

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ВОЛНЫ**

Направление и направленность (профиль)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Интернет-вещей и  
оптические системы и сети

Год набора на ОПОП  
2018

Форма обучения  
очная

Владивосток 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Электромагнитные поля и волны» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению(ям) подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (утв. приказом Минобрнауки России от 06.03.2015г. №174) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 г. N301).

Составитель(и):

*Павликов С.Н., кандидат технических наук, профессор, Кафедра информационных технологий и систем, Pavlikov.SN@vvsu.ru*

Утверждена на заседании кафедры информационных технологий и систем от 31.05.2021 , протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кийкова Е.В.

<b>ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ</b>	
Сертификат	1575633692
Номер транзакции	000000000719DF2
Владелец	Кийкова Е.В.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Кийкова Е.В.

<b>ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ</b>	
Сертификат	1575633692
Номер транзакции	000000000719E01
Владелец	Кийкова Е.В.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Электромагнитные поля и волны» является углубление фундаментальных знаний о законах, описывающих электромагнитное поле, как вида материи, освоение математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения, изучение распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и направляющих системах.

Задачи освоения дисциплины состоят в формировании у студентов знаний по дисциплине, достаточных для самостоятельного использования математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов для разработки и использования радиоэлектронных устройств различного назначения.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, навыки, соотнесенные с компетенциями, которые формирует дисциплина, и обеспечивающие достижение планируемых результатов по образовательной программе в целом. Перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины (модуля), приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код компетенции	Формулировка компетенции	Планируемые результаты обучения	
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (Б-ИК)	ПК-8	Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Знания:	принципов и методов сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов с учетом особенностей распространения электромагнитных полей и волн
			Умения:	собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов
			Навыки:	сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов
	ОПК-4	Способность иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и	Знания:	основных принципов осуществления компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

		процессов использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ	с	Умения:	работать на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ
				Навыки:	самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях для осуществления компьютерного моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Относится к дисциплинам по выбору.

Входными требованиями, необходимыми для освоения дисциплины, является наличие у обучающихся компетенций, сформированных при изучении дисциплин и/или прохождении практик «Источники и приемники оптического излучения», «Общая теория связи».

### 4. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)					СРС	Форм аттес тации	
					Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА			КСР
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи	ОФО	Бл1,ДВ.Ж	5	4	55	18	36	0	1	0	89	Э

### 5. Структура и содержание дисциплины (модуля)

#### 5.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
		Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Основные уравнения электромагнитного поля.	2	0	0	8	не предусмотрено
2	Граничные условия электродинамики.	2	0	0	8	не предусмотрено
3	Уравнения электродинамики для монохроматического поля.	1	0	0	8	не предусмотрено
4	Плоские электромагнитные волны.	2	0	8	8	отчет о выполнении лабораторной работы
5	Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред.	2	0	4	8	отчет о выполнении лабораторной работы
6	Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи.	2	0	0	9	не предусмотрено
7	Полые металлические волноводы.	2	0	6	8	отчет о выполнении лабораторной работы
8	Линии передачи с Т волнами.	1	0	4	8	отчет о выполнении лабораторной работы
9	Диэлектрические волноводы и оптоволоконные линии передачи.	1	0	0	8	не предусмотрено
10	Математическая модель линии передачи.	1	0	4	8	отчет о выполнении лабораторной работы
11	Излучение электромагнитных волн.	2	0	10	8	отчет о выполнении лабораторной работы
<b>Итого по таблице</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>89</b>	

## 5.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

### *Тема 1 Основные уравнения электромагнитного поля.*

Содержание темы: Основные уравнения электромагнитного поля – уравнения Максвелла. Векторы электромагнитного поля. Макроскопические параметры материальных сред. Классификация и виды сред. Скалярные и тензорные параметры сред. Материальные уравнения. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Уравнение непрерывности и закон сохранения заряда. Сторонние источники. Полная система уравнений Максвелла с учётом сторонних источников. Принцип перестановочной двойственности. Плотность электромагнитной энергии и энергия, сосредоточенная в объеме. Плотность мощности и мощность тепловых потерь и сторонних источников. Уравнение баланса для мгновенных значений мощности в дифференциальной и интегральной форме (теорема Пойнтинга). Физическая трактовка. Мощность, выходящая (входящая) из объема через замкнутую поверхность. Мощность излучения. Вектор Пойнтинга.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию.

### *Тема 2 Граничные условия электродинамики.*

Содержание темы: Поведение векторов на границе раздела двух сред. Граничные условия для нормальных и касательных составляющих векторов электромагнитного поля. Граничные условия на поверхности идеального проводника.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному

тестированию.

### *Тема 3 Уравнения электродинамики для монохроматического поля.*

Содержание темы: Классификация электромагнитных явлений по их зависимости от времени. Статические, стационарные и квазистационарные поля. Гармонические колебания. Роль гармонических колебаний в теории и технике телекоммуникационных систем и радиотехнике. Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла для монохроматического поля в комплексной форме. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды. Факторы, влияющие на величину мнимой части комплексной диэлектрической и магнитной проницаемости. Диэлектрические и магнитные потери. Средние за период значения энергетических характеристик гармонического электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга для комплексных мощностей. Комплексный вектор Пойнтинга. Уравнения баланса для активных и реактивных мощностей. Физическая трактовка. Условие резонанса для изолированной области.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию.

### *Тема 4 Плоские электромагнитные волны.*

Содержание темы: Плоская волна как предельный случай сферической волны. Решение системы уравнений Максвелла для плоской однородной волны. Свойства плоской волны. Структура поля. Взаимная ориентация векторов поля, коэффициент фазы, фазовая скорость, скорость распространения энергии, характеристическое сопротивление. Плоские однородные волны в однородной изотропной среде без потерь. Плоская однородная волна в однородной среде с потерями. Свойства волн. Коэффициенты фазы и ослабления, фазовая скорость и длина волны в средах с малыми и большими тангенсами угла потерь. Дисперсионные свойства поглощающей среды. Поляризация волн. Линейно поляризованные волны. Волны с круговой и эллиптической поляризацией. Плоские однородные волны в однородной анизотропной среде. Намагниченный феррит. Гиротропная среда как частный случай анизотропной среды. Частота собственной и вынужденной прецессии. Тензор магнитной проницаемости намагниченного феррита. Разложение линейно поляризованной волны на две волны круговой поляризации. Особенности распространения волн круговой поляризации левого и правого вращения в гиротропной среде. Магнитная проницаемость для волн круговой поляризации левого и правого вращения. Эффект Фарадея. Использование эффекта Фарадея в технике СВЧ.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию, лабораторным работам.

### *Тема 5 Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред.*

Содержание темы: Связь углов падения, отражения и преломления с электродинамическими параметрами сред. Первый и второй законы Снелля. Представление произвольно поляризованной волны как суперпозиции нормально и параллельно поляризованных волн. Падение нормально поляризованной волны на границу раздела двух диэлектрических сред. Законы отражения и преломления. Коэффициенты отражения и прохождения (формулы Френеля). Падение параллельно поляризованной волны на границу раздела двух диэлектрических сред. Явление полного прохождения, угол Брюстера. Явление полного отражения от границы раздела двух диэлектрических сред. Условия возникновения полного отражения, структура поля над и под границей раздела, поверхности равных фаз и равных амплитуд, фазовая скорость, длина волны, скорость переноса энергии. Понятие поверхностной волны. Отражение от идеально проводящей поверхности; структура поля.

Падение плоской волны на границу раздела диэлектрика и поглощающей среды. Неоднородная плоская волна в поглощающей среде. Определение действительного угла преломления. Проникновение поля в проводник, поверхностный эффект, глубина проникновения. Понятие поверхностного импеданса. Приближённые граничные условия Леонтовича, условия их применимости. Расчет потерь энергии в проводниках с помощью граничных условий Леонтовича. Прохождение плоской волны через пластину. Понятие экрана для электромагнитного поля. Тонкие и толстые экраны. Многослойные экраны.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию, лабораторным работам.

#### *Тема 6 Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи.*

Содержание темы: Направляемые электромагнитные волны. Понятие о линиях передачи. Типы регулярных линий передачи. Классификация направляемых волн: волны Т, Е, Н, гибридные волны. Решение уравнений Гельмгольца для направляемых волн. Связь поперечных составляющих векторов поля с продольными. Постоянная распространения, критическая частота (критическая длина волны), длина волны в линии передачи, фазовая скорость, характеристическое сопротивление. Общие свойства волн типа Т, Е, и Н. Скорость распространения энергии. Дисперсия. Понятие об одноволновом и многоволновом режимах работы. Мощность, переносимая электромагнитной волной в линии передачи. Затухание волн в регулярных линиях.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию.

#### *Тема 7 Полые металлические волноводы.*

Содержание темы: Прямоугольные волноводы. Волны типа Е и Н. Структура поля. Основная волна прямоугольного волновода. Выбор размеров для одноволнового режима работы. Токи на стенках волновода при волне основного типа. Коэффициент ослабления. Электрическая и тепловая прочность. Многоволновые режимы работы; фильтрация высших типов волн. Область применения прямоугольных волноводов. Круглые волноводы. Структура поля волн типа Е и Н. Волна основного типа и ее характеристики. Выбор поперечных размеров для одноволнового режима работы. Многоволновые волноводы; способы фильтрации высших типов волн. Область применения круглых волноводов. Волноводы специальной формы. Волноводы П- и Н-образной формы.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию, лабораторным работам.

#### *Тема 8 Линии передачи с Т волнами.*

Содержание темы: Коаксиальный волновод. Волна Т: структура поля, волновое сопротивление, переносимая мощность. Структура токов на внешнем и внутреннем проводниках. Ослабление волн типа Т при распространении, коэффициент ослабления. Высшие типы волн. Условие одноволнового режима работы. Электрическая и тепловая прочность. Критерии выбора волнового сопротивления. Гофрированные коаксиальные волноводы. Область применения коаксиальных волноводов. Симметричная двухпроводная линия передачи. Волна Т: структура поля, волновое сопротивление. Распределение токов по сечению проводников. Выбор размеров поперечного сечения линии. Коэффициент ослабления. Электрическая и тепловая прочность. Экранированные двухпроводные линии. Линии типа “витая пара”. Область применения двухпроводных линий. Полосковые линии

передачи и их разновидности. Симметричные и несимметричные полосковые линии. Структура поля основной волны типа Т. Основные характеристики полосковых линий. Волновое сопротивление. Выбор размеров поперечного сечения. Микрополосковые линии. Щелевая и копланарная полосковые линии: структура поля основной волны квази-Т типа. Электрическая и тепловая прочность полосковых линий. Область применения полосковых линий.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию, лабораторным работам.

#### *Тема 9 Диэлектрические волноводы и оптоволоконные линии передачи.*

Содержание темы: Диэлектрический волновод круглого сечения. Типы волн в диэлектрическом волноводе. Структура поля. Основная волна в диэлектрическом волноводе. Область применения. Оптоволоконные линии передачи. Одномодовые и многомодовые волокна. Градиентные волокна. Понятие о материальной дисперсии. Ослабление волн в волоконных световодах. Область применения волоконных линий передачи.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию.

#### *Тема 10 Математическая модель линии передачи.*

Содержание темы: Регулярная линия передачи. Падающие и отраженные волны. Ортогональность распространяющихся падающей и отраженной волн. Нормированное напряжение и ток в линии передачи. Входное сопротивление отрезка линии передачи с нагрузкой. Режимы работы линии. Коэффициент отражения, коэффициент бегущей (стоячей) волны. Условие согласования линии с нагрузкой. Влияние отражения от нагрузки на КПД линии передачи. Круговая номограмма Вольперта-Смитта. Методы узкополосного согласования. Четвертьволновый трансформатор сопротивлений. Шлейфное согласование. Методы широкополосного согласования.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию, лабораторным работам.

#### *Тема 11 Излучение электромагнитных волн.*

Содержание темы: Неоднородные волновые уравнения для векторов гармонических электромагнитных полей. Скалярный и векторный электродинамические потенциалы гармонических полей. Электромагнитное поле произвольного источника. Элементарный электрический излучатель. Определение векторов электромагнитного поля, создаваемого элементарным электрическим излучателем в однородной неограниченной изотропной среде. Анализ структуры поля. Особенности поля в ближней зоне. Поле излучателя в дальней зоне: ориентация векторов электромагнитного поля, фронт волны, фазовая скорость, характеристическое сопротивление. Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя, коэффициент направленного действия (КНД). Излучаемая мощность и сопротивление излучения. Элементарный магнитный излучатель. Использование принципа двойственности для определения векторов электромагнитного поля, создаваемого элементарным магнитным излучателем в неограниченной однородной изотропной среде. Структура поля излучателя. Элементарная рамочная антенна как физические аналоги элементарного магнитного излучателя. Элемент Гюйгенса. Структура поля элемента Гюйгенса. Диаграмма направленности, КНД. Применение модели элемента Гюйгенса для анализа излучения апертурных антенн и задач дифракции радиоволн.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к промежуточному тестированию, лабораторным работам.

## **6. Методические указания по организации изучения дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины «Электромагнитные поля и волны» студенты могут посещать аудиторные занятия (лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации). Особенность изучения дисциплины «Электромагнитные поля и волны» состоит в выполнении комплекса лабораторных работ, главной задачей которого является получение практических навыков самостоятельной работы по тематике дисциплины для решения различных учебных и профессиональных задач.

Особое место в овладении частью тем данной дисциплины может отводиться самостоятельной работе, при этом во время аудиторных занятий могут быть рассмотрены и проработаны наиболее важные и трудные вопросы по той или иной теме дисциплины, а второстепенные и более легкие вопросы, а также вопросы, специфичные для направления подготовки, могут быть изучены студентами самостоятельно.

В соответствии с учебным планом направления подготовки процесс изучения дисциплины может предусматривать проведение лекций, лабораторных занятий, консультаций, а также самостоятельную работу студентов. Обязательным является проведение лабораторных занятий в специализированных компьютерных аудиториях, оснащенных подключенными к центральному серверу терминалами или персональными компьютерами.

Ниже перечислены темы для самостоятельной работы студентов.

*Тема 1. Влияние тропосферы и ионосферы на распространение радиоволн (реферат)*

Исследовать зависимость траектории распространения радиоволн в зоне освещённости от параметров тропосферы (температуры, влажности, давления).

*Тема 2. Исследование влияние земли на излучение антенн (реферат)*

Исследование влияние земли на излучение антенн

*Тема 3. Расчет коэффициентов отражения и преломления плоских волн на границе раздела сред при наклонном падении (расчетно-графическая работа)*

Рассчитать коэффициент отражения и преломления плоских волн на границе раздела сред при наклонном падении

*Тема 4. Графическое решение задачи согласования линии передачи с нагрузкой с помощью номограммы Вольперта-Смитта (расчетно-графическая работа)*

Решить задачу согласования линии передачи с нагрузкой с помощью номограммы Вольперта-Смитта

*Тема 5. Расчет длины волны и скорости распространения электромагнитной волны (расчетно-графическая работа)*

Рассчитать длину волны и скорость распространения электромагнитной волны в среде с заданными электродинамическими параметрами

*Тема 6. Расчет скорости распространения волны и коэффициента затухания (расчетно-графическая работа)*

Рассчитать длину волны, скорость распространения и коэффициент затухания в отрезке линии передачи, оценка ее электрической прочности.

Результаты самостоятельной работы по дисциплине могут быть проверены на экзамене при ответах на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение.

**Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями

здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Кузнецов Сергей Иванович. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны : Учебное пособие [Электронный ресурс] , 2015 - 231 - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=424601>

2. Кураев А. А., Попкова Т. Л., Сеницын А. К. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебник [Электронный ресурс] : ИНФРА-М , 2013 - 424 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=270353>

3. Потапов Л. А. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] , 2020 - 196 - Режим доступа: <https://urait.ru/book/elektrodinamika-i-rasprostranenie-radiovoln-453196>

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Пинский Аркадий Аронович. Физика : Учебник [Электронный ресурс] : Форум , 2017 - 560 - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=559355>

### **8.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1. StudFiles: разрешённый доступ: <http://www.studfiles.ru/dir/cat15/subj158/file223.html>

2. СПС КонсультантПлюс - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

3. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM - Режим доступа: <http://znanium.com/>

4. Электронно-библиотечная система издательства "Юрайт" - Режим доступа: <https://urait.ru/>

5. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>

6. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### Основное оборудование:

- Компьютеры
- Проектор
- Экран Projecta 160\*160

### Программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian
- Microsoft Windows Professional 7 Russian

## **10. Словарь основных терминов**

**Теорема Умова-Пойнтинга** описывает закон сохранения энергии для электромагнитного поля.

**Волновые уравнения и электродинамические потенциалы** – вспомогательные уравнения и понятия, облегчающие решения задач по определению полей.

**Электростатическим полем** называется электрическое поле неподвижных неизменных зарядов, не изменяющихся во времени.

**Стационарным магнитным полем** называется магнитное поле постоянного тока. Это поле соответствует режиму установившегося движения зарядов.

**Плоская электромагнитная волна** – волна, обладающая плоским фронтом волны.

**Фронт волны** представляет собой геометрическое место точек с одинаковой фазой.

**Поляризация волн** - ориентационная характеристика, определяющая закон изменения и величины вектора - (или ) этой волны в данной точке пространства за период колебания.

**Линией передачи (фидером)** называется устройство, направляющее поток электромагнитной энергии в заданном направлении.

**Коэффициент фазы** показывает набег фазы бегущей волны на единицу длины.

**Коэффициент стоячей волны (КСВ)** равен отношению усредненных во времени максимального и минимального значений поля, измеренных в соответствующих сечениях линии.

**Коэффициент полезного действия** – отношение активной мощности в нагрузке к полной активной мощности на входе линии.

**Волны типа Т** характеризуются отсутствием продольных составляющих как электромагнитного, так и магнитного векторов.

**Объемным резонатором** называется часть пространства, ограниченная замкнутой металлической оболочкой, в которую с помощью элементов связи вводится (выводится) электромагнитная энергия.

**Резонансные частоты** – это частоты вынужденных колебаний, на которых взаимный обмен энергией между источником вынужденных колебаний и резонатором отсутствует. Энергия поступает от источника в резонатор только на компенсацию потерь. Поле при резонансе достигает максимального значения, также как и запасенная энергия поля .

**Добротность** – безразмерный параметр, равный отношению электромагнитной энергии, запасенной колебательной системой при резонансе, к энергии потерь за период  $T$ .

**Тропосферой** называется приземной слой атмосферы, простирающейся до высоты 7-18 км. В тропосфере содержится до 4/5 массы газов, составляющих атмосферу, и почти все количество водяных паров.

**Ионосферой** называется область атмосферы на высоте 60 - 10000 км над земной поверхностью, где газ частично или полностью ионизирован, т.е. содержит большое число свободных электронов.

**Земными радиоволнами** называют радиоволны, распространяющиеся в непосредственной близости от поверхности Земли.

**Ионосферными волнами** называют радиоволны, распространяющиеся путем отражения от ионосферы или рассеяния в ней.

**Рефракцией** называется искривление траектории радиоволн при распространении ее в неоднородной среде.

**Электронной плотностью** называется число электронов, содержащихся в единице объема воздуха.

**Рекомбинацией** называется процесс воссоединения заряженных частиц и образования нейтральных молекул, т.е. обратный процессу ионизации.