


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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета инженерно-физического
факультета высоких технологий
от « 18 » мая 2021 г., протокол № 10
Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)
« 18 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Физического материаловедения
Курс	4

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия»**
код направления (специальности), полное наименование

Направленность
(профиль/специализация) **Нанотехнологии и наноматериалы**
полное наименование

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

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2021 г.


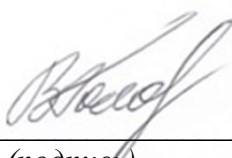
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 ____ г.


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 Физического материаловедения
 _____/ Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i> « 11 » мая 2021 г.	 _____/ В.Н. Голованов/ <i>(подпись)</i> <i>(ФИО)</i> « 30 » апреля 2021 г.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью освоения дисциплины является подготовка радиофизика к деятельности по разработке и исследованию одного из важнейших компонентов современной электроники - интегральных микросхем, а также новых функциональных микро- и нанoeлектронных элементов и компонентов электроники.


Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение принципов и методов создания и функционирования ИС различного назначения, конструкции элементов ИС, топологии ИС, оценки надежности ИС;
- ознакомление студента с достижениями и перспективными направлениями развития микроэлектроники, проблемами качества интегральных схем, областями их применения;
- формирование у студента навыков контроля параметров физической структуры и топологии ИС и ее элементов, электрических параметров ИС и ее элементов;
- формирование представлений о фундаментальных и конструкторско-технологических ограничениях в микро- и нанoeлектронике;
- подготовка студентов к освоению последующих спецкурсов, выполнению курсового проекта, дипломной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Микро- и нанoeлектроника» относится к обязательной части Блока 1 дисциплин из цикла подготовки бакалавров по направлению **28.03.02 «Нанoeженерия»**. Освоение дисциплины базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- Механика
- Химия
- Экология
- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математический анализ
- Введение в специальность
- Информатика
- Молекулярная физика и термодинамика
- Ознакомительная практика
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Теория колебаний
- Численные методы и математическое моделирование
- Электричество и магнетизм
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Технологическая (проектно-технологическая) практика
- Электротехника и электроника
- Колебания и волны, оптика
- Атомная и ядерная физика
- Материаловедение наноматериалов и наносистем
- Нанометрология
- Проектная деятельность
- Радиoeлектроника
- Сопrotивление материалов

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

- Физика конденсированного состояния вещества
- Физика активных элементов
- Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах
- Полупроводниковая электроника
- Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
- Основы электро- и радиоизмерений
- Физико-химические основы нанотехнологий
- Высоковакуумные технологические процессы в наноинженерии
- Методы диагностики в нанотехнологиях

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие входные знания, умения, навыки и компетенции, полученные в рамках изучения предшествующих дисциплин: базовые знания, умения, навыки в области общей и теоретической физики и радиофизики;


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

- Композиционные материалы. Металломатричные, с полимерной матрицей.
- Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок
- Технологические системы в нанотехнологиях
- Статистическая радиофизика и нанооптика
- Электродинамика СВЧ

а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

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

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Знать: физические основы работы элементов ИС и технологических методов изготовления ИС. Уметь: измерять физические и электрические параметры элементов ИС. Владеть: навыками контроля параметров структуры ИС и ее элементов, электрических параметров элементов ИС.
ОПК-5 Способен принимать	Знать: методы поиска информации и самостоятельного приобретения знаний с использованием современных об-

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


обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	<p>разовательных и информационных технологий (программного обеспечения, баз данных, информационно-справочных и поисковых систем)</p> <p>Уметь: осуществлять поиск информации и самостоятельно приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p> <p>Владеть: методами самостоятельного приобретения знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>
ПК -3 Использование методик комплексного анализа структуры и физико-химических свойств наноматериалов и наноструктур	<p>Знать: принципы работы элементов ИС, виды ИС и технологий ИС.</p> <p>Уметь: производить оценку параметров, характеристик и сравнение конструкций и технологий изготовления различных элементов ИС и видов ИС анализ и расчет,</p> <p>Владеть: навыками оценки параметров, анализа и расчета, исследования параметров и характеристик элементов ИС,.</p>
ПК-4 Проведение испытаний наноматериалов и наноструктур на измерительном оборудовании с целью выявления функциональных свойств и контроля качества	<p>Знать: конструкции элементов и компонентов ИС, методы разработки и изготовления ИС, параметры надежности и контроля качества ИС.</p> <p>Уметь: исследовать параметры и характеристики новых элементов и приборов функциональной микроэлектроники, оптоэлектронных приборов и структур, метаматериалов, наноразмерных материалов и структур оптического и радиодиапазонов</p> <p>Владеть: навыками оценки параметров новых элементов и приборов функциональной микроэлектроники, оптоэлектронных приборов и структур, метаматериалов, наноматериалов и структур оптического и радиодиапазонов.</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего):

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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36/36	36/36
Аудиторные занятия:		7
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18	18/18

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

• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*		
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. – ПрП)*	18/18	18/18
Самостоятельная работа	72/72	72/72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и 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
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	36 экзамен	36 экзамен
Всего часов по дисциплине	144/144	144/144


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

**часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.*


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

Форма обучения _очная_____


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний	
		Аудиторные занятия			В т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа		
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы				
1	2	3	4	5	6	7		
<i>Раздел 1. Введение</i>								
1. Основные этапы и тенденции развития электроники .	1,5	0,5					1	Устный опрос.
2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.	2	1					1	Устный опрос.

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


<i>Раздел 2. . Конструкции и технологии полупроводниковых ИС</i>							
1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.	6,5	0,5				6	Устный
2. Методы изоляции элементов ИС..	2,5	0,5				2	Устный опрос.
3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.	29	1		6	6	22	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.	17	1		6	6	10	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
<i>Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС</i>							

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

1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение.	4,5	0,5				4	Устный опрос.
2. Ионное распыление.	2,5	0,5				2	Устный опрос.
3. Химическое осаждение.	1,5	0,5				1	Устный опрос.
4. Электролитическое наращивание. Анодирование.	1,5	0,5				1	Устный опрос.
5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.	2,5	0,5				2	Устный опрос.
6. Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.	9	1		2	2	6	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.							
1. Конструкции толстопленочных ИС.	1,5	0,5				1	Устный опрос.
2. Основные технологиче-	1,5	0,5				1	Устный опрос.

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

ские операции в производстве толстоплёночных ИС.							
Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.							
1. Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса.	5,5	1		2	2	2,5	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
2. Присоединение выводов.	1	0,5				0,5	Устный опрос.
Раздел 6. Герметизация ИС.							
1. Конструкции корпусов ИС.	1	0,5				0,5	Устный опрос.
2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.	5,5	1		2	2	2,5	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабо-


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

							раторным работам.
Раздел 7. Качество и надежность микроэлектронных устройств.							
1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.	2	1				1	
2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС.	2	1				1	Устный опрос.
Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанозлектроника.							
1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Нанозлектроника.	2	1				1	Устный опрос.
Раздел 9. Функциональная микро- и нанозлектроника.							
1. Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.	2	1				1	Устный опрос.
2. Оптоэлектроника.	2	1				1	Устный опрос.
3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.	2	1				1	Устный опрос.
Всего	108	18		18	18	72	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Введение

1. Основные этапы и тенденции развития электроники как материальной

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

основы технических систем обработки, передачи и хранения информации. Микро- и наноэлектроника. Интегральная и функциональная Микро- и наноэлектроника. Терминология микроэлектроники.

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

Раздел 2. Полупроводниковая планарная технология ИС.

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

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

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

4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим p-n переходом, МДП, КМДП транзисторов.

Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС

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.

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

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

4. Электролитическое наращивание. Анодирование.

5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.

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

Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.

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

2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.

Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.


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

2. Присоединение выводов.

Раздел 6. Герметизация ИС.

1. Конструкции корпусов ИС.

2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.

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

Раздел 7. Качество и надежность микроэлектронных устройств.

1. Качество ИС. Определение качества, показатели качества. Надежность и ее свойства. Показатели надежности.
2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС. Виды и методы контроля качества.

Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанoeлектроника.

1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Нанoeлектроника.

Раздел 9. Функциональная микро- и нанoeлектроника.

1. Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.
2. Оптоэлектроника.
3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

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 №2. Изучение полупроводникового диода.

Лабораторная работа №3. Температурная зависимость параметров р-п-переходов.

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

Лабораторная работа № 5. Вольт-амперные характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером.

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.

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

Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.

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

Раздел.6. Герметизация ИС

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

1. Основные этапы и тенденции развития электроники. Микро- и нанoeлектроника. Интегральная и функциональная Микро- и нанoeлектроника.
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-, плазмо- химическая, ионная обработка полупроводниковых материалов.
8. Маскирующие и изолирующие пленки.
9. Оптолитография.
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. Принципы действия, конструкции и свойства интегральных биполярных транзисторов.
20. Конструкции и свойства интегральных диодов.
21. Принципы действия, 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.

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

31. Методы ионного распыления. Катодное и реактивное катодное распыление. Магнетронное распыление.
32. Ионно-плазменное, ВЧ-плазменное распыление. Плазменное 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 основании 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. Наноэлектроника.
49. Функциональная Микро- и наноэлектроника. 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 108 часов (не менее 50-70% общего количества часов – 180 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:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену;
- подготовка курсовой работы и подготовка к защите курсовой работы.

При подготовке к лабораторным занятиям подготовке курсовой работы и контрольным мероприятиям рекомендуется руководствоваться учебниками и учебными пособиями, в том числе и информацией, полученной в Internet, а также методическими указаниями для выполнения лабораторных работ. При подготовке курсовой работы и подготовке к защите курсовой работы необходимо также использовать монографии, статьи из периодических изданий и иные научные публикации по теме курсовой работы, а также методические указания по выполнению курсовой работы.

Студентам рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над темами и подготовки к практическим занятиям:

- ознакомиться с содержанием темы;


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

- 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), на основании методических указаний для выполнения лабораторных работ и полученных практических результатов выполнения данных работ подготовить отчеты о выполнении лабораторных работ и подготовиться к защите указанных отчетов.


При подготовке курсовой работы и подготовке к защите курсовой работы следует изучить методические указания по выполнению курсовой работы, тщательно изучить материалы по теме курсовой работы, выполнить требуемый объем теоретических, расчетных и экспериментальных исследований, оформить курсовую работу, подготовить необходимый набор слайдов для презентации и доклад для защиты курсовой работы

Форма обучения очная


Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
Раздел 1. Введение			
1. Основные этапы и тенденции развития электроники	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
Раздел 2. Конструкции и технологии полупроводниковых ИС			
1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	6	Устный опрос.
2. Методы изоляции элементов ИС..	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	22	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 дисциплины		

4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим р-п переходом, МДП, КМДП транзисторов.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	10	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел 3. Тонкопленочная технология			
1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	4	Устный опрос.
2. Ионное распыление.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
3. Химическое осаждение.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
4. Электролитическое наращивание. Анодирование	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	2	Устный опрос.
6. Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	6	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>	1	Устный опрос.
2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.

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

ИС.			
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>	2,5	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
2. Присоединение выводов.	<i>проработка учебного материала, подготовка к лабораторным работам и сдаче экзамена</i>	0,5	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>	0,5	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>	2,5	Устный опрос. Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам.
Раздел.7. Качество и надежность микроэлектронных устройств.			

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


1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанозлектроника.			
1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Нанозлектроника.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
Раздел 9. Функциональная микро- и нанозлектроника.			
1. Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
2. Оптоэлектроника.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.
3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.	<i>проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена и</i>	1	Устный опрос.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная литература

1. *Щука, А. А.* Нанозлектроника : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. А. Щука ; под общей редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 297 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/394086>
 2. *Плотников, Г. С.* Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие для вузов / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 166 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-03637-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/404473>
 3. Введение в микроэлектронику [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Гатчин, В. Л. Ткалич, А. С. Виволанцев, Е. А. Дудников. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 114 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65811.html>
- Лицензия: до 01.10.2022

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


4. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника 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, 2017. — 285 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05170-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/409034>
5. 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, 2017. — 235 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05171-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/409035>

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. Нанoeлектроника 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>
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
6. Троян, П. Е. Микроэлектроника : учебное пособие / П. Е. Троян. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 346 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13947.html>

учебно-методическая литература

1. Гурин Н.Т. Лабораторные работы по дисциплине “Микро- и нанoeлектроника”. Ульяновск, УлГУ.-2018.-100 с.
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/Gurin2018-2.pdf>
3. Гурин Н.Т. Исследование полупроводниковых структур методом вольт-фарадных характеристик. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине “Микроэлектроника”. Ульяновск, УлГУ.-2016.- 51 с.
4. Гурин Н. Т. Методические указания к написанию курсовых работ для студентов направления 03.03.03 «Радиофизика» / Н. Т. Гурин; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8143>
5. Гурин Н. Т. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисцип-

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

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – 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, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. [Российское образование](http://www.edu.ru) : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

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

Согласовано:

Зам. начальника
Должность сотрудника УИТиТ


Ключкова А.В.
ФИО


подпись дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, для выполнения лабораторных работ и для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

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

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

обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

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.

Разработчик



подпись

Зав.кафедрой радиофизики и электроники Гурин Н.Т.

должность/ФИО