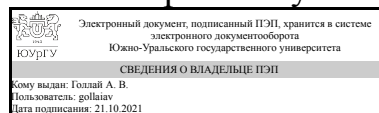


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



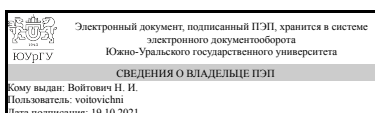
А. В. Голлай

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.15 Электродинамика и распространение радиоволн  
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Конструирование и производство радиоаппаратуры

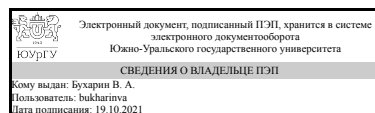
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



Н. И. Войтович

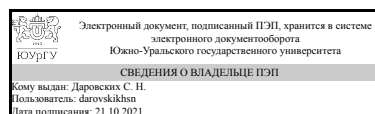
Разработчик программы,  
доцент



В. А. Бухарин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности  
д.техн.н., доц.



С. Н. Даровских

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение законов и электродинамики и распространение радиоволн. Основными задачами дисциплины являются: - изучение основных уравнений электродинамики; - овладение математическим аппаратом, методами физического исследования, техническими и программными средствами; - овладение методами расчёта электромагнитных полей; - изучение основных особенностей распространения электромагнитных полей; - приобретение навыков измерения и анализа основных параметров сигналов в электродинамических системах. - изучение физических процессов, с которыми связаны перспективы развития радиоэлектроники.

## Краткое содержание дисциплины

Основные понятия и теоремы векторного анализа. Система уравнений Максвелла. Теорема единственности решения уравнений Максвелла. Принцип двойственности. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Понятие плоской волны. Решение однородного уравнения Гельмгольца в случае плоской волны. Структура плоских волн. Граничные условия для нормальных и тангенциальных компонент электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга. Уравнение баланса мощности. Уравнение баланса комплексной мощности. Теория излучения электромагнитных волн. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред. Распространение электромагнитных волн в прямоугольном и круглом волноводах. Коаксиальные линии передачи. Полосковые линии передачи. Метод запаздывающих потенциалов. Излучение элементарных источников. Регламент радиосвязи. Шкала электромагнитных волн. Области применения радиоволн по частотным диапазонам. Структура атмосферы Земли. Тропосфера, стратосфера и ионосфера. Формула идеальной радиосвязи. Простейшие модели радиотрасс. Зоны Френеля. Поле излучателя, поднятого над земной поверхностью. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	Знает: основные понятия, уравнения и законы электродинамики и распространения радиоволн; модели элементарных излучателей; типы и классификацию электромагнитных волн; основные волновые процессы и явления, происходящие в линии передачи. Умеет: оценивать основные параметры электромагнитных полей; проводить измерения различных электрических и магнитных физических величин; грамотно использовать технические средства измерений; вести обработку данных физического эксперимента; пользоваться монографической и периодической научно-технической литературой. Имеет практический опыт: пользоваться

	основными методами исследования электромагнитных полей и на практике использовать эти знания для анализа физических и технических характеристик изделий радиоэлектроники.
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.14 Метрология и электрорадиоизмерения, 1.О.13 Материалы электронных средств, 1.О.19 Цифровые устройства и микропроцессоры, 1.О.25 Теоретические основы радиоэлектроники, 1.О.12 Схемотехника	1.О.18 Радиоавтоматика, 1.О.23 Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств, 1.О.20 Устройства генерирования и формирования сигналов, 1.О.21 Устройства приема и преобразования сигналов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.19 Цифровые устройства и микропроцессоры	Знает: современное состояние в области цифровых устройств и микропроцессоров, программного обеспечения для моделирования поведения цифровых схем., основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы построения алгоритмов программ реализуемых на микроконтроллерах. Умеет: искать и представлять актуальную информацию о состоянии в области цифровых устройств и микропроцессоров, использовать программное обеспечение для анализа цифровых схем применительно к схемам реализованным на микроконтроллерах., описывать алгоритмы программ на микро ассемблере для микроконтроллеров, а так же на языках программирования высокого уровня. Имеет практический опыт: владения навыками работы на ПК , работой с отладочными средствами систем разработки устройств на микроконтроллерах., способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений, владения САПР для отладки ПО для микроконтроллеров.
1.О.12 Схемотехника	Знает: современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации; требования нормативных документов., фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов; основные

	<p>характеристики аналоговых электронных устройств; современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств и тенденции их развития. Умеет: применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации; соблюдать требования нормативных документов., применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера. осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств. Имеет практический опыт: применения современных компьютерных технологий для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации; соблюдения требований нормативных документов., владения навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач, методами расчета типовых аналоговых устройств.</p>
<p>1.О.14 Метрология и электрорадиоизмерения</p>	<p>Знает: требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации электронных средств; технические средства измерений, их метрологические характеристики, правила поверок; принципы и методы измерений; принципы построения и особенности средств измерений основных электрических величин; принципы построения цифровых средств измерений. Умеет: подбирать средства измерений по условиям предстоящих измерительных задач; выполнять измерения различных электрических и радиотехнических величин, оформлять протокол эксперимента в установленной форме; вести обработку экспериментальных данных с целью повышения точности конечного результата. Имеет практический опыт: работы с измерительными приборами; приемами определения погрешностей в типовых ситуациях измерений.</p>
<p>1.О.25 Теоретические основы радиоэлектроники</p>	<p>Знает: фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, методы анализа и синтеза электронных схем. Умеет: применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера, выполнять анализ простейших электрических схем в специализированном пакете прикладных программ. Имеет практический опыт: владения навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач. навыками чтения электронных схем. навыками практического использования специализированного программного обеспечения для моделирования и анализа электрических</p>

	цепей.
1.О.13 Материалы электронных средств	Знает: природу электромагнитного поля, особенности поведения различных веществ в электромагнитном поле. Умеет: интерпретировать полученные в процессе измерений результаты, проводить их анализ, оформлять протоколы измерений. Имеет практический опыт: построения математических моделей, навыками работы с графиками, таблицами, диаграммами; методами корректной оценки погрешностей при проведении измерений с образцами материалов.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к лабораторным работам	16	16	
Изучение раздела "Распространение радиоволн в ионосфере"	30	30	
Подготовка к экзамену	12,5	12,5	
Подготовка к практическим занятиям	29	29	
Консультации и промежуточная аттестация	12,5	12,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	ВВЕДЕНИЕ. Терминология дисциплины, основные понятия и определения.	4	2	2	0
2	ЭЛЕМЕНТЫ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА	4	0	4	0
3	ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ	12	8	4	0
4	СВОЙСТВА ПЛОСКИХ ВОЛН	18	6	8	4
5	ПРЕЛОМЛЕНИЕ ПЛОСКИХ ВОЛН	10	4	2	4

6	ВОЛНЫ В ВОЛНОВОДАХ	12	4	4	4
7	ОБЪЁМНЫЕ РЕЗОНАТОРЫ	4	2	2	0
8	ИЗЛУЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН	16	6	6	4

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Терминология дисциплины, основные понятия и определения, система единиц физических величин СИ. Элементы векторного анализа.	2
2	3	Понятие электромагнитного поля. Векторы напряжённости электрического и магнитного полей. Векторы магнитной и электрической индукций. Волновой характер электромагнитного поля. Полная система уравнений электродинамики. Система уравнений Максвелла. Уравнение непрерывности полного тока. Закон сохранения заряда. Принцип суперпозиции.	2
3	3	Перестановочная двойственность уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Классификация электромагнитных явлений. Материальные уравнения. Теорема единственности решения уравнений Максвелла. Волновые уравнения Даламбера и Гельмгольца.	2
4	3	Метод запаздывающих электродинамических потенциалов. Векторный запаздывающий потенциал. Скалярный запаздывающий потенциал.	2
5	3	Энергия электромагнитного поля. Теорема и вектор Умова-Пойнтинга для мгновенных значений векторов поля. Уравнение баланса мощности. Граничные условия для нормальных и тангенциальных компонент электромагнитного поля. Поля, заряды и токи на границах. Поверхностный заряд и ток.	2
6	4	Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Понятие плоской волны. Решение однородного уравнения Гельмгольца в случае плоской волны. Структура плоских волн.	2
7	4	Электрическая и магнитная энергия электромагнитного поля. Комплексный вектор Умова-Пойнтинга. Уравнение баланса мощности в комплексной форме. Метод запаздывающих потенциалов. Плоские волны в идеальном диэлектрике и в средах с потерями. Распространение плоских волн в среде с проводимостью.	2
8	4	Волновые уравнения для электромагнитного поля. Постоянная распространения и затухания. Распространение плоских волн в металлах. Поверхностный эффект. Падение плоской волны на поверхность реального металла. Приближённое граничное условие Леонтовича-Щукина. Поляризация плоских волн.	2
9	5	Волновые явления на границе раздела двух сред. Отражение и преломление плоских волн с вертикальной и горизонтальной поляризациями. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля. Условия полного отражения и преломления.	2
10	5	Угол полного отражения. Угол полного преломления. Угол Брюстера. Полное отражение и волны, направляемые границей раздела двух сред. Поверхностная волна. Диэлектрические волноводы и световоды. Структура электромагнитных волн, отражённых от идеального проводника электрического тока для горизонтальной и вертикальной поляризаций.	2
11	6	Линии передачи. Решение однородного уравнения Гельмгольца для регулярной линии произвольного сечения. Классификация направляемых волн. Классификация типов электромагнитных волн. Характеристические сопротивления. Условие распространения волн в линии передачи. Критическая длина волны. Длина волны в линии передачи. Распространение	2

		волн в прямоугольном волноводе. Поле электрического и магнитного типов в прямоугольном волноводе.	
12	6	Распространение волн в круглом волноводе. Уравнения Бесселя. Поля электрического и магнитного типов в волноводах круглого сечения. Токи на стенках волноводов. Основные принципы возбуждения волноводов и отбора энергии из них. Выбор размеров. Коаксиальная и полосковая линии передачи. Линии конечной длины. Эквивалентная линия передачи. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны. Полное эквивалентное сопротивление линии передачи. Неоднородности в волноводах.	2
13	7	Понятие объёмного резонатора. Виды объёмных резонаторов. Объёмные резонаторы в виде короткозамкнутых отрезков передающих линий. Основной тип колебаний. Обозначение собственных колебаний в цилиндрическом, коаксиальном и прямоугольном резонаторах. Резонансные частоты колебаний идеальных объёмных резонаторов. Добротность резонаторов. Собственная и нагруженная добротности. Основные принципы возбуждения объёмных резонаторов и отбора энергии из них. Выбор размеров.	2
14	8	Излучение электромагнитных волн. Электродинамические запаздывающие потенциалы. Элементарные излучатели. Элементарный электрический вибратор (диполь Герца). Элементарная электрическая рамка (магнитный диполь). Элементарная щель. Излучатель Гюйгенса.	2
15	8	Регламент радиосвязи. Шкала электромагнитных волн. Области применения радиоволн по частотным диапазонам. Поле излучателя, находящегося в свободном пространстве. Общие вопросы распространения радиоволн. Множитель ослабления. Поле излучателя, поднятого над плоской земной поверхностью. Структура атмосферы Земли. Тропосфера, стратосфера и ионосфера. Формула идеальной радиосвязи. Простейшие модели радиотрасс. Зоны Френеля. Поле излучателя, поднятого над земной поверхностью.	2
16	8	Учёт сферичности Земли при использовании формулы Введенского. Поле излучателя, поднятого над неровной или неоднородной земной поверхностью. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности. Строение тропосферы. Затухание энергии радиоволн в тропосфере. Поглощение радиоволн. Ослабление радиоволн гидрометеорами. Рефракция радиоволн в тропосфере. Учёт влияния тропосферной рефракции на распространение радиоволн. Неоднородности тропосферы и их влияние на распространение радиоволн. Распространение радиоволн в ионосфере.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Уравнения плоской и сферической волн. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении. Волновое уравнение. Стоячие волны, колебания струны. Элементы векторного анализа. Основные операторы.	2
2	2	Элементы векторного анализа. Криволинейные ортогональные системы координат.	2
3	2	Интегральные теоремы векторного анализа. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса. Формулы Грина.	2
4	3	Система уравнений Максвелла. Классификация электромагнитных процессов.	2
5	3	Граничные условия. Нормальные и тангенциальные компоненты электрического и магнитного полей.	2

6	4	Вектор Умова–Пойнтинга. Уравнение баланса мощности.	2
7	4	Распространение плоских волн в однородных средах с потерями.	2
8	4	Поляризация электромагнитного поля.	2
9	4	Энергетические соотношения в плоской волне. Преломление плоских волн.	2
10	5	Преломление плоских волн. Законы Снеллиуса и Френеля. Структура полей на границе раздела двух сред.	2
11	6	Волны в волноводах. Затухание электромагнитных волн в волноводах. Коэффициент затухания.	2
12	6	Волны в волноводах. Структура полей и поверхностных токов. Возбуждение волноводов.	2
13	7	Объёмные резонаторы. Структура полей. Возбуждение объёмных резонаторов.	2
14	8	Элементарные излучатели. Элементарный электрический вибратор (диполь Герца). Излучение элементарной рамки с электрическим током. Элементарный щелевой излучатель. Элементарный излучатель Гюйгенса. Поле излучателя, находящегося в свободном пространстве.	2
15	8	Распространение радиоволн над земной поверхностью. Зоны Френеля. Коэффициенты отражения от земной поверхности. Поле излучателя, поднятого над плоской земной поверхностью. Учёт сферичности Земли	2
16	8	Распространение радиоволн в тропосфере. Строение тропосферы. Затухание энергии радиоволн в тропосфере. Поглощение радиоволн. Ослабление радиоволн гидрометеорами. Рефракция радиоволн в тропосфере. Учёт влияния тропосферной рефракции на распространение радиоволн. Различные виды тропосферной рефракции.	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	4	Поляризация плоских волн. Исследуются поляризационные явления, изучаются виды поляризаций и распространение плоских электромагнитных волн. Экспериментально определяются гантельная кривая и коэффициент эллиптичности.	2
2	4	Поляризация плоских волн. Исследуются поляризационные явления, изучаются виды поляризаций и распространение плоских электромагнитных волн. Экспериментально определяются гантельная кривая и коэффициент эллиптичности.	2
3	5	Отражение плоских волн. Изучаются теория распространение плоских волн, закон Брюстера. Исследуется отражение плоских электромагнитных волн от границы раздела сред диэлектрик–воздух. Экспериментально определяется угол Брюстера.	2
4	5	Отражение плоских волн. Изучаются теория распространение плоских волн, закон Брюстера. Исследуется отражение плоских электромагнитных волн от границы раздела сред диэлектрик–воздух. Экспериментально определяется угол Брюстера.	2
7	6	Электромагнитные поля в волноводах. Изучаются структура электромагнитного поля в прямоугольном волноводе. Исследуется электромагнитные поля в волноводе, экспериментально определяются длина волны в волноводе и структура электромагнитных полей.	2
8	6	Электромагнитные поля в волноводах. Изучаются структура электромагнитного поля в прямоугольном волноводе. Исследуется электромагнитные поля в волноводе, экспериментально определяются длина	2



		волны в волноводе и структура электромагнитных полей.	
5	8	Излучение элементарных источников. Физические аналоги элементарных источников электромагнитного поля. Экспериментально исследуются основные принципы излучения электромагнитной энергии.	2
6	8	Излучение элементарных источников. Физические аналоги элементарных источников электромагнитного поля. Экспериментально исследуются основные принципы излучения электромагнитной энергии.	2

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	ЭУМД, осн. лит., 1, глава 2, с.49-51, глава 4, с.68-89, глава 5, с.90-116, глава 6, с.126-195. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/50680">http://e.lanbook.com/book/50680</a> — Загл. с экрана.	6	16
Изучение раздела "Распространение радиоволн в ионосфере"	ЭУМД, осн. лит., 1, глава 12, с.306-325. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/50680">http://e.lanbook.com/book/50680</a> — Загл. с экрана. ПУМД, осн. лит., 1, глава 14, с.503-514. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 558 с. ил. ПУМД, осн. лит., 2, глава 15, с.490-497. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 544 с. ил.	6	30
Подготовка к экзамену	ЭУМД, осн. лит., 1, глава 2, с.49-51, глава 3, с.52-67, глава 4, с.68-89, глава 5, с.90-116, глава 6, с.126-195, глава 7, с.196-221, глава 10, с.503-514. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/50680">http://e.lanbook.com/book/50680</a> — Загл. с экрана.	6	12,5
Подготовка к практическим занятиям	ЭУМД, осн. лит., 1, глава 2, с.49-51, глава 3, с.52-67, глава 4, с.68-89, глава 5, с.90-	6	29

	116, глава 6, с.126-195, глава 7, с.196-221, глава 10, с.503-514. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/50680">http://e.lanbook.com/book/50680</a> — Загл. с экрана. ПУМД, осн. лит., 2, глава 9, с.318-343. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн: учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 544 с. ил.		
--	---	--	--

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 1	1	5	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл;</li> <li>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл;</li> <li>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</li> <li>- правильный ответ на один вопрос – 1 балл.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.</p>	экзамен

						Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
2	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 2	1	5	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл;</li> <li>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл;</li> <li>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</li> <li>- правильный ответ на один вопрос – 1 балл.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	экзамен
3	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 3	1	5	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчёт. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл;</li> </ul>	экзамен

						<p>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл;</p> <p>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</p> <p>- правильный ответ на один вопрос – 1 балл.</p> <p>Максимальное количество баллов – 5.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	
4	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 4	1	5	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <p>- приведены все измеряемые характеристики и рассчитанные параметры – 1 балл;</p> <p>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл;</p> <p>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</p> <p>- правильный ответ на один вопрос – 1 балл.</p> <p>Максимальное количество баллов – 5.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия (за каждую лабораторную работу) – 1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	экзамен
5	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 1	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания</p>	экзамен

						<p>результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графическую работу) – 1.</p>	
6	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 2	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графическую работу) – 1.</p>	экзамен
7	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 3	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>При оценивании результатов</p>	экзамен

					<p>мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.</p>		
8	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 4	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.</p>	экзамен
9	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 5	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний</p>	экзамен

						<p>кафедры.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.</p>	
10	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 6	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 1.</p>	экзамен
11	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа 7	1	3	<p>Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть</p>	экзамен

						<p>выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 3 балла;</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочёты не влияющие на конечный результат – 2 балла;</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 1 балл;</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 3.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графическую работу) – 1.</p>	
12	6	Текущий контроль	Бонусное задание	1	0,75	<p>Показатели бонус-рейтинга: участие в олимпиадах, конкурсах, научно-практических конференциях, публикации по тематике дисциплины. Личное призовое место на олимпиаде, диплом конференции или конкурса (по дисциплине).</p> <p>Максимальный балл за бонусное задание - 15% от общей оценки за курс. Если величина бонус-рейтинга получается больше 15%, то значение приравнивается максимальному значению 15%.</p> <p>Критерии оценивания Зачтено: +15 % за победу в олимпиаде международного уровня; +10 % за победу в олимпиаде российского уровня; +5 % за победу в олимпиаде университетского уровня; +1 % за участие в олимпиаде. Не зачтено: –.</p>	экзамен
13	6	Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	1	5	<p>Промежуточная аттестация проводится в форме ответов на вопросы, приведённые в билете. Контрольные мероприятия промежуточной аттестации проводятся во время экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания</p>	экзамен



					результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). На экзамене за ответы начисляется: 5 баллов - 85-100% правильных ответов; 4 балла - 75-85% правильных ответов; 3 балла - 60-74% правильных ответов; 2 балла - 40-59% правильных ответов; 1 балл - менее 40% правильных ответов; 0 баллов - студент не явился на экзамен.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ОПК-4	Знает: основные понятия, уравнения и законы электродинамики и распространения радиоволн; модели элементарных излучателей; типы и классификацию электромагнитных волн; основные волновые процессы и явления, происходящие в линии передачи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Умеет: оценивать основные параметры электромагнитных полей; проводить измерения различных электрических и магнитных физических величин; грамотно использовать технические средства измерений; вести обработку данных физического эксперимента; пользоваться монографической и периодической научно-технической литературой.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Имеет практический опыт: пользоваться основными методами исследования электромагнитных полей и на практике использовать эти знания для анализа физических и технических характеристик изделий радиоэлектроники.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 558 с. ил.
2. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 544 с. ил.

### б) дополнительная литература:

1. Марков, Г. Т. Электродинамика и распространение радиоволн Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. - М.: Советское радио, 1979. - 374 с. ил.

### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Радиотехника и электроника: ежемес. журн. / Рос. акад. наук, входит в перечень ВАК.
2. Радиотехника: ежемес. журн. / Рос. акад. наук, входит в перечень ВАК.

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Бухарин, В.А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / В.А. Бухарин, А.Б. Хашимов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 71 с.

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Бухарин, В.А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / В.А. Бухарин, А.Б. Хашимов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 71 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/50680">http://e.lanbook.com/book/50680</a> — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: учебник. [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 704 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/118">http://e.lanbook.com/book/118</a> — Загл. с экрана.

### Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	1014/1 (3б)	Лаборатория антенно-фидерных устройств: Мультимедийные оргсредства, лабораторные установки, генератор Г4-107, генератор Г4-108, генератор Г4-109, генератор Г4-76А, измеритель В8-6, измеритель В8-7, измеритель отношений напряжений В8-6.
Лекции	1012 (3б)	Компьютер, проекционный аппарат, интернет.