

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.В.10 Антенно-фидерные устройства и техника высоких частот»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки)

Электронные средства телекоммуникаций

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.10 Антенно-фидерные устройства и техника высоких частот» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

протокол № 4 от "20" 02 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

А.С. Лелюхин

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ПЭиИИТ

должность

подпись

М.Г. Петрушанский

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

код

наименование

личная подпись

расшифровка подписи

А.С. Лелюхин

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Бестмирова

Уполномоченный по качеству ИЭЭС

личная подпись

расшифровка подписи

С.А. Сильвашко

№ регистрации \_\_\_\_\_

Петрушанский М.Г., 2025  
© ОГУ, 2025

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- реализация требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 930;

- формирование соответствующих компетенций согласно требованиям основной образовательной программы (ООП) подготовки бакалавров по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» с профилем подготовки «Электронные средства телекоммуникаций».

**Задачи:**

- приобретение обучающимися знаний в области антенно-фидерных устройств и техники высоких частот, как теоретической базы для освоения программы производственной практики, а также для выполнения выпускной квалификационной работы;

- приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения лабораторных и практических работ с применением интерактивных методов и закреплением соответствующих компетенций согласно ООП подготовки бакалавров по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.1 Иностранный язык, Б1.Д.Б.8 Математика, Б1.Д.Б.11 Физика, Б1.Д.Б.13 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.Б.17 Основы проектной деятельности, общественные проекты и технологическое предпринимательство, Б1.Д.Б.19 Теория цепей и сигналов, Б1.Д.Б.20 Материалы электронной техники, Б1.Д.Б.21 Физические основы электроники, Б1.Д.Б.22 Техническая электродинамика, Б1.Д.Б.23 Основы аналоговой и цифровой электроники, Б1.Д.В.4 Метрология, стандартизация и технические измерения, Б1.Д.В.11 Распространение электромагнитных волн и работа радиолиний*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.12 Приемопередающие устройства, Б1.Д.В.13 Радиоавтоматика, Б1.Д.В.Э.1.1 Телевидение, Б1.Д.В.Э.1.2 Средства и стандарты телевидения, Б1.Д.В.Э.2.1 Радиовещание, Б1.Д.В.Э.2.2 Средства и стандарты радиовещания, Б1.Д.В.Э.3.1 Сотовая связь, Б1.Д.В.Э.3.2 Мобильные радиосистемы*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств	ПК*-1-В-7 Знает стандартные методы проведения расчетов антенно-фидерных устройств ПК*-1-В-15 Умеет анализировать требования технического задания для расчета и проектирования в области антенно-фидерных	<b>Знать:</b> стандартные методы проведения расчетов антенно-фидерных устройств. <b>Уметь:</b> анализировать требования технического задания для расчета и проектирования в области антенно-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	устройств и техники высоких частот ПК*-1-В-24 Владеет навыками использования стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования в области антенно-фидерных устройств и техники высоких частот	фидерных устройств и техники высоких частот. <b>Владеть:</b> навыками использования стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования в области антенно-фидерных устройств и техники высоких частот.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсового проекта (КП); - <b>самоподготовка</b> (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; изучение разделов курса (частично) в системе электронного обучения; подготовка к лабораторным и к практическим занятиям; подготовка к рубежному контролю)	<b>125</b> +	<b>125</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Техника высоких частот	88	8	-	16	64
2	Антенно-фидерные устройства	92	10	-	18	64
	Итого:	180	18	-	34	128
	Всего:	180	18	-	34	128

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Техника высоких частот.** Типы и технические характеристики регулярных линий передачи электромагнитной энергии: многопроводные, коаксиальные, микрополосковые, на основе

волноводов прямоугольного, круглого сечения, гребневых волноводов; линии передачи с поверхностной волной, диэлектрические и лучевые волноводы; типы волн, распространяющихся в линиях передач; одномодовый и многомодовый режимы; основные технические характеристики линий передач: волновое сопротивление, электрическая прочность, предельная и допустимая мощность, затухание электромагнитной энергии, полоса пропускания, дисперсионные свойства, шумовая температура. Нерегулярные линии передачи и линии передачи конечной длины: неоднородности в линиях передач; коэффициент отражения; коэффициенты бегущей (КБВ) и стоячей волн (КСВ); полное входное сопротивление; принципы узкополосного и широкополосного согласования; принципиальные ограничения на достижимую полосу частот согласования. Двухполосники: основные свойства и параметры; закорачивающие поршни, согласованные нагрузки, индикаторы мощности (детекторные и термисторные головки), резонаторы. Четырехполосники: основные свойства; неоднородности в линиях передачи; переходы в линиях передачи; вращающиеся сочленения; согласующие устройства (реактивные диафрагмы и штыри, компенсирующий реактивный контур согласующий трансформатор); аттенуаторы; фазовращатели, поляризаторы; проходные резонаторы; фильтры ВЧ; теоретические основы применения ферритов в устройствах ВЧ; невзаимные четырехполосники; ферритовые устройства (фазовращатели, вентили, поляризаторы).

**Раздел 2. Антенно-фидерные устройства.** Радиотехнические характеристики и параметры антенн; определение и свойства элементарного излучателя электромагнитных волн, элементарный электрический (магнитный) вибратор, элемент Гюйгенса, щелевой излучатель; определение напряжённости поля в дальней зоне; характеристики и параметры элементарных излучателей; диаграмма направленности элементарных излучателей. Вибраторные антенны: симметричный вибратор; петлевой вибратор Пистолькорса; несимметричные вибраторные антенны; влияние электрической длины антенны, земной поверхности на параметры антенн; многовибраторные антенны (диполь Надененко, директорные антенны). Волноводно-щелевые антенны (ВЩА): резонансные и нерезонансные ВЩА; согласующие устройства, диэлектрические обтекатели. Рупорные антенны (РА): виды рупоров (Е-, Н-рупоры, пирамидальные, конические); параметры и характеристики РА; амплитудное и фазовое распределение поля в раскрытии рупора; применение рупорных антенн. Зеркальные антенны (ЗА): разновидности зеркальных антенн, параметры и характеристики; двухзеркальные антенны (Грегори, Кассегрена); методика расчёта зеркальной антенны; амплитудное и фазовое распределение поля в раскрытии; виды облучателей. Антенные решётки (АР): разновидности АР; определение напряжённости поля АР; фазированные антенные решётки, параметры и характеристики; множитель решётки; способы управления диаграммой направленности АР.

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение градуировочной характеристики измерительной волноводной линии	2
2	1	Исследование работы линии передачи в режимах стоячей и бегущей волны: волновые параметры прямоугольного, цилиндрического и коаксиального волноводов (волновое сопротивление, критическая длина волны, основная волна, волны высших порядков), определение длины волны в волноводе, КСВН, КБВН, распределение поля	4
3	1	Исследование работы линии передачи в режиме смешанных волн: КСВН, КБВН, диаграмма Вольперта (диаграмма полных сопротивлений), определение полного сопротивления нагрузки	4
4	1	Исследование элементов фидерного тракта: вентили, аттенуаторы и поглотители (имитаторы антенн)	2
5	1	Исследование элементов фидерного тракта: тройники (Е, Н, двойные) и мосты	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
6	2	Моделирование полей излучения одиночных электрического и магнитного вибраторов и элемента Гюйгенса (прямая и обратная задачи)	2
7	2	Моделирование полей излучения системы вибраторов («волновой канал») и спиральных антенн (прямая и обратная задачи)	2
8	2	Моделирование полей излучения апертурных антенн (рупорная, зеркальная, диэлектрическая) (прямая и обратная задачи)	2
9	2	Определение коэффициента усиления рупорной антенны методом плоского экрана	2
10	2	Определение полного волнового сопротивления антенны	2
11	2	Исследование диаграммы направленности антенны в двух плоскостях	4
12	2	Исследование поляризационной характеристики антенны	2
13	2	Исследование влияния фазового распределения на положение максимума и диаграмму направленности антенной решетки (качающаяся диаграмма направленности)	2
14	2	Моделирование полей излучения антенн для современных систем телекоммуникаций	2
		Итого:	34

#### 4.4 Курсовой проект (6 семестр)

Курсовой проект на тему «Расчет антенны» (по вариантам) выполняется в 6 семестре. Целью выполнения курсового проекта является закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины «Антенно-фидерные устройства и техника высоких частот».

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Петрушанский, М. Г. Основы конструирования антенных решеток [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств / М. Г. Петрушанский; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.46 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 112 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/36908\\_20170531.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/36908_20170531.pdf) - ISBN 978-5-7410-1839-2 .

2. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.Г. Гошин. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 160 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588>.

3. Замотринский, В.А. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Замотринский, Л.И. Шангина. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники 2012. – 223 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566>.

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Воскресенский, Д.И. Антенны с обработкой сигнала [Текст]: учеб. пособие для вузов / Д.И. Воскресенский. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. – 80 с.

2. Горбачев, А.П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Горбачев, Н.В. Тарасенко. –

Новосибирск: НГТУ, 2013. – 116 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228604>.

3. Зырянов, Ю.Т. Антенны [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2014. – 128 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278016>.

4. Куц, Г.Г. Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.Г. Куц, Ж.М. Соколова, Л.И. Шангина. – Томск: ТГУСУР, 2012. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208585>.

5. Максимов, В.М. Устройства СВЧ: основы теории и элементы трактата [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.М. Максимов. – М.: САЙН-ПРЕСС, 2002. – 72 с.

6. Петрушанский, М.Г. Основы конструирования антенных решеток [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М. Г. Петрушанский. – Оренбург: ОГУ. – 2017. – 112 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/36908\\_20170531](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/36908_20170531).

7. Петрушанский, М.Г. Электронные приборы СВЧ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М. Г. Петрушанский. – Оренбург: ОГУ. – 2017. – 106 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/45388\\_20170630](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/45388_20170630).

8. Сеницын, Ю.И. Основы радиотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Сеницын, Е.И. Ряполова. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 246 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/45883\\_20170703.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/45883_20170703.pdf).

9. Соколова, Ж.М. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ И ГВЧ диапазонов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ж.М. Соколова. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 283 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208660>.

10. Устройства СВЧ и антенны: учебник / А.А. Филонов, А.Н. Фомин, Д.Д. Дмитриев [и др.]; ред. А.А. Филонов. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 492 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=505864>.

11. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток [Текст]: учеб. пособие для вузов / Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Информатика и системы управления: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".
2. Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".
3. Информационные технологии: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".
4. Мехатроника, автоматизация, управление: журнал. – М.: Агентство «Роспечать».
5. Приборы и техника эксперимента: журнал. – М.: Академиздатцентр "Наука" РАН.
6. Радиотехника: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".
7. Радиотехника и электроника: журнал. – М.: Академиздатцентр "Наука" РАН.
8. Электроника: наука, технология, бизнес: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://window.edu.ru/window/catalog> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
2. <http://www.awrcorp.com> – Пакет программ автоматизированного проектирования антенн Micro Wave Office компании Applied Wave Research, Inc.
3. <http://www.remcom.com> – Программный пакет компании REMCOM для расчета и оптимизации характеристик антенных излучателей.
4. <http://www.keysight.com> – Пакет программ автоматизированного проектирования антенн EMPro компании Keysight Technologies Inc.
5. <http://www.zeland.com> – Программный пакет компании Zeland Software Inc. для расчета и оптимизации характеристик антенных излучателей.
6. <https://elsv24.ru> – Учебный центр "Электросвязь".
7. <http://telecs.ru> – Сайт "Телекоммуникации и связь".

8. <http://www.ict.edu.ru> – Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании».

9. <http://gost.ru/portal/pages/main> – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ).

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Open Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 - English.
4. Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1!\CONSULT\cons.exe>.

### **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с комплектом программного обеспечения в соответствии с п. 5.5.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.