

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

#### Антенны и распространение радиоволн Б3.В.5

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические измерения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Насыров И.А.

**Рецензент(ы):**

Гумеров Р.И.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6163314

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) доцент, к.н. (доцент) Насыров И.А. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем , Igor.Nasyrov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Изучение и практическое применение методов построения высоко эффективных антенно-фидерных систем. Приведены определения основных радиотехнических характеристик антенн, описание конструкций различного типа, используемых в радиосвязи, радиолокации и радиоастрономии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.5 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Для освоения содержания дисциплины необходимы знания по следующим курсам: "Электродинамика", "Основы теории колебаний".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способностью собирать, обобщать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий информацию, необходимую для формирования суждений по соответствующим специальным, научным, социальным и этическим проблемам
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

знать физическую сущность процессов и явлений, происходящих при распространении волн в однородных и неоднородных средах;

2. должен уметь:

уметь самостоятельно использовать основные методы радиофизических измерений.

3. должен владеть:

владеть методами проведения аналитических и численных расчетов;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

демонстрировать способность и готовность проведения аналитических и численных расчетов;

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре; экзамен в 6 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.	5	1,2	2	0	0	
2.	Тема 2. Распространение электромагнитных волн.	5	3,4	2	0	0	
3.	Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.	5	5,6	2	0	0	
4.	Тема 4. Элементарный вibrator.	5	7,8	2	0	0	
5.	Тема 5. Линейный симметричный вibrator.	5	9,10	2	0	0	
6.	Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.	5	11,12	2	0	0	
7.	Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.	5	13,14	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	
8.	Тема 8. Конструкции антенн.	5	15,16	2	0	0	
9.	Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.	5	17,18	2	0	0	
10.	Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.	6	1,2	2	2	2	
11.	Тема 11. Рупорные антенны.	6	3,4	2	2	2	
12.	Тема 12. Зеркальные антенны.	6	5,6	2	2	2	
13.	Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.	6	7,8	2	2	2	
14.	Тема 14. Фазированные антенные решетки	6	9,10	2	2	2	
15.	Тема 15. Земные и тропосферные волны.	6	11,12	2	2	2	
16.	Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.	6	13,14	2	2	2	
17.	Тема 17. Трансионосферное распространение радиоволн.	6	15,16	2	2	2	
18.	Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.	6	17,18	2	2	2	
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			36	18	18	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение.

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

Уравнения Максвелла. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца

### Тема 2. Распространение электромагнитных волн.

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

Распространение электромагнитных волн. Вывод волнового уравнения. Волновое уравнение для сред с потерями.

### **Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.**

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

Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Потенциал для электростатического поля. Векторный потенциал. Зависимые от времени потенциалы. Уравнения для потенциалов.

### **Тема 4. Элементарный вибратор.**

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

Элементарный вибратор. Решения уравнений Даламбера. Физический смысл калибровки Лоренца. Поле вокруг линейного провода. Напряженность электромагнитного поля элементарного вибратора. Три зоны поля вибратора. Напряженность электрического поля в дальней зоне.

### **Тема 5. Линейный симметричный вибратор.**

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

Линейный симметричный вибратор. Излучение линейного вибратора. Мощность излучаемая вибратором. Сопротивление излучения симметричного вибратора.

### **Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.**

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

Эффективность передающей антенны. Излучение системы линейных вибраторов. Диаграммы направленности системы линейных симметричных вибраторов.

### **Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.**

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

Коэффициент направленного действия антенны. Коэффициент усиления антенны. Влияние подстилающей поверхности на направленные свойства излучателя в вертикальной плоскости.

### **Тема 8. Конструкции антенн.**

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

Конструкции антенн. Поле горизонтального диполя в вертикальной плоскости. Поле вертикального диполя в вертикальной плоскости. Квадратичная формула Веденского.

### **Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.**

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

Симметричный вибратор с рефлектором. Пассивный рефлектор. Активный рефлектор.

### **Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.**

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

Эффективная площадь антенной системы. Шумовая температура антенны.

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

Расчет шумовой температуры симметричного вибратора.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Исследование антенны типа UDE-YAGI в программе MMANA\_GAL.

### **Тема 11. Рупорные антенны.**

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

Рупорные антенны. Схемы построения и основы теории.

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

Расчет параметров волноводного фидера, питающего рупорную антенну.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Исследование антенны типа Delta в программе MMANA\_GAL.

### **Тема 12. Зеркальные антенны.**

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

Зеркальные антенны. Схемы построения и основы теории.

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

Расчет параметров отражающей поверхности офсетной антенны для заданного диапазона радиочастот.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Исследование антенны типа Волновой канал в программе MMANA\_GAL.

**Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Методики измерений диаграммы направленности, эффективной площади и шумовой температуры антенн.

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

Расчет геометрических параметров антенны, состоящей из линейки симметричных вибраторов.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Исследование диаграммы направленности антенны, состоящей из линейки симметричных вибраторов.

**Тема 14. Фазированные антенные решетки**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Особенности антенн с электронным движением луча. Свойства системы излучателей. Искажение диаграммы направленности антенны с электронным движением луча.

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

Расчет геометрических параметров антенны, состоящей из нескольких рядов симметричных вибраторов.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

**Тема 15. Земные и тропосферные волны.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Общие сведения о распространении радиоволн: отражение, преломление, дифракция, рефракция. Электрические свойства поверхности и атмосферы Земли.

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

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

**Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Особенности распространения ультракоротких радиоволн в городских условиях.

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

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

**Тема 17. Транзионосферное распространение радиоволн.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Строение и электрические свойства ионосферы и распространение в ней радиоволн. Приближение геометрической оптики.

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

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

**Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Диапазоны радиоволн. Сверхдлинные и длинные волны. Средние волны. Короткие волны. Ультракороткие волны.

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

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

## 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.	5	1,2	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Распространение электромагнитных волн.	5	3,4	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
3.	Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.	5	5,6	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
4.	Тема 4. Элементарный вибратор.	5	7,8	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
5.	Тема 5. Линейный симметричный вибратор.	5	9,10	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
6.	Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.	5	11,12	Самостоятельное изучение программы MMANA-GAL. Знакомство с моделями антенн заложенных в базу данных	2	Письменный отчет.
7.	Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.	5	13,14	Изучение различных типов земли (диэлектрик, проводник, полупроводник) на направленные свойства антенн	2	Письменный отчет.
8.	Тема 8. Конструкции антенн.	5	15,16	Исследование диаграммы направленности вертикального диполя.	2	Письменный отчет.



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.	5	17,18	Моделирование симметричного вибратора с пассивным и активным рефлектором. Исследование их диаграмм	2	Письменный отчет.
10.	Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.	6	1,2	Исследование влияния земли и входного сопротивления на основные радиотехнические характеристики антенн	6	Письменный отчет.
11.	Тема 11. Рупорные антенны.	6	3,4	Моделирование рупорной антенны СВЧ диапазона в программе MMANA-GAL.	6	Письменный отчет.
12.	Тема 12. Зеркальные антенны.	6	5,6	Моделирование рупорной антенны СВЧ диапазона в программе MMANA-GAL.	6	Письменный отчет.
13.	Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.	6	7,8	Расчет параметров волновода, используемого в качестве фидера для рупорной антенны.	6	Письменный отчет.
14.	Тема 14. Фазированные антенные решетки	6	9,10	Расчет изменения фаз питающих токов для поворота главного лепестка диаграммы направленности антенны,	6	Письменный отчет.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
15.	Тема 15. Земные и тропосферные волны.	6	11,12	Проработка лекционного материала. Работа с литературой. Написание реферата на тему "Дальнее тропосфе"	6	Письменный отчет.
16.	Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.	6	13,14	Реферат на тему "Методики оценки напряженности электромагнитного поля для построения надежных каналов"	6	Письменный отчет.
17.	Тема 17. Трансионосферное распространение радиоволн.	6	15,16	Проектирование линейного симметричного вибратора в программе MMANA-GAL. Исследование его диаграммы	4	Письменный отчет
18.	Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.	6	17,18	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	8	Устный опрос
	Итого				72	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций. Проведение блиц-опросов.

Самостоятельное изучение программы MMANA-GAL.

Выполнение расчетных и лабораторных работ.

### 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:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Электростатическая теорема Гаусса. Закон Фарадея. Ток проводимости. Ток смещения.

#### Тема 2. Распространение электромагнитных волн.

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Электромагнитные волны в среде без потерь. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда диэлектрик). Электромагнитные волны в среде с потерями (среда проводник). Критерий разделения сред на диэлектрики и проводники.

### **Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.**

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Векторный и скалярный потенциалы. Уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровка Лоренца. Решения уравнений Даламбера для потенциалов.

### **Тема 4. Элементарный вибратор.**

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Напряженность электрического поля и векторного потенциала элементарного вибратора. Три зоны поля вибратора. Ближняя зона. Дальняя зона. Промежуточная зона.

### **Тема 5. Линейный симметричный вибратор.**

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Излучение линейного симметричного вибратора. Диаграмма направленности линейного симметричного вибратора в свободном пространстве. Мощность, излучаемая линейным симметричным вибратором. Сопротивление излучения симметричного вибратора.

### **Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для системы, состоящей из нескольких рядов линейных симметричных вибраторов.

### **Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в вертикальной плоскости для вертикального вибратора. Расчет диаграммы направленности в вертикальной плоскости для горизонтального вибратора.

### **Тема 8. Конструкции антенн.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Исследование электрических характеристик антенны типа "Дельта".

### **Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для симметричного вибратора с пассивным рефлектором.

### **Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для симметричного вибратора с активным рефлектором.

### **Тема 11. Рупорные антенны.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Методы запитки рупорных антенн.

### **Тема 12. Зеркальные антенны.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Реферат с результатами расчетов.

### **Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Реферат с результатами расчетов.

### **Тема 14. Фазированные антенные решетки**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Реферат с результатами расчетов.

**Тема 15. Земные и тропосферные волны.**

Письменный отчет. , примерные вопросы:

Реферат с результатами расчетов.

**Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.**

Письменный отчет. , примерные вопросы:

Реферат-обзор.

**Тема 17. Трансионосферное распространение радиоволн.**

Письменный отчет , примерные вопросы:

Реферат с результатами расчетов.

**Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.**

Устный опрос , примерные вопросы:

Подготовка к сдаче экзамена.

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Вопросы к экзамену по курсу

Антенны и распространения радиоволн

1. Уравнения Максвелла.
2. Электромагнитные волны в среде без потерь.
3. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда диэлектрик).
4. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда проводник).
5. Критерий разделения сред на диэлектрики и проводники.
6. Векторный и скалярный потенциалы.
7. Уравнения Даламбера. Калибровка Лоренца.
8. Решение уравнений Даламбера. Поле вокруг линейного провода.
9. Напряженность электрического поля и векторного потенциала элементарного вибратора.
10. Три зоны поля вибратора. Ближняя зона. Дальняя зона. Промежуточная зона.
11. Напряженность электрического поля в дальней зоне в свободном пространстве. Диаграмма направленности элементарного вибратора. Мощность, излучаемая вибратором. Сопrotивление излучения вибратора.
12. Излучение линейного симметричного вибратора.
13. Диаграмма направленности линейного симметричного вибратора в свободном пространстве.
14. Мощность, излучаемая линейным симметричным вибратором.
15. Сопrotивление излучения симметричного вибратора.
16. Эффективность передающей антенны.
17. Диаграмма направленности системы линейных симметричных вибраторов в свободном пространстве.
18. Антенна, состоящая из нескольких рядов линейных симметричных вибраторов.
19. Влияние "земли" на направленные свойства антенны в вертикальной плоскости.
20. Поле горизонтального диполя в вертикальной плоскости.
21. Поле вертикального диполя в вертикальной плоскости.
22. Квадратичная формула Веденского.
23. Симметричный вибратор с рефлектором. Активный рефлектор.
24. Симметричный вибратор с рефлектором. Пассивный рефлектор.

### 7.1. Основная литература:

1. Гусев Ю.А., Насыров А.М. Волновые процессы, ч.5. Частотная дисперсия диэлектрической проницаемости (уч. пособие), Казань: КГУ, 1998, 113с. Режим доступа: - [http://kpfu.ru/docs/F1156402211/wp5\\_1\\_55.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1156402211/wp5_1_55.pdf)
2. Насыров А.М., Овчинников М.Н. Волновые процессы, ч.6. Самовоздействие электромагнитных волн (уч. пособие), Казань: КГУ, 1998, 55с. Режим доступа: - <http://kpfu.ru/docs/F1480087661/wp6.pdf>
3. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны: [Электронный ресурс] Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0332-6, 500 экз. Режим доступа: - <http://znanium.com/bookread.php?book=424601>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие [Электронный ресурс] / 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. Режим доступа: - <http://znanium.com/bookread.php?book=367972>
2. Уравнения электромагнетизма и системы единиц электрических и магнитных величин: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.М. Трунов. - М.: Форум, 2011. - 104 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-91134-524-2, 250 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=226287>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн - [http://www.techbook.ru/book.php?id\\_book=185](http://www.techbook.ru/book.php?id_book=185)
- Антенны и распространение радиоволн - <http://window.edu.ru/resource/597/68597>
- Антенны СВЧ устройств - [http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web\\_Links&file=index&l\\_op=viewlink&cid=1506](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1506)
- Издательство радиотехника - <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=bo6>
- Распространение радиоволн - <http://www.radioscanner.ru/files/other/file6843/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Антенны и распространение радиоволн" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

Программа MMANA-GAL

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические измерения .

Автор(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гумеров Р.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.