


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



УТВЕРЖДЕНО
 Решением Ученого совета ИФФВТ
 от 1 мая 2022 г. протокол № 8
 (Рыбин В.В.)
 (подпись, расшифровка подписи)
 «30» ИЮНЯ 2022 Г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	"МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА "
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	2

Направление (специальность) 03.04.02 ФИЗИКА магистерская программа

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: « 01 » сентября 2022 г.

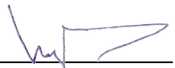

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.


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
Гурин Нектарий Тимофеевич	Радиофизики и электроники	Зав.кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой РФЭ, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой РФЭ
 Подпись // Гурин Н.Т. / ФИО	 Подпись // Гурин Н.Т. / ФИО
« <u>23</u> » <u>июня</u> <u>2022</u> г.	« <u>23</u> » <u>июня</u> <u>2022</u> г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью дисциплины «Микро- и наноэлектроника» является подготовка физика к деятельности по разработке и исследованию одного из важнейших компонентов современной электроники - интегральных микросхем и функциональных микроэлектронных устройств.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- сообщить студенту принципы создания и функционирования ИС различного назначения, конструкции элементов ИС, топологии ИС, оценки надежности ИС;
- ознакомить студента с достижениями и перспективными направлениями развития микро- и наноэлектроники, проблемами качества интегральных схем, областями их применения;
- сформировать у студента навыки контроля параметров физической структуры и топологии ИС и ее элементов, контроля электрических параметров ИС и ее элементов, оценки надежности;
- сформировать представление о фундаментальных и конструкторско-технологических ограничениях в микроэлектронике и о функциональной микроэлектронике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина "Микро- и наноэлектроника" (Б1.В.01) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) магистров по направлению 03.04.02 «Физика», преподается во 2-м семестре 1-ого курса магистрантам очной формы обучения и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- Иностранный язык в профессиональной деятельности и межкультурные коммуникации;
- Микросхемотехника;
- Физика активных элементов;
- Научно-исследовательская работа 1;
- Научно-исследовательская работа 2;
- Конструирование интегральных микросхем, микросборок и СВЧ-модулей;

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие входные знания, умения, навыки и компетенции, полученные в рамках изучения предшествующих дисциплин:


ПК-2 – способность оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и представлять научно-исследовательские результаты на семинарах и конференциях;

ПК-3 - способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности;

ПК-4 - способность моделировать научные задачи и новые технологические процессы в области физики полупроводников, микроэлектроники и радиофизики.;

Данная дисциплина является предшествующей для следующих дисциплин:

Методические проблемы научных исследований в профессиональной деятельности
Электроника СВЧ;

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

Оптоэлектронные устройства;
Материалы электронной техники;
СВЧ-приборы и интегральные микросхемы;
Телекоммуникационная техника и волоконная оптика;
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;
Проектная деятельность;
Преддипломная практика;
Научно-исследовательская работа 4;
Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.


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

Код компетенции и	Наименование компетенции	Описание компетенции
ПК-2	Научно-профессиональная деятельность	способность оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и представлять научно-исследовательские результаты на семинарах и конференциях.
ПК-3	Организационно-инновационная педагогическая деятельность	и способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
ПК-4	Опытно-конструкторская деятельность	способность моделировать научные задачи и новые технологические процессы в области физики полупроводников, микроэлектроники и радиофизики.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3


4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) 180

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


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения_очная_____)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		2	4	5
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	48/48	48/48		
Аудиторные занятия:	48/48	48/48		
лекции	24/24	24/24		
Семинары и практические занятия				
Лабораторные работы,	24/24	24/24		
Самостоятельная работа	96/96	96/96		
Контроль	36/36	36/36		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам		
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен		
Всего часов по дисциплине	180/180	180/180		

- 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)		


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий	Форма текущего контроля знаний				
			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа			
		Аудиторные занятия	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Раздел 1.</i> Введение							
1. Основные этапы и тенденции развития электроники .	2	1			1	1	Устный опрос.
2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.	3	1			1	2	Устный опрос.
<i>Раздел 2.</i> Конструкции и технологии полупроводниковых ИС							

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


1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.	10	4			4	6	Устный
2. Методы изоляции элементов в ИС..	4	1			1	3	Устный опрос.
3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.	29	1		8	9	12+8 контр.	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим р-п	29	1		8	9	12 + 8 контр.	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита

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


переходом, МДП, КМДП транзисторов.							отчетов по лабораторным работам.
<i>Ра</i>							
здел 3. Тонкопленочная технология ИС							
1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение.	10	2			2	8	Устный опрос.
2. Ионное распыление.	8	2			2	6	Устный опрос.
3. Химическое осаждение.	3	1			1	2	Устный опрос.
4. Электролитическое наращивание. Анодирование.	3	1			1	2	Устный опрос.
5. Методы оформления контуров	4	1			1	3	Устный опрос.

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


элементов тонкопленочных ИС.							
6. Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.	20	1		4	5	9 +6 контр.	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.							
1. Конструкции толстопленочных ИС.	3,5	0,5			0,5	3	Устный опрос.
2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.	3,5	0,5			0,5	3	Устный опрос.
Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.							
1.Монтаж	9			1	1	4 + 4	Устный

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

ж активных элементов, крепление подложки и кристаллов к основанию корпуса.						контр.	опрос. Устный опрос- допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
2. .Присоединение выводов.	5			1	1	2 + 2 контр.	Устный опрос. Устный опрос- допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел.6. Герметизация ИС.							
1. Конструкции корпусов ИС.	5			1	1	2 + 2 контр.	Устный опрос. Устный опрос- допуск к выполнению лабораторных работ.

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


							Защита отчетов по лабораторным работам.
2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов .	11			1	1	4+6 контр.	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел.7. Качество и надежность микроэлектронных устройств.							
1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.	3	1			1	2	
2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС.	3	1			1	2	Устный опрос.
Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанoeлектроника.							
1. Физические и	3	1			1	2	Устный опрос.

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

конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. · Наноэлектроника.							
---	--	--	--	--	--	--	--

Раздел 9. Функциональная микро- и наноэлектроника.

1. Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов. ·	3	1			1	2	Устный опрос.
2. Оптоэлектроника.	3	1			1	2	Устный опрос.
3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.	3	1			1	2	Устный опрос.
Итого	180	24		24	48 в т.ч.	96 +36 контроль	

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

5. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Введение

Тема 1. Основные этапы и тенденции развития электроники как материальной основы технических систем обработки, передачи и хранения информации. Микроэлектроника. Нанoeлектроника. Интегральная и функциональная микроэлектроника. Терминология микроэлектроники.

Тема 2. Классификация ИС по конструктивно-технологическим признакам степени интеграции и функциональной сложности, функциональному назначению. Виды технологии ИС.

Раздел 2. Полупроводниковая планарная технология ИС.

Тема 1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС. Обработка полупроводниковых материалов. Маскирующие и изолирующие пленки. Фото- и опто- литография. Электролитография, рентгенолитография. ионная литография, Диффузия. Эпитаксия. Ионное легирование. Контроль параметров слоев. Металлизация.

Тема 2. Методы изоляции элементов. Методы диодной изоляции. Методы диэлектрической изоляции. Комбинированные методы изоляции.

Тема 3. Конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.

Тема 4. Конструкции полевых транзисторов с управляющим р-п переходом ,МДП, КМДП транзисторов.

Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС

Тема 1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение. Основные этапы. Методы формирования потока пара вещества. Состав и структура вакуумных напылительных установок. Методы получения вакуума. Вакуумные насосы. Вакуумные ловушки. Методы измерения вакуума.

Тема 2. Ионное распыление. Катодное, ионноплазменное, ВЧ-плазменное распыление, плазменное анодирование.

Тема 3. Химическое осаждение. Осаждение из газовой фазы, из растворов.

Тема 4. Электролитическое наращивание. Анодирование.

Тема 5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.

Тема 6. Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС. Конструкции пленочных пассивных элементов. Навесные компоненты.

Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.

Тема 1. Конструкции толстопленочных ИС. Конструкции пассивных элементов. Подложки, пасты, трафареты.

Тема 2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.

Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.


Тема 1. Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса.

Тема 2. Присоединение выводов.

Раздел 6. Герметизация ИС.

Тема 1. Конструкции корпусов ИС.

Тема 2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.

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

Раздел 7. Качество и надежность микроэлектронных устройств.

Тема 1. Качество ИС. Определение качества, показатели качества. Надежность и ее свойства. Показатели надежности.

Тема 2. Виды и механизмы отказа межсоединений, планарных структур. Контроль и оценка качества ИС. Виды и методы контроля качества.

Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Наноэлектроника.

Тема 1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Наноэлектроника.

Раздел 9. Функциональная микроэлектроника.

Тема 1. Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.

Тема 2. Оптоэлектроника.

Тема 3. Акустоэлектроника, магнетоэлектроника.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические и семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторные работы. (Приложение – учебно-методическая литература 1, 2)

Раздел 2. Полупроводниковая планарная технология ИС.

Тема 3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.

Лабораторная работа №4. Изучение работы транзистора в схеме с общей базой.

Лабораторная работа № 2.1. Изучение конструкций полупроводниковых интегральных микросхем.

Тема 4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим р-п переходом, МДП, КМДП транзисторов.

Лабораторная работа № 6. Характеристики и параметры полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом.

Лабораторная работа №7. МДП транзистор.

Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС


Тема 6. Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.

Лабораторная работа №2.2. Изучение конструкций гибридных интегральных микросхем.

Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.

Тема 1. Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса

Раздел.6. Герметизация ИС

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

Тема 2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.
Лабораторная работа №2.3. . Изучение методов сборки и герметизации микросхем.


8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

Вопросы к экзамену

1. Основные этапы и тенденции развития электроники. Микроэлектроника. Наноэлектроника. Интегральная и функциональная микроэлектроника.
2. Терминология микроэлектроники.
3. Классификация ИС по конструктивно-технологическим признакам степени интеграции, функциональной сложности и назначению.
4. Виды технологии ИС.
5. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.
6. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
7. Химическая, электро-, плазменно-химическая, ионная обработка полупроводниковых материалов.
8. Маскирующие и изолирующие пленки.
9. Фотолитография.
10. Электроно- и рентгенолитография, ионная литография.
11. Диффузия.
12. Эпитаксия.
13. Ионное легирование.
14. Контроль параметров диффузионных слоев.
15. Металлизация полупроводниковых ИС.
16. Методы изоляции элементов полупроводниковых ИС диффузионными областями.
17. Методы диэлектрической изоляции элементов полупроводниковых ИС.
18. Комбинированные методы изоляции элементов полупроводниковых ИС.
19. Конструкции и свойства интегральных биполярных транзисторов.
20. Конструкции и свойства интегральных диодов.
21. Конструкции и свойства интегральных полевых транзисторов.
22. Конструкции конденсаторов полупроводниковых ИС.
23. Конструкции резисторов полупроводниковых ИС.
24. Основные методы тонкопленочной технологии.
25. Вакуумтермическое испарение.
26. Принцип работы и структура вакуумных напылительных установок.
27. Способы получения вакуума. Форвакуумные насосы.
28. Высоко- и сверхвысоковакуумные насосы.
29. Способы измерения вакуума.
30. Контроль параметров тонких пленок.
31. Методы ионного распыления. Катодное и реактивное катодное распыление. Магнетронное распыление.
32. Ионно-плазменное, ВЧ-плазменное распыление. Плазменное

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

анодирование.

33. Химические и электрохимические методы получения пленок.
34. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ГИС.
35. Конструкции тонкопленочных (гибридных и пленочных) ИС. Подложки ГИС.
36. Конструкции тонкопленочных конденсаторов.
37. Конструкции тонкопленочных резисторов.
38. Конструкции тонкопленочных индуктивностей. Навесные компоненты ГИС.
39. Конструкции толстопленочных ИС.
40. Подложки, пасты, трафареты толстопленочных ИС.
41. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.
42. Методы монтажа кристаллов и плат на основание корпуса.
43. Методы присоединения выводов.
44. Конструкции корпусов ИС. Герметизация ИС.
45. Контроль герметичности корпусов.
46. Качество и надежность ИС. Показатели качества и надежности.
47. Виды и механизмы отказов ИС. Контроль ИС.
48. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники и наноэлектроники.
49. Функциональная микроэлектроника. Приборы с зарядовой связью.
50. Оптоэлектроника.
51. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

По данной дисциплине организуется и проводится внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.


Самостоятельная работа по данной дисциплине состоит из следующих модулей:

- проработка лекционного материала
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.

При проработке лекционного материала, подготовке к лабораторными занятиям и контрольным мероприятиям рекомендуется руководствоваться учебниками, учебными пособиями, методическими указаниями для выполнения лабораторных работ в том числе и информацией, полученной в Internet.


Студентам рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над лекционным материалом и подготовки к лабораторным занятиям:

- ознакомиться с содержанием темы;
- прочитать материал лекций, при этом нужно составить себе общее представление об излагаемых вопросах;
- прочитать параграфы учебника, относящиеся к данной теме;
- перейти к тщательному изучению материала, усвоить теоретические положения и выводы, при этом нужно записывать основные положения темы (формулировки, определения, термины, воспроизводить отдельные схемы и чертежи из учебника и конспекта лекций, а также методических указаний для выполнения лабораторных работ)
- подготовить и оформить отчет по лабораторной работе.


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

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.)
Раздел 1. Введение			
1. Основные этапы и тенденции развития электроники	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	1	Устный опрос.
2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и	2	Устный опрос.
Раздел 2. Конструкции и технологии полупроводниковых ИС			
1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и	6	Устный опрос.
2. Методы изоляции элементов ИС..	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и	3	Устный опрос.
3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.	проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена	12	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим р-п переходом, МДП, КМДП транзисторов.	проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена	12	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел 3. Тонкопленочная технология			
1. Основные методы тонкопленочной технологии.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и	8	Устный опрос.

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

Вакуумтермическое испарение.			
2. Ионное распыление.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	6	Устный опрос.
3. Химическое осаждение.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
4. Электролитическое наращивание. Анодирование	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	3	Устный опрос.
6. Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	9	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.			
1. Конструкции толстопленочных ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	3	Устный опрос.
2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	3	Устный опрос.
Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.			
1. Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	4	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.

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

			работам.
2. Присоединение выводов.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел.6. Герметизация ИС.			
1. Конструкции корпусов ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	2	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	4	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел.7. Качество и надежность микроэлектронных устройств.			
1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанoeлектроника.			
1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.

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

интегральной микроэлектроники. Наноэлектроника.			
Раздел 9. Функциональная микро- и наноэлектроника.			
1. Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
2. Оптоэлектроника.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная литература:


1. Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 с. — ISBN 978-5-7782-2095-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

2. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. А. Щука ; под общей редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 297 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433847>

дополнительная литература:

1. Шарапов, А. В. Микроэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Шарапов. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 138 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13948.html>

2. Драгунов, В. П. Наноэлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 285 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05170-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433632>

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

3.. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 235 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05171-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/438867>

4. Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника : Сборник задач и примеры их решения : учеб. пособие / Драгунов В. П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 50 с. - ISBN 978-5-7782-2615-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226159.html>

5. Кузнецов, Г. Д. Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы : Лаб. практикум / Г. Д. Кузнецов, С. П. Курочка, А. Р. Кушхов и др. - Москва : МИСиС, 2007. - 141 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_296.html

учебно-методическая литература:

1. Гурин Н.Т. Лабораторные работы по дисциплине "Микро- и нанoeлектроника" : методические указания / Н. Т. Гурин; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1392>

2. Лабораторные работы по дисциплине "Микро- и нанoeлектроника" [Электронный ресурс] : методические указания. Ч. 2 : / сост. Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,07 Мб). - Ульяновск : УлГУ, 2018. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1810>

3. Гурин Н.Т. Исследование полупроводниковых структур методом вольт-фарадных характеристик : метод. указания к лабораторной работе по дисциплине "Микроэлектроника" / Н. Т. Гурин; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2016. – Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/278>

4. Гурин Н. Т. Методические указания для самостоятельной работы и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Микро- и нанoeлектроника» для студентов магистратуры по направлению 03.04.02 «Физика» очной формы обучения / Н. Т. Гурин; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. — Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8146>


Согласовано:

Вед. специалист ООП НБ УлГУ /
Должность сотрудника научной библиотеки


ФИО


подпись

дата

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

б) Программное обеспечение _____

Лицензионные математические пакеты: Maple, пакет программ Мой Офис Стандартный, ОС Альт Рабочая станция 8.

в) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart:электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания«Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL:<http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ :образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательствоЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://ura.it.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, [2022]. –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, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – 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, [2022]. –URL:<https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. –Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com:электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. ClinicalCollection :научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9.База данных «Русский как иностранный» :электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2022].

3.Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронныежурналы/ ООО ИВИС. - Москва, [2022]. –URL:<https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. –Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) :

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

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ 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

Зав.кафедрой РФЭ Гурин Н.Т._

должность ФИО