

**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: Радиоэлектронные системы и комплексы**

**Уровень образования: высшее образование - специалитет**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Распространение радиоволн**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

(подпись)

А.А. Комаров

(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-SizyakovaAY-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

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

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

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа «Распространение радиоволн в тропосфере» (Контрольная работа)

2. Тест «Особенности РРВ на космических радиоприемах» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)

2. Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)

3. Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	12	14	15	16
Общие вопросы распространения радиоволн							

Общие вопросы распространения радиоволн	+	+				
Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли						
Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли	+	+				
Структура атмосферы Земли. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн						
Структура атмосферы Земли. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн			+	+	+	+
Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн						
Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн				+	+	+
Спутниковые линии связи						
Спутниковые линии связи				+	+	+
Вес КМ:	16	16	16	16	16	20

\$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 уравнения электромагнитного поля и методы их использования при расчетах простейших структур для изучения электромагнитных волн, условия распространения электромагнитных волн в различных средах	Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум) Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
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 математического моделирования радиолиний различных видов по типовым методикам	Контрольная работа «Распространение радиоволн в тропосфере» (Контрольная работа) Тест «Особенности РРВ на космических радиолиниях» (Тестирование) Защита расчётного задания (Расчетно-графическая работа)
ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Умеет выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента), обрабатывать результаты	Уметь: обрабатывать экспериментальные данные с использованием современных технологий	Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)

	эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных		
--	--	--	--

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

### КМ-1. Защита лабораторной работы №1

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка выполнения подготовки к лабораторной работе. Устный опрос.

#### Краткое содержание задания:

Проверить понимание особенностей распространения радиоволн в свободном пространстве

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные уравнения электромагнитного поля и методы их использования при расчетах простейших структур для изучения электромагнитных волн, условия распространения электромагнитных волн в различных средах</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Покажите, какая область фронта волны является существенной при распространении радиоволн.</li><li>2. Как классифицируются трассы, имеющие на пути одиночное клиновидное препятствие, и каким методом рассчитывается напряженность поля на такой трассе?</li><li>3. Как изменится величина напряженности поля за клиновидным препятствием на открытой и закрытой трассах при изменении длины волны?</li><li>4. Изобразите схемы распространения радиоволн на трассе с «усиливающим» препятствием. Поясните явление «усиления» напряженности поля за препятствием.</li><li>5. Какими методами рассчитывается напряженность поля на трассе с пологими препятствиями?</li><li>6. Получите формулу, определяющую радиусы зон Френеля</li><li>7. Докажите, что область пространства, существенная при распространении радиоволн, представляет собой эллипсоид вращения.</li><li>8. Получите формулы, определяющие зависимость напряженности поля и мощности в приемной антенне от протяженности трассы и параметров передающего устройства.</li><li>9. Диаграмма направленности излучателя описывается выражением <math>F(\theta, \varphi) = \sin(\theta)(1 + \cos(2\varphi))/2</math> Построить сечение ДН в плоскости XOY в полярной системе координат. Вычислить КНД излучателя.</li><li>10. Космическая линия связи имеет протяженность 350 км. Мощность передатчика 100 Вт, длина волны 5 см. Передающая и приёмная антенны идентичны и представляют собой параболические зеркала с эффективной площадью 0.4 м<sup>2</sup>. Определить</li></ol>
---	--

	<p>мощность, поступающую на вход приёмника.</p> <p>11. Как изменится дальность действия радиолокационной станции, работающей с целями, эффективная площадь рассеяния которых <math>5 \text{ м}^2</math>, на длине волны 3 см при увеличении диаметра зеркала антенны с 12 м до 18 м? Чувствительность приёмника <math>5 \cdot 10^{-16} \text{ Вт}</math>. Мощность передатчика 30 Вт. КПД антенны 0.75.</p> <p>12. Эксперимент показал, что напряжённость электрического поля в точке приёма на радиотрассе протяжённостью 3 км с препятствием в виде протяжённого здания высотой 30 м не зависит от частоты. На каком расстоянии от передающей антенны расположено препятствие, если высоты передающей и приёмной антенн 35 м и 25 м?</p> <p>13. Диаграмма направленности излучателя описывается выражением <math>F(\theta, \varphi) = \cos(2\theta)(1 + \cos(\varphi))/2</math></p> <p>Построить сечение ДН в плоскости XOY в полярной системе координат. Вычислить КНД излучателя.</p> <p>14. Рассчитать напряжённость электрического поля, создаваемую сотовым телефоном на расстоянии 2 км при КПД антенны 0.6 и мощности на входе антенны 0.1 Вт. Антенной является элементарный электрический излучатель.</p> <p>15. Определите чувствительность приёмника радиолокационной станции, работающей с целями, эффективная площадь рассеяния которых не менее <math>2 \text{ м}^2</math>, на расстояниях 15 км, на длине волны 3 см. Приём и передача осуществляются на одну и ту же антенну, коэффициент направленного действия которой равен 1000. Мощность передатчика 10 Вт.</p> <p>16. При какой высоте строения, расположенного на расстоянии 400 м от передающей антенны, множитель ослабления <math>V &gt; 1.1</math>? Общая протяжённость трассы 1 км, длина волны 8 см. Высоты передающей и приёмной антенн 40 м и 30 м.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*



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

## КМ-2. Защита лабораторной работы №2

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка выполнения подготовки к лабораторной работе. Устный опрос.

### Краткое содержание задания:

Проверить понимание особенностей распространения радиоволн вблизи поверхности Земли

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные уравнения электромагнитного поля и методы их использования при расчетах простейших структур для изучения электромагнитных волн, условия распространения электромагнитных волн в различных средах</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. По какому признаку почвы делятся на проводники и диэлектрики</li><li>2. Какие строгие и приближенные граничные условия выполняются на границе раздела воздух – земля</li><li>3. В каких случаях можно пользоваться упрощенной формулой Введенского</li><li>4. Как влияют мелкие неровности поверхности на диаграмму направленности излучателя, поднятого над поверхностью Земли</li><li>5. Что такое расстояние прямой видимости?</li><li>6. Каким образом учитывается влияние сферичности поверхности Земли при использовании интерференционной формулы</li><li>7. При каких расстояниях между антеннами поверхность земли можно считать плоской, если приемная и передающая антенны подняты на высоту 4 м и 28 м</li><li>8. Для каких углов падения можно считать поверхность земли ровной, если высота неровностей 8 см, длина падающей волны 8 см</li><li>9. Постройте диаграмму направленности горизонтального электрического вибратора, расположенного на высоте <math>h = 8</math> м над идеально проводящей плоскостью в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота <math>f = 150</math> МГц. Определите положения максимумов и минимумов поля.</li><li>10. Постройте диаграмму направленности горизонтального электрического вибратора, расположенного на высоте <math>h = 8</math> м над диэлектрическим полупространством с проницаемостью 4 в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота <math>f = 150</math> МГц. Определите положения максимумов и минимумов поля.</li><li>11. Постройте диаграмму направленности вертикального электрического вибратора,</li></ol>
---	--

	<p>расположенного на высоте <math>h = 8</math> м над идеально проводящей плоскостью в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота <math>f = 150</math> МГц. Определите положения максимумов и минимумов поля.</p> <p>12. Постройте диаграмму направленности вертикального электрического вибратора, расположенного на высоте <math>h = 8</math> м над диэлектрическим полупространством с проницаемостью 4 в декартовой и полярной системах координат. Рабочая частота <math>f = 150</math> МГц. Определите положения максимумов и минимумов поля.</p> <p>13. Объясните роль зон Френеля в формировании отраженного луча</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-3. Защита лабораторной работы №3**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка выполнения подготовки к лабораторной работе. Устный опрос.

**Краткое содержание задания:**

Проверить понимание особенностей распространения радиоволн в ионосфере

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: обрабатывать экспериментальные данные с использованием современных технологий</p>	<p>1. Рассчитайте протяженность «зоны молчания», если <math>N_{\text{эmax}} = 9 \times 10^4 \text{ эл/см}^3</math>, <math>h_{\text{max}} = 300</math> км, <math>f = 4</math> МГц</p> <p>2. В диапазоне каких углов падения на нижний слой ионосферы будет происходить отражение радиоволны частоты <math>f = 16</math> МГц, если <math>N_{\text{эmax}} = 10^5 \text{ эл/см}^3</math>, <math>h_{\text{max}} = 400</math> км? Чему равен при этих условиях критический угол</p> <p>3. Подсчитайте <math>N_{\text{эmax}}</math> ионосферного слоя, если максимальная частота волны, отражающейся при падении на слой под углом <math>\theta_0 = 0</math>, равна <math>f = 11</math> МГц</p>
---	--

	<p>4.Изобразите характер траектории радиоволн частотой 5, 15 и 30 МГц , падающих под углом <math>60^\circ</math> на ионосферный слой ,максимальная электронная плотность которого <math>N_{эmax} = 10^6</math> эл/см<sup>3</sup></p> <p>5.Определите максимально применимую частоту для наземной КВ радиолинии, если ее протяженность <math>r = 1000</math> км, <math>N_{эmax} = 6 \times 10^6</math> эл/ см<sup>3</sup>, высота слоя, от которого происходит отражение <math>h = 300</math> км</p> <p>6.Изобразите высотно-частотную характеристику ионосферы и поясните понятие действующей высоты слоя и критической частоты</p> <p>7.Какие параметры ионосферы измеряются наземными станциями и станциями, размещенными на спутниках</p> <p>8.Поясните процесс отражения радиоволн от ионосферы</p> <p>9.Как определяются фазовая и групповая скорости радиоволн в ионосфере</p> <p>10.Какие явления наблюдаются при распространении радиоволн в направлении, перпендикулярном к силовым линиям постоянного магнитного поля Земли</p> <p>11.Какие явления наблюдаются при распространении радиоволн в направлении, совпадающем с направлением силовых линий постоянного магнитного поля Земли</p> <p>12.От каких параметров зависит проводимость и диэлектрическая проницаемость ионизированного газа</p> <p>13.Изобразите график изменения электронной плотности ионосферы с высотой для дня и ночи и поясните его</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-4. Контрольная работа «Распространение радиоволн в тропосфере»**

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

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа по билетам проводится на практическом задании

**Краткое содержание задания:**

Проверить понимание особенностей распространения радиоволн в тропосфере

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: применять методы математического моделирования радиолиний различных видов по типовым методикам</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Какому виду рефракции в тропосфере соответствует величина <math>dn/dh = 5 \cdot 10^{-5} \text{ км}^{-1}</math>? Изобразите траекторию скользящего луча, рассчитав радиус его кривизны. Рассчитайте также радиус эквивалентной модели Земли и постройте траекторию луча для этой математической модели</li><li>2. Какому виду рефракции в тропосфере соответствует величина <math>dn/dh = -4 \cdot 10^{-5} \text{ км}^{-1}</math>? Изобразите траекторию скользящего луча, рассчитав радиус его кривизны. Рассчитайте также радиус эквивалентной модели Земли и постройте траекторию луча для этой математической модели.</li><li>3. Какому виду рефракции в тропосфере соответствует величина <math>dn/dh = -20 \cdot 10^{-5} \text{ км}^{-1}</math>? Изобразите траекторию скользящего луча, рассчитав радиус его кривизны. Рассчитайте также радиус эквивалентной модели Земли и постройте траекторию луча для этой математической модели.</li><li>4. Сравните протяженность расстояния прямой видимости при отсутствии рефракции и при условии нормальной тропосферной рефракции.</li><li>5. Какому виду рефракции в тропосфере соответствует величина <math>dn/dh = 15,7 \cdot 10^{-5} \text{ км}^{-1}</math>? Изобразите траекторию скользящего луча, рассчитав радиус его кривизны. Рассчитайте также радиус эквивалентной модели земли и постройте траекторию луча для этой математической модели</li><li>6. Чем вызвано поглощение в гидрометеорах, от каких параметров оно зависит</li><li>7. Чем вызвано селективное поглощение в тропосфере и от каких параметров оно зависит</li><li>8. Изобразите график зависимости показателя преломления с высотой для «нормальной тропосферы»</li><li>9. Поясните понятие «нормальной тропосферы». Каковы ее параметры? Присуща ли нормальной тропосфере рефракция</li><li>10. Каков химический состав тропосферы? От чего зависит величина относительной диэлектрической проницаемости в тропосфере. Чему она примерно равна? Чему равна относительная удельная проводимость</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

### **КМ-5. Тест «Особенности РРВ на космических радиолиниях»**

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

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На лекции по вариантам выдаётся тест

#### **Краткое содержание задания:**

Проверить знания по особенностям распространения радиоволн на спутниковых линиях связи

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять методы математического моделирования радиолиний различных видов по типовым методикам	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Классифицируйте орбиты космических аппаратов по высоте над уровнем моря</li><li>2.Из каких соображений выбирается несущая частота и рабочая полоса частот спутниковой линии связи</li><li>3.Какое влияние ионосфера оказывает на работу спутниковой линии связи</li><li>4.Какие факторы влияют на выбор поляризации спутниковой линии связи</li><li>5.Классифицируйте орбиты космических аппаратов по величине наклона угла между экваториальной и орбитальной плоскостями</li></ol>
---	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

## КМ-6. Защита расчётного задания

**Формы реализации:** Письменная работа

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В начале семестра студентам выдаётся задание на расчёт радиолинии, которое состоит из нескольких этапов: прикидочный расчёт, модель ионосферы, построение траекторий распространения радиоволн, анализ работы линии. В течение семестра студенты сдают каждый этап работы

**Краткое содержание задания:**

Расчёт параметров линий дальней радиосвязи и анализ работы линии

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: применять методы математического моделирования радиолиний различных видов по типовым методикам</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Из анализа высотно-частотной характеристики (ионограммы) установлено, что критическая частота слоя E равна 3 МГц, а слоя F – 9 МГц. Высоты этих слоев – 120 км и 350 км соответственно. Расстояние между передающим и приемным центрами – 2000 км. Как выбрать рабочую частоту (указать допустимый диапазон частот), чтобы обеспечить отсутствие интерференционных замираний?</li><li>2. При каких углах падения на нижнюю границу ионосферу <math>\theta_1 = 30^\circ</math>, <math>\theta_2 = 45^\circ</math>, <math>\theta_3 = 60^\circ</math> произойдет отражение от ионосферы радиоволны с частотой <math>f = 10</math> МГц, если величина максимума электронной концентрации составляет <math>4,9 \cdot 10^5 \text{ Эл/см}^3</math></li><li>3. Определить протяженность зоны молчания для радиоволн частоты 12 МГц, если высота максимума электронной концентрации равна 250 км, а величина максимума электронной концентрации составляет <math>3,6 \cdot 10^5 \text{ Эл/см}^3</math></li><li>4. Отразятся ли от ионосферы радиоволны с частотами <math>f_1 = 6</math> МГц, <math>f_2 = 12</math> МГц, <math>f_3 = 18</math> МГц, если угол падения на нижнюю границу ионосферы равен <math>60^\circ</math>, а величина максимума электронной концентрации составляет <math>4,9 \cdot 10^5 \text{ Эл/см}^3</math></li><li>5. Что такое волновое расписание?</li><li>6. Каковы основные положения метода расчета напряженности поля?</li><li>7. Поясните смысл МПЧ, НПЧ, ОРЧ. Из каких условий выбираются эти частоты?</li><li>8. Каковы причины замираний на декаметровых радиолиниях, и какие меры позволяют повысить устойчивость приема?</li><li>9. Перечислите основные достоинства и недостатки линий радиосвязи на декаметровых волнах</li><li>10. Каким образом можно измерить полное электронное содержание двухчастотным методом?</li></ol>
--	--

**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

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам устно

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

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

#### Вопросы, задания

- 1.Строение элементарного электрического излучателя. Понятие дальней зоны. Диаграмма направленности излучателя. Вычислите коэффициент направленного действия элементарного электрического излучателя
- 2.Затухание электромагнитного поля в тропосфере Земли
- 3.Тропосфера. Электрические параметры тропосферы. Методы измерения диэлектрической проницаемости тропосферы Земли
- 4.Электромагнитные параметры ионосферы без учёта влияния магнитного поля Земли
- 5.Строение атмосферы Земли. Ионосфера. Причины образования ионосферы. Слоистая структура ионосферы
- 6.Влияние поверхности Земли на распространение радиоволн. Расстояние прямой видимости. Модели радиолиний. Область пространства, существенная при отражении.
- 7.Область пространства, существенная при распространении радиоволн. Зоны Френеля

#### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.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
- 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



**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. Расстояние прямой видимости в неоднородной тропосфере. Эквивалентный радиус Земли
2. Рефракция радиоволн в тропосфере. Уравнение луча в неоднородной сферически слоистой тропосфере. Радиус кривизны лучей в тропосфере (без вывода)
3. Закон секанса. Траектории лучей в ионосфере. Зона молчания. Максимальная применимая частота, наименьшая применимая частота
4. Отражение и преломление радиоволн в ионосфере без учёта влияния магнитного поля Земли
5. Учёт сферичности поверхности Земли при анализе распространения радиоволн
6. Радиолиния с переотражением. Получите основное уравнение радиолинии. Потери радиолинии. Основные потери
7. Радиолиния с непосредственной передачей энергии. Получите основное уравнение радиолинии. Потери радиолинии. Основные потери
8. Строение элементарного магнитного излучателя. Понятие дальней зоны. Диаграмма направленности излучателя. Вычислите коэффициент направленного действия элементарного магнитного излучателя

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как изменится мощность в приёмной части радиолинии при увеличении расстояния между передающей и приёмной частями  
Ответы:  
1) Увеличится 2) Уменьшится 3) Не изменится  
Верный ответ: 2) Уменьшится
2. 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
3. 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

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

### Вопросы, задания

1. Тропосферная рефракция: отрицательная, положительная, критическая, сверхкритическая. Траектории лучей при использовании эквивалентного радиуса Земли
2. Поперечное распространение радиоволн в ионосфере с учётом влияния магнитного поля Земли. Обыкновенная и необыкновенная волны (запишите основные уравнения и поясните ход решения)

3. Продольное распространение радиоволн в ионосфере с учётом влияния магнитного поля Земли. Эффект Фарадея (запишите основные уравнения и поясните ход решения)
4. Электромагнитные параметры ионосферы с учётом влияния магнитного поля Земли (запишите основные уравнения и поясните ход решения)
5. Макроскопическое описание среды с точки зрения электродинамики: проводники, диэлектрики, полупроводники. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Граничные частота и длина волны
6. Спутниковые линии связи. Классификация орбит космических аппаратов
7. Спутниковые радионавигационные системы. Основные требования. Задачи. Определение местоположения пользователя. Проблема синхронизации

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. 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
2. Какие параметры ионосферы измеряются наземными ионосферными станциями  
 Ответы:  
 1) частота слоя и минимальная концентрация электронов в слое 2) протяжённость слоя и средняя концентрация электронов в слое 3) высота слоя и максимальная концентрация электронов в слое  
 Верный ответ: 3) высота слоя и максимальная концентрация электронов в слое
3. Причины формирования ионосферы Земли  
 Ответы:  
 1) парниковый эффект 2) ультрафиолетовое излучение Солнца 3) из-за магнитного поля Земли  
 Верный ответ: 2) ультрафиолетовое излучение Солнца
4. Какие факторы влияют на выбор поляризации спутниковой линии связи  
 Ответы:  
 1) затухание радиоволны в тропосфере 2) искривление траектории луча в ионосфере 3) поворот плоскости поляризации в ионосфере  
 Верный ответ: 3) поворот плоскости поляризации в ионосфере

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*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: 75*

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