МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов

Кафедра электроники и радиофизики

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по учебной работе
_____ Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техника и электроника СВЧ

03.03.03 Радиофизика
(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Учебная дисциплина «Техника и электроника СВЧ» позволяет сформировать профессиональные навыки будущего специалиста в области разработки, исследования, производства и эксплуатации радиофизических устройств и систем СВЧ-диапазона.

Обучающиеся по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль подготовки «Инженерно-физические технологии в промышленности» при изучении дисциплины «Техника и электроника СВЧ» изучают следующие вопросы.

1. Основные понятия и характеристики линий передачи СВЧ-диапазона.
2. Открытые лини передачи СВЧ-диапазона.
3. Волноводы.
4. Линии передачи, применяемые в интегральных схемах СВЧ.
5. Отражение ЭМВ в линиях передачи и их согласование.
6. Объемные резонаторы СВЧ-диапазона.
7. Элементы СВЧ - устройств.
8. Направленные ответвители.
9. Мостовые схемы СВЧ.
10. Фильтры СВЧ.
11. Ферритовые устройства СВЧ.
12. Антенные устройства СВЧ.

Цель дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и практических навыков в области разработки, исследования, производства и эксплуатации радиофизических устройств и систем СВЧ-диапазона.

Задачи дисциплины: сформировать у обучающихся знания в области физических процессов в устройствах СВЧ-диапазона, конструктивных особенностей, параметров, характеристик и анализа процессов и режимов работы приборов и устройств СВЧ, теории и практики разработки, исследования, производства и эксплуатации устройств СВЧ-диапазона.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций ПК-1, ПК-5.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Техника и электроника СВЧ» входит в состав дисциплин (модулей) БЛОКА 1, формируемых участниками образовательных отношений подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 «Радиофизика», профиль подготовки «Инженерно-физические технологии в промышленности».

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Дисциплина основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Физический практикум», «Теория колебаний», «Электродинамика», «Радиоэлектроника», «Физика электронных и полупроводниковых приборов».

Дисциплина является основой для изучения следующих дисциплин: «Проектирование и эксплуатация лазерного технологического оборудования», «Организация научных исследований», «Физические методы неразрушающего контроля», «Физическая электроника», «Распространение электромагнитных волн», защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, научно-исследовательская работа, производственная, преддипломная практика.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак. ч.), практические (36 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа обучающегося (72 ак. ч.). Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (14 ак.ч.), практические (8 ак.ч.), занятия и самостоятельная работа обучающегося (122 ак.ч.). Дисциплина изучается на 5 курсе в 9 семестре.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Изучение дисциплины «Техника и электроника СВЧ» направлено на формирование профессиональных компетенций ПК-1, ПК-5, представленных в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способность к осуществлению исследований физических явлений радиофизическими методами	ПК-1	ПК-1.1 Понимает принципы работы основного профессионального оборудования, производит установку, настройку и анализирует работоспособность специализированного оборудования и вычислительных систем, используемых в профессиональной области. ПК-1.2 Способен разрабатывать и аргументировать стратегию решения поставленной задачи на основе системного и междисциплинарного подходов
Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5	ПК-5.1 Имеет опыт определения технологических, физических, химических и механических параметров материалов в области лазерных, плазменных и упрочняющих технологий. ПК-5.2 Описывать устройство, принципы работы и правила эксплуатации электронных и оптических приборов и устройств, а также систем различного назначения.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Из них лекционные занятия 36 ак.ч., практические 36 ак. ч. и самостоятельная работа обучающегося 72 ак.ч.

Самостоятельная работа обучающегося (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание(индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	18	18
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к экзамену	18	18
Промежуточная аттестация – экзамен	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций ПК-1, ПК-5, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 18 тем.

Тема 1. Направляющие системы СВЧ-диапазона и направляемые электромагнитные волны.

Тема 2. Основные характеристики ЭМВ в линиях передачи.

Тема 3. Открытые лини передачи СВЧ-диапазона.

Тема 4. Волноводы.

Тема 5. Линии передачи, применяемые в интегральных схемах СВЧ.

Тема 6. Отражение ЭМВ в линиях передачи.

Тема 7. Согласование линий передачи.

Тема 8. Общие принципы и устройство объемных резонаторов.

Тема 9. Виды и конструкции объемных резонаторов СВЧ-диапазона.

Тема 10. Элементы СВЧ - устройств.

Тема 11. Направленные ответвители.

Тема 12. Мостовые схемы СВЧ.

Тема 13. Фильтры СВЧ.

Тема 14. Виды и конструкции фильтров.

Тема 15. Ферритовые устройства СВЧ.

Тема 16. Виды и конструкции ферритовых устройств.

Тема 17. Антенные устройства СВЧ.

Тема 18. Виды и конструкции антенн СВЧ.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Направляющие системы СВЧ-диапазона и направляемые электромагнитные волны	Необходимость применения линий передачи (ЛП) специальной конструкции в СВЧ-диапазоне. Направляемые волны. Классификация направляемых волн. Направляющие системы СВЧ - диапазона. Основные характеристики ЛП. (Волновое сопротивление, коэффициент затухания и др.). Регулярные и нерегулярные ЛП. Однородные и неоднородные ЛП. Открытые ЛП и волноводы.	2	Линии передачи и волноводы СВЧ-диапазона	4	–	–
2	Основные характеристики ЭМВ в ЛП	Критическая частота. Критическая длина волны. Длина волны в ЛП. Фазовая скорость. Скорость распространения энергии в ЛП. Групповая скорость. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи. Затухание ЭМВ в ЛП.	2	–	–	–	–
3	Открытые лини передачи СВЧ-диапазона	Двухпроводная ЛП. Четырехпроводная несимметричная ЛП. Четырехпроводная переменнофазная (симметричная) ЛП. Полосковая симметричная ЛП. Полосковая несимметричная ЛП.	2	Согласование линий передачи	4	–	–
4	Волноводы	Прямоугольный волновод. Круглый (цилиндрический) волновод. Эллиптический волновод. П и Н - образные волноводы. Коаксиальные жесткие ЛП и коаксиальные кабели. Треугольный волновод.	2	–	–	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Линии передачи, применяемые в интегральных схемах СВЧ	Полосковая и микрополосковая линия передачи. Симметричная и несимметричная щелевая линия. Симметричная щелевая линия с импедансом. Копланарная линия. Реберно – диэлектрическая линия. Связанные симметричные реберно – диэлектрические линии. Неоднородные полосковые линии.	2	Объемные резонаторы СВЧ	4	–	–
6	Отражение ЭМВ в линиях передачи	Характеристики ЛП конечной длины (нерегулярные ЛП). Коэффициент отражения. Влияние отраженной волны на работу волноводного тракта. Стоячая волна и ее характеристики. Комплексное сопротивление нагрузки. Входное сопротивление ЛП. Диаграмма полных сопротивлений (проводимостей).	2	–	–	–	–
7	Согласование линий передачи	Методы уменьшения коэффициента отражения. Общие принципы согласования нагрузки с ЛП. Узкополосное согласование. Широкополосное согласование. Метод поглощения ЭМВ. Метод компенсации.	2	Элементы СВЧ – устройств	4	–	–
8	Общие принципы и устройство объемных резонаторов	Общие свойства объемных резонаторов. Свободные колебания в объемных резонаторах. Добротность объемных резонаторов. Собственная добротность закрытых резонаторов. Резонаторы в виде короткозамкнутых отрезков регулярных ЛП. Проходной резонатор. Внешняя и нагруженная добротность. Эквивалентная схема резонатора. Резонаторы бегущей волны.	2	–	–	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
9	Виды и конструкции объемных резонаторов СВЧ-диапазона	Квазистационарные резонаторы. Резонаторы на прямоугольных волноводах. Резонаторы на круглых волноводах. Резонаторы на коаксиальных линиях. Резонаторы на полосковых линиях. Резонаторы на щелевых линиях. Резонаторы на копланарных линиях. Резонаторы на реберно – диэлектрических линиях.	2	Направленные ответвители	4	–	–
10	Элементы СВЧ – устройств	Неоднородности в ЛП. Диафрагмы в волноводах. Реактивный стержень в прямоугольном волноводе. Шлейфы. Волноводные изгибы и скрутки. Короткозамыкатели. Принципы построения широкополосных многоэлементных устройств СВЧ. Устройства СВЧ с непрерывно распределёнными элементами. Аттенюаторы. Волноводные тройники. Делители мощности.	2	–	–	–	–
11	Направленные ответвители	Классификация и основные технические характеристики НО. Порядок расчёта многоэлементного НО. Двухэлементные направленные ответвители. Поляризационные направленные ответвители. Направленные ответвители с Т-образным элементом связи. НО на связанных микрополосковых линиях. Направленные ответвители в коаксиальных ЛП. Безщелевые волновые НО с распределенной связью.	2	Мостовые схемы СВЧ	4	–	–
12	Мостовые схемы СВЧ	Мостовые схемы. Общие сведения. Применение мостов. Двойной волноводный тройник («магическое Т»). Кольцевой мост. Волноводный щелевой мост. Квадратные	2	–	–	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		мосты. Мосты на связанных линиях.					
13	Фильтры СВЧ	Классификация фильтров. Основные понятия. Использование неоднородностей в ЛП для построения фильтров. Эквивалентная схема фильтра отражающего типа. Лестничный фильтр. Применение фильтров для широкополосного согласования.	2	Фильтры СВЧ	4	–	–
14	Виды и конструкции фильтров	Фильтры на отрезках волноводных линий. Фильтры на полосковых линиях. Планарные фильтры. Многослойные фильтры. Фильтры на неоднородных ЛП.	2	–	–	–	–
15	Ферритовые устройства СВЧ	Магнитные свойства веществ. Ферриты. Прецессия магнитного момента. Собственная прецессия. Вынужденная прецессия. Продольный ферромагнитный резонанс. Поперечный ферромагнитный резонанс. Эффект смещения поля. Вентиль на эффекте смещения поля. Эффект Фарадея. Вентиль и циркулятор на эффекте Фарадея.	2	Ферритовые устройства СВЧ	4	–	–
16	Виды и конструкции ферритовых устройств	Ферритовые вентили. Гираторы. Циркуляторы на эффекте Фарадея. Циркуляторы фазовые. Y-циркуляторы. Фазовращатели. Выключатели и коммутаторы. Плавные и ступенчатые аттенюаторы. Переменные делители мощности. Перестраиваемые фильтры.	2	–	–	–	–
17	Антенные устройства СВЧ	Классификация антенн СВЧ. Излучение ЭМВ. Элементарные излучатели. Излучатель Гюйгенса. Структура поля элементарного излучателя. Общие замечания. Дальняя зона. Ближняя зона. Промежуточная зона.	2	Антенны СВЧ	4	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Тру-доем-кость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.
		Диаграмма направленности элементарного излучателя. Принцип Гюйгенса – Кирхгофа. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Основные характеристики антенн.					
18	Виды и конструкции антенн СВЧ	Вибраторные антенны пространственные и плоскостные. Спиральные антенны (цилиндрические, конические, плоские). Логопериодические антенны. Диэлектрические (стержневые) антенны. Волноводные излучатели. Щелевые антенны. Рупорные антенны. Рефлекторные (зеркальные) антенны. Линзовые антенны. Антенны поверхностных волн. Правило перемножения диаграмм направленности. Антенные решетки.	2	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			36		36		

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Направляющие системы СВЧ-диапазона и направляемые электромагнитные волны	Необходимость применения линий передачи (ЛП) специальной конструкции в СВЧ-диапазоне. Направляемые волны. Классификация направляемых волн. Направляющие системы СВЧ - диапазона. Основные характеристики ЛП. (Волновое сопротивление, коэффициент затухания и др.). Регулярные и нерегулярные ЛП. Однородные и неоднородные ЛП. Открытые ЛП и волноводы.	2	Линии передачи и волноводы СВЧ-диапазона	2	–	–
2	Основные характеристики ЭМВ в ЛП	Критическая частота. Критическая длина волны. Длина волны в ЛП. Фазовая скорость. Скорость распространения энергии в ЛП. Групповая скорость. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи. Затухание ЭМВ в ЛП.	2	–	–	–	–
3	Открытые лини передачи СВЧ-диапазона и волноводы	Двухпроводная ЛП. Четырехпроводная несимметричная ЛП. Четырехпроводная переменнофазная (симметричная) ЛП. Полосковая симметричная ЛП. Полосковая несимметричная ЛП. Прямоугольный волновод. Круглый (цилиндрический) волновод. Эллиптический волновод. П и Н - образные волноводы. Коаксиальные жесткие ЛП и коаксиальные кабели. Треугольный волновод.	2	Согласование линий передачи	2	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
4	Отражение ЭМВ в линиях передачи. Согласование линий передачи.	Методы уменьшения коэффициент отражения. Общие принципы согласования нагрузки с ЛП. Узкополосное согласование. Широкополосное согласование. Метод поглощения ЭМВ. Метод компенсации. Характеристики ЛП конечной длины (нерегулярные ЛП). Коэффициент отражения. Влияние отраженной волны на работу волноводного тракта. Стоячая волна и ее характеристики. Комплексное сопротивление нагрузки. Входное сопротивление ЛП. Диаграмма полных сопротивлений (проводимостей).	2	–	–	–	–
5	Объемные резонаторы. Направленные ответвители	Общие свойства объемных резонаторов. Свободные колебания в объемных резонаторах. Добротность объемных резонаторов. Собственная добротность закрытых резонаторов. Резонаторы в виде короткозамкнутых отрезков регулярных ЛП. Проходной резонатор. Внешняя и нагруженная добротность. Эквивалентная схема резонатора. Резонаторы бегущей волны. Квазистационарные резонаторы. Классификация и основные технические характеристики НО. Порядок расчёта многоэлементного НО. Двухэлементные направленные ответвители. Поляризационные направленные ответвители. Направленные ответвители с Т-образным элементом связи. НО на связанных микрополосковых линиях. Направленные ответвители в коаксиальных ЛП. Безщелевые вол-	2	Элементы СВЧ – устройств	2	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		новые НО с распределенной связью.					
6	Элементы СВЧ – устройств	Неоднородности в ЛП. Диафрагмы в волноводах. Реактивный стержень в прямоугольном волноводе. Шлейфы. Волноводные изгибы и скрутки. Короткозамыкатели. Принципы построения широкополосных многоэлементных устройств СВЧ. Устройства СВЧ с непрерывно распределёнными элементами. Аттенюаторы. Волноводные тройники. Делители мощности.	2	–	–	–	–
7	Фильтры СВЧ. Мостовые схемы СВЧ.	Классификация фильтров. Основные понятия. Использование неоднородностей в ЛП для построения фильтров. Эквивалентная схема фильтра отражающего типа. Лестничный фильтр. Применение фильтров для широкополосного согласования. Фильтры на отрезках волноводных линий. Фильтры на полосковых линиях. Планарные фильтры. Многослойные фильтры. Фильтры на неоднородных ЛП. Мостовые схемы. Общие сведения. Применение мостов. Двойной волноводный тройник («магическое Т»). Кольцевой мост. Волноводный щелевой мост. Квадратные мосты. Мосты на связанных линиях.	2	Фильтры СВЧ	2	–	–
Всего аудиторных часов			14		8		

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1, ПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре обучающийся может набрать 100 баллов, в том числе:

– тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 55 баллов;

– практические работы – всего 45 баллов.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Техника и электроника СВЧ» производится в форме экзамена. Экзамен выставляется автоматически, если обучающийся набрал по текущей работе не менее 60 баллов. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине сдаётся исходя из результатов работы обучающегося в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает обучающегося, то он может повысить итоговую оценку, сдав экзамен. Экзамен по дисциплине «Техника и электроника СВЧ» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.4), либо в форме тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0-59	Неудовлетворительно
60-73	Удовлетворительно
74-89	Хорошо
90-100	Отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

– проработка лекционного материала;

– подготовка к практическим занятиям.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Что такое регулярная линия передачи?

а) Это линия, основным свойством которой является регулярность.

б) Это линия, у которой в продольном направлении неизменны поперечные геометрические параметры и электромагнитные свойства заполняющей среды.

в) Это линия с регулятором.

г) Это линия передачи, которая передаёт сигналы регулярно.

2. Какая линия передачи называется неоднородной?

а) Линия, у которой электрофизические параметры среды заполнения зависят от продольной координаты.

б) Линия, технологический процесс производства которой прерывался.

в) Линия, которая неродственна другим линиям передачи.

г) Линия, которая должна использоваться в процессе эксплуатации не одна, а совместно с другими ЛП.

3. Что означает термин открытая линия передачи?

а) Это линия передачи, открытая с двух сторон.

б) Это линия с открытой архитектурой.

в) Это линия, поле направляемой волны в которой не экранировано снаружи и существует в окружающем линию пространстве.

г) Это линия передачи, в которой обеспечен свободный вход для сигналов.

4. Что такое волновод?

а) Это прибор, который водит за собой электромагнитные волны.

б) Это устройство, для создания волн в воде.

в) Это водяная труба, выполненная в виде волны.

г) Это линия передачи закрытого типа, предназначенная для направления распространения электромагнитных волн, поле которых экранировано сна-

ружи элементами конструкции.
5. Что означает термин коэффициент отражения?
а) Это коэффициент, характеризующий возможность отразить пришедшие возмущения.
б) Это величина, характеризующая степень отражения электромагнитных волн от неоднородности в среде распространения.
в) Это термин, характеризующий величину мнимого изображения объекта.
г) Это коэффициент, характеризующий степень отражательной способности устройства возмущениям среды.
6. Как влияет отражённая волна на работу волноводного тракта?
а) Отраженная волна деструктивно влияет на работу волноводного тракта, нарушая режим работы всех элементов СВЧ-цепи.
б) Отраженная волна улучшает характеристики линии передачи и повышает её КПД.
в) Отраженная волна положительно влияет на работу волноводного тракта.
г) Отраженная волна не влияет на работу волноводного тракта.
7. Какие меры применяются для уменьшения коэффициента отражения в ЛП?
а) Нанесение специальных покрытий на поверхности линии передачи.
б) Уменьшение шероховатости поверхностей линии передачи.
в) Согласование нагрузки с линией передачи.
г) Зеркальные поверхности ЛП делают матовыми, чтобы не было отражения.
8. Что такое объёмный резонатор?
а) Это устройство, основным параметром которого является объём.
б) Это особая форма трёхмерного трансклюкатора, создающего объём.
в) Это резонатор, в котором выполняется отношение массы к плотности.
г) Это устройство, основанное на явлении электромагнитного резонанса, и в котором вследствие граничных условий возможно существование на определённых длинах волн электромагнитных колебаний высокой добротности в виде бегущей или стоячей волны.
9. Что представляет из себя аттенюатор в СВЧ-технике?
а) Это установка, предназначенная для дезинтеграции СВЧ-устройств.
б) Это устройство для плавного, ступенчатого или фиксированного понижения уровня электромагнитных колебаний.
в) Это прибор, предназначенный для измерения аттенюации.
г) Это один из видов клистронных трансклюкаторов.
10. Что представляют собой делители мощности СВЧ?
а) Это устройство, предназначенное для разделения поступающего на вход потока электромагнитной энергии на ряд выходов.
б) Это мощный наименьший и наибольший делитель.
в) Это прибор, который делит мощность на ток для получения напряжения.
г) Это устройство, которое делит мощность на напряжение для получения тока.
11. Для каких целей в технике СВЧ используются направленные ответвители?

а) Для лучшего направления электромагнитной энергии по линии передачи.
б) Для определения направления движения электромагнитной энергии в линии передачи.
в) Для ответвления части электромагнитной энергии из основного канала передачи во вспомогательный.
г) Для направления возникающих в линии передачи ответвлений.
12. Для чего предназначен СВЧ мост?
а) Для перемещения электромагнитной энергии с одной стороны линии передачи на другую.
б) Для того, чтобы связать два берега электромагнитного потока.
в) Для переброски электромагнитной энергии в гравицапу.
г) Для деления поступающей в одно из плеч мощности поровну между двумя другими плечами.
13. Для каких целей в используются фильтры СВЧ?
а) Для очистки электромагнитных СВЧ-колебаний.
б) Для передачи электромагнитной энергии колебаний СВЧ от источника в согласованную нагрузку в соответствии с заданной частотной характеристикой.
в) Для связи между трансклюкатором и гравицапой.
г) Для ослабления уровня электромагнитных колебаний.
14. Какие устройства СВЧ на эффекте Фарадея известны?
а) Вентили, гираторы, циркуляторы, циркуляторы фазовые, Y-циркуляторы, фазовращатели, выключатели, коммутаторы, аттенюаторы, переменные делители мощности, перестраиваемые фильтры.
б) Клетка Фарадея.
в) Униполярный генератор Фарадея.
г) Электродвигатель Фарадея.
15. Какие существуют типы апертурных антенн СВЧ-диапазона?
а) Радиовещательные.
б) Телевизионные.
в) Рупорные, линзовые, зеркальные.
г) Радиолокационные.

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Необходимость применения линий передачи (ЛП) специальной конструкции в СВЧ-диапазоне.
2. Направляемые волны. Классификация направляемых волн.
3. Направляющие системы СВЧ - диапазона.
4. Основные характеристики ЛП.
5. Регулярные и нерегулярные ЛП.
6. Однородные и неоднородные ЛП.
7. Открытые ЛП и волноводы.
8. Критическая частота. Критическая длина волны. Длина волны в ЛП.
9. Фазовая скорость. Скорость распространения энергии в ЛП. Групповая скорость.
10. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи.
11. Затухание ЭМВ в ЛП.
12. Двухпроводная ЛП.
13. Четырехпроводная несимметричная ЛП. Четырехпроводная переменно-фазная (симметричная) ЛП.
14. Полосковая симметричная ЛП. Полосковая несимметричная ЛП.
15. Прямоугольный волновод.
16. Круглый волновод. Эллиптический волновод.
17. П и Н - образные волноводы.
18. Коаксиальные жесткие ЛП и коаксиальные кабели.
19. Треугольный волновод.
20. Полосковая и микрополосковая линия передачи.
21. Симметричная и несимметричная щелевая линия.
22. Симметричная щелевая линия с импедансом.
23. Копланарная линия.
24. Реберно – диэлектрическая линия.
25. Связанные симметричные реберно – диэлектрические линии.
26. Неоднородные полосковые линии.
27. Характеристики ЛП конечной длины (нерегулярные ЛП).
28. Коэффициент отражения. Влияние отраженной волны на работу волноводного тракта.
29. Стоячая волна и ее характеристики.
30. Комплексное сопротивление нагрузки. Входное сопротивление ЛП.
31. Диаграмма полных сопротивлений (проводимостей).
32. Методы уменьшения коэффициента отражения. Общие принципы согласования нагрузки с ЛП.
33. Узкополосное согласование.
34. Широкополосное согласование.
35. Метод поглощения ЭМВ.
36. Метод компенсации.
37. Общие свойства объемных резонаторов. Свободные колебания в объем-

ных резонаторах.
38. Добротность объемных резонаторов. Собственная добротность закрытых резонаторов.
39. Резонаторы в виде короткозамкнутых отрезков регулярных ЛП.
40. Проходной резонатор.
41. Внешняя и нагруженная добротность.
42. Эквивалентная схема резонатора.
43. Резонаторы бегущей волны.
44. Квазистационарные резонаторы.
45. Неоднородности в ЛП. Диафрагмы в волноводах. Реактивный стержень в прямоугольном волноводе.
46. Шлейфы. Волноводные изгибы и скрутки. Короткозамыкатели.
47. Принципы построения широкополосных многоэлементных устройств СВЧ. 1. Устройства СВЧ с непрерывно распределёнными элементами.
48. Аттенюаторы. Волноводные тройники. Делители мощности.
49. Классификация и основные технические характеристики НО.
50. Порядок расчёта многоэлементного НО.
51. Двухэлементные направленные ответвители.
52. Поляризационные направленные ответвители.
53. Направленные ответвители с Т-образным элементом связи.
54. НО на связанных микрополосковых линиях.
55. Направленные ответвители в коаксиальных ЛП.
56. Безщелевые волновые НО с распределенной связью.
57. Мостовые схемы. Применение мостов.
58. Двойной волноводный тройник («магическое Т»).
59. Кольцевой мост.
60. Волноводный щелевой мост.
61. Квадратные мосты.
62. Мосты на связанных линиях.
63. Классификация фильтров. Основные понятия.
64. Использование неоднородностей в ЛП для построения фильтров.
65. Эквивалентная схема фильтра отражающего типа.
66. Лестничный фильтр.
67. Применение фильтров для широкополосного согласования.
68. Фильтры на отрезках волноводных линий.
69. Фильтры на полосковых линиях.
70. Планарные фильтры.
71. Многослойные фильтры.
72. Фильтры на неоднородных ЛП.
73. Магнитные свойства веществ. Ферриты.
74. Прецессия магнитного момента. Собственная прецессия. Вынужденная прецессия.
75. Продольный ферромагнитный резонанс.
76. Поперечный ферромагнитный резонанс.

77. Эффект смещения поля. Вентиль на эффекте смещения поля.
78. Эффект Фарадея. Вентиль и циркулятор на эффекте Фарадея.
79. Ферритовые вентили. Гираторы. Циркуляторы на эффекте Фарадея.
80. Циркуляторы фазовые. Y-циркуляторы.
81. Фазовращатели.
82. Выключатели и коммутаторы.
83. Плавные и ступенчатые аттенюаторы.
84. Переменные делители мощности.
85. Перестраиваемые фильтры.
86. Классификация антенн СВЧ.
87. Излучение ЭМВ. Элементарные излучатели. Излучатель Гюйгенса. Структура поля элементарного излучателя.
88. Дальняя зона. Ближняя зона. Промежуточная зона.
89. Диаграмма направленности элементарного излучателя.
90. Принцип Гюйгенса – Кирхгофа.
91. Лемма Лоренца. Теорема взаимности.
92. Основные характеристики антенн.
93. Вибраторные антенны пространственные и плоскостные.
94. Спиральные антенны (цилиндрические, конические, плоские).
95. Логопериодические антенны.
96. Диэлектрические (стержневые) антенны.
97. Волноводные излучатели.
98. Щелевые антенны.
99. Рупорные антенны.
100. Рефлекторные (зеркальные) антенны.
101. Линзовые антенны.
102. Антенны поверхностных волн.
103. Правило перемножения диаграмм направленности.
104. Антенные решетки.

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Устройства СВЧ для радиоэлектронных систем : учебное пособие / А. А. Авксентьев, Н. Г. Воробьев, Г. А. Морозов, Н. Е. Стахова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 156 с. — ISBN 978-5-9729-1698-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/429596 (дата обращения: 28.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии : учебник / Д. Д. Габриэльян, М. Ю. Звездина, А. О. Касьянов [и др.] ; под редакцией А. А. Косогора. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2023. — 400 с. — ISBN 978-5-9221-1966-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/415412 (дата обращения: 28.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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, 2022. - 491 с. - ISBN 978-5-16-016190-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2142309 (дата обращения: 28.03.2024). – Режим доступа: по подписке.

4. Теория и техника СВЧ: Учебное пособие / Астайкин А.И., Троцюк К.В., Ионова С.П. - Саров:ФГУП"РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2008. - 464 с.: ISBN 978-5-9515-0109-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/950180 (дата обращения: 28.03.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Вольман, В.И. Техническая электродинамика : учеб. пособие / В.И. Вольман, Ю.В. Пименов. - М.: «Связь», 1971. - 486 с.

2. Пименов, Ю.В. Техническая электродинамика: учебное пособие для вузов. / Ю.В. Пименов, В.И. Вольман, А.Д. Муравцов. - М.: «Радио и связь», 2000. – 536 с.

3. Сазонов, Д.М. Устройства СВЧ : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Радиотехника" / Д.М. Сазонов, А.Н. Гридин, Б.А. Мишустин ; под ред. Д.М. Сазонова. М. : Высшая шк., 1981. 296 с. : ил. 2 экз.

4. Антенны и устройства СВЧ : Расчет и проектирование антенных решеток и их излучающих элементов : учеб. пособие для студ. радиотехн. спец. вузов / под ред. Д.И. Воскресенского. М. : Советское радио, 1972. 320 с. : ил. 1 экз.

5. Пчельников, Ю.Н., Свиридов Ю.Т. Электроника сверхвысоких частот. – М.: Радио и связь, 1981. – 96с.

6. Нефедов, Е.И., Козловский, В.В., Згурский, А.В. Микрополосковые излучающие и резонансные устройства. – К.: Техника, 1990. – 160с.

7. Козловский, В.В., Сошников, В.И., Бычковский, В.А., Баранов, П.А., Згурский, А.В. Синтез устройств СВЧ на неоднородных линиях. – К.: Техника, 1991. – 160с.

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к практическим работам по курсу «Техника и электроника СВЧ»: (для студ. направления подготовки 03.03.03 «Радиофизика» всех форм обучения) / Сост. А. И. Литвинов. — Алчевск, ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2016. — 36 с..

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: http://www.iprbookshop.ru/. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: Аудитория для проведения лекционных и практических занятий (*20 посадочных мест)*, оборудованная специализированной (учебной) мебелью, доска аудиторная, мультимедийная доска – 1 шт.	ауд.436 корп. *главный*

Лист согласования РПД

Разработал:

Старший преподаватель кафедры электроники и радиофизики — А.И. Литвинов
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой электроники и радиофизики — А.М.Афанасьев
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета информационных технологий и автоматизации производственных процессов — В.В. Дьячкова
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (профиль «Инженерно-физические технологии в промышленности») — А.М.Афанасьев
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра — О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

<table>
<tr><td colspan="2">Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений</td></tr>
<tr><td>ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td><td>ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Основание:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись лица, ответственного за внесение изменений</td></tr>
</table>