

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«19» февраля 2025г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория и техника СВЧ-тракта»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические технологии и аппаратный интерфейс нейронных сетей
Форма обучения	очная
Год приема	2025

№

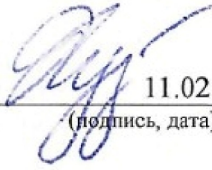
Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



11.02.2025г.

(подпись, дата)

С.В. Кузьмин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«11» февраля 2025 г, протокол №2

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н.

(уч. степень, звание)



11.02.2025г.

(подпись, дата)

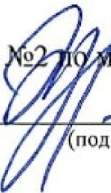
Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



11.02.2025г.

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теория и техника СВЧ-тракта» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические технологии и аппаратный интерфейс нейронных сетей». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов исследований»

ПК-3 «Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, аппаратного интерфейса нейронных сетей»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией и практикой разработки антенных и фидерных устройств радиотехнических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины подготовка бакалавров направления «Радиотехника» в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов исследований	ПК-2.3.1 знать методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем, аппаратного интерфейса нейронных сетей ПК-2.У.1 уметь проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем ПК-2.В.1 владеть методами обработки результатов эксперимента
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, аппаратного интерфейса нейронных сетей	ПК-3.У.1 уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Радиотехнические цепи и сигналы,
- Электродинамика и распространение радиоволн.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Теория и техника РТС
- Основы теории радиосистем и комплексов управления
- Особенности приема и обработки сигналов в РТС различного назначения
- Пространственно-временная обработка сигналов
- Многофункциональные РЛС
- Спутниковые радионавигационные системы
- Основы вторичной радиолокации

- Перспективные методы обработки информации в РТС
- Адаптивные радиотехнические системы

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	76	76
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Введение Тема 1.1. Основные положения и характеристики Тема 1.2. Теория цепей СВЧ Тема 1.3. Направляемые и излучаемые волны	1	2	4		8
Раздел 2. Измерение характеристик устройств СВЧ диапазона и САПР устройств СВЧ диапазона Тема 2.1. Измерение характеристик устройств СВЧ диапазона Тема 2.2. САПР устройств СВЧ диапазона	2				8
Раздел 3. “Проволочные” антенны. Тема 3.1. Вибраторные антенны, логопериодическая антенна, антенна волновой канал. Тема 3.2. Паразитное излучение электромагнитных волн устройствами СВЧ диапазона	2	4	6		8

Раздел 4. Апертурные антенны Тема 4.1. Принцип Гюйгенса-Френеля, приближение Кирхгоффа. Тема 4.2. Рупорные антенны Тема 4.3. Зеркальные антенны Тема 4.4. Линзовые антенны	2	4	2		8
Раздел 5. Элементная база СВЧ. Пассивные компоненты тракта СВЧ. Печатные платы СВЧ. Тема 5.1. Элементная база СВЧ Тема 5.2. Пассивные компоненты тракта СВЧ Тема 5.3. Печатные платы СВЧ	2	4			8
Раздел 6. Антенные решётки	2	4	2		8
Раздел 7. Коаксиальные кабели. Конструирование переходов Тема 7.1. Коаксиальные кабели Тема 7.2. Конструирование переходов	2	4			8
Раздел 8. Волноводы. Диаграммообразующие схемы Тема 8.1. Волноводы Тема 8.2. Диаграммообразующие схемы	2	6	3		8
Раздел 9. Ферритовые устройства СВЧ. Технологии Тема 9.1. Ферритовые устройства СВЧ Тема 9.2. Технологии	1				6
Раздел 10. Проблема согласования и фильтры. Антенно-мачтовые сооружения Тема 10.1. Проблема согласования и фильтры. Тема 10.2. Антенно-мачтовые сооружения	1	6			6
Итого в семестре:	17	34	17		76
Итого	17	34	17	0	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Раздел 1. Введение Тема 1.1. Основные положения и характеристики Тема 1.2. Теория цепей СВЧ Тема 1.3. Направляемые и излучаемые волны
<b>2</b>	Раздел 2. Измерение характеристик устройств СВЧ диапазона и САПР устройств СВЧ диапазона Тема 2.1. Измерение характеристик устройств СВЧ диапазона Тема 2.2. САПР устройств СВЧ диапазона
<b>3</b>	Раздел 3. “Проволочные” антенны. Тема 3.1. Вибраторные антенны, логопериодическая антенна, антенна волновой канал. Тема 3.2. Паразитное излучение электромагнитных волн устройствами СВЧ диапазона

<b>4</b>	Раздел 4. Апертурные антенны Тема 4.1. Принцип Гюйгенса-Френеля, приближение Кирхгоффа. Тема 4.2. Рупорные антенны Тема 4.3. Зеркальные антенны Тема 4.4. Линзовые антенны
<b>5</b>	Раздел 5. Элементная база СВЧ. Пассивные компоненты тракта СВЧ. Печатные платы СВЧ. Тема 5.1. Элементная база СВЧ Тема 5.2. Пассивные компоненты тракта СВЧ Тема 5.3. Печатные платы СВЧ
<b>6</b>	Раздел 6. Антенные решётки
<b>7</b>	Раздел 7. Коаксиальные кабели. Конструирование переходов Тема 7.1. Коаксиальные кабели Тема 7.2. Конструирование переходов
<b>8</b>	Раздел 8. Волноводы. Диаграммообразующие схемы Тема 8.1. Волноводы Тема 8.2. Диаграммообразующие схемы
<b>9</b>	Раздел 9. Ферритовые устройства СВЧ. Технологии Тема 9.1. Ферритовые устройства СВЧ Тема 9.2. Технологии
<b>10</b>	Раздел 10. Проблема согласования и фильтры. Антенно-мачтовые сооружения Тема 10.1. Проблема согласования и фильтры. Тема 10.2. Антенно-мачтовые сооружения

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 6</b>					
1	Волновое сопротивление микрополосковой линии	решение задач	2		1
2	Т-образный делитель на два неразвязанный	решение задач	2		8
3	Т-образный делитель на два развязанный	решение задач	2		8
4	Делители на 8, 16, 32, 64 развязанные	решение задач	2		8
5	Зависимость коэффициента усиления антенны от количества излучателей при постоянном шаге	решение задач	2		6
6	Зависимость	решение задач	2		6

	коэффициента усиления антенны от количества излучателей при переменном шаге				
7	Вибраторная антенна	решение задач	2		3
8	Антенна волновой канал	решение задач	2		3
9	Рупорная антенна	решение задач	2		4
10	Зеркальная антенна	решение задач	2		4
11	Элементная база СВЧ	решение задач	2		5
12	Печатные платы СВЧ	решение задач	2		5
13	Коаксиально-микрополосковый переход	решение задач	2		7
14	Коаксиально-волноводный переход	решение задач	2		7
15	ФНЧ	решение задач	2		10
16	ФВЧ	решение задач	2		10
17	ФВЧ и ФНЧ на основе сосредоточенных компонентов	решение задач	2		10
Всего			34		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
	Исследование матрицы рассеяния	2		1
	Измерение матрицы рассеяния антенны	2		3
	Исследование характеристик рупорных антенн	2		4
	Исследование характеристик антенной решётки	2		6
	Исследование антенны «волновой канал»	4		3
	Исследование характеристик СВЧ устройств	3		8
	Исследование поляризационных свойств антенн	2		1
Всего		17		



4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	76	76
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	76	76

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с.	
	Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с.	

ББК 32 848 А 72 УДК 621.396.67	Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны М: Радиотехника, 2006 г.- с.376	30
621.396.67 К 85	Крячко, А. Ф. Антенны и устройства сверхвысоких частот: учеб. пособие / А. Ф. Крячко, Л. А. Федорова–СПб.: ГУАП, 2017. – 238 с.	20
6Ф2 12 Д 72 УДК 621.396.67	Драбкин А.Л., Зузенко В.Л., Кислов А.Г. Антеннофидерные устройства. М.: Сов.радио, 1974г. - 586с.	33
6Ф2.02. 396.67 М-26	Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. М.: Энергия, 1975г.-528с	5
621.396.67 Ф 33	Федорова, Л. А. Ф33 Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот: учеб. пособие / Л. А. Федорова, Н. А. Гладкий, Б. А. Аюков. –С-Пб.: ГУАП, 2019. – 145 с. <a href="https://lms.guap.ru/new/pluginfile.php/122487/mod_resource/content/0/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%90%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B22019.pdf">https://lms.guap.ru/new/pluginfile.php/122487/mod_resource/content/0/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%90%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B22019.pdf</a>	5  Электронная версия
УДК 621.396.67	Антенны и устройства сверхвысоких частот. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Программы, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных работ .ГУАП., С.-Пб., 2005г. 22с.	100
УДК 621.396.67(07 5) ББК 32.845 Б 43	Белоцерковский Г.Б., Красюк В.Н. Задачи и расчеты по курсу «Устройства СВЧ и антенны» С.Пб.,2002г.177с	20
(537(ЛИАП) Т-38)	Ю.Н.Данилов, В.Н.Красюк, Б.Т.Никитин, Л.А.Федорова Техническая электродинамика и антенны. Ч.1.Электродинамика. Учебное пособие. ЛИАП, Л., 1991г.-165с.	150
621.37(СПИА П) Т-38	Ю.Н.Данилов, В.Н.Красюк, Б.Т.Никитин, Л.А.Федорова Техническая электродинамика и антенны. Ч.2.Антенны. Учебное пособие. ЛИАП, Л., 1992г.-196с	150
621.396.67 (ЛИАП) Н-62	Никитин Б.Т. Теория и техника фазированных антенных решеток. Учебное пособие. ЛИАП. Л., 1988г. -64с.	3

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=82">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=82</a>	Григорьев И.Н. Практические конструкции антенн/ ISBN 5-89818-061-3
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=818">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=818</a>	Ротхаммель К.,Кришке А. Антенны. Том 1,11-е изд..416 с. ISBN 5-85648-715-X
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=81">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=81</a>	Ротхаммель К.,Кришке А. Антенны. Том 2 ДМК , ISBN 5-85648-716-8
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2689">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2689</a>	Кравченко В.Ф.,Сиренко Ю.К.,Сиренко Преломление электромагнитных волн открытыми резонансными . Моделирование и анализ переходных и установившихся процессов. Физматлит;2011.-320с.ISBN
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=403">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=403</a>	Фальковский О.И. Техническая электродинамика 2009.- 432с.ISBN 978-5-8114-0980-8
<a href="http://lib.aanet.ru/index.php?option=com_irbis&amp;Itemid=300&amp;121DBN=BOOKS&amp;121DBNAM=BOOKS&amp;C21COM=S&amp;521ALL=(&lt;.&gt;MFN=47038&lt;.&gt;)">http://lib.aanet.ru/index.php?option=com_irbis&amp;Itemid=300&amp;121DBN=BOOKS&amp;121DBNAM=BOOKS&amp;C21COM=S&amp;521ALL=(&lt;.&gt;MFN=47038&lt;.&gt;)</a>	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учебник /Г.А.Ерохин,Н.Д.Козырев,Черных / Ред.Г.А.Ерохин, 2007.-491с.

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Лаборатория теории и техники РТС»	

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Какой коэффициент передачи со входа на выход имеет идеальный Т-образный равноамплитудный делитель мощности	ПК-1.У.1
2	Четвертьволновый трансформатор сопротивлений	ПК-2.3.1
3	Волновое сопротивление линии передачи	ПК-4.3.1
4	Волновое сопротивление микрополосковой линии	ПК-4.У.1
5	Какое измерительное оборудование применяется для измерения коэффициента стоячей волны	
6	Какое измерительное оборудование применяется при измерении диаграммы направленности антенны	
7	Какое измерительное оборудование применяется при измерении диаграммы направленности зеркальной антенны	
8	Измерение коэффициента отражения	
9	Антенна «волновой канал», известная также как антенна Яги – Уда	
10	Распределение поля на апертуре рупорной антенны	
11	Измерение диаграммы направленности антенны	
12	Минимальное расстояние до дальней зоны антенны с максимальным линейным размером $d$ при длине волны $\lambda$	
13	Материальные уравнения	
14	Характеристики СВЧ устройства	
15	АФАР	
16	Коэффициент направленного действия антенны	
17	Коэффициент усиления антенны	
18	Дифракция электромагнитных волн	
19	Интерференция электромагнитных волн	
20	Направляемые волны	
21	Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которой могут быть описаны с помощью понятий об ЭДС, токе и напряжении	
22	Сопротивление на СВЧ	
23	Ёмкость на СВЧ	
24	Индуктивность на СВЧ	
25	Добротность последовательного колебательного контура	
26	Волновое сопротивление	

27	Волновое сопротивление коаксиальной линии	
28	Соотношение отражённой и падающей волн	
29	Соотношение прошедшей и падающей волн	
30	Распределение тока в длинной линии, нагруженной на согласованную нагрузку	
31	Проведение измерений с помощью векторного анализатора цепей	
32	Виды калибров	
33	Дальняя зона	
34	Теорема взаимности	
35	Диаграмма направленности электрического диполя в Н плоскости	
36	Что необходимо с точки зрения приближённой теории цепей СВЧ для согласования антенны с фидерным трактом	
37	Несимметричность питания плеч вибраторной антенны	
38	Принцип Гюйгенса	
39	Когерентность колебаний и волн	
40	Амплитудное распределение на раскрыве рупора	
41	Антенная решетка	
42	Излучающий элемент антенной решетки	
43	Какие изменения происходят в ДН антенной решётки, если расстояние между излучающими элементами становится больше двух длин волн?	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов					Код индикатора
1	Идеальный Т-образный равноамплитудный делитель мощности имеет коэффициент передачи со входа на выход	Минус 3.5 дБ	Минус 5.0 Вт	Минус 3.0 дБ	0.5 В	

2	Четвертьволновый трансформатор сопротивлений это	устройство, необходимое для увеличения тока в приёмной антенне.	устройство, обеспечивающее согласование линии передачи с одним волновым сопротивлением с линией, имеющей другое сопротивление.	устройство, необходимое для увеличения напряжения в приёмной антенне.	пассивный компонент, который передает электрическую энергию от одной электрической цепи к другой цепи посредством электромагнитной индукции	
3	Волновое сопротивление линии передачи зависит от	конструкции и линии передачи	электрофизических параметров применяемых материалов ( $\epsilon$ , $\mu$ , $\sigma$ )	типа волны	протекающего тока	
4	Волновое сопротивление микрополосковой линии зависит от	высоты подложки	диэлектрической проницаемости материала	Волнового сопротивления подводящей линии	Длинные области связи	
5	Для измерения коэффициента стоячей волны применяется	длинная линия	векторный анализатор цепей	анализатор отражений	скалярный анализатор цепей	
6	При измерении диаграммы направленности антенны нам понадобится	Векторный анализатор цепей	вольтметр	осциллограф	опорно-поворотное устройство	
7	При измерении диаграммы направленности антенны нам необходимы	генератор	вольтметр	анализатор спектра	опорно-поворотное устройство	

8	Для измерения коэффициента отражения нам необходимы	векторный анализатор цепей	опорно-поворотное устройство	осциллограф	скалярный анализатор цепей	
9	Антенна «волновой канал», известная также как антенна Яги – Уда состоит из	активных и пассивных вибраторов	активного вибратора, директора и контррефлектора	активного вибратора, директора, рефлектора и контррефлектора	активного вибратора, директора и рефлекторов	
10	Распределение поля на апертуре рупорной антенны связано с	интерференцией полей от источника и приёмника	дифракцией поля в дальней зоне антенны	распределением поля в питающем волноводе	дифракцией поля приёмника и поля в ближней зоне антенны	
11	При измерении диаграммы направленности антенны должны совпадать	интерференции измерительной и измеряемой антенн	размеры измерительной и измеряемой антенн	поляризации измерительной и измеряемой антенн	длина кабелей измерительной и измеряемой антенн	
12	Минимальное расстояние до дальней зоны антенны с максимальным линейным размером $d$ при длине волны $\lambda$ равно	$4 \cdot d / \lambda$	$2 \cdot d \cdot d / \lambda \cdot \lambda$	$2 \cdot d \cdot d / (\lambda \cdot \lambda)$	$2 \cdot (\lambda \cdot \lambda) / d$	
13	Материальные уравнения	устанавливают связь между векторами электромагнитного поля	устанавливают связь векторов электромагнитного поля при переходе из одной среды в другую	характеризуют зависимость свойств материала от интерференции	характеризуют среду распространения электромагнитных волн	
14	Характеристики СВЧ устройства зависят от	его размеров	материалов, из которых оно изготовлено	положения в пространстве	интерференции	



15	АФАР	Автономная Фазированная Апертурная Решётка	Автономная Фазированная Антенная Решётка	Активная Фазированная Апертурная Решётка	Активная Фазированная Антенная Решётка	
16	Коэффициент направленного действия антенны это	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой изотропной антенной при равенстве расстояний между точкой наблюдения и антеннами и равенстве подведенных мощностей.	отношение плотности и потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности и потока мощности, излучаемой изотропной антенной при равенстве расстояний между точкой наблюдения и антеннами и равенстве излучаемых мощностей.	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой изотропной антенной при равенстве расстояний между точкой наблюдения и антеннами и равенстве отражённых мощностей.	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой эталонной антенной в дальней зоне и равенстве отражённых мощностей.	

17	Коэффициент усиления антенны	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой эталонной антенной в дальней зоне и равенстве отражённых мощностей.	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой изотропной антенной при равенстве расстояний между точкой наблюдения и антеннами и равенстве излучаемых мощностей ей.	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой изотропной антенной при равенстве расстояний между точкой наблюдения и антеннами и равенстве отражённых мощностей.	отношение плотности потока мощности, излучаемой антенной в направлении максимума излучения к плотности потока мощности, излучаемой изотропной антенной при равенстве расстояний между точкой наблюдения и антеннами и равенстве подведённых мощностей.	
18	Дифракция электромагнитных волн это	взаимодействие поля с материальными объектами	любые нарушения первоначальной формы волнового фронта при распространении волны в среде с неоднородностями	интерференция падающей и отражённой волны на границе раздела тени и полутени	процесс перемещения электромагнитных волн из области с их высокой концентрацией в область с низкой концентрацией	

19	Интерференция электромагнитных волн это	любые нарушения первоначальной формы волнового фронта при распространении волны в среде с неоднородностями	огибание препятствий волнами различных частот с последующим процессом их перемещения за горизонт	дифракция падающей и отражённой волны на границе раздела тени и полутени	взаимное увеличение или уменьшение результирующей амплитуды двух или нескольких когерентных волн при их наложении друг на друга	
20	Направляемые волны распространяются в	свободном пространстве	микроволосковой линии	коаксиальном кабеле	двухпроводной линии	
21	Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которой могут быть описаны с помощью понятий об ЭДС, токе и напряжении это	Граф линии	Длинная линия	Электрическая цепь	Электрическая схема	

22	Сопротивление	идеализированный двухполюсный элемент, в котором происходит только процесс поглощения электрической энергии	идеальный двухполюсный элемент, в котором происходит только накопление энергии электрического поля, а обратимые потери энергии и ее накопление магнитным полем отсутствуют	идеальный двухполюсный элемент, в котором происходит накопление энергии электрического поля, а также потери энергии и ее накопление магнитным полем	идеальный двухполюсный элемент (модель индуктивной катушки), в которой накапливается энергия магнитного поля	
23	Ёмкость	идеализированный двухполюсный элемент, в котором происходит только процесс поглощения электрической энергии	идеальный двухполюсный элемент, в котором происходит только накопление энергии электрического поля, а обратимые потери энергии и ее накопление магнитным полем отсутствуют	идеальный двухполюсный элемент (модель индуктивной катушки), в которой накапливается энергия магнитного поля	идеальный двухполюсный элемент, в котором происходит накопление энергии электрического поля, а также потери энергии и ее накопление магнитным полем	

24	Индуктивность	идеальный двухполюсный элемент, в котором происходит накопление энергии электрического поля, а также потери энергии и ее накопление магнитным полем	идеальный двухполюсный элемент, в котором происходит только накопление энергии электрического поля, а обратимые потери энергии и ее накопление магнитным полем отсутствуют	идеальный двухполюсный элемент (модель индуктивной катушки), в которой накапливается энергия магнитного поля	идеализированный двухполюсный элемент, в котором происходит только процесс поглощения электрической энергии	
25	Добротность последовательного колебательного контура это	отношение напряжения на выходе контура к напряжению на входе контура при дифракции	отношение напряжения на индуктивности или емкости к напряжению на входе контура при резонансе	отношение напряжения на индуктивности и или емкости к напряжению на входе контура при интерференции	отношение напряжения на входе контура к напряжению на выходе контура при дифракции	
26	Волновое сопротивление вводится	в режиме стоячей волны	в режиме дифракции	в режиме интерференции	в режиме бегущей волны	
27	Волновое сопротивление коаксиальной линии зависит от	диэлектрической проницаемости	соотношения диаметров проводников	магнитной проницаемости	диаметра внутреннего проводника	
28	Из соотношения отраженной и падающей волн можно получить	Коэффициент передачи	КСВН	Коэффициент отражения	S11	

29	Из соотношения прошедшей и падающей волн можно получить	Коэффициент передачи	КСВН	Коэффициент отражения	S32	
30	Распределение тока в длинной линии, нагруженной на согласованную нагрузку	эллиптическое	косинусное	синусное	постоянное	
31	Перед проведением измерений с помощью векторного анализатора цепей необходимо провести	калибровку	поверку	оцифровку	замыкание	
32	Виды калибров	Короткое замыкание	Согласованная нагрузка	Холостой ход	Толщиномер	
33	Дальняя зона это	область пространства, для которой произведение волнового числа на расстояние много больше единицы	область пространства, расположенная за пределами и дифракционных максимумов диаграммы направленности	область пространства, в которой разность фаз поля излучения от отдельных элементов апертуры антенны становится несущественной	область пространства, расположенная за линией горизонта в пределах прямой видимости от антенны	

34	Теорема взаимности	Коэффициенты передачи линейного устройства, нагруженного на согласованные нагрузки, взаимны.	Взаимосвязь переменного напряжения и порожденного им электрического поля меняется взаимно при смене мест точки наблюдения и измерения.	Любая антенна может быть эквивалентно заменена на взаимную изотропную антенну с сохранением входного сопротивления.	Характеристики и направленности антенны, измеренные в режиме передачи и приема посредством перемещения измерительной антенны, вокруг измеряемой по окружности радиуса $r$ , полностью идентичны.	
35	Диаграмма направленности электрического диполя в Н плоскости	Окружность	Эллипс	Тор	Луч	
36	С точки зрения приближенной теории цепей СВЧ для согласования антенны с фидерным трактом	необходимо совпадение размеров волновода с размерами апертуры антенны на выходном конце согласующего устройства	достаточно добиться зануления реактивной части входного сопротивления антенны и совпадения активных частей выходного сопротивления генератора и входного сопротивления антенны	необходимо установить в антенне сопротивление равное характеристическому сопротивлению генератора или приемника	нужно максимизировать реактивную часть входного сопротивления антенны и минимизировать активную часть выходного сопротивления генератора	

37	Несимметричность питания плеч вибраторной антенны приводит к	искажению формы ДН антенны	уменьшению ДН антенны	изменению ее входного сопротивления	уменьшению излучаемой мощности	
38	Принцип Гюйгенса	затухание радиоволн происходит по квадратичному закону	взаимосвязь переменного напряжения и порождённого им электрического поля меняется интерференционно при смене мест точки наблюдения и измерения	огибание препятствий радиоволнам и происходит за счёт неоднородности среды распространения и зависит от плотности почвы	каждая точка поверхности, достигнутой в момент времени $t$ световой волной, распространяющейся от источника, становится источником элементарных вторичных сферических волн	
39	Когерентность колебаний и волн это	совпадение амплитуд колебаний или волн при прохождении и через ионосферу при различных углах места	коррелированность колебаний или волн, в том числе случайных, протекающих в различных точках и в различные моменты времени, позволяющая наблюдать при их сложении интерференционную картину	совпадение фаз колебаний или волн при прохождении через ионосферу при различных углах места	интерференция амплитуд и фаз колебаний или волн при рефракции на сферической поверхности земли в зависимости от времени суток и времени года	



40	Амплитудное распределение на раскрытии рупора определяется	типом волны в волноводе, к которому присоединён рупор	расстоянием от фазового центра рупора до дальней зоны	дифракцией на апертуре рупора	интерференцией на апертуре рупора	
41	Антенная решетка это	антенна, состоящая из пересечения антенных элементов, расположенных в узлах сетки, ориентированных и возбуждаемых так, чтобы получить усиление поля в заданном направлении	антенна, содержащая совокупность излучающих элементов, расположенных в определенном порядке, ориентированных и возбуждаемых так, чтобы получить заданную диаграмму направленности	пересечение антенных элементов в шахматном порядке на апертуре вспомогательной антенны	расположение антенных элементов в узлах сетки с целью увеличения направленных свойств апертуры и формирования диаграммы направленности	
42	Излучающий элемент антенной решетки это	составная часть антенной решетки, являющаяся частью апертуры вспомогательной антенны	антенна или группа антенн, расположенная за пределами и дальней зоны апертуры антенной решетки	антенна или группа антенн с заданным относительным возбуждением, являющаяся составной частью антенной решетки	составная часть антенной решетки, необходимая для формирования амплитудно-фазового распределения	

43	Какие изменения происходят в ДН антенной решётки, если расстояние между излучающими элементами становится больше двух длин волн?	Возникают боковые лепестки	Возникают дифракционные максимумы	Возникают интерференционные максимумы	Возникают отклонения луча от нормали	
----	--	----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Формулировка задачи лекции.
- Разделы и параграфы излагаемого материала с соответствующими математическими выкладками.
- Графические материалы необходимых теоретических зависимостей.
- Выводы по каждому разделу.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

- Формулировка задачи практического занятия.
- Изложение методики решения задач практического занятия.
- Разбор контрольной задачи преподавателем.
- Самостоятельное решение предлагаемой преподавателем задачи.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

- Ознакомиться с методической разработкой к лабораторной работе.
- Проработать самостоятельно теоретический материал, поддерживающий тематику лабораторной работы.
- Ознакомиться с аппаратурой, входящей в лабораторную установку.
- Рассчитать и построить необходимые теоретические зависимости по заданию преподавателя.
- Ответить на контрольные вопросы, имеющиеся в методической разработке к лабораторной работе.
- Ответить на вопросы коллоквиума, проводимого преподавателем перед выполнением лабораторной работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать:

- Титульный лист.
- Краткую формулировку задачи исследования.
- Структурную схему измерительной установки лабораторной работы.
- Таблицы экспериментальных исследований.
- Графические зависимости от заданных параметров исследуемых величин.
- Расчетные данные и графические материалы необходимых теоретических зависимостей.
- Сравнительный анализ данных теории и эксперимента.
- Выводы по работе.

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой