюсников..

### 5. Асимптотические и гибридные методы решения граничных задач

#### 5.1. Асимптотические и гибридные методы решения граничных задач

6.1. Метод геометрической оптики, лучевые трубки и закон сохранения энергии, лучи и трассировка в геометрической оптике. 6.2. Теорема эквивалентности и метод физической оптики, применение метода физической оптики для решения задач рассеяния на объектах с большими электрическими размерами. 6.3. Метод геометрической теории дифракции. Ключевые структуры и ключевые задачи. Дифракция плоской волны на металлическом клине. Представление поля в рамках метода геометрической теории дифракции. 6.4. Метод физической теории дифракции. Понятие краевой волны электрического тока. Представление рассеянного поля в рамках метода физической теории дифракции. 6.5. Гибридные методы решения задач рассеяния. Метод интегральных уравнений в сочетании с методом физической оптики..

### 6. Строгие численные методы решения электродинамических задач

#### 6.1. Строгие численные методы решения электродинамических задач

5.1. Метод интегральных уравнений для трехмерных структур, вывод интегральных уравнений, базисные и тестовые функции, метод Галеркина, использование априорной информации при выборе базисных функций, переход от интегрального уравнения к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). 5.2. Метод интегральных уравнений для 2.5 мерных структур, анализ печатных схем СВЧ, функция Грина плоско-слоистой структуры, применение магнитных токов для анализа щелевых структур. 5.3. Метод конечных элементов в частотной области, дискретизация пространства, базисные функции в виде интерполяционных полиномов, функционалы поля, минимизация функционала поля, формирование СЛАУ на примере анализа коаксиальной линии передачи с проводниками произвольной формы..

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

1. Методы дискретизации уравнений Максвелла, сводящие задачу электродинамики к системе линейных алгебраических уравнений: метод конечных элементов, метод интегральных уравнений;
2. Методы геометрической и физической оптики, рассеяние электромагнитных волн на объектах больших электрических размеров;
3. Периодические структуры, граничные условия периодичности, порты Флоке, применение периодических граничных условий для анализа фазированных антенных решеток;
4. Собственные волны линий передачи и порты;
5. Виртуальные поверхности в системах ЭДМ: поверхности симметрии и их применение, поверхности излучения и идеально согласованные слои;
6. Среды и поверхности в системах ЭДМ, основные виды поверхностей и граничных условий;
7. Базовые блоки современных систем электродинамического моделирования: ввод исходных данных, алгоритм решения задачи и представление результатов.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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 | 6 |   |
| <b>Знать:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |
| математические методы анализа практических задач прикладной электродинамики, антенн, СВЧ/КВЧ устройств и систем  | ИД-3ПК-1         | +   | + |   |   |   |   | Тестирование/Тест «Основные понятия и положения вычислительной электродинамики»   |
| математические модели процессов и явлений, лежащих в основе решения практических задач прикладной электродинамики, антенн, СВЧ/КВЧ устройств и систем  | ИД-3ПК-1         |   |   | + | + |   |   | Тестирование/Тест «Математические модели антенн и устройств СВЧ/КВЧ»  |
| <b>Уметь:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |
| применять программы расчета электромагнитных полей антенн и СВЧ/КВЧ устройств и систем   | ИД-3ПК-1         |   |   |   |   |   | + | Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания   |
| формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат, включающий аналитические, численные, асимптотические, гибридные методы для решения практических задач прикладной электродинамики, антенн, СВЧ/КВЧ устройств и систем; | ИД-3ПК-1         |   |   |   | + | + |   | Контрольная работа/Контрольная работа «Анализ излучения прямоугольной апертуры в приближении физической оптики»<br>Тестирование/Тест «Методы решения граничных задач электродинамики» |

## **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: Письменная работа

1. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа «Анализ излучения прямоугольной апертуры в приближении физической оптики» (Контрольная работа)
3. Тест «Математические модели антенн и устройств СВЧ/КВЧ» (Тестирование)
4. Тест «Методы решения граничных задач электродинамики» (Тестирование)
5. Тест «Основные понятия и положения вычислительной электродинамики» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о больно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной 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. Гринев, А. Ю. Математические основы и методы решения задач электродинамики : учебное пособие по специальностям "Радиотехника", "Радиоэлектронные системы и комплексы" / А. Ю. Гринев, А. И. Гиголо . – М. : Радиотехника, 2015 . – 216 с. - ISBN 978-5-93108-095-6 .;
2. Григорьев А. Д.- "Электродинамика и микроволновая техника", (2-е изд.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (704 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/167679>;
3. Комаров, А. А. Асимптотические и численные методы современной электродинамики. Часть 1 : учебное пособие по курсу "Специальные вопросы электродинамики" по направлениям "Радиоэлектронные системы и комплексы", "Радиотехника" / А. А. Комаров, М. С. Михайлов, В. А. Пермяков ; ред. В. А. Пермяков ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-1803-4 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9415](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9415).

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesy;

5. Майнд Видеоконференции;
6. Python;
7. 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. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. 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 | Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"  | парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                   | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"  | парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                   | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"  | парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный   |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                   | сервер, кондиционер  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | Е-614, Компьютерный класс каф. "РТП и АС" | стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для консультирования  | Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"  | парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет,  |

|  |                                   |   |
|--|-----------------------------------|---|
|  |                                   | мультимедийный проектор, экран,<br>компьютер персональный           |
| Помещения для хранения<br>оборудования и учебного<br>инвентаря | Е-800/7, Архив каф.<br>"РТП и АС" | стол, стул, шкаф для документов, вешалка<br>для одежды, холодильник |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Математические методы электродинамики

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Тест «Основные понятия и положения вычислительной электродинамики» (Тестирование)
- КМ-2 Тест «Математические модели антенн и устройств СВЧ/КВЧ» (Тестирование)
- КМ-3 Тест «Методы решения граничных задач электродинамики» (Тестирование)
- КМ-4 Контрольная работа «Анализ излучения прямоугольной апертуры в приближении физической оптики» (Контрольная работа)
- КМ-5 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 10   | 12   | 15   |
| 1             | Введение в дисциплину, постановка задачи, актуальность дисциплины. Обзор программных продуктов.                             |            |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Введение в дисциплину, постановка задачи, актуальность дисциплины. Обзор программных продуктов.                             |            | +    |      |      |      |      |
| 2             | Основные положения электродинамики: уравнения Максвелла и интегральные соотношения, среды, поверхности и граничные условия. |            |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Основные положения электродинамики: уравнения Максвелла и интегральные соотношения, среды, поверхности и граничные условия. |            | +    |      |      |      |      |
| 3             | Излучение в свободное пространство и параметры антенн   |            |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Излучение в свободное пространство и параметры антенн   |            |      | +    |      |      |      |
| 4             | Электродинамика СВЧ многополюсников   |            |      |      |      |      |      |
| 4.1           | Электродинамика СВЧ многополюсников   |            |      | +    | +    | +    |      |
| 5             | Асимптотические и гибридные методы решения граничных задач  |            |      |      |      |      |      |
| 5.1           | Асимптотические и гибридные методы решения граничных задач  |            |      |      | +    | +    |      |
| 6             | Строгие численные методы решения электродинамических задач  |            |      |      |      |      |      |
| 6.1           | Строгие численные методы решения электродинамических задач  |            |      |      |      |      | +    |

|  |            |    |    |    |    |    |
|--|------------|----|----|----|----|----|
|  | Bec KM, %: | 10 | 10 | 20 | 20 | 40 |
|--|------------|----|----|----|----|----|