

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Направление/специальность подготовки

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
11.05.02 Специальные радиотехнические системы

Специализация/профиль/программа подготовки

Радиолокационные системы и комплексы  
Средства и комплексы радиоэлектронной борьбы

Уровень высшего образования

Специалитер

Форма обучения

Очная

Факультет

И Информационных и управляющих систем

Выпускающая кафедра

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Кафедра-разработчик рабочей программы

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	Часы (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА					
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	Диф. зач.

Начальник отдела основных образовательных программ  
Устинова А.А.



ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.05.01 Радиэлектронные системы и комплексы  
11.05.02 Специальные радиотехнические системы

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Страхов Сергей Юрьевич, д.т.н., проф.

Эксперт:

*Эксперт А.Г., в.д. науч. сотр*  
*А.Г. Курбавина*

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., доц.

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры рабочей программы

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., доц.

ФАКУЛЬТЕТ "И" ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Декан Страхов С.Ю., д.т.н., доц.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

11.05.02 (И4)	ПСК-2 — способность проводить экспериментальные исследования, моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений
11.05.01 (И4)	ОПК-1 — способность представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
11.05.01 (И4)	ОПК-2 — способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения
11.05.01 (И4)	ОПК-4 — способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
11.05.02 (И4)	ОПК-5 — способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности
11.05.02 (И4)	ОПК-6 — способность понимать принципы работы информационных технологий, применять основные методы и средства получения, хранения обработки информации в сфере профессиональной деятельности
11.05.02 (И4)	ОПК-7 — способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники
11.05.02 (И4)	ОПК-9 — способность осваивать работу на современном измерительном диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения научно-технических задач в области радиотехники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

**ПСК-2 (11.05.02, И4)**

знания:

основных принципов, методов и средств экспериментального моделирования распространения электромагнитных волн в открытом пространстве в волноводах;

умения:

Умение пользоваться средствами радиоизмерений;

навыки:

Расчет основных параметров электромагнитного излучения и характеристик радиолнии по результатам экспериментальных исследований.

**ОПК-1 (11.05.01, И4)**

знания:

Знание основных физических законов, связанных с теорией электромагнитного поля;

умения:

Умение применить физические законы для количественного описания основных явлений, связанных с электромагнитным полем и распространением радиоволн;

навыки:

Расчет основных параметров электромагнитного поля при распространении через различные среды, расчет энергетического бюджета радиолнии.

**ОПК-2 (11.05.01, И4)**

знания:

знать физико-математический аппарат для решения задач электродинамики;

умения:

уметь применять физико-математический аппарат для решения задач электродинамики;

навыки:

иметь навык решения задач электродинамики.

**ОПК-4 (11.05.01, И4)**

знания:

Знание основных принципов, методов и средств экспериментального моделирования распространения электромагнитных волн в открытом пространстве в волноводах;

умения:

Умение пользоваться средствами радиоизмерений;

навыки:

Расчет основных параметров электромагнитного излучения и характеристик радиолнии по результатам экспериментальных исследований.

**ОПК-5 (11.05.02, И4)**

знания:

знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники;

умения:

уметь применять вычислительную технику для решения задач электродинамики;

навыки:

иметь навык использования измерительной техники при проведении лабораторных работ по электродинамике.

**ОПК-6 (11.05.02, И4)**

знания:

знать ключевые информационные технологии для задач электродинамики;

умения:

уметь применять ключевые информационные технологии для задач электродинамики;

навыки:

иметь навык обработки результатов измерений при решении задач электродинамики.

**ОПК-7 (11.05.02, И4)**

знания:

знать методы анализа и расчета радиотехнических цепей;

умения:

уметь применять методы анализа и расчета радиотехнических цепей;  
навыки:  
иметь навык расчета основных параметров электромагнитного излучения.  
**ОПК-9 (11.05.02, И4)**  
знания:  
знать современное измерительное оборудование, используемое в электродинамике;  
умения:  
уметь использовать современное измерительное оборудование при проведении лабораторных работ по электродинамике;  
навыки:  
иметь навык работы на современном измерительном оборудовании в рамках проведения лабораторных работ по электродинамике.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН** является дисциплиной **обязательной** части блока 1 программы подготовки по направлениям: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ, РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-6 — Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией электромагнитных волн и физическими основами распространения радиоволн в различных средах.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %								
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-2 (11.05.02)	ОПК-1 (11.05.01)	ОПК-2 (11.05.01)	ОПК-4 (11.05.01)	ОПК-5 (11.05.02)	ОПК-6 (11.05.02)	ОПК-7 (11.05.02)	ОПК-9 (11.05.02)	
3	5	Раздел 1. Введение. Задачи и содержание дисциплины. Основные термины и определения.	20	4	4	0	0	16	10	10	10	10	10	10	10	10	
3	5	Раздел 2. Теория электромагнитных волн. Основные положения теории электромагнетизма. Векторы электромагнитного поля. Макроскопическая электродинамика. Сводка уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла для монохроматических колебаний. Комплексные амплитуды полей. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических полей. Уравнения Гельмгольца. Волновой характер электромагнитного поля. Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Теорема Пойнтинга. Общие сведения о волновых процессах. Однородная плоская электромагнитная волна с линейной поляризацией. Сферические и цилиндрические волны. Фазовая скорость и постоянная затухания плоских волн в	43	23	10	0	13	20	30	30	30	30	30	30	30	30	

		<p>различных средах. Плоские электромагнитные волны с вращающейся поляризацией. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Электродинамические основы излучения электромагнитных волн. Постановка задачи излучения. Векторный и скалярный потенциалы. Калибровка потенциалов. Неоднородное уравнение Гельмгольца и его решение. Элементарные излучатели. Элементарный электрический излучатель. Составляющие полей в ближней и дальней зонах излучения. Диаграмма направленности, мощность и сопротивление излучения. Элементарный магнитный излучатель. Принцип перестановочной двойственности. Составляющие полей, диаграмма направленности и проводимость элементарного щелевого излучателя. Излучение элементарной рамки с током. Излучение элементарной площадки (излучатель Гюйгенса).</p>	30	10	10	0	0	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	5	<p><b>Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.</b> Поле излучателя, находящегося в свободном пространстве. Область пространства, существенная при распространении радиоволн. Распространение земных радиоволн (ЗР). Классификация случаев распространения ЗР. Поле направленного излучателя, поднятого над плоской земной поверхностью.</p>	30	10	10	0	0	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30



Интерференционный  
множитель  
ослабления.  
Отражение радиоволн  
на границе раздела  
двух сред.  
Вертикальный  
вибратор.  
Горизонтальный  
вибратор.  
Интерференционная  
формула Введенского.  
Учет сферичности  
земной поверхности  
при использовании  
интерференционными  
формулами. Поле  
направленного  
излучателя, поднятого  
над поверхностью  
Земли. Случай  
неровной и  
неоднородной земной  
поверхности.  
Распространение  
УКВ в пределах  
большого города.  
Расчет  
напряженности  
электрического поля в  
зоне тени  
(дифракция).  
Тропосфера и ее  
влияние на  
распространение  
радиоволн. Состав и  
строение  
тропосферы.  
Диэлектрическая  
проницаемость и  
коэффициент  
преломления  
тропосферы.  
Затухание  
напряженности поля  
радиоволн в  
тропосфере.  
Рефракция радиоволн  
в тропосфере.  
Эквивалентный  
радиус земного шара.  
Различные виды  
тропосферной  
рефракции.  
Распространение  
УКВ на большие  
расстояния в  
условиях сверх  
рефракции и путем  
рассеяния на  
неоднородностях  
тропосферы.  
Ионосфера и ее  
влияние на  
распространение  
радиоволн. Причины  
образования  
ионосферы.  
Экспериментальные  
данные о строении  
ионосферы.  
Нерегулярные  
явления в ионосфере.  
Диэлектрическая  
проницаемость  
ионизированного газа  
без учета потерь.  
Учет влияния ионов.



Всего за 5 семестр	144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100	100	100	100
Всего по дисциплине	144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1			
2	Раздел 2. Теория электромагнитных волн.	исследование прямоугольного волновода в программной среде Ansys HFSS	4
3		Исследование диаграммы направленности антенны на примере симметричного вибратора в программной среде Ansys HFSS	4
4	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	исследование диаграммы направленности антенны на примере рупорной антенны в программной среде Ansys HFSS	5
5		Предельное значение мощности, передаваемое при помощи фидерных линий различных типов. Расчет потерь мощности в линиях передачи	2
		Эффективная площадь рассеяния цели. ЭПР эталонных отражателей.	2
Всего за 5 семестр			17

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	Исследования радиолитии передачи сигналов	6
2		Измерение параметров СВЧ-тракта с использованием измерительной линии	6
3		Измерение модуля коэффициента отражения плоских образцов	5
Всего за 5 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой. Изучение стандартов	16
2	Раздел 2. Теория электромагнитных волн.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям	20
3	Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	20
4	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	Подготовка к практическим занятиям; Подготовка к лабораторным занятиям; Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы	20
Всего за 5 семестр			76

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ЛР	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК	ТекК, ЛР	ТекК	ТекК	ТекК, ЛР	ТекК	ТекК	ТекК, Контр.Р.	диф. зач.

Условные обозначения:

- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- контрольная работа.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. Техническая электродинамика. М.: Связь, 1971, 9 экз.
2. В. П. Смолин, В. В. Смирнов, О. В. Свешников. Электродинамика и распространение радиоволн. СПб. БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
3. Л. А. Потапов. Электродинамика и распространение радиоволн. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
4. Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. Антенны. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова.

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Стенд для измерения модуля коэффициента отражения плоских образцов;
2. Стенд для определения полных сопротивлений нагрузок и согласований их с линией передачи;
3. Проектор.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 11.05.02 Специальные радиотехнические системы. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

- ПСК-2 (11.05.02) способность проводить экспериментальные исследования, моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений;
- ОПК-1 (11.05.01) способность представить адекватную современную уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
- ОПК-2 (11.05.01) способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа принятия решения;
- ОПК-4 (11.05.01) способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;
- ОПК-5 (11.05.02) способность учитывать современные тенденции развития электропики, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности;
- ОПК-6 (11.05.02) способность понимать принципы работы информационных технологий, применять основные методы и средства получения, хранения обработки информации в сфере профессиональной деятельности;
- ОПК-7 (11.05.02) способность применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники;
- ОПК-9 (11.05.02) способность осваивать работу на современном измерительном диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения научно-технических задач в области радиотехники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией электромагнитных волн и физическими основами распространение радиоволн в различных средах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- контрольная работа.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (34 ч.), практические занятия (17 ч.), лабораторный практикум (17 ч.), самостоятельная работа студента (76 ч).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение.</b>		
Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой. Изучение стандартов	В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. Техническая электродинамика: М.: Связь, 1971 (1,2) В. П. Смолин, В. В. Смирнов, О. В. Свешников. Электродинамика и распространение радиоволн: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1,2,3) Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. Антенны: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (12,3) Л. А. Потапов. Электродинамика и распространение радиоволн: Москва: Юрайт, 2020 (1,2,3)	16
Итого по разделу 1		16
<b>Раздел 2. Теория электромагнитных волн.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям	Л. А. Потапов. Электродинамика и распространение радиоволн: Москва: Юрайт, 2020 (1,2,3)	20
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	Л. А. Потапов. Электродинамика и распространение радиоволн: Москва: Юрайт, 2020 (1,2,3)	20
Итого по разделу 3		20
<b>Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.</b>		
Подготовка к практическим занятиям; Подготовка к лабораторным занятиям; Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы	В. П. Смолин, В. В. Смирнов, О. В. Свешников. Электродинамика и распространение радиоволн: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1,2,3)	20
Итого по разделу 4		20

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Вопросы для текущего контроля

После каждой лекции студенты должны ответить на 5 вопросов (тест)

#### Контрольная работа

На контрольной работе студенту предлагается тест из 10 вопросов.

При правильном ответе на 6-7 вопросов выставляется оценка «Удовлетворительно», при правильном ответе на 8-9 вопросов выставляется оценка «Хорошо», при правильном ответе на 10 вопросов выставляется оценка «Отлично».

#### Лабораторная работа

Допуск к ЛР. Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента печатной версии протокола по лабораторной работе. Протокол содержит титульный лист, описание лабораторной работы, чертежи схемы для сборки и исследования, таблицы для заполнения данными, заготовки для построения графиков.

Отчет по ЛР. Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Отчет оформляется на основании протокола о выполнении ЛР, содержит (помимо информации из протокола) все необходимые расчеты и построенные графики, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по четырехбалльной системе). Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 5 до 2 являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений

#### Дифференцированный зачет

На дифференцированном зачете студенту предлагается тест из 10 вопросов.

При правильном ответе на 6-7 вопросов выставляется оценка «Удовлетворительно», при правильном ответе на 8-9 вопросов выставляется оценка «Хорошо», при правильном ответе на 10 вопросов выставляется оценка «Отлично».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %									НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-2 (11.05.02)	ОПК-1 (11.05.01)	ОПК-2 (11.05.01)	ОПК-4 (11.05.01)	ОПК-5 (11.05.02)	ОПК-6 (11.05.02)	ОПК-7 (11.05.02)	ОПК-9 (11.05.02)		
3	5	Раздел 1. Введение.	20	4	4	0	0	16	10	10	10	10	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля	



3	5	Раздел 2. Теория электромагнитных волн.	43	23	10	0	13	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.	30	10	10	0	0	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	51	31	10	17	4	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Лабораторная работа, Контрольная работа
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100	100	100	100	100	100	100	