

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬ-  
НОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ:

Декан мореходного факультета

  
С. Ю. Труднев  
«17» апреля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электродинамика и распространение радиоволн»**

специальность:

25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»  
(специалитет)

специализация:

«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»

Петропавловск-Камчатский  
2019

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»

Составитель рабочей программы профессор кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов», д.т.н. — В.П. Сивоконь \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»

6 марта 2019 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов» канд. техн. наук, доцент

17 апреля 2019 г. \_\_\_\_\_ О. А. Белов

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» является одной из основных ФОС ВО (Б1.Б.22) по специальности, формирующей профессиональную подготовку инженера по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

**ЦЕЛЬ** преподавания дисциплины заключается в ознакомление обучающихся с основами теории электромагнитных волн в направляющих структурах и колебательных системах, особенностями распространения радиоволн всего радиочастотного спектра и методами расчета радиолиний различных диапазонов. Изучение дисциплины подготавливает курсантов к освоению последующих профилирующих дисциплин специальности, рассматривающих теорию и технику радиотехнических систем, обеспечивает курсантов знаниями существа прогнозных решений в распространении радиоволн различных типов.

**ЗАДАЧИ** при изучении дисциплины:

основы теории электромагнитных волн в направляющих структурах и колебательных системах;

вопросы возбуждения полей в линиях передачи и резонаторах;

решение задачи излучения волн элементарными источниками, характеристики направленности;

методы расчета напряженности поля радиоволн различных диапазонов при распространении над земной поверхностью, в тропосфере и ионосфере.

В соответствии с требованиями ФОС ВО по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования», после изучения дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» учащийся должен

**ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ:**

об основных закономерностях, которым подчиняются электромагнитные процессы, независимо от формы и области их проявления.

Учащийся должен **ЗНАТЬ:**

основные законы теории электромагнитного поля;

особенности статических и стационарных полей;

параметры плоской однородной волны, при ее распространении в различных средах;

структуру электромагнитного поля над идеально проводящей поверхностью;

поля и параметры направляющих систем и резонаторов;

основные особенности распространения волн различных диапазонов;

правила техники безопасности и защиты окружающей среды при работе с СВЧ – устройствами.

После изучения курса «Электродинамика и распространение радиоволн» и прохождения плавательных практик, учащийся должен

**УМЕТЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ:**

расчет напряженности электрических и магнитных полей;

графические изображения полей;

программы определения оптимальных частот средств связи декаметрового диапазона;

программы расчёта УКВ радиолиний.

После изучения курса «Электродинамика и распространение радиоволн» учащийся должен иметь

**ОПЫТ И НАВЫКИ:**

экспериментальной проверки решений распространения радиоволн в различных средах;

расчета частотного диапазона, сопротивления, фазовой и групповой скорости, мощности и затухания волн в линиях передачи, резонансных частот и добротности резонаторов, напряженности поля в радиолиниях разных диапазонов;

работы со справочной литературой и программами для определения основных параметров радиотрасс.

Данная дисциплина является базовой, обеспечивает подготовку курсантов и студентов в области распространения радиоволн. Изучается в 6 семестре, т. е. после изучения основных фундаментальных дисциплин и включает лекции, лабораторные и самостоятельную работу.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

После изучения дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» учащийся должен обладать следующими ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовностью участвовать в осуществлении надзора за безопасной эксплуатацией транспортного радиоэлектронного оборудования (ПК-7);

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл. 1.

Таблица 1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	<b>Знать:</b> основные принципы использования современных методов исследования в области антенн, СВЧ устройств и их технологий.	<b>З(ОК-1)</b>
		<b>Уметь:</b> применять знания по данной дисциплине в практической деятельности.	<b>У(ОК-1)</b>
		<b>Владеть:</b> основными навыками по анализу и синтезу АФУ и приборов СВЧ.	<b>В(ОК-1)</b>
ПК-7	Готовностью участвовать в осуществлении надзора за безопасной эксплуатацией транспортного радиоэлектронного оборудования	<b>Знать:</b> современные тенденции и основные направления исследований в развитии теории антенн, СВЧ устройств и их технологий монтажа и наладки.	<b>З(ПК-18)</b>
		<b>Уметь:</b> использовать нормативную, научно-техническую и справочную литературу, техническую и судовую документацию	<b>У(ПК-18)</b>
		<b>Владеть:</b> навыками целеполагания; основными положениями правил технической эксплуатации антенно-фидерных устройств и приборов СВЧ.	<b>В(ПК-18)</b>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

В соответствии с требованиями ФОС ВО образования по специальности 25.05.03, в ходе преподавания дисциплины курсанты должны:

изучить структуру поля и параметры электромагнитных волн в линиях передачи и резонаторах, способы их возбуждения;

усвоить основные сведения об излучении электромагнитных волн, механизмы распространения радиоволн на естественных трассах;

научиться пользоваться математическим аппаратом решения прикладных электродинамических задач, представлять модели радиотрасс в природных условиях;

приобрести навыки расчета частотного диапазона, сопротивления, фазовой и групповой скорости, мощности и затухания волн в линиях передачи, резонансных частот и добротности резонаторов, напряженности поля в радиоприемниках разных диапазонов.

Курс должен формировать навыки современных методов исследования распространения радиоволн и приборов СВЧ.

Принципы построения курса:

соответствие ГОС;

систематизированное изложение основ современной теории электродинамики и распространения радиоволн;

выделение основополагающего круга вопросов, которые в настоящее время важны для большинства приложений электродинамики;

ориентация на общеинтеллектуальную деятельность, например, на постановку и формулировку задач;

соответствие структуры деятельности курсанта заявленным целям.

В состав дисциплины входят лекционный курс, практические занятия, лабораторный практикум и самостоятельная работа.

В результате реализации настоящей программы студенты и курсанты получают знания в области радиотехнических цепей и сигналов.

Для успешного изучения курса студентам необходимо знать основные разделы таких дисциплин как "Высшая математика" (особенно теории вероятностей, теории ортогональных полиномов и рядов и др.), "Основы теории цепей" (и, в частности, теории четырехполюсников, переходных процессов, линейных цепей и др.), "Физика".

Курс служит базой для изучения последующих общепрофессиональных, специальных и факультативных дисциплин.

Изучение дисциплины подготавливает курсантов к освоению последующих профилирующих дисциплин специальности, рассматривающих теорию и технику приборов СВЧ, обеспечивает курсантов знаниями существа технических решений в радиотехнических системах.

Знания и умения, полученные курсантами в ходе изучения дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн», дополняются и совершенствуются при последующем изучении дисциплин специализации:

— «Системы связи»;

— «Формирование и передача сигналов»;

— «Приём и обработка сигналов»;

а также при работе над выпускной квалификационной работой

#### 4. Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в виде табл. 2.

Таблица 2

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1. Электродинамика</b>								
Тема 1.1. Электромагнитное поле и его модели. Основные законы электродинамики.	6	2	4			8	Опрос	
Тема 1.2. Энергетические соотношения в электромагнитном поле..	14	6	2	4		8	Опрос, ПР	
Тема 1.3. Волновые процессы.	16	6	2	4		8	Опрос, ПР	
Тема 1.4. Граничные условия.			2			8		
Тема 1.5. Направляющие и колебательные системы СВЧ диапазона.			4			8	Опрос	
<b>Раздел 2. Распространение радиоволн</b>								
Тема 2.1. Распространение радиоволн в свободном пространстве.	7	1	2	4		6	Опрос, ПР	
Тема 2.2. Линии радиосвязи с неизменяющимися параметрами..	9	3	2	4		6	Опрос, ПР	
Тема 2.3. Линии радиосвязи промежуточных волн.	14	6	2	4		8	Опрос, ПР	
Тема 2.4. Линии радиосвязи УКВ диапазона.	8	2	4	4		6	Опрос, ПР	
Тема 2.5. Линии радиосвязи КВ диапазона.	16	6	4	4		10	Опрос, ПР	
Тема 2.6 Программы прогнозирования прохождения радиоволн.	8	2	4	8		6	Опрос, ПР	
Тема 2.7. Спутниковые радиолинии.	10	2	4			8	Опрос	
Экзамен								3
Всего	180	72	36	36		90	18	

Тематический план дисциплины по заочной форме обучения представлен в виде табл. 3.

Таблица 3

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Электродинамика</b>								
Тема 1.1. Электромагнитное поле и его модели. Основные законы электродинамики.	13,5	0,5	0,5			13	Опрос	
Тема 1.2. Энергетические соотношения в электромагнитном поле..	14,5	1,5	0,5	1		13	Опрос, ПР	
Тема 1.3. Волновые процессы.	14,5	1,5	0,5	1		13	Опрос, ПР	
Тема 1.4. Граничные условия.	13,5	0,5	0,5			13	Опрос	
Тема 1.5. Направляющие и колебательные системы СВЧ диапазона.	13,5	0,5	0,5			13	Опрос	
<b>Раздел 2. Распространение радиоволн</b>								
Тема 2.1. Распространение радиоволн в свободном пространстве.	14,5	1,5	0,5	1		13	Опрос, ПР	
Тема 2.2. Линии радиосвязи с неизменяющимися параметрами..	14,5	1,5	0,5	1		13	Опрос, ПР	
Тема 2.3. Линии радиосвязи промежуточных волн.	14,5	1,5	0,5	1		13	Опрос, ПР	
Тема 2.4. Линии радиосвязи УКВ диапазона.	15	2	1	1		13	Опрос, ПР	
Тема 2.5. Линии радиосвязи КВ диапазона.	15	2	1	1		13	Опрос, ПР	
Тема 2.6 Программы прогнозирования прохождения радиоволн.	15	2	1	1		13	Опрос, ПР	
Тема 2.7. Спутниковые радиолинии.	13	1	1			12	Опрос	
Экзамен								9
Всего	180	16	8	8		155	9	

## 5. Описание содержания дисциплины по разделам и темам

**Тема 1.1. Лекция 1.1.** Электромагнитное поле и его модели. Плотность тока проводимости. Дифференциальная форма закона Ома. Закон сохранения заряда. Закон неразрывности магнитных силовых линий.

*Рассматриваемые вопросы:* Введение. Модели и параметры поля электромагнитного поля, основные уравнения.

**Практическая работа 1.1.** Расчёт напряженности электрического поля с использованием материальных уравнений.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 1.2.** Закон полного тока. Ток смещения. Закон электромагнитной индукции. Материальные уравнения электромагнитного тока.

*Рассматриваемые вопросы:* Основные законы электромагнитного поля.

**Практическая работа 1.2.** Расчёт параметров поля в диэлектриках.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 1.3.** Поляризационные и сторонние токи. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических потерь.

*Рассматриваемые вопросы:* Трансформация уравнений Максвелла для статического поля к гармоническому виду колебаний.

#### **Тема 1.2.**

**Лекция 1.4.** Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Вектор Пойнтинга.

*Рассматриваемые вопросы:* Энергетические характеристики электромагнитного поля.

**Практическая работа 1.3.** Расчёт параметров поля в различных средах.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

#### **Тема 1.3.**

**Лекция 1.5.** Понятие волнового процесса. Продольные и поперечные волны. Плоские волны и их характеристики. Затухание волн в материальных средах. Коэффициент распространения.

*Рассматриваемые вопросы:* Плоские волны и энергетические соотношения для них.

**Практическая работа 1.4.** Расчёт энергетических соотношений в электромагнитном поле.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 1.6.** Характеристическое сопротивление. Плотность потока мощности. Поляризация электромагнитных волн.

*Рассматриваемые вопросы:* Коэффициент отражения, электродинамические характеристики подстилающей поверхности, поляризация излучаемой волны.

#### **Тема 1.4.**

**Лекция 1.7.** Граничные условия для нормальной составляющей вектора магнитного поля. Граничные условия для нормальной составляющей вектора электрического поля. Граничные условия для касательных составляющих вектора магнитного поля. Граничные условия для касательных составляющих вектора электрического поля.

*Рассматриваемые вопросы:* Условия перехода плоской волны на границе раздела сред.

**Практическая работа 1.5.** Расчёт характеристик плоской волны в среде с поглощением.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 1.8.** Нормальное падение плоской электромагнитной волны на идеально проводящую плоскость. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство. Падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство под произвольным углом. Угол Брюстера.

*Рассматриваемые вопросы:* Свойства электромагнитного поля при различных вариантах падения на материалы, обладающие различными электродинамическими характеристиками.

**Практическая работа 1.6.** Измерение поляризационных характеристик поля.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

#### **Тема 1.5.**

**Лекция 1.9.** Направляющие системы и направляющие волны. Поперечные электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Критическая длина волны. Скорость распространения электромагнитной волны в волноводе. Затухание волн в волноводах.

*Рассматриваемые вопросы:* Назначение направляющих систем и их реализация, параметры и свойства.

**Лекция 1.10.** Собственные колебания в объёмном резонаторе. Классификация типов колебаний. Возбуждение и включение объёмных резонаторов. Добротность объёмных резонаторов.

*Рассматриваемые вопросы:* Назначение резонаторов, устройство и характеристики.

#### **Тема 2.1.**

**Лекция 2.1.** Классификация радиоволн по способу распространения. Основные определения. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Понятие множителя ослабления.

*Рассматриваемые вопросы:* Особенности распространения радиоволн.

**Практическая работа 2.1.** Расчёт множителя ослабления при распространении радиоволн в свободном пространстве.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.



**Лекция 2.2.** Расчёт линий радиосвязи с неизменяющимися параметрами. Флуктуационные процессы при распространении радиоволн.

*Рассматриваемые вопросы:* Основы расчета радиолиний.

**Практическая работа 2.2.** Расчёт линий радиосвязи с неизменяющимися параметрами.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**СРС.** Закрепление пройденного материала, изучение учебной литературы.

**Тема 2.3.**

**Лекция 2.3.** Распространение радиоволн при поднятых передающей и приёмной антеннах. Приближённые граничные условия Леонтовича. Структура поля радиоволны в пункте приёма.

*Рассматриваемые вопросы:* Понятие поднятой антенны и связанные с ним особенности структуры электромагнитного поля.

**Лекция 2.4.** Учёт сферичности Земли при распространении радиоволн в пределах прямой видимости. Область пространства, эффективно участвующая в передаче энергии радиоволн.

*Рассматриваемые вопросы:* Пределы прямой видимости, первая зона Френеля.

**Тема 2.4.**

**Практическая работа 2.3.** Основы расчёта трасс УКВ диапазона.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 2.5.** Распространение радиоволн в пределах прямой видимости с учётом свойств подстилающей поверхности. Строение и основные параметры тропосферы.

*Рассматриваемые вопросы:* Параметры тропосферы и её влияние на дальность прямой видимости.

**Тема 2.5.**

**Лекция 2.6.** Коэффициент преломления тропосферы. Тропосферная рефракция. Учёт рефракции при распространении радиоволн. Замирания сигналов и способы их снижения.

*Рассматриваемые вопросы:* Особенности линий тропосферной радиосвязи.

**Практическая работа 2.4.** Обработка данных станций вертикального зондирования с целью определения критических частот.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 2.7.** Строение и основные параметры ионосферы. Радиозондирование ионосферы.

*Рассматриваемые вопросы:* Структура ионосферы и её вариации. Способы изучения ионосферы.

**Практическая работа 2.5.** Обработка данных станций вертикального зондирования с целью определения трасс радиосвязи.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 2.8.** Распространение радиоволн в ионосфере без учёта влияния магнитного поля Земли. Минимальная, максимальная и оптимальная частота.

*Рассматриваемые вопросы:* Особенности распространения радиоволн декаметрового диапазона в ионосфере.

**Лекция 2.9.** Влияние магнитного поля Земли на параметры ионосферы, двойное лучепреломление. Замирания сигнал и способы их снижения.

*Рассматриваемые вопросы:* Магнитоионное расщепление. Повышение эффективности декаметровых каналов за счёт уменьшения замираний.

**Тема 2.6.**

**Практическая работа 2.6.** Определение параметров радиолиний различной протяжённости и ориентации с помощью программы VOACAP.

*Форма занятия:* разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.

**Лекция 2.10.** Селективное поляризационное возбуждение характеристических волн в ионосфере.

*Рассматриваемые вопросы:* Способы снижения замираний в декаметровых каналах связи.

**Практическая работа 2.7** Определение адекватности прогноза прохождения полученного с

использованием программы VOACAP на основе сопоставления станций вертикального зондирования и маркеров.

*Форма занятия: разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.*

**Лекция 2.11.** Основы прогнозирования прохождения радиоволн в КВ диапазоне.

*Рассматриваемые вопросы:* Существующие модели ионосферы и их использование для определения оптимальных параметров декаметрового канала связи.

**Лекция 2.12.** Использование программы VOACAP для прогнозирования прохождения радиоволн декаметрового диапазона.

*Рассматриваемые вопросы:* Назначение и использование программы VOACAP.

**Тема 2.7.**

**Лекция 2.12.** Спутниковые радиолинии.

**Практическая работа 2.8.** Основы расчёта спутниковых линий связи.

*Форма занятия: разбор конкретных ситуационных подходов, коллективные решения задач.*

#### 6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа учащегося по дисциплине включает такие виды работы как:

- 1) изучение материалов, законспектированных в ходе лекций;
- 2) изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
- 3) подготовка к защите практического занятия;
- 4) подготовка к промежуточной аттестации.

В ходе освоения дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» студенты набирают максимально 100 баллов посредством выполнения предусмотренных видов учебно-познавательной деятельности.

Перечень методических указаний для самостоятельной работы:

1. Сивоконь В.П. Электродинамика и распространение радиоволн. Методические указания и задания к расчётно-аналитическим работам для студентов и курсантов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – 24 с.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

1. Плотность тока проводимости.
2. Дифференциальная форма закона Ома.
3. Закон неразрывности магнитных силовых линий.
4. Закон полного тока.
5. Ток смещения.
6. Закон электромагнитной индукции.
7. Материальные уравнения электромагнитного тока.
8. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
9. Угол диэлектрических потерь.
10. Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Вектор Пойнтинга.
11. Понятие волнового процесса. Плоские волны и их характеристики.
12. Затухание волн в материальных средах.
13. Коэффициент распространения.

14. Характеристическое сопротивление. Плотность потока мощности.
15. Поляризация электромагнитных волн.
16. Граничные условия для нормальной составляющей вектора магнитного поля.
17. Граничные условия для нормальной составляющей вектора электрического поля.
18. Граничные условия для касательных составляющих вектора магнитного поля.
19. Граничные условия для касательных составляющих вектора электрического поля.
20. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на идеально проводящую плоскость.
21. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство.
22. Падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство под произвольным углом. Угол Брюстера.
23. Основные определения. Классификация радиоволн по способу распространения.
24. Распространение радиоволн в свободном пространстве.
25. Понятие множителя ослабления.
26. Расчёт линий радиосвязи с неизменяющимися параметрами.
27. Флуктуационные процессы при распространении радиоволн.
28. Распространение радиоволн при поднятых передающей и приёмной антеннах.
29. Приближённые граничные условия Леонтовича.
30. Структура поля радиоволны в пункте приёма.
31. Учёт сферичности Земли при распространении радиоволн в пределах прямой видимости.
32. Область пространства, эффективно участвующая в передаче энергии радиоволн.
33. Распространение радиоволн в пределах прямой видимости с учётом свойств подстилающей поверхности.
34. Строение и основные параметры тропосферы. Коэффициент преломления тропосферы.
35. Тропосферная рефракция. Учёт рефракции при распространении радиоволн.
36. Замирания сигналов на тропосферных трассах и способы их снижения.
37. Строение и основные параметры ионосферы.
38. Радиозондирование ионосферы.
39. Распространение радиоволн в ионосфере без учёта влияния магнитного поля Земли.
40. Минимальная, максимальная и оптимальная частота.
41. Влияние магнитного поля Земли на параметры ионосферы, двойное лучепреломление.
42. Замирания сигнала в диапазоне коротких волн и способы их снижения.
43. Основы прогнозирования прохождения радиоволн в КВ диапазоне.

## 7. Рекомендуемая литература

### 7.1. Основная литература

1. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 558 с.
2. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика. Учебник. - М.: “Связь”, 1971 - 486 с.
3. Семенов Н.А. Техническая электродинамика. – М.:Связь,1973. – 480 с.
4. Калинин А.И., Черенкова Е.Л. Распространение радиоволн и работа радиолоний. – М: Связь,1971. – 439 с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Дэвис К. Радиоволны в ионосфере. – М.: Мир, 1973. – 504 с.
2. Долуханов М.П. Распространение Радиоволн. –М.: Связь, 1965.– 336 с.
3. Гольдштейн Л.Д. Электромагнитные поля и волны. М.: Сов. Радио, 1971.

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках освоения учебной дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекции;
  - практические занятия;
  - лабораторные работы;
  - самостоятельная работа;
  - групповые и индивидуальные консультации,
- а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

На практических занятиях и лабораторных работах обучающиеся выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы; решение практических заданий.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций обучающиеся имеют возможность получить квалифицированные советы по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у них опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов, решения учебных задач, для подготовки к практическим занятиям, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой аттестации; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.