

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Распространение радиоволн в случайных средах М1.ДВ.1

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электромагнитные волны в средах

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Шерстюков О.Н.

Рецензент(ы):

Акчурин А.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры № ____ от "____" ____ 201____г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № ____ от "____" ____ 201____г

Регистрационный № 6122414

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Шерстюков О.Н.
Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем ,
Oleg.Sherstykov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Программа предназначена для подготовки магистров радиофизики. Он базируется на знаниях студентов, приобретенных в курсах электродинамики, распространения радиоволн, теории вероятностей, статистической радиофизики, математической физики, теории обобщенных функций. Многие теоретические и прикладные вопросы современной радиоастрономии и распространения радиоволн неразрывно связаны с изучением статистических характеристик волн в средах со случайными неоднородностями. Это обусловлено тем, что концентрация и другие параметры плазмы солнечной короны, межзвездной и межпланетной среды, ионосферной и магнитосферной плазмы флуктуируют в пространстве и времени. Аналогичные проблемы возникают при описании распространения света и звука в турбулентной атмосфере и океане, поверхностных волн в пленочных микроэлектронных приборах со случайными дефектами и т.д.

Цель курса - сформировать у студентов представление о современных методах решения задач однократного и многократного рассеяния волн в хаотически неоднородных средах и об основных статистических свойствах случайных волновых полей.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестре.

Курс базируется на знаниях студентов, приобретенных в курсах электродинамики, распространения радиоволн, теории вероятностей, статистической радиофизики, математической физики, теории обобщенных функций.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и достижений физики и радиофизики
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

? основные методы расчета статистических характеристик волн в хаотических средах;

2. должен уметь:

- научиться оценивать пределы применимости результатов, полученных различными методами;

- научиться анализировать зависимость флюктуаций параметров волн (фазы, волнового вектора, амплитуды, интенсивности...) от условий рассеяния.

3. должен владеть:

основными методами расчета статистических характеристик волн в хаотических средах;
методами анализа экспериментальных результатов в области распространения радиоволн в случайных средах.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

владеть основными методами расчета статистических характеристик волн в хаотических средах;

оценивать пределы применимости результатов, полученных различными методами;

анализировать зависимость флюктуаций параметров волн (фазы, волнового вектора, амплитуды, интенсивности...) от условий рассеяния.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Тема 1. Введение. Описание предмета теории 1. распространения						

радиоволн в случайно-неоднородных средах.

2	1	2	0	0		
---	---	---	---	---	--	--

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема 2. Свойства среды и ее неоднородностей						
4.2 Содержание дисциплины	Основные свойства атмосферы и случайно-неоднородных средах.	2	2-3	4	2	0	
Тема 1. Введение. Описание предмета теории распространения радиоволн в случайно-неоднородных средах.	лекционное занятие (2 часа(ов)):						
	Предмет теории распространения радиоволн в случайно-неоднородных средах. Практическая важность теории. Основные классы решаемых задач, их математическая постановка и практическое применение.♦ (1 дид.ед.)						
Тема 2. Свойства среды и ее неоднородностей. Основные свойства атмосферы и ближнего космоса. Статистическое описание неоднородностей турбулентной атмосферы.	лекционное занятие (4 часа(ов)):		4-6	4	4	0	контрольная работа
	Свойства среды и ее неоднородностей. Деление атмосферы на слои. Основные свойства атмосферы (состав, температура, давление, средняя длина свободного пробега и т.д.) и ближнего космоса. Плазма и ее характеристики в природе. Ионосфера, радиационные пояса, межпланетная плазма. Неоднородная структура атмосферы, ионосферы и космической среды. Статистическое описание неоднородностей турбулентной атмосферы. Микроструктура турбулентности атмосферы. Экспериментальные данные и гипотезы Колмогорова.						
Тема 4. Возникновение и развитие	Характеристики турбулентной атмосферы..♦ 4. Структурные и спектральные практическое занятие (2 часа(ов)):		7-8	4	2	0	
	Моделирование плотности электронной концентрации в ионосфере, модель IRI. Расчет максимальных приемлемых частот радиосвязи.						
Тема 5. Теория турбулентности и случайных полей. Методы статистического описания.	лекционное занятие (4 часа(ов)):						
	Теория турбулентности и случайных полей. Общая характеристика пульсаций или флюктуаций среды. Методы статистического описания непрерывных случайных полей. Условие стационарности и турбулентности. Спектральная плотность. Случайные функции со стационарными прращениями. Однородные и изотропные случайные поля. Локально однородные и изотропные случайные поля. Векторные случайные поля. Локально однородные поля. Экспоненциальная зависимость средними характеристиками.						
Тема 6. Исследование рассечения на неоднородностях	6. Исследование рассечения на неоднородностях практическое занятие (4 часа(ов)):		13-15	8	4	0	контрольная работа
	Моделирование статистических распределений и статистических характеристик случайных функций для описания турбулентных и случайных полей.						
Тема 4. Возникновение и развитие турбулентности. Структурные и спектральные функции. Микроструктура в турбулентном потоке.	Тема 7. Пропускная способность канала со случайными развитие турбулентности. Структурные функции поля скорости в развитом турбулентном потоке. Спектр поля скоростей в турбулентном потоке. Турбулентное перемешивание пассивной консервативной примеси. Структурные и спектральные функции консервативной пассивной примеси. Микроструктура коэффициента преломления в турбулентном потоке.						
Тема 5. Рассечение электромагнитных волн в средах со случайными неоднородностями.	практическое занятие (2 часа(ов)):		32	16	0		
	Представление задач имитационное моделирования и описания структурных и спектральных функций консервативных пассивных примесей.						
Тема 5. Рассечение электромагнитных волн в средах со случайными неоднородностями.	лекционное занятие (6 часа(ов)):						

Рассеяние электромагнитных волн в средах со случайными неоднородностями. Уравнения распространения волн в случайно-неоднородных средах. Метод малых возмущений (Борновское приближение). Вычисление средней интенсивности рассеянного поля. Пределы применимости метода. Физический механизм рассеяния в средах со случайными неоднородностями. Качественная интерпретация рассеяния. Корреляция рассеянного поля по углу. Линейная корреляция рассеянного поля. Частотная корреляция. Эффективный рассеивающий объем. Остронаправленные антенны. Антенны с широкой диаграммой направленности. Частотный спектр рас-сиянного сигнала. Роль доплеровского смещения частоты. Искажение импульсных сигналов. Роль частотной корреляции.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Демонстрация методики расчета средней интенсивности рассеянного поля для конкретных технических параметров систем.

Тема 6. Экспериментальное исследование рассеяния на неоднородностях нейтральной атмосферы.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Экспериментальное исследование рассеяния на неоднородностях нейтральной атмосферы. Тропосферное рассеяние. Ионосферное рассеяние на случайных неоднородностях. Модель неоднородностей и ее спектральные характеристики. Основные закономерности изменений: суточная, сезонная, частотная и т.д.♦

практическое занятие (4 часа(ов)):

Имитационное моделирование распространения радиоволн в тропосфере. Имитационное моделирование ионосферного распространения радиоволн.

Тема 7. Пропускная способность канала со случайными параметрами.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Пропускная способность канала со случайными параметрами. Формула Шеннона для канала с постоянными параметрами. Канал с общими и селективными замираниями и его пропускная способность. Многолучевой канал с малым и большим числом лучей и его пропускная способность. Канал со случайными параметрами его пропускная способность. Критерий качества связи. Техника оценки качества связи.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обзор и оценка качества реальных каналов связи. Сравнение систем по качеству связи.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Описание предмета теории распространения радиоволн в случайно-неоднородных средах.	2	1	работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Свойства среды и ее неоднородностей. Основные свойства атмосферы и ближнего космоса. Статистическое описание неоднородностей турбулентной атмосферы.	2	2-3	подготовка к практическим работам, работы, предусматривающие решение задач, выполнение упражнений,	8	анализ результатов выполнения практической работы
3.	Тема 3. Теория турбулентности и случайных полей. Методы статистического описания.	2	4-6	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
4.	Тема 4. Возникновение и развитие турбулентности. Структурные и спектральные функции. Микроструктура в турбулентном потоке.	2	7-8	подготовка к практическим работам, работы, предусматривающие решение задач, выполнение упражнений,	10	анализ результатов выполнения практической работы
5.	Тема 5. Рассеяние электромагнитных волн в средах со случайными неоднородностями.	2	9-12	подготовка к практическим работам, работы, предусматривающие решение задач, выполнение упражнений,	10	анализ результатов выполнения практической работы
6.	Тема 6. Экспериментальное исследование рассеяния на неоднородностях нейтральной атмосферы.	2	13-15	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				подготовка к практическим работам, работы, предусматривающие решение задач, выполнение упражнений,	10	анализ результатов выполнения практической работы

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Пропускная способность канала со случайными параметрами.	2	16-17	подготовка к практическим работам, работы, предусматривающие решение задач, выполнение упражнений,	8	анализ результатов выполнения практической работы
	Итого				60	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

проведение лекционных занятий с использованием интерактивной доски, проектора, компьютера и специального программного обеспечения, позволяющего работать с текстами и объектами. Приглашение на лекции научных специалистов с обзорными докладами по сходным темам исследования.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Описание предмета теории распространения радиоволн в случайно-неоднородных средах.

устный опрос , примерные вопросы:

При проведении практических занятий проводится устный опрос. Примерные вопросы: какие вопросы рассматривает теория распространения радиоволн в случайно-неоднородных средах; чем случайно-неоднородные среды отличаются от однородных; какие основные классы задач распространения радиоволн в случайных средах Вы знаете и т.д.

Тема 2. Свойства среды и ее неоднородностей. Основные свойства атмосферы и ближнего космоса. Статистическое описание неоднородностей турбулентной атмосферы.

анализ результатов выполнения практической работы , примерные вопросы:

По индивидуальным заданиям преподавателей проводятся научные и технические расчеты с помощью пакетов MATLAB и MATCAD. Например расчет Предмет теории распространения радиоволн в случайно-неоднородных средах. Практическая важность и общефизическая значимость теории. Основные классы решаемых задач, их математическая постановка и практическое применение.

Тема 3. Теория турбулентности и случайных полей. Методы статистического описания.

анализ результатов выполнения практической работы , примерные вопросы:

По индивидуальным заданиям преподавателей проводятся научные и технические расчеты с помощью пакетов MATLAB и MATCAD. Например расчет

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа проводится в течении 20 мин. письменно, многовариантно. Вопросы следующие: 1) Описать открытую сетевую архитектуру; 2) Типовое оборудование локальных сетей; 2) Топологии локальных компьютерных сетей, достоинства и недостатки; 4) Протокол Ethernet локальных сетей.

Тема 4. Возникновение и развитие турбулентности. Структурные и спектральные функции. Микроструктура в турбулентном потоке.

анализ результатов выполнения практической работы , примерные вопросы:

По индивидуальным заданиям преподавателей проводятся научные и технические расчеты с помощью пакетов MATLAB и MATCAD. Например расчет

Тема 5. Рассеяние электромагнитных волн в средах со случайными неоднородностями.
анализ результатов выполнения практической работы, примерные вопросы:

По индивидуальным заданиям преподавателей проводятся научные и технические расчеты с помощью пакетов MATLAB и MATCAD. Например расчет

Тема 6. Экспериментальное исследование рассеяния на неоднородностях нейтральной атмосферы.

анализ результатов выполнения практической работы , примерные вопросы:

По индивидуальным заданиям преподавателей проводятся научные и технические расчеты с помощью пакетов MATLAB и MATCAD. Например расчет

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа проводится в течении 20 мин. письменно, многовариантно. Вопросы следующие:

Тема 7. Пропускная способность канала со случайными параметрами.

анализ результатов выполнения практической работы , примерные вопросы:

По индивидуальным заданиям преподавателей проводятся научные и технические расчеты с помощью пакетов MATLAB и MATCAD. Например расчет

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету.

1. Возникновение и развитие турбулентности. Энергия диссипации. Оценка размеров наименьших неоднородностей.

2. Понятие случайной функции. Условие стационарности. Корреляционная функций и ее свойства.

3. Понятие спектральной плотности и ее физическая интерпретация.

4. Случайные функции со стационарными приращениями. Структурная функция. Связь со спектром.

1.Локально однородные и изотропные случайные поля.

2.Однородные и изотропные случайные поля.

3.Локально однородные поля о плавно меняющимися средними характеристиками.

4.Определение статистически изотропного векторного поля.

5.Соленоидальное векторное поле. Свойства его тензоров.

6.Изотропное потенциальное поле и его свойства.

7.Уравнения распространения волн.

8.Вид рассеянного поля E в приближении однократного рассеяния.

9.Средняя интенсивность рассеяния.

10.Качественная интерпретация рассеяния.

11.Частотный спектр рассеянного сигнала.

12.Ионосферное рассеяние на случайных неоднородностях.

13.Формула Шеннона для канала с постоянными параметрами.

14.Канал со случайными параметрами его пропускная способность.

7.1. Основная литература:

Гринев, А. Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гринев, Е. В. Ильин. - М.: Логос, 2012. - 176 с. - ISBN 978-5-98704-700-2.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468451>

Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=492976>

Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Синицын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2, 500 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972>

7.2. Дополнительная литература:

В.И. Татарский. Распространение волн в турбулентной атмосфере. М.: Наука, 1967. 548с.
С.М. Рытов, Ю.А. Кравцов, В.И. Татарский. Введение в статистическую радиофизику. М.: Наука, 1978. Ч.2
Г.М.Тептин, Ю.М.Стенин. Неоднородности нижней ионосферы и распространение радиоволн. Ка-зань. Изд.КГУ. 1992.
Л.М.Финк. Теория передачи дискретных сообщений. М.:Сов.радио, 1970. 728с.
Д.Д.Кловский. Теория передачи сигналов. Учебник для вузов. М.:Связь, 1973. 376с.

7.3. Интернет-ресурсы:

ИКТ портал. Электронная библиотека - <http://www.ict.edu.ru/lib/>
Информационная система - window.edu.ru
Информационный портал для сопровождения учебного процесса кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>
ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>
Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Распространение радиоволн в случайных средах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лекционная аудитория с мультимедиа проектором, ноутбуком и экраном

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Электромагнитные волны в средах .

Автор(ы):

Шерстюков О.Н. _____
"___" 201 ___ г.

Рецензент(ы):

Акчурин А.Д. _____
"___" 201 ___ г.