

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

Физика распространения радиоволн в средах со случайными неоднородностями М2.Б.4

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электромагнитные волны в средах

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тептин Г.М.

**Рецензент(ы):**

Журавлев А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 657814

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) профессор, д.н. (профессор) Тептин Г.М. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Guerman.Teptin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс направлен на обучение студентов физическим основам распространения радиоволн в средах со случайными неоднородностями. Также изучаются свойства, количественные характеристики и природа случайных неоднородностей в различных средах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина М2. Б4. " Физика распространения радиоволн в средах со случайными неоднородностями " входит в профессиональный цикл дисциплин.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своим профилем подготовки)
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способностью к ведению документации по научно-исследовательской работе (смет, заявок на материалы, оборудование) с учетом существующих требований и форм отчетности
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовностью к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

понимать физику процессов по распространению радио и акустических волн в средах со случайными неоднородностями

2. должен уметь:

уметь применять эти знания для расчета основных характеристик радиоволн при рассеянии на случайных неоднородностях в атмосфере, ионосфере, космическом пространстве для различных радиотрасс и длин волн.

3. должен владеть:

Навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, определения необходимых вариантов расчетов для реальных измерений и постановки экспериментов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

демонстрировать способность и готовность

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 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.	1	1-2	2	2	0	устный опрос
2.	Тема 2. Случайные функции.	1	3-5	3	3	0	устный опрос
3.	Тема 3. Однородные и изотропные случайные поля.	1	6-8	3	3	0	устный опрос
4.	Тема 4. Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости	1	9-12	3	3	0	устный опрос
5.	Тема 5. Рассеяние импульса	1	13-17	3	3	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			14	14	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение.

##### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Общая характеристика случайных неоднородностей в тропосфере, ионосфере и космосе. Зависимость их характеристик от высоты, солнечной активности, геомагнитного поля и др. Основные параметры неоднородностей - характерные размеры, время жизни и др.

##### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Семинар. Исследование случайных неоднородностей в тропосфере, ионосфере и космосе. Зависимость их характеристик от высоты, солнечной активности, геомагнитного поля и др. Основные параметры неоднородностей - характерные размеры, время жизни и др.

### **Тема 2. Случайные функции.**

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Случайные функции. Стационарные случайные функции. Случайные функции со стационарными приращениями. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата случайных функций.

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Семинар. Описание метеоэлементов и других характеристик среды с помощью аппарата теории случайных функций. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата случайных функций со стационарными приращениями.

### **Тема 3. Однородные и изотропные случайные поля.**

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Однородные и изотропные случайные поля. Локально однородные и изотропные случайные поля. Векторные случайные поля. Уравнения распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Семинар. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата однородных и изотропных случайных полей. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата локально однородных и изотропных случайных полей. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата векторных случайных полей. Уравнения распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости

### **Тема 4. Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости**

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости. Средняя интенсивность рассеяния. Качественная интерпретация рассеяния. Частотный спектр рассеянного поля.

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Семинар. Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости. Средняя интенсивность рассеяния. Интерпретация рассеяния в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости. Спектральные функции.

### **Тема 5. Рассеяние импульса**

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Рассеяние импульса. Корреляционные функции рассеянного поля. Законы распределения вероятностей рассеянного поля. Вывод уравнений распространения звука в турбулентной атмосфере. Эффективный поперечник рассеяния при распространения звука в турбулентной атмосфере.

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Семинар. Корреляционные функции рассеянного поля. Связь корреляционных, структурных и спектральных функций случайных полей. Законы распределения вероятностей рассеянного поля. Эффективный поперечник рассеяния при распространения звука в турбулентной атмосфере.

## **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.	1	1-2	подготовка к		

устному опросу

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Случайные функции.	1	3-5	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
3.	Тема 3. Однородные и изотропные случайные поля.	1	6-8	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
4.	Тема 4. Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости	1	9-12	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
5.	Тема 5. Рассеяние импульса	1	13-17	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
	Итого				80	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Данный учебный курс предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и современных образовательных технологий с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, включающих выполнение практических занятий с использованием образовательных технологий

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

### Тема 1. Введение.

устный опрос, примерные вопросы:

Общая характеристика случайных неоднородностей в тропосфере, ионосфере и космосе. Зависимость их характеристик от высоты, солнечной активности, геомагнитного поля и др. Основные параметры неоднородностей - характерные размеры, время жизни и др.

### Тема 2. Случайные функции.

устный опрос, примерные вопросы:

Случайные функции. Описание метеоэлементов и других характеристик среды с помощью аппарата теории случайных функций. Стационарные случайные функции. Описание метеоэлементов и других характеристик среды с помощью аппарата теории случайных функций. Случайные функции со стационарными приращениями. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата случайных функций со стационарными приращениями.

### Тема 3. Однородные и изотропные случайные поля.

устный опрос, примерные вопросы:

Однородные и изотропные случайные поля. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата однородных и изотропных случайных полей. Локально однородные и изотропные случайные поля. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата локально однородных и изотропных случайных полей. Векторные случайные поля. Описание характеристик среды распространения радиоволн с помощью аппарата векторных случайных полей. Уравнения распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости

#### **Тема 4. Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости**

устный опрос , примерные вопросы:

Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости. Средняя интенсивность рассеяния. Качественная интерпретация рассеяния. Частотный спектр рассеянного поля.

#### **Тема 5. Рассеяние импульса**

устный опрос , примерные вопросы:

Рассеяние импульса. Корреляционные функции рассеянного поля. Законы распределения вероятностей рассеянного поля. Вывод уравнений распространения звука в турбулентной атмосфере. Эффективный поперечник рассеяния при распространения звука в турбулентной атмосфере.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

1. Случайные функции.
2. Описание метеоэлементов и других характеристик среды с помощью аппарата теории случайных функций.
3. Стационарные случайные функции. Случайные функции со стационарными приращениями.
4. Однородные и изотропные случайные поля. Локально однородные и изотропные случайные поля.
5. Векторные случайные поля.
6. Уравнения распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости.
7. Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости
8. Средняя интенсивность рассеяния. Качественная интерпретация рассеяния.
9. Частотный спектр рассеянного поля. Рассеяние импульса
10. Корреляционные функции рассеянного поля. Законы распределения вероятностей рассеянного поля.
11. Вывод уравнений распространения звука в турбулентной атмосфере.
12. Эффективный поперечник рассеяния при распространения звука в турбулентной атмосфере.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература, использование ресурсов интернета);
- подготовка к сдаче экзамена по изучаемой дисциплине.

В рамках семинарских занятий студент изучает источники и формулирует актуальные на данный момент темы, которые нужно обсудить для того, чтобы приобрести уверенность в вопросах физики распространения волн в случайных средах.

Темы семинарских занятий:

- Случайные функции.

- Описание метеоэлементов и других характеристик среды с помощью аппарата теории случайных функций.
- Стационарные случайные функции. Случайные функции со стационарными приращениями.
- Однородные и изотропные случайные поля. Локально однородные и изотропные случайные поля.
- Векторные случайные поля.
- Уравнения распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости.
- Рассеянное поле в приближении распространения радиоволн в средах с слабыми флуктуациями диэлектрической проницаемости
- Средняя интенсивность рассеяния. Качественная интерпретация рассеяния.
- Частотный спектр рассеянного поля. Рассеяние импульса
- Корреляционные функции рассеянного поля. Законы распределения вероятностей рассеянного поля.
- Вывод уравнений распространения звука в турбулентной атмосфере.
- Эффективный поперечник рассеяния при распространения звука в турбулентной атмосфере.

Общее количество баллов - 100

Работа в семестре - 50

Посещаемость и активная работа на занятиях - 10

Подготовка докладов на семинаре - 40

Зачет - 50 б

Темы 1-5, активная работа на лекциях и семинарах формируют компетенции (ПК-1, ПК-6, ПК-8)

### 7.1. Основная литература:

1. Кураев А.А. 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  
<http://znanium.com/bookread.php?book=367972>
2. Муромцев Д. Ю., Зырянов Ю. Т., Федюнин П. А. [и др.]. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Лань, 2014.- 448 с.  
URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50680](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50680)
3. Колесниченко, А. В. Турбулентность и самоорганизация. Проблемы моделирования космических и природных сред [Электронный ресурс] / А. В. Колесниченко, М. Я. Маров. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 632 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365634>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. В.И. Татарский. Распространение волн в турбулентной атмосфере. М.: Наука, 1967. 548с.
2. С.М. Рытов, Ю.А. Кравцов, В.И. Татарский. Введение в статистическую радиофизику. М.: Наука, 1978. Ч.2
3. Г.М.Тептин, Ю.М.Стенин. Неоднородности нижней ионосферы и распространение радиоволн. Ка-зань. Изд.КГУ. 1992. 6

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Д. Ю. Муромцев ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН -  
<http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2012/belousov.pdf>



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.

1. Лекционная аудитория с мультимедиапроектором, ноутбуком и экраном на штативе
2. Аудитория с доской и мелом для проведения семинарских занятий

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):

Тептин Г.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Журавлев А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.