

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

**Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника**

**Наименование образовательной программы: Радиотехника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**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                                           | Остапенков П.С.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

П.С.  
Остапенков

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Остапенков П.С.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

П.С.  
Остапенков

## 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-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных

ИД-2 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения 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. "Диаграммы направленности диполей над металлической плоскостью" (Контрольная работа)
2. Апертурные антенны: проектирование оптимальной рупорной антенны либо проектирование одно- или двухзеркальной параболической антенны (Контрольная работа)
3. Защита расчетного задания "Эквидистантная антенная решётка" (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

### 7 семестр

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

- КМ-1 "Диаграммы направленности диполей над металлической плоскостью" (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 Апертурные антенны: проектирование оптимальной рупорной антенны либо проектирование одно- или двухзеркальной параболической 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    | 6    | 8    | 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-3               | ИД-2ПК-3 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных | Знать:<br>основные характеристики антенн, а также математические модели разных типов антенн<br>способы представления диаграмм направленности и поляризационных характеристик антенн<br>Уметь:<br>измерять диаграммы направленности антенн<br>измерять поляризационные характеристики антенн<br>пользоваться математическими моделями разных типов антенн | КМ-1 "Диаграммы направленности диполей над металлической плоскостью" (Контрольная работа)<br>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" (Лабораторная работа)<br>КМ-6 Апертурные антенны: проектирование оптимальной рупорной антенны либо проектирование одно- или двухзеркальной параболической антенны (Контрольная работа)<br>КМ-7 Защита расчетного задания "Эквидистантная антенная решётка" (Расчетно-графическая работа) |

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

### **КМ-1. "Диаграммы направленности диполей над металлической плоскостью"**

**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:**

Вывод формулы для диаграммы направленности, определённым образом ориентированного, электрического либо магнитного элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda$  над металлической плоскостью. Определение плоскостей Е и Н. Расчёт и построение ДН.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: способы представления диаграмм направленности и поляризационных характеристик антенн | 1.Что такое плоскости Е и Н?<br>2.От чего зависит форма диаграмм направленности в плоскостях Е и Н??<br>3.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:* Получено правильное аналитическое выражение диаграммы направленности (ДН) заданного диполя над экраном. ДН в декартовой или полярной системах координат изображены (от руки) в плоскостях Е и Н. Правильно определено направление тока в отражённом диполе.. Имеются несущественные погрешности.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получены правильные аналитическое выражение ДН в плоскостях Е и Н. Ход рассуждений правильный. Имеются замечания к выполнению графического задания.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Имеются ошибки либо при выводе формул для ДН, либо при графическом изображении ДН

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Нет правильного решения 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   | 1. Уметь находить требуемый диаметр параболической антенны по заданному КНД и известному КИП. |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>2.Как связано распределение поля в раскрыве параболоида с ДН облучателя?</p> <p>3.Уметь находить требуемый диаметр параболической антенны по заданной ширине диаграммы направленности.</p> <p>4.Уметь находить смещение максимума ДН по заданному линейному распределению фазы в раскрыве параболы.</p> <p>5.Что такое фазовый центр и фазовая характеристика антенны?</p> <p>6.Как связаны функции распределения амплитуды и фазы поля в раскрыве зеркала с формой ДН?</p> <p>7.Какое значение они имеют для облучателей параболических антенн?</p> <p>8.Как можно уменьшить УБЛ ДН параболических антенн?</p> <p>9.На каком расстоянии от исследуемой антенны можно измерять её диаграмму направленности?</p> |

#### 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. Апертурные антенны: проектирование оптимальной рупорной антенны либо проектирование одно- или двухзеркальной параболической 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 рупорной антенны.

Определение размеров параболической антенны по заданному коэффициенту усиления, определение размеров его рупорного облучателя

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                        | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные характеристики антенн, а также математические модели разных типов антенн | 1. Что называется оптимальной рупорной антенной?<br>2. Как связаны между собой размеры апертуры антенны, рабочая частота и коэффициент направленного действия?<br>3. Как связаны между собой коэффициент усиления и эффективная площадь антенны?<br>4. Какие фазовые ошибки допустимы на краю раскрыва оптимального рупора в Е и Н плоскостях.<br>5. Определить геометрические размеры рупора, облучающего параболическую антенну. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильное проектирование геометрических размеров рупорной или зеркальной антенны. Правильное вычисление КНД оптимального рупора.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* При правильном ходе решения есть существенные ошибки в определении геометрических размеров антенны

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задача решена 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 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уметь находить минимально возможное число элементов решётки с заданным направлением максимального излучения и заданной шириной ДН.</li> <li>2. Знать достаточное условие отсутствия побочных максимумов в зоне видимости линейной антенной решётки.</li> <li>3. Уметь подавлять некоторые побочные максимумы в зоне видимости за счёт выбора ДН единичного элемента</li> <li>4. Уметь модифицировать амплитудно-фазовое распределение решётки с целью подавления бокового лепестка в заданном направлении.</li> <li>5. Могут ли отсутствовать побочные максимумы в зоне видимости в случае нарушения достаточного условия?</li> </ol> |

### 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

На экзамен выносятся два теоретических вопроса, рассмотренных на лекции и в лабораторных работах и задача, которая решалась на практическом занятии.

Процедура проведения

письменный ответ

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

**Вопросы, задания**

- 1.1. Что такое «диаграмма направленности» (ДН) антенны? Какие способы наглядного изображения ДН Вам известны? Приведите примеры характерных (слабонаправленных и остронаправленных) ДН. Какие способы измерения ДН приемных и передающих антенн вам известны?
2. Принцип работы логопериодических антенн. Каковы их основные свойства, антенные параметры, назначение?
3. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda=0.25$  над металлической плоскостью. Определить плоскости Е и Н. Рассчитать и построить ДН.
- 2.1. Что такое фазовая характеристика антенны? Какова практическая значимость этой характеристики? Приведите характерные примеры. Как можно измерить фазовую характеристику антенны?
2. Поясните принцип работы директорной антенны. Приведите примеры практической реализации директорных антенн.
3. 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. Какие виды поляризации поля и способы измерения поляризационных характеристик Вам известны? Зачем нужно знать поляризационную характеристику? Приведите характерные примеры антенн с различными поляризационными характеристиками.
2. Какую антенну бегущей волны мы называем оптимальной? Приведите примеры практической реализации оптимальной антенны бегущей волны.
3. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda=0.5$  над металлической плоскостью. Определить плоскости Е и Н. Рассчитать и построить ДН.
- 4.1. Каково практическое значение и физическое содержание таких параметров антенн, как коэффициент направленного действия и коэффициент усиления? Приведите характерные примеры антенн, обладающих существенно различными значениями КНД. Как влияют реальные конструктивные факторы на величины КНД антенн разных типов?

2. В чем заключается способ графического построения диаграммы направленности линейной эквидистантной решетки в масштабе реальных углов в декартовой системе координат?
3. 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.
- 5.1. Как распределён ток в плечах симметричного вибратора? Как можно найти распределение тока в плечах вибратора? Какими физическими аналогиями Вы можете проиллюстрировать полученное решение? Для чего нужно знать распределение тока в вибраторной антенне?
2. В чем заключается способ графического построения диаграммы направленности, линейной эквидистантной решетки в масштабе реальных углов в полярной системе координат?
3. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального электрического элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda=0.75$  над металлической плоскостью. Определить плоскости Е и Н. Рассчитать и построить ДН.
- 6.1. Как распределён заряд в плечах симметричного вибратора. Связь функции распределения заряда с распределением тока. В чём практическая польза знания функции распределения заряда в антенне?
2. Какие виды диэлектрических антенн Вам известны? Каковы особенности этих видов, принцип действия, основные параметры, назначение, достоинства, недостатки?
3. Усиление двухзеркальной антенны Кассегрена на частоте 10 ГГц равно 47 дБ при величине полного КИП=0.5. Угол облучения главного параболического рефлектора  $180^\circ$ , диаметр вспомогательного зеркала составляет 0.1 диаметра главного, а вторичный фокус находится в вершине главного рефлектора. Определить размеры антенны и квадратного раскрыва синфазного рупора, облучающего край вспомогательного зеркала нулём диаграммы направленности. (Предполагается, что распределение амплитуды поля в раскрыве рупора равномерное, а длина рупора такая же, как у оптимального).
- 7.
1. Поле излучения, диаграммы направленности и фазовые характеристики симметричной вибраторной антенны. Дайте объяснение изменений ДН симметричного вибратора при изменении длины его плеча?
2. Какую диэлектрическую антенну мы называем оптимальной? Каковы особенности конических диэлектрических антенн?
3. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda=0$  над металлической плоскостью. Определить плоскости Е и Н. Рассчитать и построить ДН.
- 8.1. Дайте определение входного сопротивления и поясните практическую значимость этого параметра симметричной вибраторной антенны. Какие способы решения задачи о нахождении входного сопротивления Вам известны? Дайте физические пояснения к изменениям входных сопротивлений, происходящих с изменением длины вибратора, диаметра его плеч?
2. Какие методы измерения коэффициента усиления антенн Вы знаете? Охарактеризуйте эти методы.
3. 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.
- 9.1. Используя математическую модель «магнитного вибратора», поясните принцип работы и основные характеристики симметричного щелевого излучателя? Как на практике осуществляется возбуждение щелевого излучателя? Какова роль экрана, в

котором прорезана щель, в формировании поля излучения щелевой антенны? Влияние размеров экрана.

2. В чём проявляется реакция зеркала на облучатель. Какие способы устранения реакции зеркала на облучатель Вам известны? Какие характеристики зеркальной антенны меняются при выносе облучателя из поля излучения зеркала?

3. Вывести формулу для диаграммы направленности вертикального электрического элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda = 0.5$  над металлической плоскостью. Определить плоскости Е и Н. Рассчитать и построить ДН.

10.1. В чем состоят основные особенности и свойства идеальной апертурной антенны? Каково влияние ее размеров и формы излучающего раскрытия на основные параметры? Каково практическое значение этой модельной задачи?

2. Объясните физическую сущность отличия условий работы излучателей в системе связанных антенн от их работы в свободном пространстве? Приведите примеры реальных антенн, в которых существенна связь излучателей

3. 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 раскрытии

11.1. В чем заключаются особенности системы двух связанных вибраторов, один из которых является пассивным? Опишите варианты настройки такой системы. Приведите примеры применения антенн, в которых диаграмма направленности формируется под влиянием связи активного и пассивного вибраторов.

2. Какие виды плоских спиральных антенн Вам известны? Каковы основные особенности этих антенн, принцип действия, диапазонные и поляризационные характеристики.

3. Вывести формулу для диаграммы направленности горизонтального магнитного элементарного диполя. Диполь расположен на заданной высоте  $h/\lambda = 0$  над металлической плоскостью. Определить плоскости Е и Н. Рассчитать и построить ДН.

12.1. Охарактеризуйте поле излучения, диаграммы направленности и фазовые характеристики линейной эквидистантной решетки произвольных, но идентичных излучателей. Рассмотрите случай возбуждения излучателей токами с равными амплитудами и постоянным сдвигом фаз между соседними излучателями. Каково практическое значение этой модельной задачи?

2. Какие виды однозеркальных параболических антенн Вам известны? В чем заключается принцип их действия? Какие инженерные методы расчета параболических антенн целесообразно использовать на практике?

3. Усиление двухзеркальной антенны Кассегрена на частоте 6 ГГц равно 49 дБ при величине полного КИП=0.5. Угол облучения главного параболического рефлектора  $180^\circ$ , диаметр вспомогательного зеркала составляет 0.1 диаметра главного, а вторичный фокус находится в вершине главного рефлектора. Определить размеры антенны и квадратного раскрытия синфазного рупора, облучающего край вспомогательного зеркала нулём диаграммы направленности. (Предполагается, что распределение амплитуды поля в раскрытии рупора косинусоидальное в обеих плоскостях, а длина рупора такая же, как у оптимального).

## 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. 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;

5. 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

6. 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

7. Сколько фазовых центров может иметь антенна?

Ответы:

1) один

2) ни одного

3) зависит от типа антенны

Верный ответ: 3) зависит от типа антенны

8. Что такое поляризация?

Ответы:

1) кривая, которую описывает конец вектора  $\mathbf{E}$  при движении волны

2) кривая, которую описывает конец вектора  $\mathbf{H}$  при движении волны

3) кривая, которую описывает конец вектора  $\mathbf{P}$  при движении волны

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

9. Коэффициент направленного действия антенны

Ответы:

1) может быть меньше одного

2) всегда больше одного

3) всегда меньше одного

Верный ответ: 2) всегда больше одного

10. 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

11. 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

12. 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

13. 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

14. Диэлектрическая антенна называется оптимальной, если

Ответы:

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

Верный ответ: 3) КНД максимально

15. Рупорная антенна называется оптимальной, если

Ответы:

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

Верный ответ: 3) КНД максимально

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получен полный обоснованный ответ на оба вопроса, правильно решена задача Допустимы незначительные погрешности обоснования при правильном решении.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получен правильный ответ на один из вопросов и правильно решена задача. Возможны погрешности обоснования или несущественные арифметические ошибки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получен правильный ответ, хотя бы на один вопрос и правильно решена задача. Возможны неточности ответа на вопросы и в решении задачи

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Нет правильного ответа ни на один из теоретических вопросов, задача решена неверно

### ***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.