

**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 радиоперелиниях» (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	6
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 <math>0.4 \text{ м}^2</math>. 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 ХОУ 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_{эmax} = 9 \times 10^4</math> эл/см<sup>3</sup>, <math>h_{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_{эmax} = 10^5</math> эл/см<sup>3</sup>, <math>h_{max} = 400</math> км? Чему равен при этих условиях критический угол</p> <p>3. Подсчитайте <math>N_{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. Затухание электромагнитного поля в тропосфере Земли
2. Тропосфера. Электрические параметры тропосферы. Методы измерения диэлектрической проницаемости тропосферы Земли
3. Электромагнитные параметры ионосферы без учёта влияния магнитного поля Земли
4. Строение атмосферы Земли. Ионосфера. Причины образования ионосферы. Слоистая структура ионосферы
5. Влияние поверхности Земли на распространение радиоволн. Расстояние прямой видимости. Модели радиолиний. Область пространства, существенная при отражении.
6. Строение элементарного магнитного излучателя. Понятие дальней зоны. Диаграмма направленности излучателя. Вычислите коэффициент направленного действия элементарного магнитного излучателя

#### 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.Строение элементарного электрического излучателя. Понятие дальней зоны. Диаграмма направленности излучателя. Вычислите коэффициент направленного действия элементарного электрического излучателя
- 2.Закон секанса. Траектории лучей в ионосфере. Зона молчания. Максимальная применимая частота, наименьшая применимая частота
- 3.Отражение и преломление радиоволн в ионосфере без учёта влияния магнитного поля Земли

### 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.Электромагнитные параметры ионосферы с учётом влияния магнитного поля Земли (запишите основные уравнения и поясните ход решения)
- 2.Макроскопическое описание среды с точки зрения электродинамики: проводники, диэлектрики, полупроводники. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Граничные частота и длина волны

### 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 задания:* 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 задания:* 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 задания:* 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.