




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
Радиофизика
Название образовательной программы)


(подпись) Стаценко Л.Г.
«28» 06 2017 г.
(Ф.И.О.)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая кафедрой
Электроники и средств связи
(название кафедры/ академического департамента)


(подпись) Стаценко Л.Г.
«28» 06 2017 г.
(Ф.И.О.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн в неоднородных средах
Направление подготовки 03.06.01 *Физика и астрономия*

Профиль «Радиофизика»
Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 3
лекции 10 час. / 0,27 з.е.
практические занятия 10 час. / 0,28 з.е.
лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом
с использованием МАО лек. 6 / пр. 6 / лаб. 0 час.
всего часов контактной работы 18 час.
в том числе с использованием МАО 12 час.
самостоятельная работа 162 час.
в том числе на подготовку к экзамену 18 час.
курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено учебным планом
зачет – не предусмотрено учебным планом
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 03 июля 2014г. № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроники и средств связи протокол № 19 от 28.06.2017г..

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г.
Составитель к-т физ.-мат. наук, доцент Родионов А.Ю.

Оборотная сторона титульного листа

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой /директор академического департамента

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой /директор академического департамента

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Распространение радиоволн в неоднородных средах» предназначена для направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Радиофизика». Трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц, 180 академических часов, из них 10 часов лекций, 8 часов практических работ, 162 часа самостоятельная работа. Данная дисциплина входит в вариативную часть блока обязательных дисциплин. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

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

Задачи:

1. Дать теоретические основы для понимания закономерностей распространения радиоволн в различных условиях.

2. Сформировать у аспирантов умение самостоятельно анализировать и решать проблемы, связанные с распространением радиоволн в неоднородных средах.

Для успешного изучения дисциплины «Распространение радиоволн в неоднородных средах» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

– УК-2. Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.

– УК-3. Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

– УК-4. Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.

– УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

– ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

– ОПК-2. Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные / общепрофессиональные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3. Готовность исследовать особенности распространения радиосигналов в различных физических средах	Знает	Основные физические закономерности взаимодействия радиоизлучения с неоднородностями среды распространения; особенности распространения радиосигналов в различных физических средах
	Умеет	Использовать различные существующие методы анализа для описания влияния неоднородностей на параметры излучения в зависимости от конкретных условий исследуемой задачи; Исследовать процессы распространения радиосигналов в различных физических средах
	Владеет	Современными методами исследования особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (10 часов)

Тема 1. Введение (2 часа)

Теорема взаимности. Область пространства, существенная для процесса распространения радиоволн. Прямолинейное распространение света и метод стационарной фазы. Дифракция от отверстия в экране (область, существенная для прохождения излучения в однородной среде). Область, существенная для отражения. Границы применимости приближения Кирхгофа в случае дифракции на экране.

Тема 2. Классификация неоднородных сред. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах (2 часа)

Классификация неоднородных сред. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах. Волновое уравнение для неоднородных сред.

Тема 3. Решение волновых уравнений. Модели среды (2 часа)

Решение волнового уравнения в приближении геометрической оптики. Плоскостная и сферически слоистая модель среды. Виды атмосферной рефракции.

Тема 4. Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере (2 часа)

Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере. Волновое уравнение для сплошной случайно неоднородной среды. Рассеяние волн в случайной сплошной среде. Формула Брукера-Гордона. 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.

Тема 5. Распространение радиоволн в дискретных случайно-неоднородных средах (2 часа)

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.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(8 часов в том числе 8 часов с использованием методов активного обучения)

Практические занятия (8 часов)

Занятие 1. Оценка атмосферной рефракции, с использованием активного метода обучения. Дебаты (2 часа)

Занятие 2. Рассеяние волн в случайной сплошной среде, с использованием активного метода обучения. Дебаты (4 часа)

Занятие 3. Многократные рассеяния в дискретных случайно-неоднородных средах, с использованием активного метода обучения. Проектирование (4 часа)

Занятие 4 Радиолокационное сечение рассеяния, с использованием активного метода обучения. Дискуссия (4 часа)

Занятие 5. Статистические характеристики уровня и фазы, с использованием активного метода обучения. Проектирование (4 часа)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Распространение радиоволн в неоднородных средах» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-3	Знает особенности распространения радиосигналов в различных физических средах	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену
2	Практическая часть	ПК-3	Умеет исследовать процессы распространения радиосигналов в различных физических средах	Реферат	Вопросы для подготовки к экзамену
			Владеет современными методами исследования особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах	Контрольная работа	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Боков Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Боков Л.А., Замотринский В.А., Мандель А.Е.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 301 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13874>.

2. Горбачев А.П. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Горбачев, Ю.О. Филимонова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 212 с. — 978-5-7782-1975-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45199.html>

3. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 200 с. — 978-5-8256-1146-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63924.html>

Дополнительная литература

1. Александров В.Н. Лабораторный практикум. Электродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Александров, В.Д. Сёмаш. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2014. — 92 с. — 978-5-4263-0147-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70127.html>

2. Шостак А.С. Электродинамика сплошных сред [Электронный ресурс] : курс лекций для студентов очного, заочного и дистанционного обучения специальности 201300 / А.С. Шостак. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 190 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72227.html>

3. А. Исимару. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах [2 т.]. Многократное рассеяние, турбулентность, шероховатые поверхности и дистанционное зондирование / А. Исимару ; пер. с англ. Л. А. Апресяна, А. Г. Виноградова, З. И. Фейзулина. - М.: Мир. 1981. — 317 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:44720&theme=FEFU> – 1 экз.

4. Калинин В.В. Динамика поверхности неоднородных сред [Электронный ресурс]: Монография / Калинин В.В., Белянкова Т.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 313 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24701>.

5. Контактные задачи теории упругости для неоднородных сред [Электронный ресурс] Монография / С.М. Айзикович [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 237 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24554>.

6. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику Ч.1. Случайные процессы. / Рытов С.М. - М.: Наука, 1976. — 494 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671656&theme=FEFU> – 1 экз.

7. К. Борен, Д. Хафмен. Поглощение и рассеяние света малыми частицами: монография / К. Борен, Д. Хафмен ; пер. с англ. З. И. Фейзулина, А. Г. Виноградова, Л. А. Апреяна ; предисл. В. И. Татарского. — М. Мир, 1986. — 664 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:683296&theme=FEFU> – 1 экз.

8. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн: Учеб. пособие для студ. физ. спец. ун-тов / Виноградова М.Б., Руденко О.В.,

Сухоруков А.П. – М.: Наука, 1990. - 383 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:67299&theme=FEFU> – 1 экз.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для изучения дисциплины «Распространение радиоволн в неоднородных средах» обучающемуся предлагаются лекционные и практические занятия. Обязательным элементом является самостоятельная работа. Из 180 общих учебных часов 162 часа отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен производить подготовку к зачетным проверкам, собеседованиям, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение.

Примерное распределение часов самостоятельной работы, которые студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала и подготовка к собеседованиям – 66 часов, подготовка к практическим работам – 58 часов, 20 часов подготовка реферата, 18 часов на подготовку к экзамену. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

В рамках практической работы предусмотрены решение задачи и реферат на предложенную преподавателем тему.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс: 13 моноблоков Lenovo C360G-I34164G500UDK
мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX
850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон
– 1 шт.

Лаборатория Антенно-фидерных и СВЧ устройств. Генераторы
высокочастотных сигналов Г4-78; Г4-109 В/Ч-09668-КРМ; Генератор ВЧ
сигнала ГК4-19А; Блок измерительный (0,11-12,05 ГГц) + гетеродин +
преобразователь частоты (8,15-12,05 ГГц); генератор СВЧ-диапазона 43И.

Лекционная аудитория:

мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX
850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон
– 1 шт.

Лабораторная установка по исследованию распространения волн в
различных средах: Промышленный контроллер NI PXIe-8115 с
дополнительными модулями-5 шт., Шумомер SVAN 940 – 1 шт. NI MyDAQ-5
шт.

Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Распространение радиоволн в неоднородных средах»

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Профиль «Радиофизика»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1		Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10,25	Собеседование
2		Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение дополнительной литературы	7,5	Контрольная работа
3		Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10,25	Собеседование
4		Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение дополнительной литературы	7,5	Контрольная работа
5		Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10,25	Собеседование
6		Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение	7,5	Контрольная работа

		дополнительной литературы		
7		Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10,25	Собеседование
8		Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение дополнительной литературы	7,5	Контрольная работа
9		Поиск информации и проведение исследования по тематике реферата	10	Реферат
10		Подготовка к экзамену	9	Экзамен

Методические указания по подготовке к контрольным работам

Контрольные работы представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение – проверить проработку теоретического и практического материала предмета за время регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к контрольным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу.

Методические указания по подготовке к собеседованиям

При подготовке к собеседованиям по темам дисциплины «Распространение радиоволн в неоднородных средах» необходимо изучить основную и дополнительную литературу, а также воспользоваться ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Перечень вопросов для собеседования находится в приложении 2.

Методические указания по подготовке реферата

Реферат относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении реферата:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.
- Набор текста
- Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:
- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов».

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т.п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т.п.

В перенесенных в реферат «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в реферате оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Методические указания по подготовке к экзамену

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по всем практическим работам. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не затронутые на практических занятиях, разбираются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Распространение радиоволн в неоднородных средах»
Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*
Профиль «Радиофизика»
Форма подготовки (очная/заочная)

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3. Готовность исследовать особенности распространения радиосигналов в различных физических средах	Знает	Основные физические закономерности взаимодействия радиоизлучения с неоднородностями среды распространения; особенности распространения радиосигналов в различных физических средах
	Умеет	Использовать различные существующие методы анализа для описания влияния неоднородностей на параметры излучения в зависимости от конкретных условий исследуемой задачи; Исследовать процессы распространения радиосигналов в различных физических средах
	Владеет	Современными методами исследования особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-3	Знает особенности распространения радиосигналов в различных физических средах	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену
2	Практическая часть	ПК-3	Умеет исследовать процессы распространения радиосигналов в различных физических средах	Реферат	Вопросы для подготовки к экзамену
			Владеет современными методами исследования особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах	Контрольная работа	Вопросы для подготовки к экзамену

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-3. Готовность исследовать особенности распространения радиосигналов в различных физических средах	знает (пороговый уровень)	Знает особенности распространения радиосигналов в различных физических средах	Сформированные знания особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах	60-74
	умеет (продвинутый)	Умеет исследовать процессы распространения радиосигналов в различных физических средах	Сформированное умение исследовать процессы распространения радиосигналов в различных физических средах	75-89
	владеет (высокий)	Владеет современными методами исследования особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах	Успешное и систематическое применение современных методов исследования особенностей распространения радиосигналов в различных физических средах	90-100

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену

1. Волновое уравнение для неоднородных сред.
2. Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконала и уравнение переноса.
3. Плоскостная модель среды. Распространение волн в сферически слоистой среде.
4. Рассеяние волн в случайной сплошной среде. Приближение однократного рассеяния.
5. Методы моделирования распространения радиоволн в турбулентной среде в случае слабых флуктуаций.

6. Распространение волнового пучка в пределах прямой видимости.
7. Сильные флуктуации. Параболическое уравнение. Приближение фазового экрана.
8. Рассеяние волн на совокупности частиц. Радиолокационное сечение рассеяния. Средняя мощность рассеянного поля. Различные приближения рассеяния.
9. Временная, пространственная и частотная корреляция рассеянного поля в разрезанном облаке частиц.
10. Основные положения теории многократного рассеяния в дискретных случайно-неоднородных средах.
11. Приближение Буре. Лестничное приближение.
12. Теория Фолди - Тверского.
13. Основные положения теории переноса излучения.
14. Приближенные решения для частных случаев.
15. Методы моделирования взаимодействия электромагнитного излучения с растительностью. Особенности анализа в различных частотных диапазонах.

Оценочные средства для текущего контроля

Перечень вопросов для собеседования

Тема 1. Введение

Теорема взаимности. Область пространства, существенная для процесса распространения радиоволн. Прямолинейное распространение света и метод стационарной фазы. Дифракция от отверстия в экране (область, существенная для прохождения излучения в однородной среде). Область, существенная для отражения. Границы применимости приближения Кирхгофа в случае дифракции на экране.

Тема 2. Классификация неоднородных сред. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах

Классификация неоднородных сред. Основные методы описания волновых процессов в сплошных средах. Волновое уравнение для неоднородных сред.

Тема 3. Решение волновых уравнений. Модели среды

Решение волнового уравнения в приближении геометрической оптики. Плоскостная и сферически слоистая модель среды. Виды атмосферной рефракции.

Тема 4. Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере

Распространение радиоволн в турбулентной атмосфере. Волновое уравнение для сплошной случайно неоднородной среды. Рассеяние волн в случайной сплошной среде. Формула Брукера-Гордона. 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.

Тема 5. Распространение радиоволн в дискретных случайно-неоднородных средах

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.

Темы проектов

1. Многократные рассеяния в дискретных случайно-неоднородных средах.
2. Статистические характеристики уровня и фазы.

Перечень тем для дискуссии

1. Оценка атмосферной рефракции
2. Рассеяние волн в случайной сплошной среде
3. Радиолокационное сечение рассеяния