

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
**«Устройства СВЧ и антенны»**

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации  
Квалификация выпускника Инженер  
Нормативный период обучения 5,5 лет  
Форма обучения Очная  
Год начала подготовки 2020 г.

Автор программы  /Пастернак Ю.Г./

Заведующий кафедрой  
радиоэлектронных устройств  
и систем  /Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины:**

1. Демонстрация места и роли устройств СВЧ и антенн в радиотехническом комплексе;
2. Усвоение основных теоретических положений и физических принципов действия устройств СВЧ и антенн;
3. Получение и закрепление навыков экспериментального исследования и расчёта антенно-фидерных устройств и трактов СВЧ.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

1. Формирование знаний основ теории антенн, физических принципов построения устройств СВЧ и конструкций антенн различного назначения;
2. Освоение методов анализа и расчёта антенн различных диапазонов волн;
3. Формирование умений и навыков по экспериментальному исследованию устройств СВЧ и антенн, обработке результатов эксперимента, работе с современными измерительными приборами;
4. Получение и закрепление навыков практического применения устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах различного назначения;
5. Ознакомление с проблемами электромагнитной совместимости и способами их решения.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Устройства СВЧ и антенны» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

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.

## Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория общепро- фессио- нальных компетен- ций	Код и наименование обще- профессиональной компе- тенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Научное мышление	<p style="text-align: center;"><b>ОПК-1</b></p> <p>Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений законов и методов естественных наук и математики</p>	<p style="text-align: center;"><b>ИД-1<sub>опк-1</sub></b></p> <p>Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.</p> <p style="text-align: center;"><b>ИД-2<sub>опк-1</sub></b></p> <p>Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p> <p style="text-align: center;"><b>ИД-3<sub>опк-1</sub></b></p> <p>Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.</p>
Исследо- вательская деятель- ность	<p style="text-align: center;"><b>ОПК-3</b></p> <p>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</p>	<p style="text-align: center;"><b>ИД-1<sub>опк-3</sub></b></p> <p>Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования.</p> <p style="text-align: center;"><b>ИД-2<sub>опк-3</sub></b></p> <p>Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований.</p> <p style="text-align: center;"><b>ИД-3<sub>опк-3</sub></b></p> <p>Владеет навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам занятий

##### Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	126	54	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	54	18	36
<b>Самостоятельная работа</b>	54	27	27
<b>Курсовой проект</b>	+	–	+
Часы на контроль	72	27	45
Виды промежуточной аттестации	+	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость: академические часы з.е.	252 7	108 3	144 4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по семестрам и видам занятий

#### Очная форма обучения, семестр 6

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация, характеристики и параметры устройств СВЧ и антенн	<p>Роль устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах и комплексах. Классификация устройств СВЧ и антенн.</p> <p>Характеристики устройств СВЧ: коэффициенты распространения волны, затухания, фазы; волновое сопротивление; коэффициент отражения волны по напряжению; коэффициенты бегущей и стоячей волн; входное сопротивление; коэффициент полезного действия.</p> <p>Характеристики антенн: характеристика (диаграмма) направленности; фазовая и поляризационная характеристики; действующая высота (длина); эффективная площадь (поверхность); коэффициент использования площади; коэффициенты усиления, направленного и полезного действия; сопротивление излучения; входное сопротивление; допустимая излучаемая мощность; рабочий диапазон частот; шумовая температура.</p>	8	-	6	14
2	Линии передачи СВЧ	<p>Режимы работы линии передачи без потерь и с потерями. Металлические волноводы. Режимы работы волновода.</p> <p>Прямоугольный, круглый и коаксиальный волноводы.</p> <p>Полосковые линии передачи.</p> <p>Соединения, изгибы и скрутки линий передачи.</p> <p>Переходы между линиями передачи.</p> <p>Выбор линии передачи.</p>	10	4	6	20
3	Согласование линии передачи СВЧ с нагрузкой и симметрирование	<p>Цели согласования линии передачи (фидера) с нагрузкой (антенной).</p> <p>Способы и устройства узкополосного согласования (четвертьволновый трансформатор, последовательный и параллельный шлейфы).</p> <p>Способы и устройства широкополосного согласования (частотные компенсаторы, ступенчатые трансформаторы, плавные переходы).</p> <p>Симметрирующие устройства: функции, U-колена, четвертьволновый стакан.</p>	8	6	6	20
4	Устройства СВЧ	<p>Элементы волноводного тракта СВЧ: нагрузки, тройники, направленные ответвители, мостовые устройства, многоканальные делители мощности, трансформаторы типов волн.</p> <p>Устройства СВЧ с применением ферритов: основные свойства ферритов, вентили циркуляторы.</p> <p>Управляющие устройства СВЧ: устройства управления амплитудой СВЧ-колебаний (выключатели, коммутаторы, аттенюаторы, ограничители мощности, фазовращатели, поляризаторы).</p>	10	8	9	27
Часы на контроль						27
<b>Итого за семестр 1</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>108</b>

## Очная форма обучения, семестр 7

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Симметричный вибратор	Распределение тока на симметричном вибраторе. Поле излучения вибратора. Диаграмма направленности. Коэффициент направленного действия. Действующая длина (высота) вибратора. Сопротивление излучения и входное сопротивление. Широкополосные симметричные вибраторы. Подключение симметричного вибратора к фидерному тракту.	6	8	5	19
2	Антенные решётки	Функции и возможности антенных решёток. Способы управления положением диаграммы направленности. Эквидистантные и неэквидистантные антенные решётки. Фазированные антенные решётки (ФАР): активные и пассивные ФАР. Схемы последовательного и параллельного питания ФАР. Проходная и отражательная схемы распределения питания (распределители оптического типа). Многолучевые антенные решётки. Последовательная и параллельная диаграммообразующие схемы. Адаптивные антенные решётки. Схемы адаптивных решёток.	8	8	6	22
3	Апертурные антенны СВЧ	Рупорные, зеркальные, параболические и линзовые антенны. Облучатели зеркальных антенн. Параболоцилиндрическая антенна. Антенна с диаграммой направленности косекансной формы.	8	8	6	22
4	Антенны для телевидения, радиорелейных линий, спутниковой и космической радиосвязи	Телевизионные антенны: передающие (турникетные, панельные, радиальные вибраторы); приемные (директорные, зигзагообразные). Антенны радиорелейной линии прямой видимости: основные требования, двухзеркальная симметричная антенна со смещенной фокальной осью, антенна с вынесенным облучателем, рупорно-параболическая антенна, перископическая антенна. Антенны для спутниковой и космической радиосвязи: антенны земных станций и бортовые антенны систем спутниковой связи. Питание антенн.	8	8	6	22
5	Расчет и проектирование устройств СВЧ и антенн	Расчет и проектирование антенн. Методы решения задач синтеза антенн. Математическое моделирование антенн и устройств СВЧ. Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн: общая характеристика процесса проектирования антенн; основные принципы автоматизации проектирования; средства автоматизации проектирования; компьютерные программы автоматизации проектирования устройств СВЧ и антенн.	6	4	4	14
Часы на контроль						45
Итого за семестр 2			36	36	27	144
<b>Итого за год</b>			<b>72</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>252</b>

## **5.2. Перечень лабораторных работ**

- 5.2.1. Изучение коаксиальных волноводов и фидеров.
- 5.2.2. Исследование волноводной линии передачи.
- 5.2.3. Исследование ферритового циркулятора.
- 5.2.4. Изучение способов согласования линии передачи СВЧ с нагрузкой.
- 5.2.5. Исследование директорной антенны.
- 5.2.6. Исследование ферритовой антенны.
- 5.2.7. Исследование рупорной антенны.
- 5.2.8. Изучение зеркальных антенн.
- 5.2.9. Исследование косекансной антенны.
- 5.2.10. Изучение антенных решеток.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

- 6.1. Прямоугольный волновод.
- 6.2. Круглый волновод.
- 6.3. Коаксиальный волновод.
- 6.4. Полосковые линии передачи.
- 6.5. Соединение линий передачи.
- 6.6. Переходы между линиями передачи.
- 6.7. Узкополосное согласование линий передачи СВЧ с нагрузкой.
- 6.8. Широкополосное согласование линии передачи СВЧ с нагрузкой.
- 6.9. Устройства согласования линий передачи СВЧ.
- 6.10. Нагрузки СВЧ.
- 6.11. Тройники.
- 6.12. Направленные ответвители.
- 6.13. Мостовые устройства.
- 6.14. Многоканальные делители мощности.
- 6.15. Вентили.
- 6.16. Циркуляторы.
- 6.17. Фазовращатели.
- 6.18. Поляризаторы.
- 6.19. Пирамидальная рупорная антенна.
- 6.20. Рупорно-линзовая антенна с линзой из искусственного диэлектрика.
- 6.21. Рупорно-линзовая антенна с металлопластинчатой линзой.
- 6.22. Диэлектрическая антенна-линза.
- 6.23. Металлопластинчатая антенна-линза.
- 6.24. Рупорно-параболическая антенна.
- 6.25. Перископическая антенна.
- 6.26. Параболический цилиндр.
- 6.27. Зеркальная антенна для телевизионного вещания.

- 6.28. Двухзеркальная антенна.
- 6.29. Директорная антенна (антенна «волновой канал»).
- 6.30. Сложная антенна с вращающейся поляризацией.
- 6.31. Многощелевая волноводная антенна.
- 6.32. Сложная стержневая диэлектрическая антенна.
- 6.33. Многовибраторная антенна с активным рефлектором.
- 6.34. Многовибраторная антенна с аperiodическим рефлектором.
- 6.35. Ромбическая антенна.
- 6.36. Параболоид вращения.
- 6.37. Частотно-независимая антенна.
- 6.38. Фазированная антенная решетка.
- 6.39. Многолучевая антенная решетка.
- 6.40. Адаптивная антенная решетка.



## **7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Роль и значение устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах и комплексах.
2. Классификация устройства СВЧ и антенн.
3. Характеристики устройств СВЧ: коэффициенты распространения волны, затухания и фазы.
4. Характеристики устройств СВЧ: коэффициенты отражения, бегущей и стоячей волн.
5. Характеристики устройств СВЧ: входное сопротивление линии передачи, коэффициент полезного действия.
6. Характеристики антенн: диаграмма направленности, фазовая и поляризационные характеристики.
7. Характеристики антенн: действующая высота (длина), эффективная площадь (поверхность), коэффициент использования площади.
8. Характеристики антенн: коэффициенты усиления, направленного и полезного действия.
9. Характеристики антенн: сопротивление излучения, входное сопротивление, допустимая излучаемая мощность.
10. Характеристики антенн: рабочий диапазон частот, шумовая температура.
11. Режимы работы линии передачи без потерь и с потерями.
12. Металлические волноводы. Режимы работы волновода.
13. Прямоугольный волновод.
14. Круглый волновод.
15. Коаксиальный волновод.
16. Полосковые линии передачи.
17. Соединения, изгибы и скрутки линий передачи.
18. Переходы между линиями передачи.
19. Выбор линии передачи.
20. Цели согласования линии передачи с нагрузкой (антенной).
21. Способы и устройства узкополосного согласования.
22. Способы и устройства широкополосного согласования.
23. Симметрирующие устройства.
24. Нагрузки, тройники, направленные ответвители.
25. Мостовые устройства, многоканальные делители мощности, трансформаторы типов волн.
26. Основные свойства ферритов.
27. Ферритовые вентили.

28. Ферритовые циркуляторы.
29. Устройство управления амплитудой СВЧ-колебаний.
30. Симметричный вибратор: распространение тока, диаграмма направленности.
31. Симметричный вибратор: коэффициент направленного действия, действующая высота (длина), сопротивление излучения.
32. Способы подключения симметричного вибратора к фидерному тракту.
33. Антенные решетки. Способы управления диаграммой направленности.
34. Эквидистантная и неэквидистантная антенные решетки.
35. Фазированные антенные решетки (ФАР). Активные и пассивные ФАР.
36. ФАР: Схемы последовательного и параллельного питания.
37. Проходная и отражательная схемы распределения мощности (распределители оптического типа).
38. Многолучевые антенные решетки. Последовательная и параллельная диаграммообразующие схемы (ДОС).
39. Адаптивные антенные решетки.
40. Рупорные антенны.
41. Зеркальные антенны.
42. Линзовые антенны.
43. Облучатели зеркальных антенн.
44. Параболический цилиндр (параболоцилиндрическая антенна).
45. Косекансная антенна.
46. Передающие телевизионные антенны.
47. Приемные телевизионные антенны.
48. Антенны для радиорелейных линий.
49. Антенны для спутниковой и космической радиосвязи.
50. Антенны для мобильной (подвижной) радиосвязи.
51. Методы решения задач синтеза антенн.
52. Математическое моделирование устройств СВЧ и антенн.
53. Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн.

## 8. МЕТОДИКА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 5 баллами, задача оценивается 10 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 15 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 20 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 20 до 25 баллов.

## 9. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Классификация, характеристики и параметры устройств СВЧ и антенн	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
2	Линии передачи СВЧ	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
3	Согласование линии передачи СВЧ с нагрузкой и симметрирование	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
4	Устройства СВЧ	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
5	Симметричный вибратор	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
6	Антенные решётки	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
7	Апертурные антенны СВЧ	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
8	Антенны для телевидения, радиорелейных линий, спутниковой и космической радиосвязи	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
9	Расчет и проектирование устройств СВЧ и антенн	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

**11. ФОНД УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ»**

Тип носителя (печ. / электр.)	Наименование	Автор, название, место издания, издательство, год издания, URL (для фонда ЭБС)	Кол-во экз. / то- чек до- ступа	Книгообеспеченность
Электр.	Учебник	1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник / Под ред. Г.А. Ерохина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 491 с.	Неогр.	1
Электр.	Учебное пособие	2. Антенно-фидерные устройства [электронный ресурс]: учеб. пособие. Электрон. текстовые, граф. дан. (9000 Кб). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. – 1 файл.	Неогр.	1
Электр.	Лаборат. практикум	3. Зеленин И.А. Волноводы, циркуляторы и антенны: лабораторный практикум / И.А. Зеленин; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. – 367 с.	Неогр.	1

Электр.	Учебное пособие	Фельд Я.Н. Основы теории антенн: учеб. пособие. – М.: Дрофа, 2007. – 491 с.	Неогр.	1
---------	-----------------	-----------------------------------------------------------------------------	--------	---

**12. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

**12.1. Компьютерные практические работы:**

Автоматизированное проектирование антенн: специализированное программное обеспечение для компьютерного моделирования устройств СВЧ и антенн SuperNec 2.5.

**12.2. Мультимедийные видеофрагменты:**

- |                                              |                                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| - Как работает спутниковая антенна.          | - Штыревая антенна.                          |
| - L110.16D Антенна активная.                 | - Направление спутниковой антенны.           |
| - Антенна Кассегрена.                        | - Всеволновая телевизионная антенна L113.20. |
| - Антенна Уда-Яги.                           | - Мотоподвес спутниковой антенны.            |
| - Виды моторизированной антенны.             | - Активные антенны Locus                     |
| - Рамочная антенна.                          | - Турникетная антенна.                       |
| - Диаграмма направленности антенны.          | - Телевизионная антенна L023.09.             |
| - Спиральная антенна.                        | - Всеволновая телевизионная антенна L024.12. |
| - Выбор мотоподвеса спутниковой антенны.     | - Ферритовая антенна.                        |
| - Коэффициент направленного действия антенны |                                              |

**13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

- 13.1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций, проекционной аппаратурой и интерактивными досками.**
- 13.2. Учебная лаборатория: «Антенны и СВЧ-устройства».**
- 13.3. Стенды для измерения направленных свойств антенн и исследования характеристик передачи устройств СВЧ: 4 лабораторных стенда, включающих панорамные измерители КСВН и ослаблений в СВЧ-диапазоне, генераторы СВЧ, измерительные линии и осциллографы, а также устройства СВЧ (аттенюаторы, вентили, ферритовые поляризаторы, р-і-п-диодные модуляторы, звуковые генераторы, цифровые вольтметры и источники питания).**
- 13.4. Установка для измерения диаграмм направленности антенн**

**СВЧ**, включающая опорноповоротное устройство, измерительный усилитель, цифровой вольтметр, анализатор спектра (измеритель мощности/ детектор СВЧ-колебаний), а также генератор СВЧ, эталонную рупорную антенну и комплект исследуемых антенн СВЧ.

- 13.5.** **Дисплейный класс**, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума, 6 рабочих мест для компьютерного моделирования устройства СВЧ и антенн (требования к ПК – тактовая частота не ниже 2 ГГц, ОЗУ не менее 4 Гб.).

#### **14. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Устройства СВЧ и антенны».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета устройств СВЧ и антенн. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы контрольной работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой контрольной работы, защитой контрольной работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.



Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

**ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ  
ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ»  
ЗА 2019 Г.**

Пункт 11 «Фонд учебной и учебно-методической литературы по дисциплине «Устройства СВЧ и антенны» изложить в такой редакции (см. таблицу).

**11. ФОНД УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ»**

Тип носителя (печ. / электр.)	Наименование	Автор, название, место издания, издательство, год издания, URL (для фонда ЭБС)	Кол-во экз. / точек доступа	Книгообеспеченность
Печ	Учебник	1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник / Г.А. Ерохин, О.В. Чернышов, Н.Д. Козырев, В.Г. Кочержевский. Под ред. Г.А. Ерохина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 491 с.	50	0,8
Печ.	Учебное пособие	2. Фельд Я.Н. Основы теории антенн: учеб. пособие. – М.: Дрофа, 2007. – 491 с.	50	0,8
Электр.		3. Антенны / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов и др. – СПб.: Лань, 2020. – 412 с. URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/133478">https://e.lanbook.com/book/133478</a>	Неогр.	1
Электр.	Учебное пособие	4. Замотринский В.А. Устройства СВЧ и антенны: учеб пособие. Часть 1. Устройства СВЧ / В.А. Замотринский, Л.И. Шангина. – Томск: ТГУСУ и Р, 2012. – 223 с. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208566">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208566</a>	Неогр.	1
Электр	Учебное пособие	5. Буянов Ю. И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учеб. пособие / Ю.И. Буянов, Г.Г. Гошин. – Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480512">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480512</a>	Неогр.	1

Печ.	Учебник	6. Нефедов Е.И. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: Учебник. – М.: Академия, 2006. – 320 с.	30	0,5
------	---------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	-----

Электр.	Учебное пособие	7. Антенно-фидерные устройства [электронный ресурс]: учеб. пособие. Электрон. текстовые, граф. дан. (9000 Кб). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. – 1 файл.	Неогр.	1
Электр.	Учебное пособие	8. Горбачев А.П. Проектирование директорных антенн методом наводимых электродвижущих сил: учеб. пособие / А.П. Горбачев, Н.В. Тарасенко. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 116 с. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228604">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228604</a>	Неогр.	1
Электр	Учебное пособие	9. Семенихин А.И. Проектирование зеркальных антенн с помощью пакета Mathcad: учеб. пособие / А.И. Семенихин, В.Г. Кошкидько, А.В. Климов. – Таганрог: ЮФУ, 2016. – 81 с. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493306">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493306</a>	Неогр.	1
Электр.	Учебное пособие	10. Обуховец В.А. Проектирование фазированных антенных решеток / В.А. Обуховец. – Таганрог: ЮФУ, 2016. – 80 с. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493259">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493259</a>	Неогр.	1
Печ.	Лаборат. практикум	11. Зеленин И.А. Волноводы, циркуляторы и антенны: лабораторный практикум / И.А. Зеленин; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. – 367 с.	50	0,8