МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Самостоятельная работа	54	54	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 5 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 34142

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Профессор каф. РТС _____ Н. П. Красненко

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Ст. преподаватель каф. РТС _____ Д. О. Ноздреватых

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 34142

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Распространение радиоволн» (РР) Б1.Б.21 относится к блоку 1 (базовая часть) профессионального цикла обязательных дисциплин для подготовки специалистов по специальности 11.05.01 - «Радиоэлектронные системы и комплексы».

Целью курса РР является освоение студентами закономерностей распространения радиоволн в различных средах.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение закономерностей распространения электромагнитных волн в открытом пространстве и методов расчета их характеристик.

– Формирование способности выполнять исследования новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиоэлектронных систем и устройств

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Распространение радиоволн» (Б1.Б.21) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-12 способностью выполнять исследования новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиоэлектронных систем и устройств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Основные математические модели электромагнитных волновых процессов, а также модели сред, условия распространения электромагнитных волн в различных средах.

– **уметь** Рассчитывать и анализировать характеристики электромагнитных волн, учитывать условия их распространения в различных средах, влияние параметров среды.

– **владеть** Навыками решения базовых задач по распространению электромагнитных волн в различных средах; способностью выполнять исследования новых процессов и явлений в области распространения электромагнитных волн, позволяющих повысить эффективность радиоэлектронных систем и устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Проработка лекционного материала	37	37
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	17
Всего (без экзамена)	108	108

Согласована на портале № 34142

Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					
1 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	36	0	37	73	ОПК-5, ПК-12
2 Практические занятия	0	18	17	35	ОПК-5, ПК-12
Итого за семестр	36	18	54	108	
Итого	36	18	54	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	1. Общие вопросы распространения радиоволн.2. Распространение радиоволн в свободном пространстве.3. Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли.4. Тропосферное распространение радиоволн.5. Ионосферное распространение радиоволн.6. Уравнения, описывающие распространение радиоволн.7. Модели и методы расчета радиотрасс.8. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.	36	ОПК-5, ПК-12
	Итого	36	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 34142

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин	
	1	2
Предшествующие дисциплины		
1 Электродинамика	+	+
Последующие дисциплины		
1 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Тест
ПК-12	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Практические занятия	1. Общие вопросы распространения радиоволн. 2. Распространение радиоволн в свободном про-	18	ОПК-5, ПК-12

Согласована на портале № 34142

	странстве. 3. Распространение радиоволн вблизи поверхности Земли. 4. Тропосферное распространение радиоволн. 5. Ионосферное распространение радиоволн. 6. Уравнения, описывающие распространение радиоволн. 7. Модели и методы расчета радиотрасс. 8. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.		
	Итого	18	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Проработка лекционного материала	37	ОПК-5, ПК-12	Тест
	Итого	37		
2 Практические занятия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	ОПК-5, ПК-12	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Проверка контрольных работ, Тест
	Итого	17		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	13	13	14	40
Домашнее задание	2	2	2	6
Зачет	10	10	10	30
Контрольная работа	2	2	2	6

Согласована на портале № 34142

Опрос на занятиях	2	2	2	6
Проверка контрольных работ	2	2	2	6
Тест	2	2	2	6
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Петров, Борис Михайлович. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. . - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 558[2] с. : ил. - (Учебник) (Специальность для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 547-550. - Предм. указ.: с. 551-553 [100 экз.] (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

2. Распространение радиоволн: Учебное пособие / Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2012. 165 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/751 (дата обращения: 25.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Распространение радиоволн: Учебное пособие / А.Е. Мандель, В.А. Замотринский. - Томск: ТУСУР, 2006. - 163 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 57 экз.)

Согласована на портале № 34142

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 11.03.02 (210700.62) «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 11.03.01 (210400.62) «Радиотехника» и специальности 11.05.01 (210601.65) «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Мандель А. Е., Боков Л. А., Соколова Ж. М., Шангина Л. И. - 2014. 185 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4876 (дата обращения: 25.06.2018).
2. Электромагнитные поля и волны: Сборник тестовых задач и вопросов / Мандель А. Е., Соколова Ж. М., Шангина Л. И. - 2013. 375 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3714 (дата обращения: 25.06.2018).
3. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов направления подготовки 210400.62 – «Радиотехника» / Мандель А. Е., Шарангович С. Н. - 2014. 51 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4883 (дата обращения: 25.06.2018).
4. Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений / Боков Л. А., Мандель А. Е., Шангина Л. И., Соколова Ж. М. - 2013. 271 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3697 (дата обращения: 25.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения кур-

Согласована на портале № 34142

совых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста

Согласована на портале № 34142

на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

Ответить на вопросы:

1. Какие эффекты действуют на распространяющуюся радиоволну в свободном пространстве? Ответы: Поглощение излучения / Рассеяние излучения / Рефракция излучения / Дифракция излучения / Расходимость излучения.

2. От чего зависит энергетика радиоволны в свободном пространстве на заданном удалении от источника? Ответы: От ослабления радиоволны по трассе / От мощности источника / От направления распространения.

3. Что собой представляет фазовый фронт радиоволны? Ответы: Поверхность одинаковых фаз / Направление распространения.

4. Какой фазовый фронт у точечного источника? Ответы: Плоский / Сферический / Цилиндрический.

5. Какой фазовый фронт у направленного источника? Ответы: Плоский / Сферический / Цилиндрический.

6. Волны каких диапазонов распространяются как прямые на расстояниях прямой видимости? Ответы: Сверхдлинные / Длинные / Средние / Короткие / Ультракороткие / Оптические / Все.

7. Что влияет на распространение радиоволн над земной поверхностью? Ответы: Поглощение / Рассеяние / Интерференция / Рефракция / Дифракция / Земная поверхность / Всё.

8. Какая основная особенность происходит с электромагнитной волной при распространении в непосредственной близости от поверхности Земли? Ответы: Ослабляется / Рассеивается / Дифрагирует / Меняется поляризация.

9. По какой формуле рассчитывать поле земной волны в пределах прямой видимости? Ответы: Интерференционная формула / Формула Шулейкина – Ван дер Поля / Формула Фока.

10. Почему Г-образная антенна обладает направленными свойствами? Ответы: За счет конструктивных особенностей / За счет свойств принимаемого электромагнитного излучения / За счет влияния атмосферы.

11. Каким путем эффективнее улучшить обнаруживаемость низколетящих целей наземной РЛС? Ответы: Увеличить мощность излучения / Увеличить высоту антенны \ Улучшить направленность антенны.

12. Что характеризует свойства тропосферы? Ответы: Диэлектрическая проницаемость / Проводимость / Всё.

13. В чем особенность распространения радиоволн в тропосфере? Ответы: Происходит рассеяние радиоволн / Происходит рефракция радиоволн / Возникает многолучевость / Во всём.

14. На чем в основном происходит рассеяние радиоволн СВЧ диапазона в тропосфере? Ответы: На турбулентности / На гидрометеорах / На молекулах газов.

15. Какой характер имеет радиоволна при тропосферном распространении? Ответы: Детерминированный / Случайный.

16. Для чего используются свойства избирательности принимаемого излучения? Ответы: Для приема сигналов определенного вида / Для приема сигналов определенной частоты / Для приема сигналов с определенного направления / Для улучшения качества приема.

17. Какие радиоволны могут использоваться для связи с космическими объектами с Земли? Ответы: Сверхдлинные волны / Длинные волны / Средние волны / Короткие волны / УКВ диапазона / Все.

Согласована на портале № 34142

18. Что характеризует свойства ионосферы, как среды распространения радиоволн? Ответы: Диэлектрическая проницаемость / Проводимость / Электронная концентрация / Магнитное поле Земли / Всё.

19. Критическая частота ионосферы это? Ответы: Максимальная частота радиоволны, которая отражается обратно при вертикальном излучении / Максимальная частота радиоволны, которая отражается при наклонном излучении.

20. Какая ионосфера среда? Ответы: Однородная / Неоднородная / Изотропная / Анизотропная.

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Классификация радиоволн по частотному диапазону и способу распространения.

Классификация радиолиний.

Понятия множителя ослабления радиоволн.

Влияние земной поверхности на распространение радиоволн и уравнения для определения их характеристик..

Строение тропосферы и её параметры.

Влияние тропосферы на распространение радиоволн и расчет их характеристик.

Строение и параметры ионосферы.

Влияние ионосферы на распространение радиоволн и расчет их характеристик.

14.1.3. Темы домашних заданий

Провести разбор параболического волнового уравнения для вычисления характеристик распространяющейся электромагнитной волны. Сформулировать условия его применимости. Определить методы решения.

14.1.4. Зачёт

1. Классификация радиолиний.

Способы распространения радиоволн.

2. Классификация электромагнитных волн. Диапазоны частот.

Энергетика радиолинии.

3. Распространение земных волн. Электрические параметры подстилающей земной поверхности.

4. Распространение радиоволн над плоской земной поверхностью при поднятых антеннах, интерференционная формула.

5. Распространение радиоволн над плоской поверхностью Земли. Влияние диаграммы направленности антенны. Учет кривизны Земли.

6. Распространение радиоволн при низкорасположенных антеннах. Приближенные граничные условия Леонтовича.

7. Распространение радиоволн при расположении антенн непосредственно у границы раздела. Формула Шулейкина – Ван-дер–Поля.

8. Дифракция радиоволн над сферической земной поверхностью. Одночленная дифракционная формула.

9. Характеристики показателя преломления тропосферы, стандартная тропосфера. Радиус кривизны луча, тропосферная рефракция, эквивалентный радиус Земли.

10. Типы тропосферных волноводов, условия их возникновения. Характеристики поля в волноводе.

11. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Вероятностные характеристики поля: множитель ослабления, законы распределения огибающей и фазы, интервалы временной, пространственной и частотной корреляции. Разнесенный прием.

12. Поглощение радиоволн в тропосфере.

13. Строение ионосферы, ее характеристики и распространение в ней радиоволн.

14. Электрические характеристики ионосферы, диэлектрическая проницаемость. Влияние ионосферы на распространение радиоволн.

15. Характеристики распространения вертикального и наклонного лучей в ионосфере. Влияние магнитного поля Земли.

Согласована на портале № 34142

16. Методы исследования характеристик ионосферы. Ионосферные слои, их суточные и сезонные вариации.

17. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.

18. Распространение длинных, средних, коротких волн.

19. Распространение УКВ и радиоволн миллиметрового диапазона в атмосфере.

20. Энергетика радиолинии. Описание плоских и сферических волн.

21. Характеристики поля в свободном пространстве. Интерференция волн над плоской земной поверхностью.

22. Распространение радиоволн над сферической земной поверхностью. Рефракция радиоволн в тропосфере.

Ответить на следующие вопросы::

1. Классификация радиолиний.

Способы распространения радиоволн.

2. Классификация электромагнитных волн. Диапазоны частот.

Энергетика радиолинии.

3. Распространение земных волн. Электрические параметры подстилающей земной поверхности.

4. Распространение радиоволн над плоской земной поверхностью при поднятых антеннах, интерференционная формула.

5. Распространение радиоволн над плоской поверхностью Земли. Влияние диаграммы направленности антенны. Учет кривизны Земли.

6. Распространение радиоволн при низкорасположенных антеннах. Приближенные граничные условия Леонтовича.

7. Распространение радиоволн при расположении антенн непосредственно у границы раздела. Формула Шулейкина – Ван-дер–Поля.

8. Дифракция радиоволн над сферической земной поверхностью. Одночленная дифракционная формула.

9. Характеристики показателя преломления тропосферы, стандартная тропосфера. Радиус кривизны луча, тропосферная рефракция, эквивалентный радиус Земли.

10. Типы тропосферных волноводов, условия их возникновения. Характеристики поля в волноводе.

11. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Вероятностные характеристики поля: множитель ослабления, законы распределения огибающей и фазы, интервалы временной, пространственной и частотной корреляции. Разнесенный прием.

12. Поглощение радиоволн в тропосфере.

13. Строение ионосферы, ее характеристики и распространение в ней радиоволн.

14. Электрические характеристики ионосферы, диэлектрическая проницаемость. Влияние ионосферы на распространение радиоволн.

15. Характеристики распространения вертикального и наклонного лучей в ионосфере. Влияние магнитного поля Земли.

16. Методы исследования характеристик ионосферы. Ионосферные слои, их суточные и сезонные вариации.

17. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.

18. Распространение длинных, средних, коротких волн.

19. Распространение УКВ и радиоволн миллиметрового диапазона в атмосфере.

20. Энергетика радиолинии. Описание плоских и сферических волн.

21. Характеристики поля в свободном пространстве. Интерференция волн над плоской земной поверхностью.

22. Распространение радиоволн над сферической земной поверхностью. Рефракция радиоволн в тропосфере.

14.1.5. Темы докладов

Описание моделей и методов расчета различных радиолиний:

В заданном конкретном задании дать описание физических моделей и математических ме-

Согласована на портале № 34142

тодов расчета характеристик радиоволн для различных трасс распространения земных, тропосферных и ионосферных волн.

14.1.6. Темы контрольных работ

Ответить на вопросы:

1. С какими параметрами воздушной среды и как связан показатель преломления тропосферы?
2. От каких параметров тропосферы зависит радиус кривизны траектории волны?
3. Какая погода способствует увеличению дальности распространения радиоволн в тропосфере?
4. При каких условиях возможно возникновение тропосферного волновода?
5. Объясните механизм дальнего тропосферного распространения радиоволн? На каких частотах работают линии связи, использующие ДТР?
6. Назовите причины быстрых и медленных замираний напряженности поля при ДТР? Какие меры обеспечения качественной связи применяются в линиях связи, использующих ДТР?
7. Волны каких диапазонов интенсивно поглощаются и рассеиваются в тропосфере?

14.1.7. Методические рекомендации

Оценка степени сформулированности заявленных в рабочей программе дисциплины компетенций осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в т.ч. при сдаче зачета, проведении практических занятий.

Изучение лекционного материала перед проведением практических занятий является хорошей основой при решении задач.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Согласована на портале № 34142

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 34142