

**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  
Техника зеркальных антенн**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Б.Л. Коган

(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. Контрольная работа "Геометрическая и физическая оптика и построение лучевода с компенсацией кроссполяризации" (Контрольная работа)

2. Контрольная работа "Поляризационные характеристики антенн" (Контрольная работа)

3. Расчётное задание "Проектирование несимметричной двухзеркальной антенны с компенсированной кроссполяризацией" (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	5	10	15
Области применения зеркальных антенн				
Области применения зеркальных антенн		+		
Поляризационные характеристики зеркальных антенн				
Поляризационные характеристики зеркальных антенн		+		
Методы расчёта зеркальных антенн				
Методы расчёта зеркальных антенн			+	
Антенно-фидерные устройства зеркальных антенн				

Антенно-фидерные устройства зеркальных антенн			+
Сложные зеркальные антенны			
Сложные зеркальные антенны			+
Матричная теория волноводных устройств			
Матричная теория волноводных устройств			+
Вес КМ:	30	20	50

\$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: основные требования, предъявляемые к зеркальным антеннам методы выполнения технических расчетов характеристик используемого оборудования	Контрольная работа "Поляризационные характеристики антенн" (Контрольная работа) Контрольная работа "Геометрическая и физическая оптика и построение лучевода с компенсацией кроссполяризации" (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: применять методы расчёту зеркальных антенн и их элементов	Расчётное задание "Проектирование несимметричной двухзеркальной антенны с компенсированной кроссполяризацией" (Расчетно-графическая работа)

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

### КМ-1. Контрольная работа "Поляризационные характеристики антенн"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту даётся индивидуальное задание по теме

#### Краткое содержание задания:

Проверить знание поляризационных характеристик антенн

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные требования, предъявляемые к зеркальным антеннам</p>	<p>1.1. Определить коэффициент эллиптичности и направление большой оси эллипса поля с компонентами: <math>E(\theta)=1+2i</math>; <math>E(\phi)=2+i</math>. Нарисовать (в качественном приближении) эллипс поляризации и кривую поляризации, измеренную на поляризационной установке. Найти параметры эллипса: коэффициент эллиптичности, угол наклона большой оси эллипса.</p> <p>2.2. Изобразить эллипс поляризации поля антенны, поляризации которой отвечает точка на сфере Пуанкаре с координатами: долгота = 30 гр., широта, = 60 гр. Найти параметры эллипса: коэффициент эллиптичности, угол наклона большой оси эллипса.</p> <p>3.3. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре). <math>\lambda = 30</math> гр., <math>\phi = 60</math> гр. Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре приёмной антенны: <math>\lambda = 40</math> гр., <math>\phi = 50</math> гр. Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>4.4. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре). Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре: <math>\lambda = 20</math> гр., <math>\phi = 70</math> гр. приёмной антенны: <math>\lambda = 10</math> гр., <math>\phi = 50</math> гр. Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>5.5. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по</p>
--	--

	<p>положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).</p> <p>Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре <math>\lambda=30</math> гр., <math>\phi=50</math> гр. приёмной антенны: <math>\lambda=210</math> гр., <math>\phi=40</math> гр.</p> <p>Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>6.6. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).</p> <p>Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре <math>\lambda=60</math> гр., <math>\phi=30</math> гр. приёмной антенны: <math>\lambda=40</math> гр., <math>\phi=60</math> гр.</p> <p>Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>7.7. Вычислить поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).</p> <p><math>\lambda_1=60</math> гр., <math>\phi_1=30</math> гр., <math>\lambda_2=-50</math> гр., <math>\phi_2=220</math> гр.</p> <p>Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>8.8. Вычислить поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).</p> <p><math>\lambda_1=40</math> гр., <math>\phi_1=50</math> гр., <math>\lambda_2=-50</math> гр., <math>\phi_2=220</math> гр.</p> <p>Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>9.9. Вычислить поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).</p> <p><math>\lambda_1=50</math> гр., <math>\phi_1=50</math> гр., <math>\lambda_2=-45</math> гр., <math>\phi_2=240</math> гр.</p> <p>Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>10.10. Вычислить поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).</p> <p><math>\lambda_1=10</math> гр., <math>\phi_1=45</math> гр., <math>\lambda_2=180</math> гр., <math>\phi_2=-55</math> гр.</p> <p>Изобразить эллипсы поляризации приёмной и передающей антенн с реальным наклоном больших осей эллипсов, на одном графике.</p> <p>11.11. При измерении диаграммы направленности антенны с помощью традиционной измерительной</p>
--	--

	<p>установки для подстройки максимума уровня связи пришлось повернуть измерительную антенну вокруг оси визирования на 10 градусов. Какому уровню кроссполяризации это соответствует?</p> <p>12.12. Центральный луч элемента Гюйгенса, расположенного в одном из фокусов эллипсоида, падает на поверхность эллипсоида под углом к фокальной оси. Найти угол между отражённым от эллипсоида лучом и "отражённой осью" элемента Гюйгенса. Центральный луч отклонён от оси эллипсоида на 40 гр.</p> <p>13.13. Центральный луч элемента Гюйгенса, расположенного в одном из фокусов двуполостного гиперboloида, падает на поверхность гиперboloида под углом к фокальной оси. Найти угол между отражённым от гиперboloида лучом и "отражённой осью" элемента Гюйгенса. Центральный луч отклонён от оси гиперboloида на 10 гр. Эксцентриситет гиперboloида .</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

**КМ-2. Контрольная работа "Геометрическая и физическая оптика и построение лучевода с компенсацией кроссполяризации"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

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

**Краткое содержание задания:**

Проверить знание методов расчёта зеркальных антенн

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы выполнения	1. На сферическую антенну (с радиусом сферы 1 м)
--------------------------	--



<p>технических характеристик оборудования</p>	<p>расчетов используемого</p>	<p>падает плоская волна.  Введём систему декартовых координат с началом в центре сферы, осью <math>Z</math> по направлению падения плоской волны и ортогональной ей осью <math>X</math>. Для луча, попадающего в точку сферы, для которой радиус отклонён от оси <math>Z</math> на угол <math>10^\circ</math>, найти координаты точки касания отражённого луча с каустикой.</p> <p>2. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении.:  <math>A_1=[10 \ 0]</math>, <math>A_2=[12.5 \ 0]</math>, <math>B_1=[8 \ 6]</math>, <math>B_2=[-2.5 \ 6]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>3. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A_1=[0 \ 0]</math>, <math>A_2=[0.64 \ -0.48]</math>, <math>B_1=[10 \ 0]</math>, <math>B_2=[1.6 \ 6.3]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>4. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A_1=[0 \ 0]</math>, <math>A_2=[1.6 \ 1.2]</math>, <math>B_1=[10 \ 0]</math>, <math>B_2=[1.6 \ 6.3]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>5. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A_1=[0 \ 0]</math>, <math>A_2=[2 \ 0]</math>, <math>B_1=[8 \ 6]</math>, <math>B_2=[-2.5 \ 6]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>6. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие</p>
---	-------------------------------	---

	<p>кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A1=[0 \ 0]</math>, <math>A2=[7 \ 0]</math>, <math>B1=[4 \ 6]</math>, <math>B2=[1 \ 4]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>7. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A1=[0 \ 0]</math>, <math>A2=[13 \ 0]</math>, <math>B1=[12 \ 8]</math>, <math>B2=[5 \ 13]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>8. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A1=[-12 \ 0]</math>, <math>A2=[5 \ 7]</math>, <math>B1=[-5 \ 7]</math>, <math>B2=[12 \ 0]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p> <p>9. Задан (координатами четырёх точек) четырёхугольник замкнутой траектории двухзеркального лучевода, сохраняющего симметрию пучка лучей и отсутствие кроссполяризации в геометрическом приближении:  <math>A1=[10 \ 0]</math>, <math>A2=[12.5 \ 0]</math>, <math>B1=[28.6 \ 6]</math>, <math>B2=[8 \ 6]</math>.  Определить тип зеркал, их параметры и положение фокусов. Под каким углом пересекаются входной и выходной пучки? Изобразить сечения зеркал.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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.

### **КМ-3. Расчётное задание "Проектирование несимметричной двухзеркальной антенны с компенсированной кроссполяризацией"**

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 50

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту даётся свой вариант исходных данных, но при правильном расчёте в результате должен получиться один из двух вариантов геометрии антенны.

#### **Краткое содержание задания:**

Проверить умение применять методы расчёта зеркальных антенн и их характеристик

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять методы расчёту зеркальных антенн и их элементов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Недостающие параметры антенны получаются по заданным в иностранной статье формулам</li><li>2.Спроектировать несимметричную антенну Кассегрена (или Грегори) с исходными заданными параметрами.</li><li>3.Изобразить сечение антенны плоскостью симметрии.</li><li>4.Показать основные элементы и ход лучей.</li><li>5.Объяснить принцип работы спроектированной антенны</li></ol>
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1.1 Возможные формы годографа электрического вектора монохроматической волны. Связь параметров эллипса поляризации с комплексными амплитудами электрического вектора.

1.2 Вычислите вектор направления поля элемента Гюйгенса по двум формулам при  $\theta=60$  гр.,  $\phi=30$  гр.,  $S_0=\{0\ 0\ 1\}$ ,  $U_0=\{0\ 1\ 0\}$ ,

1.  $E=e(\theta)\sin(\phi)+e(\phi)\cos(\phi)$ ;
2.  $U=U_0-\frac{(S,U_0)}{1+(S,S_0)}(S_0+S)$

### 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

1.8.1 Опишите способ построения свободной от кроссполяризации несимметричной двухзеркальной

- а. антенны Кассегрена,
- б. антенны Грегори.

(на примере офсетной антенны Кассегрена)

8.2 Центральный луч элемента Гюйгенса, расположенного в одном из фокусов эллипсоида, падает на поверхность эллипсоида под углом к фокальной оси. Найти угол между отражённым от эллипсоида лучом и "отражённой осью" элемента Гюйгенса. Центральный луч отклонён от оси эллипсоида на 40 гр. Эксцентриситет эллипсоида  $e=0.5$ .

2.9.1 Опишите способ построения двухзеркального лучевода, состоящего из

- а. двух эллипсоидов,
- б. двух параболоидов,
- с. эллипсоида и гиперболоида.

по заданной полной замкнутой траектории лучей.

9.2 При измерении диаграммы направленности антенны с помощью традиционной измерительной установки для подстройки максимума уровня связи пришлось повернуть измерительную антенну вокруг оси визирования на 20 градусов. Какому уровню кроссполяризации это соответствует?

3.10.1. Методика оценки эффективности зеркальной антенны. Компоненты КИП, шумовой температуры.

10.2. Вычислить в децибелах поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре) с координатами:

$\phi_1=60$  гр.  $\lambda_1=30$  гр.,  $\phi_2=-50$  гр.  $\lambda_2=220$  гр.,

4.11. 1. Осесимметричная зеркальная антенна с модифицированными профилями зеркал

11.2. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).

Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре определяется точкой с координатами:

$\phi_1=30$  гр.  $\lambda_1=60$  гр., а приёмной антенны:  $\phi_2=50$  гр.  $\lambda_2=20$  гр.,

5.12.1. Гауссовы пучки, пучки Гаусса-Эрмита и Гаусса-Лагерра. Что можно посчитать с помощью гауссовых пучков?

12.2. Вычислить в децибелах поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре) с координатами:

$\phi_1=50$  гр.  $\lambda_1=10$  гр.,  $\phi_2=-70$  гр.  $\lambda_2=170$  гр.,

6.13.1. Геометрическая оптика. Лучевая трубка, радиусы кривизны волновых фронтов, изменение их вдоль луча. Каустические особенности лучей, отражённых от зеркальной антенны при падении на неё плоской волны. Вычисление положения каустики на луче.

13.2. Вычислить коэффициент эллиптичности и угол наклона эллипса, а также изобразить эллипс поляризации поля антенны, поляризации которой отвечает точка на сфере Пуанкаре с координатами:  $\lambda$  - долгота,  $\lambda=30$  гр.,  $\phi$  - широта,  $\phi=60$  гр.

7.14.1. Вычисление диаграммы направленности по методу излучателя, расположенного вблизи металлической полуплоскости по методу ГТД? Что такое краевой луч?

14.2. Определить коэффициент эллиптичности и направление большой оси эллипса поля с компонентами:  $E(\theta)=1+2i$ ,  $E(\phi)=2+i$ .

Нарисовать (в качественном приближении) эллипс поляризации и кривую поляризации, измеренную на поляризационной установке

(компоненту  $E(\phi)$  откладывать по горизонтали, а  $E(\theta)$  -- по вертикали)

8.15.1. Многолучевые антенны. Характеристики параболической антенны при боковом смещении облучателя из фокуса. Линза Лüneберга. Сферическая зеркальная антенна.

Апланатическая зеркальная антенна. Какие ещё многолучевые антенны Вам известны.

15.2. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).

Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре определяется точкой с координатами:  $\lambda_1=80$  гр.,  $\phi_1=40$  гр.,

а приёмной антенны:  $\lambda_2=50$  гр.,  $\phi_2=70$  гр.,

9.15.1. Многолучевые антенны. Характеристики параболической антенны при боковом смещении облучателя из фокуса. Линза Лüneберга. Сферическая зеркальная антенна.

Апланатическая зеркальная антенна. Какие ещё многолучевые антенны Вам известны.

15.2. Вычислить поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).

Поляризация передающей антенны на сфере Пуанкаре определяется точкой с координатами:  $\lambda_1=80$  гр.,  $\phi_1=40$  гр.,

а приёмной антенны:  $\lambda_2=50$  гр.,  $\phi_2=70$  гр.,

10.16.1. Бифокальная антенна. Построение упрощённой плоской бифокальной антенны с параболическим главным зеркалом.

16.2. Вычислить в децибелах поляризационную развязку двух антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре) с координатами:

$\lambda_1=30$  гр.,  $\phi_1=70$  гр.,  $\lambda_2=220$  гр.,  $\phi_2=-40$  гр.,

## 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

6. Диэлектрическая антенна называется оптимальной, если

Ответы:

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

Верный ответ: 3) КНД максимально

7. 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-2<sub>ПК-1</sub> Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров

### Вопросы, задания

1.2.1 «Параметры Стокса» монохроматической волны.

Как связаны «параметры Стокса» со «сферой Пуанкаре»?

Нахождение параметров эллипса поляризации для заданной точки на сфере Пуанкаре. Поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн (по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре).

2.2 На сферическую антенну (с радиусом сферы 1 м) падает плоская волна.

Введём систему декартовых координат с началом в центре сферы, осью Z по направлению падения плоской волны и ортогональной ей осью X. Для луча,

попадающего в точку сферы, для которой радиус отклонён от оси  $Z$  на угол  $10^\circ$ , найти координаты точки касания отражённого луча с каустикой.

### 2.3.1 Определение «поляризационной развязки».

Охарактеризуйте работу канала связи в режиме поляризационного уплотнения.

Устройство поляризационных селекторов.

3.2 Параболическая антенна диаметром 0.5м и с фокусным расстоянием 1м облучается рупором, излучение которого можно аппроксимировать гауссовым пучком с длиной Релея  $ZR=3$  см на частоте 5 ГГц. Интенсивность поля облучения на краю раскрыва параболического зеркала на 10 дБ меньше, чем у вершины. Найти отношение интенсивности поля в фокусе зеркала к полю у вершины.

### 3.4.1 Будут ли ортогональные электрические поля двух ортогональных

a. электрических вибраторов?

b. магнитных вибраторов?

c. элементов Гюйгенса с одинаково направленными осями?

Определение антенны, «свободной от кроссполяризации».

Как измерить уровень кроссполяризации с помощью традиционной установки для измерения диаграмм направленности антенн?

4.2 На параболическую антенну диаметром 0.5м с фокусным расстоянием 600 мм падает плоская волна с интенсивностью электрического поля 1В/м на частоте 10 ГГц.

Вычислить напряжённость в фокусе параболоида в приближении параболического уравнения.

### 4.5.1 Что такое «ось пространственной поляризационной диаграммы» для антенны, свободной от кроссполяризации?

Как выглядят картины линий поля электрического вектора в плоскости апертуры параболической антенны, если в её фокусе установлен

a. элемент Гюйгенса, ось которого направлена в сторону вершины параболы?

b. электрический диполь, перпендикулярный фокальной оси?

5.2 Каким рупором минимальной длины можно принять гауссов пучок с длиной Релея  $ZR=3$  см на частоте 5 ГГц

### 5.6.1 Какими поляризационными свойствами обладает ребристая металлическая поверхность с четвертьволновыми канавками?

Какие типы облучателей с низким уровнем кроссполяризации Вы знаете?

Изобразите линии поля электрического вектора в апертуре однозеркальной параболической «**офсетной**» антенны с установленным в её фокусе облучателем, свободным от кроссполяризации.

### 6.2 Посчитать параметры излучаемого рупором гауссова пучка по размерам рупора.

Заданы: длина рупора 100 мм, диаметр раскрыва 50 мм, частота 3ГГц

### 6.7.1 Что характеризует сферический избыток сферического треугольника поляризации?

Как преобразуется ось поляризационной диаграммы излучателя, свободного от кроссполяризации, помещённого в фокус

a. эллипсоида, при отражении от этого эллипсоида?

b. двуполостного гиперboloида при отражении от поверхности этого гиперboloида?

7.2 Центральный луч элемента Гюйгенса, расположенного в одном из фокусов двуполостного гиперboloида, падает на поверхность гиперboloида под углом к фокальной оси. Найти угол между отражённым от гиперboloида лучом и «отражённой осью» элемента Гюйгенса. Центральный луч отклонён от оси гиперboloида на 10 гр. Эксцентриситет гиперboloида  $e=1.5$ .

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.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

2. 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

3. 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;

4. 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

5. 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

6. Сколько фазовых центров может иметь антенна?

Ответы:

1) один

2) ни одного

3) зависит от типа антенны

Верный ответ: 3) зависит от типа антенны

7. 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

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Получены правильные ответы на оба вопроса*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*



*Описание характеристики выполнения знания:* Имеются неточности при, в общем, правильных ответах на оба вопроса

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Получен правильный ответ, хотя бы на один из поставленных в билете вопросов

### ***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.