

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 электромагнитных волн БЗ.Б.9

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Корчагин Г.Е. , Насыров И.А.

**Рецензент(ы):**

Стенин Ю.М.

#### **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 669014

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) ассистент, к.н. Корчагин Г.Е. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем , Gena.Korchagin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Насыров И.А. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем , Igor.Nasyrov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Распространение электромагнитных волн являются: приобретение знаний по распространению электромагнитных волн, как в свободном пространстве, так и в конкретных средах, понимание особенностей взаимодействия электромагнитных волн со средой распространения, умение оценивать результаты распространения электромагнитных волн различных диапазонов в свободном пространстве и в земных условиях..

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.9 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Данная дисциплина имеет логическую и содержательную взаимосвязь с такими дисциплинами как электричество и магнетизм, электродинамика, физика волновых процессов. Обучающийся должен понимать сущность волновых процессов, иметь понятие об электромагнитных полях и волнах, уметь использовать систему уравнений Максвелла для описания распространения электромагнитных волн в различных средах.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способностью следовать социально-значимым представлениям о здоровом образе жизни
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности распространения электромагнитных волн различных диапазонов в свободном пространстве и в условиях различных сред распространения.

2. должен уметь:

оценивать основные характеристики электромагнитных волн с учётом влияния конкретной среды распространения.

3. должен владеть:

понятийным и математическим аппаратом описания физики распространения электромагнитных волн в различных средах.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

собирать, обобщать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий информацию, необходимую для формирования суждений по соответствующим специальным и научным проблемам;

к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии;

использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов;

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности;

составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовностью к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины 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. Предмет и содержание курса. Частотные диапазоны и особенности их использования в земных условиях.	6	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	
2.	Тема 2. Излучение электромагнитных волн. Поле в ближней и дальней зонах, мощность и сопротивление излучения. Диаграмма направленности.	6	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн.	6	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Распространение электромагнитных волн в однородной изотропной среде без потерь. Волновые уравнения. Свойства плоской волны.	6	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.	6	5	2	0	0	
6.	Тема 6. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.	6	6	2	0	0	
7.	Тема 7. Прямоугольные и круглые волноводы и особенности распространения в них электромагнитных волн.	6	7	2	0	0	
8.	Тема 8. Коаксиальные линии передачи: структура поля, области применения.	6	8	2	0	0	
9.	Тема 9. Двухпроводная линия передачи: структура поля, параметры волны.	6	9	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	
10.	Тема 10. Световоды. Типы световодов, параметры, структура поля. Особенности дисперсии и критического режима. Затухание в световодах. Возбуждение световода.	6	10	2	0	0	
11.	Тема 11. Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.	6	11	2	0	0	
12.	Тема 12. Основные сведения о земной атмосфере и ее влияние на распространение электромагнитных волн различных диапазонов.	6	12	2	0	0	
13.	Тема 13. Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере.	6	13	2	0	0	
14.	Тема 14. Взаимодействие радиоволн с ионосферой.	6	14	2	0	0	
15.	Тема 15. Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.	6	15	2	0	0	
16.	Тема 16. Распространение электромагнитных волн в городских условиях.	6	16	2	0	0	
17.	Тема 17. Беспроводные интерфейсы и сети.	6	17	2	0	0	
18.	Тема 18. Особенности распространения и использования волн инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.	6	18	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 . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			36	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет и содержание курса. Частотные диапазоны и особенности их использования в земных условиях.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Предмет и содержание курса. Частотные диапазоны и особенности их использования в земных условиях.

**Тема 2. Излучение электромагнитных волн. Поле в ближней и дальней зонах, мощность и сопротивление излучения. Диаграмма направленности.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Излучение электромагнитных волн. Поле в ближней и дальней зонах, мощность и сопротивление излучения. Диаграмма направленности.

**Тема 3. Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн

**Тема 4. Распространение электромагнитных волн в однородной изотропной среде без потерь. Волновые уравнения. Свойства плоской волны.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Распространение электромагнитных волн в однородной изотропной среде без потерь. Волновые уравнения. Свойства плоской волны.

**Тема 5. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.

**Тема 6. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.

**Тема 7. Прямоугольные и круглые волноводы и особенности распространения в них электромагнитных волн.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Прямоугольные и круглые волноводы и особенности распространения в них электромагнитных волн.

**Тема 8. Коаксиальные линии передачи: структура поля, области применения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Коаксиальные линии передачи: структура поля, области применения.

**Тема 9. Двухпроводная линия передачи: структура поля, параметры волны.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Двухпроводная линия передачи: структура поля, параметры волны.

**Тема 10. Световоды. Типы световодов, параметры, структура поля. Особенности дисперсии и критического режима. Затухание в световодах. Возбуждение световода.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Световоды. Типы световодов, параметры, структура поля. Особенности дисперсии и критического режима. Затухание в световодах. Возбуждение световода

**Тема 11. Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.

**Тема 12. Основные сведения о земной атмосфере и ее влияние на распространение электромагнитных волн различных диапазонов.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Основные сведения о земной атмосфере и ее влияние на распространение электромагнитных волн различных диапазонов.

**Тема 13. Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере.

**Тема 14. Взаимодействие радиоволн с ионосферой.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Взаимодействие радиоволн с ионосферой.

**Тема 15. Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.

**Тема 16. Распространение электромагнитных волн в городских условиях.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Распространение электромагнитных волн в городских условиях.

**Тема 17. Беспроводные интерфейсы и сети.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Беспроводные интерфейсы и сети.

**Тема 18. Особенности распространения и использования волн инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Особенности распространения и использования волн инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.

**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. Предмет и содержание курса. Частотные диапазоны и особенности их использования в земных условиях.	6	1	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Излучение электромагнитных волн. Поле в ближней и дальней зонах, мощность и сопротивление излучения. Диаграмма направленности.	6	2	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн.	6	3	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
4.	Тема 4. Распространение электромагнитных волн в однородной изотропной среде без потерь. Волновые уравнения. Свойства плоской волны.	6	4	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Контрольная работа
5.	Тема 5. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.	6	5	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
6.	Тема 6. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.	6	6	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
7.	Тема 7. Прямоугольные и круглые волноводы и особенности распространения в них электромагнитных волн.	6	7	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
8.	Тема 8. Коаксиальные линии передачи: структура поля, области применения.	6	8	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
9.	Тема 9. Двухпроводная линия передачи: структура поля, параметры волны.	6	9	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
10.	Тема 10. Световоды. Типы световодов, параметры, структура поля. Особенности дисперсии и критического режима. Затухание в световодах. Возбуждение световода.	6	10	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.	6	11	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
12.	Тема 12. Основные сведения о земной атмосфере и ее влияние на распространение электромагнитных волн различных диапазонов.	6	12	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Контрольная работа
13.	Тема 13. Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере.	6	13	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
14.	Тема 14. Взаимодействие радиоволн с ионосферой.	6	14	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
15.	Тема 15. Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.	6	15	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
16.	Тема 16. Распространение электромагнитных волн в городских условиях.	6	16	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
17.	Тема 17. Беспроводные интерфейсы и сети.	6	17	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
18.	Тема 18. Особенности распространения и использования волн инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.	6	18	Изучение литературы по соответствующей теме	2	Устный опрос
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий (работа с современной реальной измерительной и регистрирующей радиоаппаратурой, аппаратными и программными средствами ПК, выполнение и защита заданий лабораторных работ, разбор конкретных ситуаций, объяснение результатов работы конкретных физических процессов и явлений).

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

### **Тема 1. Предмет и содержание курса. Частотные диапазоны и особенности их использования в земных условиях.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Предмет и содержание курса. Частотные диапазоны и особенности их использования в земных условиях.

### **Тема 2. Излучение электромагнитных волн. Поле в ближней и дальней зонах, мощность и сопротивление излучения. Диаграмма направленности.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Излучение электромагнитных волн. Поле в ближней и дальней зонах, мощность и сопротивление излучения. Диаграмма направленности.

### **Тема 3. Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн.

### **Тема 4. Распространение электромагнитных волн в однородной изотропной среде без потерь. Волновые уравнения. Свойства плоской волны.**

Контрольная работа, примерные вопросы:

Распространение электромагнитных волн в однородной изотропной среде без потерь. Волновые уравнения. Свойства плоской волны.

### **Тема 5. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.

### **Тема 6. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.

### **Тема 7. Прямоугольные и круглые волноводы и особенности распространения в них электромагнитных волн.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Прямоугольные и круглые волноводы и особенности распространения в них электромагнитных волн.

### **Тема 8. Коаксиальные линии передачи: структура поля, области применения.**

Устный опрос, примерные вопросы:

### **Тема 9. Двухпроводная линия передачи: структура поля, параметры волны.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Двухпроводная линия передачи: структура поля, параметры волны.

### **Тема 10. Световоды. Типы световодов, параметры, структура поля. Особенности дисперсии и критического режима. Затухание в световодах. Возбуждение световода.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Световоды. Типы световодов, параметры, структура поля. Особенности дисперсии и критического режима. Затухание в световодах. Возбуждение световода.

### **Тема 11. Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.

## **Тема 12. Основные сведения о земной атмосфере и ее влияние на распространение электромагнитных волн различных диапазонов.**

Контрольная работа, примерные вопросы:

Основные сведения о земной атмосфере и ее влияние на распространение электромагнитных волн различных диапазонов.

## **Тема 13. Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере.

## **Тема 14. Взаимодействие радиоволн с ионосферой.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Взаимодействие радиоволн с ионосферой.

## **Тема 15. Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.

## **Тема 16. Распространение электромагнитных волн в городских условиях.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Распространение электромагнитных волн в городских условиях.

## **Тема 17. Беспроводные интерфейсы и сети.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Беспроводные интерфейсы и сети.

## **Тема 18. Особенности распространения и использования волн инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.**

Устный опрос, примерные вопросы:

Особенности распространения и использования волн инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы контроля освоения дисциплины:

1. На какие диапазоны принято разделять весь спектр электромагнитного излучения.
2. Строение атмосферы Земли. Причины образования ионосферы и ионосферные слои.
3. Принцип Гюйгенса и зоны Френеля.
4. Область пространства, существенная для распространения электромагнитных волн.
5. Система уравнений Максвелла и граничные условия.
6. Вибратор Герца и основные его характеристики как антенны.
7. Поле элементарного вибратора в ближней и дальней зонах.
8. Основные характеристики антенн.
9. Распространение электромагнитных волн в однородном идеальном диэлектрике.
10. Распространение электромагнитных волн в средах с проводимостью.
11. Атмосферная турбулентность и ее влияние на распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.
12. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.
13. Влияние шероховатости поверхности на характеристики отражённой волны.
14. Особенности распространения электромагнитных волн в прямоугольном волноводе.
15. Особенности распространения электромагнитных волн в круглом волноводе.
16. Коаксиальные линии передачи: структура поля, области применения.
17. Двухпроводные линии передачи: структура поля, параметры волны.
18. Световоды: типы, параметры, структура поля.

19. Особенности дисперсии и критического режима в световоде.
20. Затухание в световодах. Возбуждение световода.
21. Атмосфера как канал передачи информации с помощью электромагнитных волн.
22. Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн различных диапазонов
23. Особенности распространения электромагнитных волн в тропосфере
24. Взаимодействие радиоволн с ионосферой
25. Влияние геомагнитного поля на характеристики радиоканала.
26. Обыкновенная и необыкновенная волны.
27. Вертикальное зондирование ионосферы. ВЧХ (высотно-частотная характеристика).
28. Флуктуации параметров электромагнитных волн в турбулентной среде.
29. Распространение электромагнитных волн в городских условиях.
30. Каналы мобильной связи.
31. Каналы спутниковой связи.
32. Беспроводные интерфейсы и сети
33. Особенности распространения и использования волн инфракрасного диапазона.
34. Особенности распространения и использования волн ультрафиолетового диапазона.
35. Поглощение и затухание электромагнитных волн в атмосфере и земной толще.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

Ю.М.Стенин. Физика генерации и излучения радиоволн. Казань: КГУ, 2007.

Ю.М. Стенин. Распространение радиоволн. Казань: КГУ, 2003.

### 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)

ЭР

КФУ

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>

ЭР

КФУ

3. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны: [Электронный ресурс] Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузский 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>

ЭБС

"Знаниум"

### 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>

ЭБС

"Знаниум"

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>

ЭБС

"Знаниум"

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Излучение и особенности распространения электромагнитных волн -

<http://fmnauka.narod.ru/l.pdf>

Распространение электромагнитных волн в тропосфере -

<http://photonics.phys.msu.ru/LecturesArsenyan.pdf>

СУЩНОСТЬ И МЕХАНИЗМ ИЗЛУЧЕНИЯ электромагнитных волн -

[http://electricalleather.com/d/358095/d/mehanizm\\_izlucheniya.pdf](http://electricalleather.com/d/358095/d/mehanizm_izlucheniya.pdf)

Электродинамика и распространение радиоволн - [http://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_65892.pdf](http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_65892.pdf)

Электромагнитные волны - <http://electrodynamics.narod.ru/em-waves.html>

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

Освоение дисциплины "Распространение электромагнитных волн" 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 "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

компьютерная техника;

антенный измерительный комплекс;

лаборатория по специализации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Телекоммуникационные системы и информационные технологии .

Автор(ы):

Корчагин Г.Е. \_\_\_\_\_

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Стенин Ю.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.