

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Отделение среднего профессионального образования**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
« 25 » 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства**

для специальности 11.02.01 Радиоаппаратостроение

Муром, 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 11.02.01 Радиоаппаратостроение №521 от 14 мая 2014 года.

Кафедра-разработчик: радиотехники.

Рабочую программу составил: д.т.н., профессор Федосеева Е.В.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ Г.  
(дата)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ.

Протокол № 16

от «23» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой РТ *Ромашов В.В.*

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11

# **1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства**

### **1.1. Область применения рабочей программы**

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.01 Радиоаппаратостроение.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании, для получения дополнительных компетенций, умений и знаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности выпускника на рынке труда и продолжения образования по специальности.

### **1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена:**

Дисциплина ОП.14 "Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства" относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального учебного цикла.

Базовые курсы: физика, математика

Базирующиеся курсы: устройства сверхвысоких частот, ВКР

### **1.3. Цели и задачи учебной дисциплины - требования к результатам освоения учебной дисциплины:**

Приобретение знания, умения и навыков, обеспечивающих достижение целей основной образовательной программы по специальности «Радиоаппаратостроение». Подготовка в области радиотехники и инфотелекоммуникаций для решения задач создания новой и совершенствования существующей устройств связи и антенн. Ознакомление с современной методологией научно-технического творчества. Подготовка для использования радиотехнических знаний при решении практических задач по разработке и эксплуатации систем, устройств и комплексов радиотехнического профиля

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес (ОК-1);
- организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество (ОК-2);
- организовывать рабочее место в соответствии с видом выполняемых работ; читать схемы различных устройств радиоэлектронной техники, их отдельных узлов и каскадов; выполнять радиотехнические расчеты различных электрических и электронных схем (ПК 1.1);
- выполнять механическую и электрическую настройку и регулировку радиотехнических систем, устройств и блоков в соответствии с параметрами согласно техническим условиям (ПК 2.1);
- выполнять поиск и устранение механических и электрических неисправностей при регулировке и испытаниях изделий; определять и устранять причины отказа радиотехнических систем, устройств и блоков (ПК 3.1);
- проводить испытания радиоэлектрических изделий (ПК 3.2).

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- схемы различных устройств радиоэлектронной техники, их отдельных узлов и каскадов; методы монтажа и сборки радиотехнических устройств (ПК 1.1);
- правила радиотехнических расчетов различных электрических и электронных схем; основные параметры радиотехнических систем, устройств, блоков и методы их регулировки; причины отказа радиотехнических систем, устройств и блоков (ПК 2.1);
- методы диагностики и проверки работоспособности радиотехнических систем, устройств и блоков; способы измерения параметров изделий (ПК 3.1);

- основные параметры радиотехнических изделий; методы проведения испытаний радиоэлектрических изделий (ПК 3.3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть следующими общими (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- ОК-1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
- ОК-2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
- ПК 1.1. Осуществлять сборку и монтаж радиотехнических систем, устройств и блоков.;
- ПК 2.1. Настраивать и регулировать параметры радиотехнических систем, устройств и блоков.;
- ПК 3.1. Выбирать измерительные приборы и оборудование для проведения испытаний узлов и блоков радиоэлектронных изделий и измерять их параметры и характеристики.;
- ПК 3.2. Использовать методики проведения испытаний радиоэлектронных изделий.;
- ПК 3.3. Осуществлять контроль качества радиотехнических изделий...;

#### **1.4. Количество часов на освоение программы учебной дисциплины:**

Максимальной учебной нагрузки обучающегося 134 часа, в том числе:

обязательной аудиторной нагрузки обучающегося 94 часа;

самостоятельной нагрузки обучающегося 40 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
	5 семестр
Максимальная учебная нагрузка (всего)	134
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	94
В том числе:	
лекционные занятия	50
практические занятия	20
лабораторные работы	24
контрольные работы	
курсовая работа	
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	40
Итоговая аттестация в форме	Дифференцированный зачет

### 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
	5 семестр		
<b>Раздел 1</b>	<b>Основные сведения о электромагнитных волнах</b>		
Тема 1.1 Основные свойства электромагнитного поля. Электромагнитные волны.	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Электромагнитное поле, его характеристики и свойства. Основные уравнения электродинамики. Перенос энергии электромагнитной волны. Вектор Пойтинга. Плоские электромагнитные волны.	8	1
	<i>Практические занятия.</i> Параметры электромагнитных волн свободного пространства.	2	2
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Основные уравнения электродинамики. Волновые уравнения. Баланс энергии электромагнитного поля.	3	3
Тема 1.2 Отражение и преломление радиоволн	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Преломление радиоволн на границе раздела двух сред. Отражение радиоволн на границе раздела двух сред.	2	1
	<i>Практические занятия.</i> Преломление и отражение радиоволн на границе раздела двух сред.	2	2
	<i>Лабораторные работы.</i> Отражение и преломление радиоволн.	4	3

	Самостоятельная работа обучающихся. Граничные условия для электромагнитного поля. Коэффициенты отражения и преломления для границы раздела диэлектрических и полупроводящих сред.	3	3
Тема 1.3 Элементарный электрический вибратор-излучатель	Содержание учебного материала		
	Лекционные занятия. Поле элементарного электрического вибратора. Влияние идеально отражающей поверхности на излучение элементарного электрического вибратора.	2	1
	Практические занятия. Поле элементарного электрического излучателя.	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся. Условия излучения электромагнитных волн. Зоны излучения электрического излучателя. ДН.	3	3
<b>Раздел 2</b>	<b>Распространение земных и атмосферных радиоволн</b>		
Тема 2.1 Распространение земных радиоволн	Содержание учебного материала		
	Лекционные занятия. Распространение радиоволн над полупроводящей плоской Землей в случае антенн, расположенных непосредственно у поверхности Земли. Распространение поверхностных волн в случае антенн, высоко поднятых над поверхностью земли.	2	1
	Практические занятия. Расчет параметров земных радиоволн.	2	2
	Лабораторные работы. Распространение радиоволн над земной поверхностью.	4	3
	Самостоятельная работа обучающихся. Моделирование характеристик земной поверхности. Интерференционная формула нахождения поля в точке приема. Формула Введенского. Учет влияния сферичности земной поверхности.	3	3
Тема 2.2 Распространение радиоволн в тропосфере	Содержание учебного материала		
	Лекционные занятия. Строение тропосферы. слоистая модель тропосферы. Рефракция радиоволн в тропосфере.	2	1
	Практические занятия. Расчет параметров радиоволн, распространяющихся в тропосфере.	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся. Моделирование характеристик тропосферы. Виды рефракции радиоволн в тропосфере. Атмосферный волновод.	3	3
Тема 2.3 Распространение радиоволн в ионосфере	Содержание учебного материала		
	Лекционные занятия. Строение верхних слоев атмосферы. Образование ионосферы. Преломление и отражение радиоволн в ионосфере.	2	1
	Самостоятельная работа обучающихся. Характеристики ионосферы. Влияние	3	3

	ионосферы на прохождение радиоволн.		
<b>Раздел 3</b>	<b>Особенности распространения радиоволн разных диапазонов</b>		
Тема 3.1 Распространение ультракоротких волн	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Особенности распространения ультракоротких волн. Определение расстояния прямой видимости. Дальнее распространение УКВ за счет влияния ионосферы и отражения от ионизированных метеорных следов.	2	1
	<i>Практические занятия.</i> Расчет параметров ультракоротких радиоволн.	2	2
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Условия распространения земных радиоволн УКВ диапазона. Условия распространения радиоволн УКВ диапазона при влиянии ионосферы.	4	3
Тема 3.2 Распространение коротких волн	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Отражение и поглощение коротких волн в ионосфере. Зоны молчания на коротких волнах. Требование к диаграммам направленности антенн, применяемых на коротковолновых линиях связи.	2	1
	<i>Практические занятия.</i> Расчет параметров коротких радиоволн.	2	2
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Влияние ионосферы на распространение коротких волн.	3	3
Тема 3.3 Распространение средних волн	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Особенности распространения средних волн. Расчет напряженности поля на средних волнах.	2	1
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Модели оценки распространения средних волн. Расчет напряженности поля на средних волнах.	3	3
Тема 3.4 Распространение длинных и сверхдлинных волн	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Особенности распространения длинных и сверхдлинных волн. Расчет напряженности поля на длинных и сверхдлинных волнах.	2	1
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Модели оценки распространения длинных и сверхдлинных волн.	3	3
<b>Раздел 4</b>	<b>Антенно-фидерные устройства разных частотных диапазонов</b>		
Тема 4.1 Антенны УКВ диапазона поперечного и осевого излучения	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Симметричные и несимметричные линейные излучатели. Директорные антенны. Диэлектрические антенны. Спиральные антенны. Воноводно-щелевые антенны. Директорные антенны. Диэлектрические антенны. Спиральные	12	1



	антенны. Воноводно-щелевые антенны.		
	<i>Практические занятия.</i> Расчет параметров антенн УКВ диапазона поперечного и осевого излучения.	2	2
	<i>Лабораторные работы.</i> Измерение характеристик направленности диэлектрических и спиральных антенн. Измерение характеристик направленности волноводно-щелевых антенн.	8	3
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Расчет и моделирование характеристик антенн УКВ диапазона поперечного и осевого излучения.	5	3
Тема 4.2 Апертурные антенны УКВ диапазона	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Апертурные антенны. Волноводные излучатели. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны.	4	1
	<i>Лабораторные работы.</i> Измерение характеристик направленности рупорных антенн. Измерение характеристик направленности линзовых антенн.	8	3
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Апертурные антенны УКВ диапазона: волноводные, рупорные, линзовые, однозеркальные, двухзеркальные.	4	3
Тема 4.3 Антенные решетки УКВ диапазона	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Классификация антенных решеток. Характеристики направленности антенных решеток. Вибраторные антенные решетки. ФАР.	4	1
Тема 4.4 Антенны КВ диапазона	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Виды антенн КВ диапазона. Антенны типа ВГД, СГД и РГД, принципы работы и условия применения.	2	1
	<i>Практические занятия.</i> Расчет параметров антенн КВ диапазона.	2	2
Тема 4.5 Антенны СВ, ДВ и СДВ диапазонов	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Особенности антенн СВ, ДВ и СДВ диапазонов.	2	1
	<i>Практические занятия.</i> Расчет параметров антенн СВ, ДВ и СДВ диапазонов.	2	2
Всего:		134	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. - ознакомительный (узнавание новых объектов, свойств);
2. - репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. - продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально – техническому обеспечению**

Лаборатория антенно-фидерных устройств и распространения радиоволн

Стенды по дисциплинам «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства», «Устройства сверхвысоких частот»; генератор качающей частоты Р2-73; мультиметр АМ-1097; мультиметр НМ8112-3; генератор ГЧ-83 1 шт.; измеритель КСВН панорамный РК 2-47; измерительная линия – 2 шт.; измеритель КСВН панорамный Р2-66; измеритель КСВН панорамный Р2-73; приемник П5-5Б; приемник измерительный П5-14А; индикатор КСВ и ослабления Я2Р-67. Наглядные пособия «Радиопередающие устройства систем радиосвязи передачи информации».

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет – ресурсов, дополнительной литературы.

Основные источники:

1. Андрусевич Л.К. Антенны и распространение радиоволн : учебное пособие для СПО / Андрусевич Л.К., Ищук А.А., Лайко К.А.. — Саратов : Профобразование, 2021. — 422 с. — ISBN 978-5-4488-1168-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт].. <https://www.iprbookshop.ru/106609.html>
2. Шебалкова, Л. В. Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ : учебно-методическое пособие / Л. В. Шебалкова, В. Б. Ромодин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 75 с. — ISBN 978-5-7782-4142-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99247>.  
<https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=99247>

Дополнительные источники:

1. Яцкевич, В. А. Классическая электродинамика : учебное пособие / В. А. Яцкевич. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 140 с. .  
<https://www.iprbookshop.ru/98350.html>
2. Зеленин, И. А. Волноводы, циркуляторы и антенны : лабораторный практикум / И. А. Зеленин. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 367 с. — ISBN 978-5-7731-0783-5.  
<https://www.iprbookshop.ru/93311.html>

Интернет-ресурсы:

1. Образовательный ресурс [window.edu.ru](http://window.edu.ru)
2. Научная электронная библиотека [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
3. Электронная библиотечная система [iprbooks.ru](http://iprbooks.ru)

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	Тестирование, защита лабораторных работ, зачет
организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	Тестирование, защита лабораторных работ, зачет
организовывать рабочее место в соответствии с видом выполняемых работ; читать схемы различных устройств радиоэлектронной техники, их отдельных узлов и каскадов; выполнять радиотехнические расчеты различных электрических и электронных схем	Защита лабораторных работ, зачет
выполнять механическую и электрическую настройку и регулировку радиотехнических систем, устройств и блоков в соответствии с параметрами согласно техническим условиям	Защита лабораторных работ, зачет
выполнять поиск и устранение механических и электрических неисправностей при регулировке и испытаниях изделий; определять и устранять причины отказа радиотехнических систем, устройств и блоков	Защита лабораторных работ, зачет
проводить испытания радиоэлектрических изделий	Защита лабораторных работ
схемы различных устройств радиоэлектронной техники, их отдельных узлов и каскадов; методы монтажа и сборки радиотехнических устройств	Тестирование, защита лабораторных работ, зачет
правила радиотехнических расчетов различных электрических и электронных схем; основные параметры радиотехнических систем, устройств, блоков и методы их регулировки; причины отказа радиотехнических систем, устройств и блоков	Тестирование, защита лабораторных работ, зачет
методы диагностики и проверки работоспособности радиотехнических систем, устройств и блоков; способы измерения параметров изделий	Тестирование, защита лабораторных работ, зачет
основные параметры радиотехнических изделий; методы проведения испытаний радиоэлектрических изделий	Тестирование, защита лабораторных работ, зачет

Рецензент (эксперт): Пудков Д.Ю.

Начальник бюро отдела главного конструктора АО "МЗ РИП"

(место работы, занимаемая должность)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Тесты для проведения текущего контроля знаний находятся в Приложении 1

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	Тестирование 10 вопросов, 2 лабораторных задания	До 15 баллов
Рейтинг-контроль 2	Тестирование 10 вопросов, 2 лабораторных задания	До 15 баллов
Рейтинг-контроль 3	Тестирование 10 вопросов, 2 лабораторных задания	До 15 баллов
Посещение занятий студентом		До 5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		До 5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		До 5 баллов

**2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Тесты и список устных тем для проведения промежуточной аттестации находятся в Приложении 2

**Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в двух формах:

1) на основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для студентов: восемь вопросов из блока 1, четыре вопроса из блока 2 и три вопроса из блока 3. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов. С учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить при тестировании, составляет 20 баллов.

2) устная форма – собеседование по изученным темам.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на зачете, в соответствии с Положением составляет 20 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b><i>Высокий уровень</i></b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Вопрос 1

Ток смещения характеризует

- + : изменение электрического поля
- : изменение магнитного поля
- : изменение количества зарядов
- : направление движения зарядов

## Вопрос 2

Найти значение коэффициента отражения при нормальном падении плоской электромагнитной волны из среды с волновым сопротивлением  $Z_2=400\text{Ом}$  в среду с волновым сопротивлением  $Z_1=600\text{Ом}$

+: 0,2

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1307&category=20247%2C28524&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.