

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н.В. Савина

« 01 » 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
Электродинамика и распространение радиоволн

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Программа подготовки: академический бакалавриат

Год набора 2019

Форма обучения: очная

Курс 3 Семестр 6

Зачет 6 семестр, 0,2 академ. час.

Лекции 16 (академ. час.)

Практические занятия 18 (академ. час.)

Самостоятельная работа 37,8 (академ. час.)

Общая трудоемкость дисциплины 72 (академ. час.), 2 (з.е.)

Составитель: О.В. Зотова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Факультет инженерно-физический  
Кафедра физики

2019 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

«08» 05 20 19 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой  Е.В. Стукова

Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 03.03.02 Физика

«13» 06 20 19 г., протокол № 2

Председатель  Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебно-методического  
управления

 Н.А. Чалкина  
(подпись)

«08» 06 20 19 г.

СОГЛАСОВАНО


Заведующий выпускающей кафедрой

 Е.В. Стукова  
(подпись)

«13» 06 20 19 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

 Л.А. Проказина  
(подпись)

«14» 06 20 19 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** формирование научного мировоззрения и современного физического мышления в области электромагнитных явлений. Развитие способностей применения специализированных знаний при решении профессиональных задач.

**Задачи дисциплины:** 1) углубление фундаментальных знаний в области теории электромагнитного поля посредством изучения законов, описывающих процессы распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и направляющих системах; 2) освоение математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» является дисциплиной вариативной части учебного плана.

Для успешного освоения данной дисциплины студентам необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения базовой дисциплины «Электродинамика», входящей в модуль «Теоретическая физика», и дисциплин модуля «Общая физика», а также высокий уровень математической подготовки, обеспечиваемый изучением дисциплин модуля «Математика». Особую важность для успешного освоения курса имеет обобщающая математическая дисциплина «Векторный и тензорный анализ», что обусловлено особой структурой основных объектов электродинамики, которые имеют полевою природу.

Знания и навыки, полученные при освоении дисциплины «Электродинамика и распространение волн», необходимы при последующем изучении дисциплин, таких как «Радиофизика и электроника», «Основы радио- и телевидения», «Телекоммуникационные сети».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

1) Знать: основные законы теории электромагнитного поля; параметры плоской однородной волны, при ее распространении в различных средах; особенности распространения радиоволн различных диапазонов, с учетом влияния поверхности Земли, тропосферы, ионосферы, а также в волноводных структурах (ПК-1), (ПК-4).

2) Уметь: рассчитывать напряженность электрических и магнитных полей и графически изображать поля; проводить самостоятельный анализ электромагнитных процессов, происходящих в различных средах; решать инженерные задачи, связанные с использованием электромагнитных волн в свободном пространстве и в направляющих системах (ПК-1), (ПК-4).

3) Владеть: приемами оценивания параметров и характеристик электромагнитных процессов и устройств, связанных с передачей и приемом сигналов, на основе методов теоретического исследования (ПК-1), (ПК-4).

#### 4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы, разделы дисциплины	Компетенции	
	ПК-1	ПК-4
1. Полная система уравнений Максвелла. Энергетические соотношения в электромагнитном поле	+	+
2. Плоские электромагнитные волны в неограниченных средах	+	+
3. Краевые задачи электродинамики. Падение плоских волн на границу раздела двух сред	+	+
4. Электромагнитные волны в направляющих системах	+	+
5. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели	+	+
6. Распространение электромагнитных волн в атмосфере Земли	+	+

#### 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Прак	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. Полная система уравнений Максвелла. Энергетические соотношения в электромагнитном поле	6	1	2	2	4	Коллоквиум Письменный опрос
2	2. Плоские электромагнитные волны в неограниченных средах	6	3	2	4	4	Коллоквиум, ИДЗ
3	3. Краевые задачи электродинамики. Падение плоских волн на границу раздела двух сред	6	5	2	2	6	Коллоквиум, ИДЗ
4	4. Электромагнитные волны в направляющих системах	6	7-9	4	4	8	Коллоквиум, ИДЗ
5	5. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели	6	11-13	2	4	6	Письменный опрос
6	6. Распространение электромагнитных волн в атмосфере Земли	6	15-17	4	2	9,8	Реферат
7	<i>Итого в семестре</i>	6		<b>16</b>	<b>18</b>	<b>37,8</b>	<i>Зачет (0,2 акад. час)</i>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	<b>1. Полная система уравнений Максвелла. Энергетические соотношения в электромагнитном поле</b>	Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения заряда, Материальные уравнения электромагнитного поля. Сторонние источники. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Комплексные амплитуды полей. Энергетические характеристики и баланс энергии поля. Баланс энергии в случае гармонических колебаний. Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Принцип перестановочной двойственности. Лемма Лоренца.
2	<b>2. Плоские электромагнитные волны в неограниченных средах</b>	Понятие волнового процесса. Волновой характер переменного электромагнитного поля. Уравнение Гельмгольца. Плоские волны и их характеристики. Понятие характеристического сопротивления. Плотность потока мощности в плоской электромагнитной волне. Вектор Пойнтинга. Классификация сред. Идеальные диэлектрики и идеальные проводники, комплексная диэлектрическая и магнитная проницаемость. Уравнения Гельмгольца для векторов поля. Особенности распространения плоской волны в диэлектрике, полупроводнике и проводнике.
3	<b>3. Краевые задачи электродинамики. Падение плоских волн на границу раздела двух сред</b>	Поля на границах раздела сред. Граничные условия для векторов электрического поля. Граничные условия для векторов магнитного поля. Поляризация электромагнитных волн. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред без потерь. Формулы Френеля. Падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство с потерями. Неоднородные плоские волны. Приближенные граничные условия Леонтовича.
4	<b>4. Электромагнитные волны в направляющих системах</b>	Классификация направляющих систем. Падение плоских волн с параллельной и перпендикулярной поляризацией на идеально проводящую плоскость. Математическое представление и классификация направляемых волн: $E$ -, $H$ - и $T$ -волны. Структура и некоторые характеристики направляемых волн. Прямоугольный и круглый металлические волноводы. Решение двумерного уравнения Гельмгольца. Волны типа $E$ и типа $H$ . Критические частоты, дисперсионная характеристика волновода. Характеристическое сопротивление волновода. Волноводы с волнами типа $T$ . Коаксиальный и полосковый волноводы. Затухание волн в полых металлических волноводах.
5	<b>5. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели</b>	Неоднородные уравнения Максвелла. Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднородное уравнение Гельмгольца и его решение в случае возбуждения свободного пространства заданной системой сторонних источников. Элементарный источник электромагнитного поля и свойства возбуждаемой им сферической волны. Элементарные электрический и магнитный

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		излучатели: структура поля, диаграммы направленности, сопротивление излучения, коэффициент направленного действия. Элемент Гюйгенса. Теорема эквивалентности. Условие излучения.
6	<b>6. Распространение электромагнитных волн в атмосфере Земли</b>	Влияние земной поверхности на распространение радиоволн. Параметры земной поверхности. Расстояние прямой видимости. Классификация моделей радиотрасс над земной поверхностью. Поле излучателя, поднятого над плоской поверхностью. Влияние сферичности Земли. Поле в непосредственной близости от поверхности земли и в земле. Дифракция радиоволн на препятствии. Строение и электродинамические параметры земной атмосферы (тропосферы и ионосферы). Основные закономерности распространения радиоволн в атмосфере. Преломление радиоволн. Виды тропосферной рефракции. Закон отражения радиоволн в ионосфере. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов на реальных трассах. Область пространства, существенная для распространения радиоволн.

## 6.2. Практические занятия

На практические занятия выносятся наиболее важные разделы курса. На каждом занятии предлагается несколько задач, часть из которых решается с подробным обсуждением метода и полученных результатов, остальные задачи студенты решают самостоятельно.

Так же на практических занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и темам курса в виде: контрольной работы (решение задач), коллоквиума (проверка знаний теоретического материала) и письменных опросов (проверка знаний понятийного аппарата, основных законов и формул).

### Тематическое планирование практических занятий

№ занятия	Раздел дисциплины	Содержание занятия	Трудоемкость в акад. часах
1	<b>1. Полная система уравнений Максвелла. Энергетические соотношения в электромагнитном поле</b>	Письменный опрос. Решение задач: расчет характеристик электромагнитного поля с применением уравнений Максвелла и теоремы Пойтинга для случаев квазистационарного и переменного электромагнитного поля в однородной среде.	2
2 3	<b>2. Плоские электромагнитные волны в неограниченных средах</b>	Решение задач: расчет характеристик плоских электромагнитных волн в идеальном диэлектрике, в диэлектрике с потерями и в проводящей среде. Определение характеристического сопротивления среды.	4

№ занятия	Раздел дисциплины	Содержание занятия	Трудоемкость в акад. часах
4	<b>3. Краевые задачи электродинамики. Падение плоских волн на границу раздела двух сред</b>	Решение задач: падение плоской волны на границу двух сред без потерь. Формулы Френеля, угол Брюстера. Полное отражение.	2
5	<b>4. Электромагнитные волны в направляющих системах</b>	Решение задач: Электромагнитные поля в прямоугольном и круглом волноводах. Т-волны в направляющих системах.	2
6	<b>Разделы 1-4</b>	<i>Коллоквиум</i>	2
7	<b>5. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели</b>	Письменный опрос. Решение задач: Излучение электромагнитных волн. Электрический и магнитный излучатели	2
8	<b>6. Распространение электромагнитных волн в атмосфере Земли</b>	Семинар: защита рефератов (доклады с презентациями)	2
9	<b>Итоговое занятие (темы 1-6)</b>	<i>Итоговый тест</i>	2
	<i>Итого за семестр</i>		<b>18</b>

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

В самостоятельную работу включается: самостоятельное изучение некоторых вопросов (тем), написание реферата, выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ), подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму и зачету.

**1. Подготовка к практическим занятиям (Ппз).** При подготовке к практическому занятию необходимо изучить теоретический материал по заданной теме (за основу берутся лекции), выполнить домашнее задание (решение задач). Письменные опросы проводятся по отдельным темам, проверяется знание понятийного аппарата, основных законов и формул.

**2. Выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ).** ИДЗ представляет собой набор задач по указанным темам, численные данные к которым выбираются в соответствии с вариантом. Темы - в соответствии с таблицей практических занятий. Все задания выполняются студентом в часы, отведенные на самостоятельную работу, опираясь на изученный теоретический материал, изложенный в лекционном курсе, и проработанный на практических аудиторных занятиях. Индивидуальное задание сдается на проверку по частям (по мере изучения соответствующих разделов) в течение семестра. Незачтенные задачи индивидуального задания должны быть выполнены заново и представлены на повторную проверку вместе с первоначальной работой и замечаниями преподавателя. На исправление замечаний отводится недельный срок со дня их выдачи после первой проверки.

**3. Подготовка к коллоквиуму (Пк).** Коллоквиум проводится на 10-12 уч. неделя семестра. На коллоквиум выносятся вопросы изученных ранее тем, в соответствии с таблицей практических занятий. Коллоквиум показывает степень освоения студентом теоретического материала дисциплины и готовность студента к экзамену. Результаты коллоквиума учитываются при выставлении оценки за семестр на экзамене.

**4. Подготовка реферата (Пр).** Подготовка осуществляется в соответствии с заданной темой.

**5. Подготовка к зачету (Пз).** Подготовка осуществляется в соответствии с вопросами,

выносимыми на зачет.

## 6. Вопросы, изучаемые самостоятельно (Сит)

Электромагнитные волны в средах с частотной дисперсией.

Распространение импульсов в средах с частотной дисперсией.

Некоторые способы возбуждения и основы применения прямоугольных и круглых волноводов.

Поверхностные электромагнитные волны и замедляющие системы.

Элементарные щелевой и рамочный излучатели как примеры реализации элементарного магнитного излучателя.

Возбуждение свободного пространства нитью электрического тока.

Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере.

Распространение радиоволн КВ диапазона с учетом влияния ионосферы.

Распространение радиоволн метрового диапазона и более коротких радиоволн в пределах и за пределами прямой видимости с учетом влияния земли и тропосферы.

### Тематическое планирование самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в академических часах
1	<b>1. Полная система уравнений Максвелла. Энергетические соотношения в электромагнитном поле</b>	(Ппз), (Пк), (Пз)	4
2	<b>2. Плоские электромагнитные волны в неограниченных средах</b>	(Ппз), (ИДЗ), (Пк), (Сит), (Пз)	4
3	<b>3. Краевые задачи электродинамики. Падение плоских волн на границу раздела двух сред</b>	(Ппз), (ИДЗ), (Пк), (Пз)	6
4	<b>4. Электромагнитные волны в направляющих системах</b>	(Ппз), (ИДЗ), (Пк), (Сит), (Пз)	8
5	<b>5. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели</b>	(Ппз), (Сит), (Пз)	6
6	<b>6. Распространение электромагнитных волн в атмосфере Земли</b>	(Ппз), (Сит), (Пр), (Пз)	9,8
7	<b>Итого в семестре</b>		<b>37,8</b>

**Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:**

1. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: сб. учебн.-метод. материалов по изучению дисциплины для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ; сост. О. В. Зотова, - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 25 с. - Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9897.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9897.pdf)

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

### Тематическое планирование интерактивных форм обучения

Раздел дисциплины	Вид учебной работы	Интерактивный метод
<b>1. Полная система уравнений Максвелла. Энергетические соотношения в электромагнитном поле</b>	лекция	обратная связь



Раздел дисциплины	Вид учебной работы	Интерактивный метод
<b>2. Плоские электромагнитные волны в неограниченных средах</b>	практическое занятие	«мозговой штурм»
<b>3. Краевые задачи электродинамики. Падение плоских волн на границу раздела двух сред</b>	лекция	презентация с использованием вспомогательных средств
<b>4. Электромагнитные волны в направляющих системах</b>	лекция	презентация с использованием вспомогательных средств
	практическое занятие	разминка
<b>5. Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели</b>	лекция	обратная связь
	практическое занятие	«мозговой штурм»
<b>6. Распространение электромагнитных волн в атмосфере Земли</b>	семинар	защита рефератов (презентации с использованием вспомогательных средств)

## **9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания, знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Электродинамика и распространение волн».

### **Примерные вопросы к зачету**

1. Определение электромагнитного поля. Векторы электрического и магнитного поля. Закон Ома в дифференциальной форме. Полный ток. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.
2. Классификация сред, материальные уравнения. Граничные условия для электромагнитного поля.
3. Метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Комплексные проницаемости.
4. Принцип перестановочной двойственности. Лемма Лоренца.
5. Энергия электромагнитного поля. Уравнение баланса энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
6. Движение энергии в электромагнитном поле. Средний баланс энергии в случае гармонических колебаний.
7. Уравнение Гельмгольца для среды без потерь. Его решение. Волновое число и волновой вектор. Фронт волны.
8. Уравнения Максвелла для плоской однородной волны. Взаимная ориентация векторов поля и волнового вектора в среде без потерь. Волновое (характеристическое) сопротивление.
9. Поляризация плоской электромагнитной волны.
10. Электромагнитные волны в средах с потерями. Коэффициент затухания.
11. Волновое число в поглощающих средах. Волны в диэлектрике. Волны в проводнике. Поверхностный эффект.

12. Нормальное падение плоской волны на границу двух сред. Формулы Френеля.
13. Наклонное падение плоской волны на границу двух сред. Законы Снеллиуса. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
14. Явление полного внутреннего отражения и его применение. Неоднородные плоские волны.
15. Падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство с потерями. Приближенные граничные условия Леонтовича.
16. Понятие о направляющих системах. Условия распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Критическая частота, длина волны в линии передачи, фазовая скорость.
17. Связь между продольными и поперечными составляющими поля в однородной направляющей системе. Классификация направляемых волн.
18. Прямоугольный металлический волновод. Волны типа E, их характеристики и структура поля.
19. Прямоугольный металлический волновод. Волны типа H, их характеристики и структура поля.
20. Основная волна прямоугольного волновода, ее характеристики, структура поля и токов. Мощность, переносимая основной волной через поперечное сечение волновода.
21. Круглые волноводы. Волна основного типа и ее характеристики.
22. Волноводы с волнами типа T. Коаксиальный и полосковый волноводы.
23. Элементарный электрический излучатель.
24. Исследование поля электрического диполя. Поле в ближней зоне. Поле в дальней зоне.
25. Элементарный магнитный излучатель.
26. Понятие явления дифракции электромагнитных волн. Приближение Гюйгенса-Кирхгофа в описании явления дифракции. Зоны Френеля.
27. Область пространства, существенная при распространении радиоволн.
28. Классификация моделей радиотрасс над земной поверхностью.
29. Поле излучателя, поднятого над плоской поверхностью. Интерференционная формула и формула Введенского.
30. Учет сферичности Земли при распространении радиоволн в зоне освещенности. Приведенные высоты.
31. Рассеяние радиоволн шероховатыми поверхностями. Критерий Рэлея.
32. Структура поля излучения вертикального диполя при низко расположенных антеннах.
33. Расчет вертикальной составляющей поля при низко расположенных антеннах. Формула Шулейкина-Ван-дер-Поля.
34. Распространение радиоволн при низко расположенных антеннах над неоднородной трассой. Береговая рефракция.
35. Состав и электрические параметры тропосферы. Индекс преломления.
36. Распространение волн в плавно-неоднородной среде. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Виды тропосферной рефракции.
37. Строение ионосферы. Физические причины образования в ионосфере ионизированных слоев. Электрические параметры ионосферы.
38. Отражение и преломление радиоволн в ионосфере.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература:**

1. Боков Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Боков, В.А. Замотринский, А.Е. Мандель. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. — 410 с. — 978-5-86889-578-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72050.html>

2. Фальковский, О.И. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/403>

**б) дополнительная литература:**

1. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. пособие для бакалавриата и специалитета / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 196 с. — (Серия : Бакалавр и специалист). — ISBN 978-5-534-05369-2. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/51133879-6474-4502-BE0C-09746DDFF1B5](http://www.biblio-online.ru/book/51133879-6474-4502-BE0C-09746DDFF1B5).
2. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50680>.
3. Андрусевич Л.К. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.К. Андрусевич, А.А. Ишук. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. — 207 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54807.html>
4. Муромцев Д.Ю. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 116 с. — 978-5-8265-1096-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63909.html>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

№	Наименование ресурса	Описание
1	2	3
1	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
2	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
3	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов (при наличии), тип и количество
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

**г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

№	Наименование ресурса	Описание
1	2	3
1	<a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).

1	2	3
2	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
3	<a href="http://dxdy.ru/fizika-f2.html">http://dxdy.ru/fizika-f2.html</a>	Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы. Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике.
4	<a href="http://www.mavicanet.ru/">http://www.mavicanet.ru/</a>	MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.
5	<a href="https://www.runnet.ru">https://www.runnet.ru</a>	RUNNet (Russian UNiversity Network) - крупнейшая в России научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обладающая протяженной высокоскоростной магистральной инфраструктурой и международными каналами, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется *самоконтролем*, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, студенту необходимо заниматься по 3–5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела, например чередованием умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность.

### 11.2 Самостоятельная работа с лекционным материалом

При изучении дисциплины студентам рекомендуется составлять подробный конспект лекций. Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания, но недостаточно только слушать лекцию. Возможности памяти человека не универсальны. Как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Из

сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать.

***Несколько общих советов по конспектированию лекций и дальнейшей работе с записями:***

1. Конспект лекций по каждой дисциплине должен быть в отдельной тетради.
2. Конспект должен легко восприниматься зрительно (чтобы максимально использовать «зрительную» память), поэтому он должен быть аккуратным. Выделяйте заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.
3. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «и так», «необходимо отметить» и т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты. Не забывайте пометать это при конспектировании.
4. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора, иначе потеряете основную нить изложения и начнете писать автоматически, не вникая в смысл. Техника прочтения лекций преподавателем такова, что он повторяет свою мысль два-три раза. Постарайтесь вначале понять ее, а затем записать, используя сокращения.
5. Используйте общепринятую аббревиатуру (СТО - специальная теория относительности, ИСО - инерциальная система отсчета, ЭМП - электромагнитное поле, ЭМВ-электромагнитные волны и др.). Придумайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, удобную только вам (но не забудьте сделать словарь, иначе существует угроза не расшифровать текст). Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.
6. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места. Полезно после каждой лекции оставлять одну страницу свободной, она потребуется при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи, графики, схемы, цитаты и т.п.

Прослушанный материал лекции необходимо проработать. От того насколько эффективно студент это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать.

Опыт показывает, что предсессионный штурм непродуктивен, материал запоминается ненадолго. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

***Методические рекомендации по работе с лекционным материалом:***

1. Внимательно прочитайте конспект лекции.
2. Дополните конспект материалом из учебных пособий, учебников, типовой лекции ( типовые лекции представлены в локальной сети).
3. Выделите основные физические понятия, рассмотренные на лекции (процесс, величина, закон и др.), и хорошо разберитесь в них, делая основной акцент на выяснение физического смысла.
4. Основные определения выучите наизусть.
5. Проанализируйте вывод основных формул, отражающих физические законы, самостоятельно повторите выводы на листе бумаги.
6. Попытайтесь запомнить приведенные в лекционном материале другие (вспомогательные) формулы.
7. Отметьте неясные и трудные для себя вопросы и попытайтесь разобраться в них с помощью учебных пособий, товарищей по группе.
8. Обязательно обратитесь за консультацией к преподавателю, чтобы получить ответы на непонятые вопросы.

Таким образом, умение слушать лекцию и правильно её конспектировать, систематически, добросовестно и осознанно работать над конспектом с привлечением дополнительных источников – залог успешного усвоения учебного материала.

### **11.3. Самостоятельная работа по изучению отдельных вопросов и тем дисциплины**

#### ***Работа с книгой. Методические рекомендации по составлению конспекта***

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
2. Выделите главное, составьте план.
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

### **11.4 Самопроверка**

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале. Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал или пройти тестирование по пройденному материалу.

Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения.

### **11.5 Подготовка к практическим занятиям**

Для подготовки к практическим занятиям следует использовать конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

1. Прочитайте тему занятия, выделите те вопросы теории, которые подлежат обсуждению в аудитории.
2. Прочтите конспект лекции, освещающей данную тему.
3. Ответьте на вопросы для самопроверки. При возникновении трудностей с пониманием теоретических основ изучаемой темы, обратитесь к учебнику или методическому

пособию. Полезно использовать в ходе подготовки учебники разных авторов, где изучаемый вопрос рассматривается с разных методических позиций.

На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия, в которых изложена теория и методика решения задач по данному учебному курсу.

При выполнении домашних заданий по решению задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении. Постарайтесь самостоятельно воспроизвести решение этих задач; при возникновении трудностей вернитесь к тому месту в конспекте, который вызвал затруднения. Вновь повторите эту процедуру – до тех пор, пока воспроизведение не станет уверенным. Освоив методику решения данного класса задач, приступайте к решению задач из домашнего задания. При этом придерживайтесь следующих правил:

1. Запишите краткие условия; выясните, что известно и что требуется найти.
2. Сделайте чертеж, изобразите схему или график, поясняющий суть задачной ситуации.
3. Выделите объекты задачи и выясните природу происходящих с ними изменений (процессов). Запишите ключевые отношения, законы, описывающие данное физическое явление.
4. Примените эти отношения к системе объектов задачи, получите математическую модель физической системы (процесса), описанной в задаче: как правило, это система уравнений, решение которой дает ответ на требования задачи.
5. Оформите аккуратно решение задачи в рабочей тетради.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

## **11.6 Подготовка реферата и доклада с презентацией**

Цель реферата – раскрыть предложенную тему путем приведения каких-либо аргументов. Реферат не может содержать много идей. Он отражает только один вариант размышлений и развивает его. При написании реферата старайтесь четко отвечать на поставленный вопрос и не отклоняйтесь от темы.

### ***Подготовка к написанию реферата***

Прежде чем составлять план реферата, убедитесь в том, что вы внимательно прочитали и правильно поняли тему, поскольку она может быть интерпретирована по-разному, а для того чтобы ее осветить, существует несколько подходов, следовательно, необходимо будет выбрать вариант подхода, которому будете следовать, а также иметь возможность обосновать ваш выбор. При этом содержание выбранной темы может охватывать широкий спектр проблем, требующих привлечения большого объема литературы. В этом случае следует освещать только определенные аспекты этой темы. Прежде чем приступить к написанию реферата, проанализируйте имеющуюся у вас информацию, а затем составьте тезисный план.

*Структура реферата:* введение, основная часть (развитие темы), заключение, библиографический список.

*Введение* должно включать краткое изложение вашего понимания и подход к теме реферата.

*Основная часть* предполагает развитие структурированной аргументации и анализа по теме, а также их логическое обоснование исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. Следует избегать повторений.

Необходимо писать коротко, четко и ясно, придерживаясь следующих требований:

- структурно выделять разделы и подразделы работы;
- логично излагать материал;
- обосновывать выводы;
- приветствуется оригинальность выводов;
- отсутствие лишнего материала, не имеющего отношения к работе;
- способность построить и доказать вашу позицию по определенным проблемам на основе приобретенных вами знаний;
- аргументированное раскрытие темы на основе собранного материала.

*Заключение.* В этом разделе должна содержаться информация о том, насколько удалось достичь поставленной цели. Эта часть реферата может представлять собой основные выводы по каждому разделу основной части реферата, в ней отмечается значимость выполненной работы, предложения по возможному практическому использованию результатов работы и целесообразность ее продолжения.

*Библиографический список* должен содержать только те источники информации, которые имеют прямое отношение к работе и использованы в ней. Библиографический список должен быть составлен в соответствии с ГОСТом АМГУ.

### ***Подготовка презентации и доклада (защита реферата).***

Доклад – сообщение по выбранной теме. Любое устное выступление должно удовлетворять *трем основным критериям*, которые в конечном итоге и приводят к успеху:

- критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам;
- критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности;
- критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Докладчик должен знать и уметь: сообщать новую информацию, использовать технические средства, хорошо ориентироваться в теме, отвечать на заданные вопросы, четко выполнять установленный регламент.

#### *Рекомендуемая структура выступления*

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы. Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

*Вступление* включает в себя представление авторов, название доклада, цель, задачи, актуальность темы, четкое определение стержневой идеи.

*Основная часть.* Раскрывается суть затронутой темы – строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно материала для раскрытия темы. План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров. Логическая структура строится с помощью наглядных пособий, визуальных материалов (презентаций).

*Заключение* – ясное, четкое обобщение и краткие выводы.

***Презентация*** как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MSWord, AcrobatReader, LaTeX-овский пакет beamer. Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию.

#### *Рекомендуемая последовательность подготовки презентации.*

1. Четко сформулировать цель, задачи и актуальность выбранной темы.
2. Определить формат презентации.



3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку подачи информации.

4. Определить ключевые моменты и содержание текста и выделить их.

5. Определить виды визуализации (иллюстрации, таблицы, графики, диаграммы и т.д.) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой информации.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер). Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24, для информации - для информации не менее 18. Яркие краски, сложные цветные построения, излишняя анимация, выпрыгивающий текст или иллюстрация — не самое лучшее дополнение к научному докладу. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне. Также нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды.

7. Проверить визуальное восприятие презентации. После подготовки презентации необходима репетиция выступления.

*Практические советы по подготовке презентации:*

- готовьте отдельно: печатный текст + слайды ;
- слайды визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации - устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства;
- рекомендуемое число слайдов 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего, краткие выводы.

### **11.7 Самостоятельная работа при подготовке к контролю знаний**

Основные формы контроля знаний, предусмотренные рабочей программой дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн», это – коллоквиум и зачет.

#### ***Самостоятельная подготовка к коллоквиуму и зачету***

*Коллоквиум* это вид занятия, на котором обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса. Коллоквиум проводится, как правило, в середине семестра (11-12 уч. неделя), и показывает степень освоения студентом теоретического материала дисциплины и готовность студента к экзамену. Результаты коллоквиума учитываются при выставлении оценки за семестр на экзамене.

*Зачет* – форма итоговой проверки знаний. Зачетное задание представляет собой тест из вопросов и заданий различного уровня по всем темам дисциплины. Для успешной сдачи зачета рекомендуется соблюдать несколько правил:

1. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит сократить время подготовки к зачету. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за три-четыре недели до даты зачета.

2. Начинать следует с систематизации знаний. Распределите вопросы таким образом, чтобы успеть выучить или повторить их полностью до начала зачетной недели.

3. Несколько дней (3-4 дня на зачетной неделе) используйте для повторения следующим образом: распределить вопросы равномерно на все дни подготовки, возможно, выделив последний день на краткий повтор всего курса.

4. Каждый вопрос следует проработать по учебнику или учебному пособию и ранее составленному конспекту. Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

5. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

6. Можно также с товарищем проэкзаменовать друг друга по изученным вопросам.

7. После успешного повторения теоретического материала, просмотрите решенные по этой теме примеры и задачи и самостоятельно решите два-три примера.

8. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

9. Не следует брать на зачет шпаргалки. Как показывает опыт, они отвлекают и создают психологические препятствия для сдачи зачета. Вместо того, чтобы сосредоточиться на задании, студент думает о том, как незаметно воспользоваться шпаргалкой, и в результате не укладывается в отведенное на выполнение зачетного задания время. Шпаргалки, предлагаемые Интернетом, являются такого низкого качества, что их использование не гарантирует успешную сдачу зачета.

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.