

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		



УТВЕРЖДЕНО
 решением Ученого совета ИФФВТ
 18 июня 2023 г. протокол № 9
 (Рыбин В.В.)
 (подпись, расшифровка подписи)
 «30» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	СВЧ ПРИБОРЫ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	2

Направление (специальность) 03.04.02 – физика (магистратура)

код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) Физика полупроводников.

Микроэлектроника

полное наименование

Форма обучения очная

очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » _____ сентября _____ 2023 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 10 от 16.06 2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Семенов А. Л.	РФЭ	д.ф.-м.н., доц.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой РФЭ



 Подпись

// Гурин Н.Т. /
 ФИО

« 23 » _____ июня _____ 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: изучение физических явлений и процессов, происходящих в современных приборах диапазона СВЧ.

Задачи освоения дисциплины: формирование у студентов углубленных знаний об устройстве и принципе действия электронно-вакуумных и твердотельных (полупроводниковых) приборов диапазона СВЧ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина "СВЧ приборы и интегральные микросхемы" (Б1.В.ДВ.03.01) является обязательной и относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из профилирующих дисциплин в системе подготовки магистра по направлению 03.04.02 «Физика».

Дисциплина «СВЧ приборы и интегральные микросхемы» предлагается студентам во 2-ом семестре 2-ого курса очной формы обучения и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- Специальный физический практикум»;
- «Современные проблемы физики»;
- «Микро- и наноэлектроника»;
- «Электроника СВЧ»;
- «Оптоэлектронные устройства»;
- «Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов»;
- «Радиофизика».

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знать основные законы электродинамики, принцип действия простейших электронных устройств;
- иметь представление о свойствах и характеристиках полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов;
- иметь способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности и самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- «Лабораторный практикум по оптоэлектронным устройствам»;
- «Материалы электронной техники»;

а также при прохождении производственной и преддипломной практик, выполнении научно-исследовательской работы и государственной итоговой аттестации.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код компетенции	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1	ПК-1 способность самостоятельно ставить конкретные научно-исследовательские задачи в области физики и решать их с помощью современных информационных технологий и методов.	<p>Знать: отечественные и международные достижения в области физики полупроводников и микроэлектроники.</p> <p>Уметь: ставить задачи научных исследований, применять современные численные методы.</p> <p>Владеть: навыками теоретической и экспериментальной работы с учетом современных информационных.</p>
ПК-3	ПК-3 способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.	<p>Знать: основы физики полупроводников, микроэлектроники и радиофизики.</p> <p>Уметь: анализировать научные и научно-практические публикации и патенты.</p> <p>Владеть: навыками моделирования и разработки новых научных подходов и методов.</p>
ПК-4	ПК-4 способность моделировать научные задачи и новые технологические процессы в области физики полупроводников, микроэлектроники и радиофизики.	<p>Знать: основные подходы в решении инженерных вопросов, современные системы моделирования и проектирования СВЧ устройств.</p> <p>Уметь: моделировать наногетероструктуры, активные и пассивные элементы интегральных схем, микросборок и микромодулей.</p> <p>Владеть: навыками моделирования наногетероструктур, определения их параметров, необходимых для расчета активных элементов с использованием программных продуктов.</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4.ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) _____ 6 _____

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		3	4	5
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54/54*	54/54*		
Аудиторные занятия:				
лекции	18/18*	18/18*		
Семинары и практические занятия				
Лабораторные работы, практикумы	36/36*	36/36*		
Самостоятельная работа	126/126*	126/126*		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы		
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет, экзамен	Зачет, экзамен		
Всего часов по дисциплине	216/216*	216/216*		

- В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения

4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения _____ очная _____

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия интерактивной формой	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
1. Классификация приборов диапазона СВЧ	7	1				6	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы
2. СВЧ волноводы, резонаторы и замедляющие структуры	125	2		26		99	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы
3. Электронно-вакуумные СВЧ приборы типа О	8	2				6	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы
4. Электронно-вакуумные СВЧ приборы типа М	8	2				6	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы
5. СВЧ диоды	8	2				6	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы
6. СВЧ транзисторы	8	2				6	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы
7. СВЧ приборы в интегральном исполнении	8	2				6	отчет по лабораторным работам, ответы на контрольные вопросы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Итого	216	18		36		124	36
-------	-----	----	--	----	--	-----	----

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Введение.

Тема 1. Классификация приборов СВЧ.

СВЧ диапазон. Особенности СВЧ волн. Классификация электронно-вакуумных и полупроводниковых приборов СВЧ.

Тема 2. СВЧ волноводы, резонаторы и замедляющие структуры.

Виды и методы описания СВЧ волноводов, резонаторов и замедляющих структур. Эквивалентные схемы СВЧ волноводов, резонаторов и замедляющих структур.

Тема 3. Электронно-вакуумные СВЧ приборы типа О.

Принцип динамического управления электронным потоком. Принцип работы, параметры и характеристики двухрезонаторного пролётного клистрона. Отражательный клистрон.

Принцип работы приборов типа О с кратковременным взаимодействием. Замедляющие системы. Особенности устройства и применения лампы бегущей волны типа О. Лампа обратной волны типа О.

Тема 4. Электронно-вакуумные СВЧ приборы типа М.

Движение электрона в скрещенных электрическом и магнитном полях. Взаимодействие электронов и СВЧ поля в приборах типа М. Устройство, принцип работы и особенности применения многорезонаторного магнетрона. Лампы бегущей и обратной волны типа М.

Тема 5. СВЧ диоды.

Полупроводниковые активные и пассивные приборы для техники СВЧ. Диоды для СВЧ диапазона. Диоды с накоплением заряда и рип-диоды.

Лавинно-пролётный диод (ЛПД), пролётный режим его работы. Особенности устройства и применения ЛПД. Параметры и характеристики генераторов и усилителей на ЛПД.

Полупроводниковые СВЧ приборы с объёмной неустойчивостью. Диод Ганна, доменный режим его работы. Особенности устройства и применения СВЧ приборов на диодах Ганна.

Тема 6. СВЧ транзисторы.

Биполярные и полевые СВЧ транзисторы: их основные типы и характеристики (вольт-амперные, частотные). СВЧ транзисторы на гетероструктурах. Принципы конструирования генераторов и усилителей на СВЧ транзисторах.

Тема 7. СВЧ приборы в интегральном исполнении.

Микрополосковые, щелевые и копланарные линии. Полупроводниковые и диэлектрические волноводы и резонаторы, СВЧ устройства на их основе.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен УП

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторная работа №1

Исследование распределения напряжения вдоль волновода

Контрольные вопросы

1. Какой смысл имеет коэффициент фазы α и коэффициент затухания β ?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

- Выразите длину волны и длину затухания через коэффициенты β и α .
- Обоснуйте граничное условие (6) на выходе волновода.
 - Выведите уравнения (5) из уравнений (3), (4).
 - Выведите уравнение (7), связывающее амплитуды A_1 и A_2 .
 - Выведите уравнения (8) для напряжения и p .

Лабораторная работа №2

Исследование зависимости входного сопротивления волновода от его относительной длины и сопротивления нагрузки

Контрольные вопросы

- Нарисуйте схему подключения амперметра и вольтметра к волноводу на рис. 1.7
- Дайте определение входного сопротивления волновода. Чему оно равно, если длина волновода равна целому числу полуволн?
- Дайте определение относительной длины волновода ζ . Поясните формулу (12). Нарисуйте схематично зависимости $Z_{вх}(\zeta)$ от (10), (12).
- Нарисуйте схематично зависимость $Z_{вх}(Z_n)$ (11).
- Выведите уравнения (10) и (11) из уравнения (9).
- Выведите формулу (9) из уравнений (1), (2), (7).

Лабораторная работа №3

Исследование закона дисперсии волновода

Контрольные вопросы

- Выведите уравнение (14).
- Получите закон дисперсии $v(\beta)$ (16).
- Нарисуйте схематично график зависимости $v(\beta)$ (16).
- Опишите метод определения коэффициента фазы β . Нарисуйте схематично график зависимости v от β .

Лабораторная работа №4

Исследование зависимости коэффициента затухания волновода от частоты

Контрольные вопросы

- Выведите уравнение (19).
- Получите закон дисперсии (21).
- Объясните формулу (22).

Лабораторная работа №5

Исследование коэффициента передачи волновода

Контрольные вопросы

- Дайте определение коэффициента передачи?
- Дайте определение граничной частоты полосы пропускания?
- Выведите формулы (25) и (26).

Лабораторная работа №6

Исследование резонансных свойств волновода

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Контрольные вопросы

1. Обоснуйте граничные условия (27).
2. Выведите уравнения (28)-(30).
3. При каком условии напряжение u и n (28) минимально?
4. Нарисуйте схематично распределение напряжения u и n вдоль волновода при колебаниях на 1-ой и 2-ой собственных частотах ($m=1$, $m=2$).
Сколько длин волн укладывается на длине волновода при колебаниях на m -ой собственной частоте?
5. Напишите граничные условия и ответьте на вопрос 4 в случае короткого замыкания выхода волновода.

Лабораторная работа №7

Исследование формы резонансной кривой

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте схематично график зависимости $U(f)$ (32).
2. Выведите формулы (31), (32).

Лабораторная работа №8

Исследование зависимости времени задержки сигнала в волноводе от частоты

Контрольные вопросы

1. Дайте определение фазовой и групповой скорости? В каких единицах измеряется фазовая скорость (33)?
2. Выведите формулы (33), (34).
3. Чему равна фазовая скорость при $\beta \ll \beta_0$ и $\beta \approx \beta_0$?
4. Предложите метод измерения групповой скорости в волноводе.

Лабораторная работа №9

Исследование искажения негармонического сигнала в волноводе

Контрольные вопросы

1. Как математически описать искажения импульса при движении по волноводу?
2. На каких частотах искажение импульса наиболее существенно?
3. Почему дефекты волновода искажают импульс?

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

Вопросы к зачету

Лабораторная работа №1

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Исследование распределения напряжения вдоль волновода

Контрольные вопросы

1. Какой смысл имеет коэффициент фазы α и коэффициент затухания β ?
Выразите длину волны и длину затухания через коэффициенты β и α .
2. Обоснуйте граничное условие (6) на выходе волновода.
3. Выведите уравнения (5) из уравнений (3), (4).
4. Выведите уравнение (7), связывающее амплитуды A_1 и A_2 .
5. Выведите уравнения (8) для напряжения u и n .

Лабораторная работа №2

Исследование зависимости входного сопротивления волновода от его относительной длины и сопротивления нагрузки

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте схему подключения амперметра и вольтметра к волноводу на рис.1.7
2. Дайте определение входного сопротивления волновода. Чему оно равно, если длина волновода равна целому числу полуволн?
3. Дайте определение относительной длины волновода θ . Поясните формулу (12). Нарисуйте схематично зависимости $Z_{вх}(\theta)$ (10), (12).
4. Нарисуйте схематично зависимость $Z_{вх}(Z_n)$ (11).
5. Выведите уравнения (10) и (11) из уравнения (9).
6. Выведите формулу (9) из уравнений (1), (2), (7).

Лабораторная работа №3

Исследование закона дисперсии волновода

Контрольные вопросы

1. Выведите уравнение (14).
2. Получите закон дисперсии $\beta(\beta_0)$ (16).
3. Нарисуйте схематично график зависимости $\beta(\beta_0)$ (16).
4. Опишите метод определения коэффициента фазы β_0 . Нарисуйте схематично график зависимости u и $16/u$ от β_0 .

Лабораторная работа №4

Исследование зависимости коэффициента затухания волновода от частоты

Контрольные вопросы

1. Выведите уравнение (19).
2. Получите закон дисперсии (21).
3. Объясните формулу (22).

Лабораторная работа №5

Исследование коэффициента передачи волновода

Контрольные вопросы

1. Дайте определение коэффициента передачи?
2. Дайте определение граничной частоты полосы пропускания?
3. Выведите формулы (25) и (26).

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Лабораторная работа №6

Исследование резонансных свойств волновода

Контрольные вопросы

1. Обоснуйте граничные условия (27).
2. Выведите уравнения (28)-(30).
3. При каком условии напряжение и n (28) минимально?
4. Нарисуйте схематично распределение напряжения и n вдоль волновода при колебаниях на 1-ой и 2-ой собственных частотах ($m=1$, $m=2$).
Сколько длин волн укладывается на длине волновода при колебаниях на m -ой собственной частоте?
5. Напишите граничные условия и ответьте на вопрос 4 в случае короткого замыкания выхода волновода.

Лабораторная работа №7

Исследование формы резонансной кривой

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте схематично график зависимости $U(f)$ (32).
2. Выведите формулы (31), (32).

Лабораторная работа №8

Исследование зависимости времени задержки сигнала в волноводе от частоты

Контрольные вопросы

1. Дайте определение фазовой и групповой скорости? В каких единицах измеряется фазовая скорость (33)?
2. Выведите формулы (33), (34).
3. Чему равна фазовая скорость при $\beta \ll \beta_0$ и $\beta \approx \beta_0$?
4. Предложите метод измерения групповой скорости в волноводе.

Лабораторная работа №9

Исследование искажения негармонического сигнала в волноводе

Контрольные вопросы

1. Как математически описать искажения импульса при движении по волноводу?
2. На каких частотах искажение импульса наиболее существенно?
3. Почему дефекты волновода искажают импульс?

Вопросы к экзамену

1. Классификация электронно-вакуумных и полупроводниковых приборов СВЧ.
2. Приборы типа О. Принцип динамического управления электронным потоком.
3. Принцип работы, параметры и характеристики двухрезонаторного пролётного клистрона.
4. Принцип работы, параметры и характеристики отражательного клистрона.
5. Принцип работы приборов типа О с кратковременным взаимодействием. Замедляющие системы.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

6. Особенности устройства и применения лампы бегущей волны типа О.
7. Особенности устройства и применения лампы обратной волны типа О.
8. Движение электрона в скрещенных электрическом и магнитном полях.
9. Взаимодействие электронов и СВЧ поля в приборах типа М.
10. Устройство, принцип работы и особенности применения многорезонаторного магнетрона.
11. Диоды для СВЧ диапазона. Диоды с накоплением заряда и pin-диоды.
12. Лавинно-пролётный диод, пролётный режим его работы.
13. Диод Ганна, доменный режим его работы.
14. Биполярные и полевые СВЧ транзисторы, СВЧ транзисторы на гетероструктурах.
15. Принципы конструирования генераторов и усилителей на СВЧ транзисторах.
16. Микрополосковые, щелевые и копланарные линии.
17. СВЧ волноводы и резонаторы в микрополосковом исполнении.
18. Принципы конструирования СВЧ устройств в интегральном исполнении.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения _____ очная _____

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
1. Классификация приборов диапазона СВЧ	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена 	6	ответы на контрольные вопросы, отчет по лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену
2. СВЧ волноводы, резонаторы и замедляющие структуры	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка отчетов по лабораторным работам; Подготовка к сдаче зачета 	99	ответы на контрольные вопросы, отчет по лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену
3. Электронно-вакуумные СВЧ приборы типа О	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче зачета 	6	ответы на контрольные вопросы, отчет по лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену
4. Электронно-вакуумные СВЧ приборы типа М	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; 	6	ответы на контрольные вопросы, отчет по

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	Подготовка к сдаче зачета		лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену
5. СВЧ диоды	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче зачета 	6	ответы на контрольные вопросы, отчет по лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену
6. СВЧ транзисторы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче зачета	6	ответы на контрольные вопросы, отчет по лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену
7. СВЧ приборы в интегральном исполнении	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче зачета	6	ответы на контрольные вопросы, отчет по лабораторным работам, подготовка к зачету, экзамену

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Барбашов, В. М. Радиационные эффекты в наногетероструктурных СВЧ -приборах и интегральных схемах : учебное пособие / В. М. Барбашов, Д. В. Громов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 124 с. — ISBN 978-5-7262-1872-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75732>
2. Микрополосковые резонаторы и СВЧ-устройства на их основе : учебное пособие / Р. Г. Галеев, А. С. Волошин, И. В. Говорун, А. М. Сержантов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 166 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165883>

дополнительная:

- Шебалкова, Л. В. Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ : учебно-методическое пособие / Л. В. Шебалкова, В. Б. Ромодин. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 75 с. — ISBN 978-5-7782-4142-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152203>
- Собенин, Н. П. Практикум по курсу "Техника СВЧ : учебное пособие / Н. П. Собенин, М. В. Лалаян, М. А. Гусарова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 128 с. —

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ISBN 978-5-7262-1358-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75754>

• Сухова, В. Ф. Интегральные микросхемы / В. Ф. Сухова. — Нижний Новгород : ВГУВТ, 2014. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51565>

• Афанасьев С. А. Введение в электродинамику СВЧ : учеб. пособие / С. А. Афанасьев, Д. Г. Санников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - 60 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/644>

• Афанасьев С. А. Электродинамика СВЧ: лабораторный практикум / С. А. Афанасьев, А. П. Гераскин; ИФФВТ. - Ульяновск: УлГУ, 2007. - 72 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/642>

учебно-методическая

1. Семенов А. Л. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «СВЧ приборы и интегральные микросхемы» студентов магистратуры по направлению 03.04.02 «Физика» и бакалавриата 03.03.03 «Радиофизика» очной формы обучения / А. Л. Семенов; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 270 КБ). - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6612>

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. / подпись / дата
Должность сотрудника научной библиотеки / ФИО / подпись / дата

б) Программное обеспечение:

- Операционная система Windows;
- Пакет офисных программ Microsoft Office.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». – Москва, [2024]. – URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Mega-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:



2024

 Должность сотрудника УИТиГФИО подпись дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций *(выбрать необходимое)*.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

~ для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

~ для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

~ для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик


подпись

профессор
должность

Семенов А.Л.
ФИО

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
вводится для регистрации изменений РПД в соответствии с отметкой на
титульном листе об актуализации документа на заседании кафедры радиофизики и
электроники

№ пп	Содержание изменений или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину	Подпись	Дата
1.	Программа актуализирована на заседании кафедры радиофизики и электроники (протокол №10 от 16 июня 2024 г.)	Гурин Н.Т.		16 июня 2024 г.
2	Обновлен перечень профессиональных баз данных, информационно-справочные системы	Гурин Н.Т.		16 июня 2024 г.