

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.5.2 Физика и техника сверхвысоких частот»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.5.2 Физика и техника сверхвысоких частот» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 5 от " 15 " февраля 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

А.П. Русинов

Исполнитель:

Заведующий кафедрой РФиЭ

должность

подпись

расшифровка подписи

А.П. Русинов

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Т.М. Чмерева

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Бигалиева

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

А.Д. Стрекаловская

№ регистрации _____

© Русинов А.П., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

ознакомление студентов с физическими принципами распространения волн СВЧ, работы СВЧ трактов и составляющих их элементов, основными закономерностями процессов в различных типах вакуумных и твердотельных СВЧ приборов, а также конструкциями различных СВЧ приборов и устройств. изучение основ теории классической макроскопической электродинамики, электромагнитных явлений, происходящих в различных средах и при распространении волн, формирования у студентов навыков постановки и решения задач электродинамического характера, а также выполнения необходимых расчетов.

Задача - обеспечение основополагающих знаний и навыков в СВЧ технике.

После изучения дисциплины студент должен:

- знать линии передачи СВЧ сигнала и природу его распространения в этих линиях, о построении и структуре СВЧ трактов, об основах вакуумной и твердотельной СВЧ электроники и механизмах функционирования важнейших типов СВЧ устройств.
- уметь производить оценки области применимости различных СВЧ устройств и определения их характеристик;
- иметь понимание современных тенденций развития СВЧ электроники.
- владеть навыками практической работы с СВЧ приборами, устройствами и современной СВЧ измерительной аппаратурой;

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Электричество и магнетизм, Б1.Д.Б.25 Радиоэлектроника, Б1.Д.Б.26 Физика твердого тела*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности ПК-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК-2-В-3 Владеет навыками работы с современным	Знать: -линии передачи СВЧ сигнала и природу его распространения в этих линиях, о построении и структуре СВЧ трактов, об основах вакуумной и твердотельной СВЧ электроники и механизмах функционирования важнейших типов СВЧ устройств. Уметь: - производить оценки области применимости различных СВЧ устройств и определения их характеристик. Владеть: - навыками практической работы с

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных	СВЧ приборами, устройствами и современной СВЧ измерительной аппаратурой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	72	72	144
Контактная работа:	30,25	15,25	45,5
Лекции (Л)	16	8	24
Практические занятия (ПЗ)	14	6	20
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	41,75	56,75	98,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	СВЧ волновые процессы в средах и на границе их раздела	20	4	2		14
2.	Принципы построения СВЧ трактов и управления СВЧ сигналами	22	4	4		14
3.	Физические основы генерирования и усиления СВЧ сигналов	30	8	8		14
	Итого:	72	16	14		42

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4.	Основы пространственно-избирательного излучения и приёма СВЧ сигналов	28	4	2		22

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		всего	аудиторная работа		
			Л	ПЗ	внеауд. работа
5.	Принципы обработки СВЧ сигналов и приложения СВЧ техники в различных областях	44	4	4	36
	Итого:	72	8	6	58
	Всего:	144	24	20	100

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. СВЧ волновые процессы в средах и на границе их раздела

Волны в различных неограниченных средах. Волновые процессы на границах раздела сред. Явления на плоской границе раздела двух сред. Линии передачи СВЧ сигналов. Принципы согласования линий передач СВЧ

Раздел 2. Принципы построения СВЧ трактов и управления СВЧ сигналами

Принципы сочленений СВЧ трактов. Согласованные нагрузки, короткозамыкатели, фазовращатели и аттенуаторы. Объёмные резонаторы, фильтры, замедляющие системы. Деление СВЧ мощности с помощью тройников, направленных ответвителей и СВЧ мостов. Устройства управления фазой и амплитудой посредством полупроводниковых приборов. Ферритовые СВЧ устройства.

Раздел 3. Физические основы генерирования и усиления СВЧ сигналов

Физические основы автоколебательных систем

Автоколебания. Динамическая устойчивость. Нелинейные системы с мягким и жёстким самовозбуждением. Условие самовозбуждения генератора. Представление колебательной системы с отрицательным сопротивлением.

Вакуумные СВЧ генераторы и усилители

Вакуумный СВЧ триод – пример резонансной системы со статическим управлением электронного потока. Клистроны – СВЧ приборы с динамическим управлением электронного потока. Скоростная модуляция и модуляция электронного потока по плотности. Лампа бегущей волны - пример нерезонансной системы с динамическим управлением электронного потока. Лампа обратной волны, магнетроны. Принципы их действия, конструкции, предельные характеристики.

Твердотельные СВЧ генераторы и усилители

Генераторы и усилители на биполярных и полевых транзисторах, на туннельных, лавино-пролётных диодах и диодах Ганна. Принцип действия, конструкции, предельные характеристики.

Раздел 4. Основы пространственно-избирательного излучения и приёма СВЧ сигналов

Виды СВЧ антенн и поля их излучения

Антенна как устройство пространственно-избирательной передачи или приёма СВЧ сигналов. Виды СВЧ антенн и их классификация по типу излучающих элементов. Реактивная, ближняя и дальняя зоны поля излучения антенны.

Основные параметры антенн

Диаграмма направленности, её представление в различных системах координат. Определение коэффициента направленного действия антенны. Коэффициент полезного действия. Коэффициент усиления. Эффективная площадь.

Раздел 5. Принципы обработки СВЧ сигналов и приложения СВЧ техники в различных областях

Обработка СВЧ сигналов

Принципы детектирования и измерения СВЧ мощности. Полупроводниковые диодные СВЧ детекторы. Принцип частотного преобразования СВЧ сигнала. Полупроводниковые диодные СВЧ смесители. Принцип умножения частоты СВЧ сигнала.

Краткий обзор приложений СВЧ техники

Наземные телекоммуникационные системы связи. Космические СВЧ системы связи и зондирование поверхности Земли. СВЧ промышленный нагрев. Применение СВЧ в медицине, авиации и военной технике.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1.	1	СВЧ волновые процессы в средах и на границе их раздела	2
2.	2	Принципы построения СВЧ трактов и управления СВЧ сигналами	4
3.	3	Физические основы автоколебательных систем	2
4.	3	Вакуумные СВЧ генераторы и усилители	4
5.	3	Твердотельные СВЧ генераторы и усилители	2
6.	4	Виды СВЧ антенн и поля их излучения	2
7.	5	Обработка СВЧ сигналов	2
8.	5	Краткий обзор приложений СВЧ техники	2
		Итого:	20

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Замотринский, В.А. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие / В.А. Замотринский, Л.И. Шангина. - Томск : ТУСУР, 2012. - Ч. 1. Устройства СВЧ. - 223 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [https:// biblioclub.ru/ index.php?page=book&id=208566](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566).
2. Устройства СВЧ и антенны : учебник / под ред. А.А. Филонова ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014. – 492 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364513>.

5.2 Дополнительная литература

1. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов / С.И. Баскаков.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк, 2003. - 462 с. : ил. - ISBN 5-06-003843-2.
2. Петров, Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. для вузов / Б.М. Петров.- 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия-Телеком, 2003. - 558 с. : ил. - Библиогр.: с.547-553. - ISBN 5-93517-073-6.
3. Бобровников, Л.З. Радиотехника и электроника [Текст] : учеб. для вузов / Л.З. Бобровников. - М. : Недра, 1974. - 358 с.
4. Ионов, А.Д. Линии связи: Учеб. для вузов / А.Д. Ионов. -М. : Радио и связь, 1990. - 168с. : Ил.

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Физика твердого тела»;
2. Журнал «Физика и техника полупроводников».

5.4 Интернет-ресурсы

...

1. Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>)
2. Электронно-библиотечная система (<http://elanbook.com>)
3. Онлайн-курс: Электричество и магнетизм, разработчик курса Московский физико-технический институт. Режим доступа: <https://openedu.ru/course/urfu/ELB/>.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

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