

**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  
Специальные вопросы электродинамики**

**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	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18e

(подпись)

П.С.  
Остапенков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(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. ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ИД-2 Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

2. ПК-2 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов

ИД-2 Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства и подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, реализующих требуемые алгоритмы обработки

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Геометрическая оптика (Тестирование)
2. Геометрическая оптика в неоднородных средах (Тестирование)
3. Геометрическая теория дифракции (Контрольная работа)
4. Метод параболического уравнения (Контрольная работа)
5. Метод физической оптики (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	14
Аналитические, асимптотические и численные методы электродинамики: сравнение подходов и области применимости						
Аналитические, асимптотические и численные методы электродинамики: сравнение подходов и области применимости	+	+				
Геометрическая оптика однородных и неоднородных сред						
Геометрическая оптика однородных и неоднородных сред	+	+				
Геометрическая теория дифракции						

Геометрическая теория дифракции			+		
Физическая оптика					
Физическая оптика				+	+
Метод параболического уравнения					
Метод параболического уравнения				+	+
Вес КМ:	30	25	20	20	5

\$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
ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Уметь: реализовать математическое моделирование процессов распространения, излучения и дифракции электромагнитных волн в плавно неоднородных средах и при наличии модельных объектов дифракции с использованием высокочастотных методов электродинамики применять метод геометрической оптики при расчетах распространения электромагнитных волн в однородных и плавно неоднородных средах, метод физической оптики и метод геометрической теории дифракции при расчетах дифракции	Геометрическая теория дифракции (Контрольная работа) Метод физической оптики (Контрольная работа) Метод параболического уравнения (Контрольная работа)

		электромагнитных волн на эталонных объектах	
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства и подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, реализующих требуемые алгоритмы обработки	Знать: основные методы высокочастотной электродинамики: геометрическую и физическую оптику, геометрическую и физическую теории дифракции	Геометрическая оптика (Тестирование) Геометрическая оптика в неоднородных средах (Тестирование)

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

### КМ-1. Геометрическая оптика

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

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

#### Краткое содержание задания:

Проверяется знание метода геометрической оптики

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы высокочастотной электродинамики: геометрическую и физическую оптику, геометрическую и физическую теории дифракции	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Дайте определение луча в однородной среде.</li><li>2. Какими величинами характеризуется лучевое монохроматическое поле в однородной среде?</li><li>3. Сформулируйте законы ГО для распространения лучевого поля в неограниченной однородной среде.</li><li>4. Сформулируйте законы ГО для взаимодействия лучей с границей раздела однородных сред</li><li>5. При падении на плоскую границу двух сред луч частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отражённый луч перпендикулярен к преломленному лучу?</li><li>6. Доказать, что если световой луч проходит несколько сред, разделённых плоскопараллельными границами, то направление выходящего луча зависит только от направления входящего луча и от показателей преломления первой и последней сред.</li><li>7. Определить, насколько плоскопараллельная стеклянная пластинка толщины <math>d = 10</math> см смещает в сторону луч света, падающий на неё под углом <math>\varphi = 70^\circ</math>. Показатель преломления стекла <math>n = 1,5</math>.</li><li>8. Электромагнитный луч падает на однородный шар с показателем преломления <math>n</math>. Может ли преломленный луч испытывать полное внутренне отражение внутри шара?</li><li>9. Составить уравнение плоской волны, нормаль к которой параллельна единичному вектору <math>\mathbf{n} = (\alpha, \beta, \gamma)</math>. Какой вид принимает это уравнение для монохроматической волны?</li><li>10. Составить уравнение волны, излучаемой точечным источником (сферическая волна).</li><li>11. Составить уравнение волны, излучаемой бесконечной нитью (цилиндрическая волна).</li></ol>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

*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:* 70

*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. Геометрическая оптика в неоднородных средах**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

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

### **Краткое содержание задания:**

Проверяется понимание особенностей применения метода геометрической оптики для расчёта распространения лучей в неоднородных средах

### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные методы высокочастотной электродинамики: геометрическую и физическую оптику, геометрическую и физическую теории дифракции</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. При каких допущениях уравнение для вектора напряженности электрического поля в неоднородной среде может быть сведено к скалярному уравнению Гельмгольца?</li><li>2. Каковы необходимые условия применимости приближения скалярной геометрической оптики для неоднородной среды? Каков их физический смысл?</li><li>3. Дайте вывод уравнения эйконала и переноса, используя представление скалярного поля в виде асимптотического ряда.</li><li>4. Поясните определения волнового (фазового) фронта и лучей в неоднородной среде.</li><li>5. Дайте вывод уравнений лучей методом характеристик.</li><li>6. Что такое "точка поворота" луча?</li><li>7. Как ставится задача интегрирования уравнения лучей в общем случае трёхмерно неоднородной среды с использованием понятия лучевых координат?</li><li>8. Поясните, как определяется фаза поля вдоль луча при интегрировании уравнения эйконала на основе метода характеристик?</li><li>9. Поясните способ интегрирования уравнения переноса, основанный на понятии лучевой трубки и законе сохранения энергии в лучевой трубке.</li><li>10. Поясните понятие каустики. Сформулируйте правило сдвига фаз на каустике.</li><li>11. Изложите общую схему расчёта поля в нулевом приближении геометрической оптики.</li></ol>
---	---



	12. Как обобщить методику расчёта поля в приближении геометрической оптики на случай неоднородных сред с малыми потерями?
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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: 70*

*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. Геометрическая теория дифракции**

**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 применять метод геометрической теории дифракции

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: применять метод геометрической оптики при расчетах распространения электромагнитных волн в однородных и плавно неоднородных средах, метод физической оптики и метод геометрической теории дифракции при расчетах дифракции электромагнитных волн на эталонных объектах</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните идею метода ГТД.</li> <li>2. Изложите основные законы метода ГТД.</li> <li>3. Сравните законы ГТД с законами ГО. В чем общность и различие законов ГО и ГТД?</li> <li>4. Поясните структуру дифракционного поля в приближении ГТД.</li> <li>5. Что такое дифракционный коэффициент?</li> <li>6. Понятие неравномерной ГТД.</li> <li>7. На примере дифракции плоской волны на идеально проводящей полуплоскости поясните структуру дифракционного поля и области неприменимости неравномерной ГТД.</li> <li>8. На примере падения плоской волны на отверстие в идеально проводящем экране объясните решение задачи дифракции методом ГТД и структуру дифракционного поля.</li> <li>9. На примере падения плоской волны на идеально проводящем клине объясните решение задачи дифракции методом ГТД и структуру дифракционного поля.</li> </ol>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

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. Метод физической оптики**

**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 применять метод физической оптики

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: реализовать математическое моделирование процессов распространения, излучения и дифракции электромагнитных волн в плавно неоднородных средах и при наличии модельных объектов дифракции с использованием высокочастотных методов электродинамики</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Поясните принцип Гюйгенса.</li><li>2.Как строится огибающая семейства сферических волн, излучаемых виртуальными источниками с фронта движущейся волны?</li><li>3.Поясните формулировку метода ФО, данную Френелем.</li><li>4. Какие уточнения внес Френель?</li><li>5.Какие допущения Френеля были необоснованными?</li><li>6.Изложите вывод интеграла Кирхгофа для скалярных полей.</li><li>7.Какие уточнения дает интеграл Кирхгофа по сравнению с интегралом Френеля.</li><li>8.При каких допущениях интеграл Кирхгофа может быть использован для описания явления дифракции электромагнитных волн?</li><li>9.Слева на идеально проводящую пластину падает плоская электромагнитная волна. Вектор <math>E</math> падающей волны перпендикулярен плоскости листа. Нужно найти поле в точке наблюдения, расположенной справа от пластины, используя интеграл Кирхгофа. Ввести прямоугольную систему координат, связанную с пластиной. Построить поверхность, по которой нужно провести интегрирование и задать приближенное значение</li></ol>
--	---

	<p>поля в интеграле Кирхгофа на этой поверхности для заданного падающего поля.</p> <p>10. Слева на идеально проводящий цилиндр падает плоская электромагнитная волна. Вектор <math>\mathbf{E}</math> волны перпендикулярен плоскости листа. Ввести систему координат, связанную с цилиндром. Нужно найти поле в точке наблюдения, расположенной справа от цилиндра, используя интеграл Кирхгофа. Построить поверхность, по которой нужно провести интегрирование и задать приближенное значение поля в интеграле Кирхгофа на этой поверхности для заданного падающего поля.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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: 70*

*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-5. Метод параболического уравнения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 5**

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

**Краткое содержание задания:**

Проверяется умение применять метод параболического уравнения

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: реализовать математическое моделирование процессов распространения, излучения и дифракции электромагнитных волн в плавно неоднородных средах и при наличии модельных объектов дифракции с использованием высокочастотных методов электродинамики</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывести из уравнения Максвелла уравнение Гельмгольца.</li> <li>2. Из уравнения Гельмгольца вывести параболическое уравнение.</li> <li>3. Получить формулу параболического уравнения из уравнения Гельмгольца в параксиальном приближении.</li> <li>4. Получить формулу параболического уравнения из уравнения Гельмгольца в широкоугловом приближении (метод факторизации).</li> <li>5. Записать алгоритм решения параболического уравнения с применением метода быстрого</li> </ol>
--	--

	<p>преобразования Фурье.</p> <p>6. Записать алгоритм решения параболического уравнения с применением метода Кранка-Николсона.</p> <p>7. Каким образом учитывается рельеф в методе параболического уравнения?</p> <p>8. Какие граничные условия применяются при численном решении параболического уравнения методом БПФ?</p> <p>9. Зачем нужны верхние граничные условия?</p> <p>10. Какие граничные условия применяются при численном решении параболического уравнения методом Кранка-Николсона?</p> <p>11. Какие бывают верхние граничные условия?</p> <p>12. Как учитываются сторонние источники в методе параболического уравнения?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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: 70*

*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

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Сформулируйте законы ГО для распространения лучевого поля в неограниченной однородной среде.
2. Получить формулу параболического уравнения из уравнения Гельмгольца в широкоуголовом приближении (метод факторизации).

### Процедура проведения

Зачёт проводится по билетам. Билет содержит два вопроса

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

#### **Вопросы, задания**

1. Записать алгоритм решения параболического уравнения с применением метода Кранка-Николсона.
2. Каким образом учитывается рельеф в методе параболического уравнения?
3. Какие граничные условия применяются при численном решении параболического уравнения методом БПФ?
4. Как учитываются сторонние источники в методе параболического уравнения?
5. Какие бывают верхние граничные условия?
6. Зачем нужны верхние граничные условия?
7. Дайте определение луча в однородной среде.
8. Какими величинами характеризуется лучевое монохроматическое поле в однородной среде?
9. Сформулируйте законы ГО для взаимодействия лучей с границей раздела однородных сред
10. При падении на плоскую границу двух сред луч частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отражённый луч перпендикулярен к преломленному лучу?
11. Доказать, что если световой луч проходит несколько сред, разделённых плоскопараллельными границами, то направление выходящего луча зависит только от направления входящего луча и от показателей преломления первой и последней сред.
12. Определить, насколько плоскопараллельная стеклянная пластинка толщины  $d = 10$  см смещает в сторону луч света, падающий на неё под углом  $\varphi = 70^\circ$ . Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ .
13. Электромагнитный луч падает на однородный шар с показателем преломления  $n$ . Может ли преломленный луч испытывать полное внутренне отражение внутри шара?
14. Составить уравнение плоской волны, нормаль к которой параллельна единичному вектору  $\mathbf{n} = (\alpha, \beta, \gamma)$ . Какой вид принимает это уравнение для монохроматической волны?

15. При каких допущениях уравнение для вектора напряженности электрического поля в неоднородной среде может быть сведено к скалярному уравнению Гельмгольца?
16. Поясните определения волнового (фазового) фронта и лучей в неоднородной среде.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Зависят ли сторонние токи от электромагнитного поля

Ответы:

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

Верный ответ: 2. Не зависят

2. По какому признаку почвы делятся на проводники и диэлектрики

Ответы:

- 1) по частоте электромагнитной волны 2) по фазе электромагнитной волны 3) по амплитуде электромагнитной волны

Верный ответ: 1) по частоте электромагнитной волны

3. Рефракция радиоволн в тропосфере - это

Ответы:

- 1) искривление траектории луча из-за изменения показателя преломления тропосферы с расстоянием 2) выпрямления траектории луча из-за изменения показателя преломления тропосферы с расстоянием 3) искривление траектории луча из-за постоянства показателя преломления тропосферы с расстоянием

Верный ответ: 1) искривление траектории луча из-за изменения показателя преломления тропосферы с расстоянием

4. При распространении радиоволны в ионосфере в направлении, совпадающем с направлением силовых линий постоянного магнитного поля Земли, наблюдается эффект

Ответы:

- 1) Максвелла 2) Герца 3) Фарадея

Верный ответ: 3) Фарадея

5. Как изменится мощность в приёмной части радиолинии при увеличении коэффициента усиления передающей антенны

Ответы:

- 1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится

Верный ответ: 1) Увеличится

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства и подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, реализующих требуемые алгоритмы обработки

### Вопросы, задания

1. Вывести из уравнения Максвелла уравнение Гельмгольца.
2. Получить формулу параболического уравнения из уравнения Гельмгольца в параксиальном приближении.
3. Записать алгоритм решения параболического уравнения с применением метода быстрого преобразования Фурье.
4. Дайте вывод уравнения эйконала и переноса, используя представление скалярного поля в виде асимптотического ряда.
5. Дайте вывод уравнений лучей методом характеристик.
6. Поясните, как определяется фаза поля вдоль луча при интегрировании уравнения эйконала на основе метода характеристик?
7. На примере дифракции плоской волны на идеально проводящей полуплоскости поясните структуру дифракционного поля и области неприменимости неравномерной ГТД.

8. На примере падения плоской волны на отверстие в идеально проводящем экране объясните решение задачи дифракции методом ГТД и структуру дифракционного поля.
9. Поясните структуру дифракционного поля в приближении ГТД.
10. Поясните принцип Гюйгенса. Как строится огибающая семейства сферических волн, излучаемых виртуальными источниками с фронта движущейся волны?
11. Изложите вывод интеграла Кирхгофа для скалярных полей. Какие уточнения дает интеграл Кирхгофа по сравнению с интегралом Френеля.
12. Поясните формулировку метода ФО, данную Френелем. Какие уточнения внес Френель? Какие допущения Френеля были необоснованными?
13. Слева на идеально проводящую пластину падает плоская электромагнитная волна. Вектор  $\mathbf{E}$  падающей волны перпендикулярен плоскости листа. Нужно найти поле в точке наблюдения, расположенной справа от пластины, используя интеграл Кирхгофа. Ввести прямоугольную систему координат, связанную с пластиной. Построить поверхность, по которой нужно провести интегрирование и задать приближенное значение поля в интеграле Кирхгофа на этой поверхности для заданного падающего поля.
14. Слева на идеально проводящий цилиндр падает плоская электромагнитная волна. Вектор  $\mathbf{E}$  волны перпендикулярен плоскости листа. Ввести систему координат, связанную с цилиндром. Нужно найти поле в точке наблюдения, расположенной справа от цилиндра, используя интеграл Кирхгофа. Построить поверхность, по которой нужно провести интегрирование и задать приближенное значение поля в интеграле Кирхгофа на этой поверхности для заданного падающего поля.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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  $S$

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

Ответы:

1. 1. Перпендикулярно поверхности электрического тока
  2. Параллельно поверхности электрического тока с тем же направлением
  3. Параллельно поверхности электрического тока с противоположным направлением
  4. Параллельно поверхности магнитного тока с противоположным направлением
- Верный ответ: 3. Параллельно поверхности электрического тока с противоположным направлением

3. 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)

4. 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  $1/r$

5. В дальней зоне поле

Ответы:

1. Имеет вид плоской волны
2. Сферической волны
3. Цилиндрической волны

Верный ответ: 2. Сферической волны

6. Область пространства, существенная для распространения радиоволн, это

Ответы:

- 1) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена малая часть передаваемой мощности
- 2) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена основная часть передаваемой мощности
- 3) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена половина передаваемой мощности

Верный ответ: 2) область между передатчиком и приёмником, в которой сосредоточена основная часть передаваемой мощности

7. 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

## **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: 50*

*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».