

**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: Радионавигационные системы и комплексы**

**Уровень образования: высшее образование - специалитет**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Антенны**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                            |
|--|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|  | Владелец                                           | Коган Б.Л.                 |
|  | Идентификатор                                      | R3f42d628-KoganBL-c954ef20 |

Б.Л. Коган

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

А.Ю.  
Сизякова

Заведующий  
выпускающей кафедрой

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

Р.С. Куликов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов

ИД-1 Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

ИД-2 Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров

2. ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в подсистемах радиоэлектронных систем и комплексов

ИД-2 Умеет выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента), обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Защита лабораторной работы "Антенны бегущей волны" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы "Вибраторные антенны" (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы "Волноводно-щелевые антенны" (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы "Зеркальные антенны" (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчётного задания "Эквидистантная антенная решётка" (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа "Антенны бегущей волны и апертурные антенны" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа "Диаграммы направленности и поляризация диполей" (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 7 семестр

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

КМ-1 Контрольная работа "Диаграммы направленности и поляризация диполей" (Контрольная работа)

- КМ-2 Защита лабораторной работы "Вибраторные антенны" (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Защита лабораторной работы "Волноводно-щелевые антенны" (Лабораторная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы "Антенны бегущей волны" (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Защита лабораторной работы "Зеркальные антенны" (Лабораторная работа)  
 КМ-6 Контрольная работа "Антенны бегущей волны и апертурные антенны" (Контрольная работа)  
 КМ-7 Защита расчётного задания "Эквидистантная антенная решётка" (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                           | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                                                                                             | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|                                                                                                                                                                                                             | Срок КМ:                        | 3    | 8    | 9    | 12   | 13   | 14   | 15   |
| Физические основы излучения. Характеристики антенн. Математические модели простейших излучателей                                                                                                            |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Уравнения Максвелла, элементарные излучатели, основные характеристики антенн. Математические модели простейших излучателей. Симметричный вибратор. Характеристики симметричного вибратора и щелевых антенн. | +                               |      |      |      |      |      |      |      |
| Теория линейных антенн.                                                                                                                                                                                     |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Линейные антенные решётки. Множитель направленности линейной решётки. Линейные антенны бегущей волны.                                                                                                       |                                 |      | +    | +    |      |      |      | +    |
| Теория апертурных антенн                                                                                                                                                                                    |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Излучение плоских раскрывов. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Приёмные антенны. Энергетические характеристики зеркальных антенн. Другие типы апертурных антенн.                                        |                                 |      | +    | +    |      |      |      |      |
| Теория антенных решёток Взаимная связь антенн                                                                                                                                                               |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Антенные решётки. Взаимная связь антенн.                                                                                                                                                                    |                                 |      |      |      | +    | +    |      | +    |
| Невыступающие и печатные антенны                                                                                                                                                                            |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Конструкции антенн на движущихся объектах. Г-образная антенна. Печатные антенны.                                                                                                                            |                                 |      |      |      | +    | +    |      |      |
| Широкополосные и частотно-независимые антенны                                                                                                                                                               |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Диапазонные антенны. Частотно-независимые антенны.                                                                                                                                                          |                                 |      |      |      | +    | +    | +    |      |
| Антенные измерения                                                                                                                                                                                          |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Входное сопротивление и матрица рассеяния. Измерение диаграммы                                                                                                                                              |                                 |      |      |      |      |      | +    |      |

|                                                                                                                                                                            |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| направленности антенны. Измерение коэффициента усиления антенн. Поляризационные измерения. Шумовые измерения. Мощность излучения. Удельный коэффициент поглощения энергии. |    |    |    |    |    |    |    |
| Малые антенны                                                                                                                                                              |    |    |    |    |    |    |    |
| Теоретические ограничения коэффициента усиления малой антенны.                                                                                                             |    |    |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                                                                                    | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                   | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                   | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов                                | Знать:<br>основные характеристики антенн, а также математические модели разных типов антенн<br>способы представления диаграмм направленности и поляризационных характеристик антенн | КМ-1 Контрольная работа "Диаграммы направленности и поляризация диполей" (Контрольная работа)<br>КМ-6 Контрольная работа "Антенны бегущей волны и апертурные антенны" (Контрольная работа)                                                                                                                 |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров | Уметь:<br>пользоваться математическими моделями разных типов антенн                                                                                                                 | КМ-7 Защита расчётного задания "Эквидистантная антенная решётка" (Расчетно-графическая работа)                                                                                                                                                                                                             |
| ПК-3               | ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Умеет выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента), обрабатывать результаты эксперимента, оценивать                                    | Уметь:<br>измерять диаграммы направленности антенн<br>измерять поляризационные характеристики антенн                                                                                | КМ-2 Защита лабораторной работы "Вибраторные антенны" (Лабораторная работа)<br>КМ-3 Защита лабораторной работы "Волноводно-щелевые антенны" (Лабораторная работа)<br>КМ-4 Защита лабораторной работы "Антенны бегущей волны" (Лабораторная работа)<br>КМ-5 Защита лабораторной работы "Зеркальные антенны" |

|  |                                            |  |                       |
|--|--------------------------------------------|--|-----------------------|
|  | погрешности<br>экспериментальных<br>данных |  | (Лабораторная работа) |
|--|--------------------------------------------|--|-----------------------|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Контрольная работа "Диаграммы направленности и поляризация диполей"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 14

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту предлагается свой вариант задания. На выполнение отводится два академических часа.

#### **Краткое содержание задания:**

Задана высота подвеса горизонтального электрического диполя над экраном. Найти и изобразить диаграмму направленности в заданной плоскости.

Заданы амплитуды и разности фаз возбуждения двух ортогональных диполей. Найти эллипс поляризации и поляризационную диаграмму в заданном направлении.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: способы представления диаграмм направленности и поляризационных характеристик антенн | 1. Чем отличаются диаграммы направленности в плоскостях Е и Н?<br>2. Чем отличается эллипс поляризации от поляризационной диаграммы направленности?<br>3. Изобразить диаграммы направленности в декартовой и полярной системах координат.<br>4. Изобразить эллипс поляризации и поляризационную диаграмму с вычисленной ориентацией. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильно решены обе задачи. Получено аналитическое выражение диаграммы направленности (ДН) диполя над экраном в заданной плоскости и изображена (от руки) ДН в декартовой или полярной системах координат в 1-й задаче. Правильно вычислены коэффициент эллиптичности и наклон поляризационного эллипса. Изображены (от руки) эллипс поляризации и поляризационная диаграмма с вычисленным наклоном.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получены правильные аналитическое выражение ДН в заданной плоскости в 1-й задаче и правильно вычислен коэффициент эллиптичности во 2-й задаче. Ход рассуждений правильный. Имеются замечания к выполнению графического задания.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*



*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Неправильно решена одна из двух задач при правильном решении другой.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Нет правильного решения ни одной задачи.*

## **КМ-2. Защита лабораторной работы "Вибраторные антенны"**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 14**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту предлагаются свои варианты задания.

### **Краткое содержание задания:**

Какую ДН ожидаете получить от симметричного вибратора с заданной длиной плеч?

Какую ДН ожидаете получить от симметричного вибратора над экраном.

### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине     | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: измерять поляризационные характеристики антенн | 1. Уметь рассчитывать КНД по заданному аналитическому выражению диаграммы направленности (ДН).<br>2. Какие величины КНД характерны для симметричной вибраторной антенны?<br>3. Уметь рисовать эпюру распределения тока по заданной длине плеч вибраторной антенны.<br>4. Уметь изображать ДН по заданному распределению тока вдоль вибраторной антенны. |

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

### КМ-3. Защита лабораторной работы "Волноводно-щелевые антенны"

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 14

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту дано своё задание.

**Краткое содержание задания:**

Вычислить ДН антенной решётки из заданного количества элементов и с заданным направлением максимального излучения. Какие изменения в ДН произойдут при изменении рабочей частоты на 5%?

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине     | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: измерять поляризационные характеристики антенн | 1. Уметь по области видимости строить ДН антенной решётки.<br>2. Что такое область видимости антенной решётки?<br>3. Какие параметры антенной решётки влияют на положение и ширину главного луча?<br>4. Уметь располагать щели по длине синфазной волноводно-щелевой антенны. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-4. Защита лабораторной работы "Антенны бегущей волны"

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 14

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту предлагаются свои варианты задания.

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать и построить в декартовой системе координат нормированные диаграммы направленности диэлектрической антенны с заданными параметрами: диаметром и длиной стержня, длиной волны и диэлектрической постоянной.

Определить оптимальную длину диэлектрической антенны. Вычислить соответствующее значение КНД.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: измерять диаграммы направленности антенн   | 1. Распределение амплитуды и фазы волны в продольном и поперечном направлении диэлектрического стержня.<br>2. Соотношение между оптимальной длиной антенны и относительным замедлением.<br>3. Диаграмма направленности антенны бегущей волны по её области видимости<br>4. Определять границы области видимости для оптимальной антенны бегущей волны |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-5. Защита лабораторной работы "Зеркальные антенны"

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 14

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту предлагаются свои варианты задания.

#### Краткое содержание задания:

Рассчитать и построить ДН осесимметричной параболической антенны по заданной формуле.

Рассчитать смещение облучателя  $\Delta$  из фокуса параболы, обеспечивающее компенсацию фазовых искажений, по заданной формуле.

Рассчитать и построить в декартовой системе координат суммарную и разностную ДН антенны для моноимпульсной локации. (Геометрия антенны и основные её размеры заданы).

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: измерять диаграммы направленности антенн   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уметь находить требуемый диаметр параболической антенны по заданному КНД и известному КИП.</li> <li>2. Как связано распределение поля в раскрыве параболоида с ДН облучателя?</li> <li>3. Уметь находить требуемый диаметр параболической антенны по заданной ширине диаграммы направленности.</li> <li>4. Уметь находить смещение максимума ДН по заданному линейному распределению фазы в раскрыве параболы.</li> <li>5. Что такое фазовый центр и фазовая характеристика антенны?</li> <li>6. Как связаны функции распределения амплитуды и фазы поля в раскрыве зеркала с формой ДН?</li> <li>7. Какое значение они имеют для облучателей параболических антенн?</li> <li>8. Как можно уменьшить УБЛ ДН параболических антенн?</li> <li>9. На каком расстоянии от исследуемой антенны можно измерять её диаграмму направленности?</li> </ol> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-6. Контрольная работа "Антенны бегущей волны и апертурные антенны"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 14**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту предлагается свой вариант задания. На выполнение отводится два академических часа.

**Краткое содержание задания:**

Определение размеров и КНД оптимальной диэлектрической антенны.

Определение размеров рупорной или параболической антенны по заданному коэффициенту усиления

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                        | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные характеристики антенн, а также математические модели разных типов антенн | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Как связаны между собой оптимальная длина и оптимальный коэффициент замедления в антенне бегущей волны?</li><li>2. Как связаны между собой (средний) диаметр и коэффициент замедления?</li><li>3. Как они связаны с рабочей частотой?</li><li>4. Как связаны между собой коэффициент усиления и эффективная площадь антенны?</li><li>5. Какие фазовые ошибки допустимы на краю раскрыва рупора в Е и Н плоскостях.</li><li>6. Оптимальный параметр антенны бегущей волны по другому.</li><li>7. Связь геометрических размеров оптимального рупора и параболической зеркальной антенны по заданному коэффициенту усиления.</li><li>8. Определить геометрические размеры рупора, облучающего параболическую антенну.</li></ol> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Правильно решены обе задачи.*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Ход решения обеих задач правильный, не полностью учтены все условия задач, имеются арифметические ошибки.*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Одна из задач решена правильно, а другая неправильно.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Обе задачи решены неверно*

**КМ-7. Защита расчётного задания "Эквидистантная антенная решётка"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 16**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчёт даётся на выполнение студентом в течении нескольких недель. Каждому студенту предлагается задание с индивидуальным вариантом исходных данных.

**Краткое содержание задания:**

1. Рассчитать линейную дискретную эквидистантную антенную решётку, то есть, определить число излучателей  $N$ , расстояние между ними  $d$ , и сдвиг фаз между токами в соседних излучателях  $\Delta\Phi$  при **минимально возможном числе излучателей** и при следующих дополнительных условиях:
  - а) Нормированная диаграмма одного излучателя в полупространстве  $X>0$  описывается одним из пяти заданных вариантов уравнений
  - б) Линейное распределение фаз токов в излучателях решётки определяет направление главного максимума под углом  $\theta_m$  к оси решётки в плоскости  $XZ$ .
  - в) Ширина ДН в плоскости  $XZ$  по половинной мощности  $\Delta\theta$ . Уровень боковых лепестков во всём диапазоне углов не должен превышать уровня большего из двух соседних с главным боковых лепестков.
2. Рассчитать и построить характерные ДН Вашей решётки в верхнем полупространстве в плоскости  $XZ$  в декартовой и полярной системах координат.
3. Рассчитать КНД вашей антенной решётки.
4. Для полученной антенной решётки **модифицировать** амплитудно-фазовое распределение токов в излучающих элементах с целью подавления большего бокового лепестка из двух соседних с главным, то есть, на месте первого бокового лепестка должен появиться нуль диаграммы направленности. Вывести таблицу, содержащую исходное амплитудно-фазовое распределение и модифицированное.
5. Провести поверочный расчёт диаграмм направленности исходной и модифицированной антенной решётки. Построить полученные диаграммы направленности.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: пользоваться математическими моделями разных типов антенн | 1. Уметь находить минимально возможное число элементов решётки с заданным направлением максимального излучения и заданной шириной ДН.<br>2. Знать достаточное условие отсутствия побочных максимумов в зоне видимости линейной антенной решётки.<br>3. Уметь подавлять некоторые побочные максимумы в зоне видимости за счёт выбора ДН единичного элемента<br>4. Уметь модифицировать амплитудно-фазовое распределение решётки с целью подавления бокового лепестка в заданном направлении.<br>5. Могут ли отсутствовать побочные максимумы в зоне видимости в случае нарушения достаточного условия? |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все расчёты выполнены правильно. Результаты расчёта оформлены в виде отчёта, в котором поясняется выбор расчётных

формул и основные выполняемые операции, имеются графики, распечатанные с компьютера, представлены чётко выделенные результаты решения задачи и необходимые выводы.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все расчёты выполнены правильно. Имеются претензии к отчёту в части недостаточных пояснений выбора расчётных формул и нечёткости выделения результатов расчёта.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Имеются не очень существенные ошибки выполнения расчётов, а также претензии к сути и оформлению отчёта.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Имеются существенные ошибки проведения расчётов.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

## Пример билета

1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е.
2. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 39 дБ при КИП=0.5 и F/D=0.75 на частоте 6 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.

## Процедура проведения

письменный ответ

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

### Вопросы, задания

- 1.1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/2$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е .
2. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 36.5 дБ при КИП=0.5 и F/D=0.75 на частоте 6 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.
2. 1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/2$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Н
2. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 33 дБ при КИП=0.5 и F/D=0.75 на частоте 3 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.
- 3.1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $3\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е.
2. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 33 дБ при КИП=0.5 и F/D=0.75 на частоте 3 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.
- 4.1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $3\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Н.



2 Усиление однозеркальной параболической антенны равно 33 дБ при КИП=0.5 и  $F/D=0.75$  на частоте 6 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как влияют мелкие неровности поверхности на диаграмму направленности излучателя, поднятого над поверхностью

Ответы:

1) не влияют 2) уменьшают уровни максимумов и увеличивают уровни минимумов диаграммы направленности 3) увеличивают уровни максимумов и уменьшают уровни минимумов диаграммы направленности

Верный ответ: 2) уменьшают уровни максимумов и увеличивают уровни минимумов диаграммы направленности

2. Какие факторы влияют на выбор поляризации антенны

Ответы:

1) затухание радиоволны в тропосфере 2) искривление траектории луча в ионосфере 3) назначение радиосистемы, в состав которой входит антенны

Верный ответ: 3) назначение радиосистемы, в состав которой входит антенны

3. Входное сопротивление передающей антенны влияет на

Ответы:

1) согласование антенны с передатчиком; 2) согласование антенны с приёмником; 3) уровень боковых лепестков

Верный ответ: 1) согласование антенны с передатчиком

4. Диэлектрическая антенна называется оптимальной, если

Ответы:

1) КНД минимально  
2) КНД равно КНД всенаправленной антенны  
3) КНД максимально

Верный ответ: 3) КНД максимально

5. Рупорная антенна называется оптимальной, если

Ответы:

1) КНД минимально  
2) КНД равно КНД всенаправленной антенны  
3) КНД максимально

Верный ответ: 3) КНД максимально

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров

### Вопросы, задания

1.1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е.

2. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна должна обеспечить в главных плоскостях одинаковую ширину диаграммы направленности по нулям в  $20^\circ$  на волне  $\lambda=3$  см. Определите основные размеры рупора.

2.

1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Н.

2. Оптимальная коническая рупорная антенна со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве имеет диаметр раскрыва 40 см на волне  $\lambda=3$  см. Определите длину рупора, ширину диаграммы направленности по нулям и КНД.

3.1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/2$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е.

2. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна имеет квадратный раскрыв со стороной квадрата в 20 см. Длина волны  $\lambda=4$  см. Определите ширину диаграммы направленности по нулям и КНД антенны.

4.1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/2$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Н.

2. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна имеет квадратный раскрыв со стороной квадрата в 15 см. Длина волны  $\lambda=3$  см. Определите ширину диаграммы направленности по нулям и КНД антенны.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Мощность излучения антенны - это

Ответы:

- 1) активная мощность, переносимая электромагнитным полем, которая уходит от излучателя в окружающее пространство;
- 2) реактивная мощность, переносимая электромагнитным полем, которая уходит от излучателя в окружающее пространство;
- 3) активная мощность, переносимая электромагнитным полем, которая находится вблизи излучателя

Верный ответ: 1) активная мощность, переносимая электромагнитным полем, которая уходит от излучателя в окружающее пространство;

2. Что показывает амплитудная диаграмма направленности антенны

Ответы:

- 1) частотное распределение поля излучения
- 2) угловое распределение поля излучения
- 3) фазовое распределение поля излучения

Верный ответ: 2) угловое распределение поля излучения

3. Что такое фазовый центр антенны?

Ответы:

- 1) точка, относительно которой фаза на поверхности цилиндра не меняется
- 2) точка, относительно которой фаза на поверхности сферы не меняется
- 3) точка, относительно которой фаза на поверхности сферы меняется

Верный ответ: 2) точка, относительно которой фаза на поверхности сферы не меняется

4. Сколько фазовых центров может иметь антенна?

Ответы:

- 1) один
- 2) ни одного
- 3) зависит от типа антенны

Верный ответ: 3) зависит от типа антенны

5. Что такое поляризация?

Ответы:

- 1) кривая, которую описывает конец вектора **Е** при движении волны
- 2) кривая, которую описывает конец вектора **Н** при движении волны
- 3) кривая, которую описывает конец вектора **П** при движении волны

Верный ответ: 1) кривая, которую описывает конец вектора  $E$  при движении волны

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-3 Умеет выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента), обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

### Вопросы, задания

1.1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/4$  над

1. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $\lambda/2$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Н.

2. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 33 дБ при КИП=0.5 и  $F/D=0.75$  на частоте 6 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора с равномерным распределением в раскрыве.

2.1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $3\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е.

2. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна должна обеспечить в главных плоскостях одинаковую ширину диаграммы направленности по нулям в  $30^\circ$  на волне  $\lambda=4$  см. Определите основные размеры рупора

3.1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на заданной высоте  $3\lambda/4$  над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Н.

2. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна должна обеспечить в главных плоскостях одинаковую ширину диаграммы направленности по нулям в  $15^\circ$  на волне  $\lambda=3$  см. Определите основные размеры рупора.

4.1. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического вибратора. Вибратор расположен на нулевой высоте над металлической плоскостью. Рассчитать и построить ДН в заданной плоскости Е.

2 Оптимальная пирамидальная рупорная антенна должна обеспечить в главных плоскостях одинаковую ширину диаграммы направленности по нулям в  $20^\circ$  на волне  $\lambda=5$  см. Определите основные размеры рупора.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Коэффициент направленного действия антенны

Ответы:

- 1) может быть меньше одного
- 2) всегда больше одного
- 3) всегда меньше одного

Верный ответ: 2) всегда больше одного

2. Положением максимума ДН линейной антенной решётки можно управлять, меняя

Ответы:

- 1) сдвиг фазы между излучателями
- 2) амплитуду возбуждения излучателей
- 3) размеры излучателей

Верный ответ: 1) сдвиг фазы между излучателями

3. Ширина главного лепестка антенной решётки зависит

Ответы:

- 1) от частоты и размера антенны

2) только от частоты

3) только от размера антенны

Верный ответ: 1) от частоты и размера антенны

4. Отношение верхней частоты рабочей полосы диапазонной антенны к нижней частоте

Ответы:

1) меньше одного

2) больше одного, но меньше двух

3) много больше одного

Верный ответ: 3) много больше одного

5. Какие элементы входят в состав зеркальной антенны

Ответы:

1) облучатель и рефлектор

2) облучатель и рефрижератор

3) обниматель и рефлектор

Верный ответ: 1) облучатель и рефлектор

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

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