МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и инновациям
_____ А. Г. Лощилов
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение волн в неоднородных средах

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиофизика**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	36	часов
2	Практические занятия	18	18	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	72	часов
4	Самостоятельная работа	72	36	108	часов
5	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
6	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
		3.0	2.0	5.0	З.Е.

Зачёт: 3 семестр
Зачёт с оценкой: 4 семестр

Томск

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рулевский В.М.
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.08.2020
Уникальный программный ключ:
02f96bc9-eb01-47c2-80dc-d14e3ac71ccf

Согласована на портале № 60154

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «31» 10 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. РТС	_____	Н. П. Красненко
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	А. А. Мещеряков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	П. А. Полянских
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	А. А. Мещеряков

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 60154

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Ознакомление обучаемых с современными методами описания процессов влияния различных сред на параметры радиоизлучения для дальнейшего использования этих методов в научной работе и на практике.

Формирование у аспирантов современных представлений о методах статистического описания случайных волновых полей для решения ряда прикладных задач, в частности задач теории локации и видения объектов в случайно-неоднородных средах, дистанционной диагностики самих рассеивающих сред помощью радиоволн, лазерного излучения или звука; также формирование у аспирантов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.06.01 "Физика и астрономия"

1.2. Задачи дисциплины

– Сформировать понимание физических закономерностей распространения волн в неоднородных средах и методов их описания.

– Сформировать умение применять статистические методы к анализу и синтезу информационных систем с учетом особенностей распространения волн в различных средах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Распространение волн в неоднородных средах» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Распространение волн в неоднородных средах, Теория систем и системный анализ.

Последующими дисциплинами являются: Распространение волн в неоднородных средах.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 умение применять статистические методы к анализу и синтезу информационных систем с учетом особенностей распространения волн в различных средах;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные физические закономерности взаимодействия радиоизлучения с неоднородностями среды распространения.

– **уметь** использовать различные существующие методы анализа для описания влияния неоднородностей на параметры излучения в зависимости от конкретных условий исследуемой задачи; применять статистические методы к анализу и синтезу информационных систем с учетом особенностей распространения волн в различных средах

– **владеть** современными методами моделирования распространения радиоволн в различных неоднородных средах.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		3 семестр	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
Лекции	36	18	18
Практические занятия	36	18	18
Самостоятельная работа (всего)	108	72	36
Проработка лекционного материала	28	18	10
Написание рефератов	54	36	18

Согласована на портале № 60154

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	18	8
Всего (без экзамена)	180	108	72
Общая трудоемкость, ч	180	108	72
Зачетные Единицы	5.0	3.0	2.0

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
3 семестр					
1 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	18	0	18	36	ПК-3
2 Практические занятия	0	18	18	36	ПК-3
3 Самостоятельная работа	0	0	36	36	ПК-3
Итого за семестр	18	18	72	108	
4 семестр					
4 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	18	0	10	28	ПК-3
5 Практические занятия	0	18	8	26	ПК-3
6 Самостоятельная работа	0	0	18	18	ПК-3
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	36	36	108	180	

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
3 семестр			
1 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Тема 1: Введение. Предмет и задачи курса.Тема 2: Классификация неоднородных сред. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах. Волновое уравнение для неоднородных сред. Решение волнового уравнения в приближении геометрической оптики. Плоскослоистая и сферически слоистая модели среды. Виды атмосферной рефракции.Тема 3: Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере. Волновое уравнение для сплошной случайно-неоднородной	18	ПК-3

Согласована на портале № 60154

	среды. рассеяние волн в случайной сплошной среде. Методы моделирования распространения радиоволн в турбулентной среде в случае слабых флуктуаций. Приближение Рытова. Статистические характеристики уровня и фазы. Сильные флуктуации. параболическое уравнение. Метод Гюйгенса-Кирхгофа. Приближение фазового экрана.		
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
4 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Тема 4: Распространение радиоволн в дискретных случайно-неоднородных средах. Взаимодействие излучения с отдельным рассеивателем. Рассеяние волн на совокупности частиц. Радиолокационное сечение рассеяния. Средняя мощность рассеянного поля. Различные приближения рассеяния. Временная, пространственная и частотная корреляция рассеянного поля в разреженном облаке частиц. Основные положения теории многократного рассеяния в дискретных случайно-неоднородных средах. Диаграммная техника. Различные приближения. Теория Фолди-Тверского. основные положения теории переноса излучения. Связь с теорией многократного рассеяния.Тема 5: Алгоритмы и программы спектральных и корреляционных оценок параметров радиоизлучения. Статистические методы для анализа и синтеза информационных систем.	18	ПК-3
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
Итого		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.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Распространение волн в неоднородных средах	+	+	+	+	+	+
2 Теория систем и системный анализ	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 60154

Последующие дисциплины						
1 Распространение волн в неоднородных средах	+	+	+	+	+	+

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.	
ПК-3	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Консультирование, Зачёт, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию, Зачёт с оценкой

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
3 семестр			
2 Практические занятия	Методы теоретического и экспериментального исследования для анализа условий распространения радиоволн различных диапазонов.	18	ПК-3
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
5 Практические занятия	Применение математического аппарата для решения задач распространения электромагнитных волн в различных условиях.Анализ и синтез информационных систем с учетом распространения волн в различных средах.	18	ПК-3
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 60154

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Проработка лекционного материала	18	ПК-3	Консультирование, Тест
	Итого	18		
2 Практические занятия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	ПК-3	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт, Консультирование, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Итого	18		
3 Самостоятельная работа	Написание рефератов	36	ПК-3	Консультирование, Отчет по практическому занятию, Реферат, Тест
	Итого	36		
Итого за семестр		72		
4 семестр				
4 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Проработка лекционного материала	10	ПК-3	Зачёт с оценкой, Консультирование, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Реферат, Тест
	Итого	10		
5 Практические занятия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-3	Выступление (доклад) на занятии, Зачёт, Консультирование, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Итого	8		
6 Самостоятельная работа	Написание рефератов	18	ПК-3	Зачёт с оценкой, Консультирование, Реферат, Тест
	Итого	18		
Итого за семестр		36		
Итого		108		

Согласована на портале № 60154

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

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 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)
2. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учебное пособие для вузов / Е.И. Нефедов. - М.: Академия, 2010. -320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
3. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Т.2. М.: Мир. 1981. 317 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
4. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. А. Боков, А. Е. Мандель, В. А. Замотринский - 2013. 410 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3289 (дата обращения: 17.04.2022).

12.2. Дополнительная литература

1. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику / С. М. Рытов. - М. : Наука, 1966. - 404 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А. Е. Мандель, В. А. Замотринский - 2012. 165 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/751 (дата обращения: 17.04.2022).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / Мелихов С. В., Кологривов В. А. - 2018. 9 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627 (дата обращения: 17.04.2022).
2. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / А. С. Шостак - 2018. 120 с. (содержит материалы для проведения практических занятий с аспирантами) — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7277 (дата обращения: 17.04.2022).

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. Дополнительно к профессиональным базам данных рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 60154

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 курсовых 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 Visual Studio
- 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;

Согласована на портале № 60154

- 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 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

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

Согласована на портале № 60154

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.

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 докладов

1. Волноводное распространение радиоволн.
2. Особенности моделирования распространения радиоволн миллиметрового диапазона в приземной турбулентной атмосфере.
3. Распространение волнового пучка в пределах прямой видимости.
4. Основные методы анализа взаимодействия радиоволн с турбулентными неоднородностями дециметрового и СВЧ диапазонов.
5. Дальнее тропосферное распространение радиоволн.
6. Характеристики рассеяния и поглощения гидрометеоров в СВЧ и миллиметровых диапазонах радиоволн.
7. Современные модели распространения радиоволн в растительности.
8. Современные модели распространения радиоволн в городской среде.

14.1.3. Зачёт

1. Характеристики показателя преломления тропосферы, стандартная тропосфера. Радиус кривизны луча, тропосферная рефракция, эквивалентный радиус Земли.
2. Типы тропосферных волноводов, условия их возникновения. Характеристики поля в волноводе.
3. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Вероятностные характеристики поля: множитель ослабления, законы распределения огибающей и фазы, интервалы временной, пространственной и частотной корреляции. Разнесенный прием.
4. Поглощение радиоволн в тропосфере.
5. Строение ионосферы, ее характеристики и распространение в ней радиоволн.
6. Электрические характеристики ионосферы, диэлектрическая проницаемость. Влияние ионосферы на распространение радиоволн.
7. Характеристики распространения вертикального и наклонного лучей в ионосфере. Влияние магнитного поля Земли.
8. Методы исследования характеристик ионосферы. Ионосферные слои, их суточные и сезонные вариации.
9. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.
10. Распространение длинных, средних, коротких волн.

Согласована на портале № 60154

11. Распространение УКВ и радиоволн миллиметрового диапазона в атмосфере.
12. Классификация неоднородных сред.
13. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах.
14. Волновое уравнение для неоднородных сред.
15. Решение волнового уравнения в приближении геометрической оптики.
16. Плоскослоистая и сферически слоистая модели среды.
17. Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере.
18. Волновое уравнение для сплошной случайно-неоднородной среды.
19. Рассеяние волн в случайной сплошной среде.
20. Методы моделирования распространения радиоволн в турбулентной среде в случае слабых флуктуаций. Приближение Рытова.
21. Статистические характеристики уровня и фазы.
22. Сильные флуктуации, параболическое уравнение.
23. Метод Гюйгенса-Кирхгофа.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

1. Распространение радиоволн в дискретных случайно-неоднородных средах.
2. Взаимодействие излучения с отдельным рассеивателем.
3. Рассеяние волн на совокупности частиц.
4. Радиолокационное сечение рассеяния.
5. Средняя мощность рассеянного поля.
6. Различные приближения рассеяния.
7. Временная, пространственная и частотная корреляция рассеянного поля в разреженном облаке частиц.
8. Основные положения теории многократного рассеяния в дискретных случайно-неоднородных средах.
9. Алгоритмы и программы спектральных и корреляционных оценок параметров радиоизлучения.
10. Статистические методы для анализа и синтеза информационных систем.

14.1.5. Темы рефератов

1. Волноводное распространение радиоволн
2. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах.
3. Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере.
4. Рассеяние волн в сплошной среде.
5. Методы моделирования распространения радиоволн в турбулентной среде.

14.1.6. Темы контрольных работ

1. Почему происходит искривление луча радиоволны в тропосфере? Ответы: за счет дифракции, рефракции, рассеяния, магнитного поля Земли, не знаю.
2. Какова природа мелких неоднородностей в тропосфере? Ответы: атмосферные фронты, космические лучи, турбулентность, не знаю.
3. Объяснить сущность работы методов разнесенного приёма? Ответы: обеспечивают компенсацию медленных замираний сигнала, быстрых замираний, того и другого, не знаю.
4. Каким образом можно объяснить наличие в ионосфере максимумов ионизации? Ответы: распределением метеопараметров, силами гравитации, магнитным полем Земли, особенностями прохождения солнечной радиации.
5. Как влияет магнитное поле Земли на распространение ионосферных волн? Ответы: изменяются критические и максимальные частоты, возникает анизотропия среды, не знаю.
6. Понятие диспергирующей среды? Ответы: среды с зависящей от частоты скорости распространения, затухания, комплексного волнового числа, параметров среды.
7. Относится к ней тропосфера? Ответы: да, нет, не знаю.
8. Относится к ней ионосфера? Ответы: да, нет, не знаю.
9. К каким эффектам приводит распространение волн в средах с дисперсией? Ответы: изменяется энергетика излучения, частота, ничего не меняется, изменяется спектральный состав излучения.

Согласована на портале № 60154

10. Понятие анизотропной среды? Ответы: свойства среды одинаковы во всех направлениях, неодинаковы, для каких-то свойств могут быть одинаковы, для каких-то свойств могут быть неодинаковы.

11. Тропосфера является анизотропной средой? Ответы: да, нет, не знаю.

12. Ионосфера является анизотропной средой? Ответы: да, нет, не знаю.

13. Понятие неоднородной среды? Ответы: свойства среды меняются в пространстве, во времени, не меняются, зависят от параметров излучения.

14. Понятие случайно-неоднородной среды: Ответы: свойства среды меняются от параметров излучения, меняются по времени и пространству, меняются от направления излучения.

15. Что такое волновой пучок? Ответы: плоская волна, сферическая волна, цилиндрическая волна, не знаю.

16. Как можно подразделить случайные среды? Ответы: на сплошные, с дискретными рассеивателями, шероховатые поверхности, не знаю.

17. Что описывает спектр турбулентности? Ответы: спектральную плотность флуктуаций показателя преломления, рассеянную мощность излучения, не знаю.

18. Какой интервал спектра турбулентности ограничивают внешний и внутренний масштабы? Ответы: энергетический, инерционный, вязкий.

19. На каком интервале отличаются колмогоровский и кармановский спектры турбулентности? Ответы: на энергетическом, инерционном, вязком.

20. Как улучшить качество работы регулярных линий тропосферной связи? Ответы: путем разнесенного приема, увеличением мощности излучения, увеличением длины волны, подъемом антенн.

14.1.7. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Методы теоретического и экспериментального исследования для анализа условий распространения радиоволн различных диапазонов.

2. Применение математического аппарата для решения задач распространения электромагнитных волн в различных условиях.

3. Анализ и синтез информационных систем с учетом распространения волн в различных средах.

14.1.8. Вопросы для зачёта с оценкой

1. Распространение радиоволн в дискретных случайно-неоднородных средах.
2. Основные положения теории многократного рассеяния.
3. Радиолокационное сечение рассеяния.
4. Средняя мощность рассеянного поля, различные приближения рассеяния.
5. Корреляция рассеянного поля.
6. Основные положения теории переноса излучения.
7. Статистические методы для анализа информационных систем.
8. Статистические методы для синтеза информационных систем.

14.1.9. Методические рекомендации

Текущий контроль успеваемости производится на основании обсуждения самостоятельных заданий (рефератов) и практических занятий.

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,	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 60154

	контрольные работы	
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.

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 № 60154