

**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  
Проектирование ФАР и АФАР**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

М.С.  
Михайлов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.Ю.  
Сизякова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка  
подписи)

## 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

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

2. Контрольная работа «Модификация амплитудно-фазового распределения ФАР с целью подавления помехи по максимальному боковому лепестку» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа «Расчет эквидистантной линейной антенной решетки» (Контрольная работа)

4. Тест "Основные параметры антенн и антенных решёток" (Тестирование)

## БРС дисциплины

9 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Принцип действия фазированных антенных решёток					
Принцип действия фазированных антенных решёток	+				
Структурные схемы фазированных антенных решёток					
Структурные схемы фазированных антенных решёток	+				
Элементы фазированных антенных решёток и активных фазированных антенных решёток					
Элементы фазированных антенных решёток и активных фазированных антенных решёток			+	+	

Методы расчета характеристик фазированных антенных решёток и активных ФАР				
Методы расчета характеристик фазированных антенных решёток и активных ФАР		+	+	
Сканирование диаграммы направленности фазированной антенной решётки и активной ФАР				
Сканирование диаграммы направленности фазированной антенной решётки и активной ФАР				+
Адаптивные антенные решетки				
Адаптивные антенные решетки				+
Вес КМ:	20	20	20	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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: назначение и технические характеристики типов ФАР и АФАР, особенности их функционирования, фундаментальные ограничения на достижимые параметры, определяющие эффективность работы в радиосистемах различного назначения (радиолокация, навигация, связь) методы проектирования и расчета параметров ФАР и АФАР, возможности оптимизации этих параметров	Тест "Основные параметры антенн и антенных решёток" (Тестирование) Контрольная работа «Расчет эквидистантной линейной антенной решетки» (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и	Уметь: решать типовые задачи, связанные с анализом функционирования и проектированием ФАР и АФАР различного назначения	Контрольная работа «Модификация амплитудно-фазового распределения ФАР с целью подавления помехи по максимальному боковому лепестку» (Контрольная работа) Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

	оптимизации параметров	их	определять облик антенного устройства по техническому заданию на ФАР или АФАР и исходным данным	
--	------------------------	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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

### КМ-1. Тест "Основные параметры антенн и антенных решёток"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

**Краткое содержание задания:**

Проверяется знание основных параметров антенн и антенных решёток

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: назначение и технические характеристики типов ФАР и АФАР, особенности их функционирования, фундаментальные ограничения на достижимые параметры, определяющие эффективность работы в радиосистемах различного назначения (радиолокация, навигация, связь)</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Какими уравнениями описываются электромагнитные волны?</li><li>2. Что такое длина электромагнитной волны?</li><li>3. В какой зоне излучения можно говорить про диаграмму направленности?</li><li>4. Что такое коэффициент усиления антенны?</li><li>5. Через какой коэффициент связаны эффективная и геометрическая площади антенны?</li><li>6. Дайте определение антенной решётки</li><li>7. Какова физическая сущность коэффициента замедления для линейной дискретной (непрерывной) системы?</li><li>8. В чём состоит различие множителей комбинирования для линейных систем с дискретными и непрерывным распределением источников?</li><li>9. Каков характер пространственной диаграммы направленности линейной системы точечных источников?</li><li>10. Как влияют направленные свойства элемента антенной решётки на диаграмму направленности?</li><li>11. Какие практические задачи могут решать современные ФАР?</li><li>12. При каком условии в диаграмме направленности антенной решётки будут отсутствовать дифракционные максимумы?</li><li>13. Определить коэффициент усиления параболической зеркальной антенны на частоте 40 ГГц. Диаметр зеркала 30 см. Общий КПД антенны 65 %.</li><li>14. Коэффициент усиления рупорной антенны в максимуме основного лепестка +20дБ, коэффициент усиления в максимуме первого бокового лепестка -15дБ. Определите разницу в коэффициенте усиления между главным и первым боковым лепестками:</li></ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	а) в дБ б) в размах по отношению напряженностей поля.
--	----------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-2. Контрольная работа «Расчет эквидистантной линейной антенной решетки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

**Краткое содержание задания:**

Проверяется знание методов расчёта параметров ФАР

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы проектирования и расчета параметров ФАР и АФАР, возможности оптимизации этих параметров</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запишите выражение для множителя комбинирования линейной эквидистантной антенной решётки из 9 элементов.</li> <li>2. Вычислите максимальное расстояние между элементами <math>d/\lambda</math>, при котором в область видимости не попадают побочные максимумы;</li> <li>3. Определите необходимый сдвиг фаз <math>\Delta\Phi</math> между элементами для обеспечения максимума излучения в заданном направлении</li> <li>4. Рассчитайте ширину главного луча антенной решётки</li> <li>5. Изобразите множитель комбинирования как функцию обобщённого угла и укажите границы зоны видимости</li> <li>6. Изобразите (схематично) диаграмму направленности антенной решётки в плоскости ZOХ в полярной системе координат</li> <li>7. Какие изменения произойдут с диаграммой направленности антенной решётки при увеличении частоты на 5 %.</li> <li>8. В антенной решётке вышли из строя два</li> </ol>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



	центральных элемента. Какие изменения произойдут в диаграмме направленности антенной решётки и почему?
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-3. Контрольная работа «Модификация амплитудно-фазового распределения ФАР с целью подавления помехи по максимальному боковому лепестку»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

**Краткое содержание задания:**

Проверяется умение решать типовые задачи, связанные с проектированием ФАР и АФАР различного назначения

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: решать типовые задачи, связанные с анализом функционирования и проектированием ФАР и АФАР различного назначения</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем определяются поляризационные свойства антенной решётки?</li> <li>2. Что такое область видимости линейной эквидистантной антенной решётки?</li> <li>3. Почему расстояния между элементами антенной решётки нежелательно задавать произвольным образом?</li> <li>4. Сформулируйте «теорему перемножения» для вычисления диаграммы направленности антенной решётки</li> <li>5. Как можно рассчитать ширину главного луча диаграммы направленности антенной решётки по уровню «0,5»?</li> <li>6. Каким способом можно уменьшить уровень боковых лепестков в эквидистантной антенной решётке? Какие побочные эффекты при этом возникают?</li> <li>7. Три изотропных излучателя расположены вдоль оси OZ на расстоянии <math>d = \lambda/4</math> друг от друга.</li> </ol>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Коэффициенты возбуждения первого и третьего излучателя равны "1", а второго – "2". Определите:</p> <p>а) множитель комбинирования;</p> <p>б) положение всех нулей множителя комбинирования в диапазоне реальных углов (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>);</p> <p>в) положение всех максимумов множителя комбинирования в диапазоне реальных углов (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>).</p> <p>Изобразите сечение ДН антенной решётки в декартовых и полярных координатах (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>) в логарифмическом масштабе.</p> <p>8. Четыре изотропных излучателя расположены вдоль оси OZ (рис.1). Коэффициенты возбуждения излучателей #1 и #2 – "+1", излучателей #3 и #4 – "-1". Расстояние <math>d = \lambda/2</math>. Определите:</p> <p>а) множитель комбинирования;</p> <p>б) положение всех нулей множителя комбинирования в диапазоне реальных углов (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>);</p> <p>в) положение всех максимумов множителя комбинирования в диапазоне реальных углов (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>).</p> <p>Изобразите сечение ДН антенной решётки в декартовых и полярных координатах (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>) в логарифмическом масштабе.</p> <p>9. Рассчитайте линейную эквидистантную антенную решётку из изотропных излучателей. Излучатели расположены вдоль оси OZ. Максимум излучения ДН имеет при <math>\theta = 90^\circ</math>. ДН антенной решётки должна иметь минимумы при углах <math>\theta = 0^\circ</math> и <math>\theta = 45^\circ</math>. Расстояние между элементами решётки <math>d = \lambda/4</math>. Определите:</p> <p>а) минимально необходимое число элементов антенной решётки;</p> <p>б) коэффициенты возбуждения каждого элемента;</p> <p>в) множитель комбинирования.</p> <p>Изобразите сечение ДН спроектированной антенной решётки в декартовых и полярных координатах (<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math>) в логарифмическом масштабе</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

#### **КМ-4. Защита расчётного задания**

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание

#### **Краткое содержание задания:**

Проверяется умение определять облик антенного устройства по техническому заданию на ФАР или АФАР и исходным данным

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: определять облик антенного устройства по техническому заданию на ФАР или АФАР и исходным данным	<p>1. По техническому заданию необходимо спроектировать РЛС со следующими параметрами:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) диапазон – X (8,5 ГГц – 10,68 ГГц);</li><li>2) разрешающая способность по углу места – <math>4^\circ</math>, по азимуту – <math>2^\circ</math>, по дальности – 1,5 м;</li><li>3) электронное сканирование луча в азимутальной плоскости от направления «Север - ЮГ» <math>\pm 20^\circ</math>;</li><li>4) электронное сканирование луча в угломестной плоскости от направления нормали к плоскости ФАР <math>5^\circ</math>-<math>25^\circ</math>;</li><li>3) ЭПР цели – 1 м<sup>2</sup>;</li><li>4) дальность обнаружения цели с ЭПР=1 м<sup>2</sup> – 50 км;</li><li>5) вероятность обнаружения 0.8 при вероятности ошибки 10<sup>-3</sup> цели с ЭПР=1 м<sup>2</sup> - 50 км.</li></ol> <p>Проанализировать ТЗ на непротиворечивость и рассчитать основные параметры эквидистантной ФАР – размер, число элементов для прямоугольной сетки, максимально допустимые расстояния между элементами по вертикали и по горизонтали, законы фазирования, мощность ФАР в целом.</p> <p>ФАР в указанном диапазоне сканирования должна сохранять разрешающие способности по углу места и азимуту.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется  
если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 9 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Выведите формулу для диаграммы направленности линейной эквидистантной антенной решётки.
2. Коэффициент усиления рупорной антенны в максимуме основного лепестка +20дБ, коэффициент усиления в максимуме первого бокового лепестка –15дБ. Определите разницу в коэффициенте усиления между главным и первым боковым лепестками:
  - а) в дБ
  - б) в размах по отношению напряженностей поля.

### Процедура проведения

Каждому студенту выдаётся билет. Билет содержит два вопроса

#### *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. Применение уравнений Максвелла для описания ФАР и АФАР
2. Ближняя, промежуточная и дальняя зона антенной решётки
3. Коэффициент направленного действия антенной решётки
4. Коэффициент усиления антенной решётки
5. КПД антенной решётки
6. Эффективная площадь антенной решётки
7. Классификация ФАР по функциональному назначению и месту базирования (наземные, морские, самолетные, космические, подземные и т.д.).
8. Сканирование ДН ФАР.
9. Управление фазовым и амплитудным распределением поля в раскрывах антенных решеток.
10. Адаптивные антенные решетки, поэлементный подход к определению управляющих воздействий.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Электрический ток параллельный идеально проводящей поверхности имеет зеркальное изображение в виде

Ответы:

1. 1. Перпендикулярного поверхности электрического тока
  2. Параллельного поверхности электрического тока с тем же направлением
  3. Параллельного поверхности электрического тока с противоположным направлением
  4. Параллельного поверхности магнитного тока с противоположным направлением
- Верный ответ: 3. Параллельного поверхности электрического тока с противоположным направлением
2. На поверхности металла с конечной проводимостью выполняются граничные условия

Ответы:

- 1.Импедансные с изотропным импедансом (число)
  - 2.Импедансные с анизотропным импедансом (тензор)
  - 3.Равенства нулю тангенциального электрического поля
  - 4.Равенства нулю нормального электрического поля
- Верный ответ: 1.Импедансные с изотропным импедансом (число)
- 3.Верхняя граница рабочего диапазона волновода определяется

Ответы:

- 1.Частотой, на которой затухание основной волны становится недопустимо большим
  - 2.Критической частотой основной волны
  - 3.Критической частотой волны высшего типа
- Верный ответ: 3.Критической частотой волны высшего типа
- 4.Нижняя граница рабочего диапазона линии передачи равна

Ответы:

1. Критической частоте основной волны
  - 2.Критической частоте волны высшего типа
  3. Нулю
- Верный ответ: 1. Критической частоте основной волны
- 5.Характеристическое сопротивление может быть однозначно определено

Ответы:

- 1.Для металлического волновода
- 2.Для диэлектрического волновода
- 3.Для линии передачи с однородным диэлектриком
- 4.Для линии передачи с неоднородным диэлектриком, например, микрополосковой линии

Верный ответ: 3.Для линии передачи с однородным диэлектриком

- 6.В дальней зоне поле

Ответы:

1. Убывает как  $1/r$
2. Убывает как  $1/r^2$
3. Убывает как  $1/r^{1/2}$
4. Растет как  $r$

Верный ответ: 1. Убывает как  $1/r$

**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.Выполните следующие вычисления:

- а) определите длину волны радиосигнала частоты 900 МГц
- б) определите длину волны радиосигнала частоты 1,9 ГГц
- в) определите длину волны радиосигнала частоты 38 ГГц
- г) определите частоту радиосигнала длиной волны 10 м.

2.Определить коэффициент усиления параболической зеркальной антенны на частоте 40 ГГц. Диаметр зеркала 30 см. Общий КПД антенны 65 %.

3.На крыше автомобиля планируется расположить две вибраторные антенны. На какое расстояние необходимо разнести эти антенны, чтобы избежать их взаимного влияния по ближнему полю? Обе антенны - четвертьволновые вибраторы. Одна антенна работает на частоте 450 МГц, другая - на частоте 140 МГц. (Подсказка: обе антенны должны находиться вне ближней зоны друг друга)

4. Три изотропных излучателя расположены вдоль оси  $OZ$  на расстоянии  $d = \lambda/4$  друг от друга. Коэффициенты возбуждения первого и третьего излучателя равны "1", а второго – "2". Определите:

- множитель комбинирования;
- положение всех нулей множителя комбинирования в диапазоне реальных углов ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ );
- положение всех максимумов множителя комбинирования в диапазоне реальных углов ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ).

Изобразите сечение ДН антенной решётки в декартовых и полярных координатах ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ) в логарифмическом масштабе.

5. Четыре изотропных излучателя расположены вдоль оси  $OZ$  (рис.1). Коэффициенты возбуждения излучателей #1 и #2 – "+1", излучателей #3 и #4 – "-1". Расстояние  $d = \lambda/2$ . Определите:

- множитель комбинирования;
- положение всех нулей множителя комбинирования в диапазоне реальных углов ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ );
- положение всех максимумов множителя комбинирования в диапазоне реальных углов ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ).

Изобразите сечение ДН антенной решётки в декартовых и полярных координатах ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ) в логарифмическом масштабе.

6. Рассчитайте линейную эквидистантную антенную решётку из изотропных излучателей. Излучатели расположены вдоль оси  $OZ$ . Максимум излучения ДН имеет при  $\theta = 90^\circ$ . ДН антенной решётки должна иметь минимумы при углах  $\theta = 0^\circ$  и  $\theta = 45^\circ$ .

Расстояние между элементами решётки  $d = \lambda/4$ . Определите:

- минимально необходимое число элементов антенной решётки;
- коэффициенты возбуждения каждого элемента;
- множитель комбинирования.

Изобразите сечение ДН спроектированной антенной решётки в декартовых и полярных координатах ( $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ) в логарифмическом масштабе.

7. Влияние амплитудно-фазового распределения на диаграмму направленности антенной решётки

8. Структурные схемы ФАР и их основные параметры,

9. Метод парциальных ДН в задаче синтеза заданных ДН ФАР

10. Расчет ориентации главного луча линейного и плоского антенного раскрыва произвольной формы

11. Методика расчета провалов в ДН линейных и плоских антенн в направлениях прихода помех.

12. Методика оценок степени снижения КУ линейных и плоских ФАР при наличии фазовых искажений поля в раскрывах.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какими уравнениями описываются электромагнитные волны?

Ответы:

1) Ньютона; 2) Максвелла; 4) Герца

Верный ответ: 2) Максвелла

2. Длина электромагнитной волны это

Ответы:

- 1) минимальное расстояние между двумя точками волны, находящихся в фазе; 1) максимальное расстояние между двумя точками волны, находящихся в фазе; 3) минимальное расстояние между двумя точками волны, находящихся в противофазе;

Верный ответ: 1) минимальное расстояние между двумя точками волны, находящихся в фазе;

3. В какой зоне излучения можно говорить про диаграмму направленности?

Ответы:

1) ближней; 2) дальней; 3) промежуточной

Верный ответ: 2) дальней;

4. Коэффициент усиления антенны - это

Ответы:

- 1) отношение **мощности** на входе эталонной ненаправленной **антенны** к мощности, подводимой ко входу рассматриваемой антенны; 2) отношение **мощности** на выходе эталонной ненаправленной **антенны** к мощности, подводимой ко входу рассматриваемой антенны; 3) отношение **мощности** на входе эталонной ненаправленной **антенны** к мощности на выходе рассматриваемой антенны;

Верный ответ: 1) отношение мощности на входе эталонной ненаправленной антенны к мощности, подводимой ко входу рассматриваемой антенны;

5. Чем определяются поляризационные свойства антенной решётки?

Ответы:

- 1) поляризацией элемента антенной решётки; 2) диаграммой направленности элемента антенной решётки; 3) размерами элемента антенной решётки

Верный ответ: 1) поляризацией элемента антенной решётки

6. Какой параметр описывает передачу энергии электромагнитным полем через поверхность S

Ответы:

1. Вектор электрического поля
2. Интеграл от действительной части вектора Пойнтинга по поверхности S
3. Интеграл по поверхности S от вектора электрического поля
4. Вектор Пойнтинга
5. Действительная часть вектора Пойнтинга

Верный ответ: 2. Интеграл от действительной части вектора Пойнтинга по поверхности S

7. Зависят ли сторонние токи от электромагнитного поля

Ответы:

1. Зависят
2. Не зависят
3. Зависят, но очень слабо

Верный ответ: 2. Не зависят

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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



*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

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

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».