



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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели 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 нанолетронных элементов и компонентов электроники.

### Задачи освоения дисциплины:

-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 нанолетронике;

-подготовка студентов к освоению последующих спецкурсов, выполнению курсового проекта, дипломной работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Микро- и нанолетроника» относится к числу дисциплин блока Б1.В.1.ДВ.02, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 03.03.03 Радиофизика.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ПК-2, ПК-3.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Автоматизация эксперимента, Преддипломная практика, Микро- и нанолетроника, Научно-исследовательская работа, Ознакомительная практика, Полупроводниковые приборы с отрицательным дифференциальным сопротивлением, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, 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
ПК-2 Выполнение научно-исследовательских работ электронных средств	<p><b>знать:</b> Знать: общие сведения о составе документации на проведение НИР электронных средств</p> <p><b>уметь:</b> Уметь: определить вид документации на проведение НИР и осуществлять поиск в сети "Интернет" материально-технических и информационных ресурсов для обеспечения НИР электронных средств</p> <p><b>владеть:</b> Владеть: навыками определения вида документации на проведение НИР электронных средств</p>
ПК-3 Разработка рекомендаций и заключений по использованию результатов научно-исследовательских работ электронных средств	<p><b>знать:</b> Знать: основные этапы разработки и внедрения новой научной продукции</p> <p><b>уметь:</b> Уметь: определять этап готовности научной разработки к внедрению</p> <p><b>владеть:</b> Владеть: навыками определения состояния разработки и внедрения новой продукции</p>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 5 ЗЕТ

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

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		7
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	72	72
Аудиторные занятия:	72	72
Лекции	36	36
Семинары и практические занятия	-	-
Лабораторные работы, практикумы	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование	Тестирование
Курсовая работа	Курсовая работа	Курсовая работа

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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		7
1	2	3
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (0)	Экзамен
Всего часов по дисциплине	180	180

### 4.3. Содержание дисциплины. 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			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Раздел 1. . Введение</b>							
Тема 1.1. 1. Основные этапы и тенденции развития электроники	2	1	0	0	0	1	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 1.2. 2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.	3.5	1	0	0	0	2.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 2. Раздел 2. . Конструкции и технологии полупроводниковых ИС</b>							
Тема 2.1. 1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.	13	6	0	0	0	7	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 2.2. 2.Методы	8	2	0	0	0	6	Вопросы к Экзамену,

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
изоляция элементов ИС..							Тестирование
Тема 2.3. 3. Принципы действия и конструкции и биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.	28	2	0	20	20	6	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 2.4. 4. Принципы действия и конструкции и полевых транзисторов с управляющим р-п переходом, МДП, КМДП транзисторов	20	2	0	8	8	10	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 3. Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС</b>							
Тема 3.1. 1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение.	9	4	0	0	0	5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 3.2. 2. Ионное распыление.	3.5	2	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 3.3. 3. Химическое осаждение	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 3.4. 4. Электролитическое наращивание. Анодирование	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 3.5. 5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.	9	2	0	0	0	7	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 3.6. . Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.	11	2	0	4	4	5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 4. Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.</b>							
Тема 4.1. 1. Конструкции толстопленочных ИС.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 4.2. 2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 5. Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.</b>							

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 5.1. 1.Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса.	4	0.5	0	2	2	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 5.2. 2. Присоединение выводов.	2	0.5	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 6. Раздел 6. Герметизация ИС.</b>							
Тема 6.1. 1. Конструкция корпусов ИС.	2	0.5	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 6.2. 2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов	4	0.5	0	2	2	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 7. Раздел 7. Качество и надежность микроэлектронных устройств</b>							
Тема 7.1. 1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 7.2. 2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 8. Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанозлектроника</b>							
Тема 8.1. 1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Нанозлектроника.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Раздел 9. Раздел 9. Функциональная микро- и нанозлектроника</b>							
Тема 9.1. . Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 9.2. 2. Оптоэлектроника	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
Тема 9.3. 3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.	2.5	1	0	0	0	1.5	Вопросы к Экзамену, Тестирование
<b>Итого подлежит изучению</b>	144	36	0	36	36	72	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Раздел 1. . Введение

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

## **Тема 1.1. 1. Основные этапы и тенденции развития электроники**

1. Основные этапы и тенденции развития электроники как материальной основы технических систем обработки, передачи и хранения информации. Микро- и нанoeлектроника. Интегральная и функциональная микро- и нанoeлектроника. Терминология микроэлектроники.

## **Тема 1.2. 2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.**

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

## **Раздел 2. Раздел 2. . Конструкции и технологии полупроводниковых ИС**

### **Тема 2.1. 1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.**

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

### **Тема 2.2. 2. Методы изоляции элементов ИС..**

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

### **Тема 2.3. 3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.**

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

### **Тема 2.4. 4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим p-n переходом, МДП, КМДП транзисторов**

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

## **Раздел 3. Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС**

### **Тема 3.1. 1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение.**

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.

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

### **Тема 3.2. 2. Ионное распыление.**

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

### **Тема 3.3. 3. Химическое осаждение**

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

### **Тема 3.4. 4. Электролитическое наращивание. Анодирование**

4. Электролитическое наращивание. Анодирование

### **Тема 3.5. 5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.**

5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.

### **Тема 3.6. . Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.**

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

## **Раздел 4. Раздел 4. Толстопленочная технология ИС.**

### **Тема 4.1. 1. Конструкции толстопленочных ИС.**

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

### **Тема 4.2. 2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.**

2. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.

## **Раздел 5. Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.**

### **Тема 5.1. 1. Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса.**

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

### **Тема 5.2. 2. .Присоединение выводов.**

2. Присоединение выводов

## **Раздел 6. Раздел 6. Герметизация ИС.**

### **Тема 6.1. 1. Конструкции корпусов ИС.**

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

1. Конструкции корпусов ИС.

## **Тема 6.2. 2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов**

2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.

## **Раздел 7. Раздел 7. Качество и надежность микроэлектронных устройств**

### **Тема 7.1. 1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.**

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

### **Тема 7.2. 2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС.**

2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка качества ИС. Виды и методы контроля качества.

## **Раздел 8. Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанoeлектроника**

### **Тема 8.1. 1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Нанoeлектроника.**

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

## **Раздел 9. Раздел 9. Функциональная микро- и нанoeлектроника**

### **Тема 9.1. . Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.**

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

### **Тема 9.2. 2. Оптоэлектроника**

2. Оптоэлектроника

### **Тема 9.3. 3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.**

3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.

## **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**



## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМОРЕЗИСТОРА

Цели: Изучить физические свойства и определить параметры полупроводникового и металлического терморезисторов.

Содержание: 1. Ознакомиться с установкой, принципиальная схема которой показана на рис. 4. 2. Снять зависимость для полупроводника и металла при комнатной температуре ( $T = 300 \text{ K}$ ). Полученные данные занести в таблицу и построить графики. 3. Снять зависимость сопротивления от температуры при постоянном токе. Построить графики для полупроводника и для металла. 4. Вычислить величину  $B$  по формуле (10), используя сопротивления терморезистора и для двух различных температур и . 5. Вычислить по формуле (6) при комнатной температуре.

Результаты: Результаты исследования терморезистора.

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА” Методические указания Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск, УлГУ- 2018.

## ИЗУЧЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА

Цели: Изучить физические процессы в p-n- переходе при равновесии и в смещенном состоянии, исследовать вольт-амперную характеристику и определить параметры полупроводникового диода.

Содержание: 1. Перед выполнением работы изучить вводную часть настоящего описания. 2. Собрать установку по соответствующей схеме прямого, а затем обратного включения диода, указанной на рабочем месте. 3. Получить данные для построения прямой ветви ВАХ, задаваясь разными значениями прямого тока на ГТ и измеряя соответствующие значения прямого напряжения на диоде. 4. Исследовать при заданном значении прямого тока зависимость прямого напряжения на диоде от температуры: . 5. Получить данные для построения обратной ветви ВАХ, задаваясь разными значениями обратного напряжения на ГН и измеряя соответствующие значения обратного тока диода. 6. Исследовать при заданном значении обратного напряжения зависимость обратного тока диода от температуры . 7. Построить на графике (см. рис. 5) ВАХ для прямой и обратной ветвей. При этом следует выбрать соответствующие масштабы тока и напряжения на осях координат. 8. Построить графики зависимостей по п. 4 и 6. 9. С помощью ВАХ (для участков, близких к прямолинейным) определить статические и динамические сопротивления диода.

Результаты: Результаты исследования ВАХ полупроводникового диода.

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА” ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА” Методические указания. Составитель д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск, УлГУ.-2018. дические указания. Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин

## ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ p-n- ПЕРЕХОДОВ.

Цели: установление соответствия реальных температурных характеристик теоретическим и их связи с параметрами полупроводниковых материалов. Содержанием работы является исследование зависимости статических ВАХ диодов от температуры окружающей среды. В работе снимаются температурные зависимости обратных токов и прямых напряжений диодов из разных материалов, определяются параметры температурных характеристик.

Содержание: 1. Изменяя температуру камеры с диодами от комнатной до  $90...100 \text{ }^\circ\text{C}$ , снять температурные зависимости обратных токов германиевого, кремниевого и арсенидгаллиевого диодов при  $I = 1 \text{ mA}$ . После снятия зависимостей включить охлаждение камеры. 2. Построить зависимости в логарифмическом масштабе по оси токов и определить логарифмические температурные коэффициенты обратных токов. Сравнить их значения с данными приведенной выше таблицы. 3. Снять температурные зависимости прямых напряжений германиевого, кремниевого и арсенидгаллиевого диодов при  $I = 1 \text{ mA}$  в пределах температур от комнатной до  $90 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$ . 4. Построить зависимости и определить их температурные коэффициенты. Сравнить

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

полученные значения со справочными данными. 5. Измерить тепловое сопротивление диода по описанной выше методике. Для этого тумблером «Вкл. ГТ2» подключить диод к генератору тока ГТ2, задать прямой ток величиной 300 мА и выдержать диод при этом токе не менее 5 мин для окончания тепловых переходных процессов. После этого кратковременным нажатием кнопки «Вкл. ГТ» переключить диод на прямой ток 1 мА и измерить прямое напряжение на нем. Определить температуру активной области диода, используя график зависимости, полученный при выполнении п. 6.3 и 6.4. Рассчитать тепловое сопротивление диода. Сравнить полученное значение со справочными данными.

Результаты: Результаты исследования температурной зависимости параметров р-п переходов.

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО-ЭЛЕКТРОНИКА”. Методические указания. Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск. УлГУ.- 2018. н

#### ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРА В СХЕМЕ С ОБЩЕЙ БАЗОЙ

Цели: принцип работы транзистора, исследовать его статические входные и выходные характеристики, определить параметры транзистора в схеме с общей базой и ознакомиться с его работой в качестве усилителя.

Содержание: 1. Тщательно изучить работу полупроводникового диода по описанию работы № 44 и транзистора по описанию в настоящей работе. 2. Выполнить монтаж установки по схеме, имеющейся на рабочем месте. Перед включением источников питания схемы установить их напряжения равными нулю, а сопротивление потенциометра также равным нулю. 3. Провести измерения, устанавливающие зависимость (8) входного тока от входного напряжения транзистора при нескольких значениях напряжения (см. рис.9). 4. Провести измерения, устанавливающие зависимость (10) выходного тока от выходного напряжения на транзисторе при нескольких значениях тока (см. рис. 10). 5. На графиках построить семейства входных и выходных статических характеристик транзистора. Сравнить их с теоретическими характеристиками. 6. Используя статические характеристики транзистора и формулы (9), (11), (12), (13), найти входное и выходное сопротивление транзистора и коэффициенты и . Вычислить коэффициент . 7. Подключить генератор переменного напряжения Г в цепь эмиттера, осциллограф – в цепь коллектора. Вращением ручки потенциометра установить максимальный коэффициент усиления . Сравнить полученное значение с рассчитанным по входным характеристикам.

Результаты: Результаты исследования транзистора в схеме с общей базой.

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА” Методические указания. Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск, УлГУ.-2018.

#### ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНЗИСТОРА В СХЕМЕ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

Цели: измерение статических ВАХ биполярного транзистора в схеме с ОЭ и определение параметров модели транзистора.

Содержание: 1. Снять семейство входных и выходных характеристик транзистора в схеме ОЭ. Выходные характеристики снять для  $I_{\text{к}} = 30, 50$  и  $70$  мкА, входные при  $U_{\text{к}} = 0, 5$  и  $10$  В. 2. Снять передаточную характеристику при  $U_{\text{к}} = 5$  В и определить коэффициенты передачи и по формулам (2.1) и (2.2). 3. Снять передаточную характеристику при инверсном включении. Для этого поменять местами выводы эмиттера и коллектора. Рассчитать коэффициенты передачи и . 4. Снять входную характеристику транзистора при инверсном включении. 5. Построив входные характеристики при прямом и инверсном включении в логарифмическом масштабе по оси токов, как показано на рис. 2.6, определить параметры эмиттерного и коллекторного диодов , , .

Результаты: Результаты исследования вольт-амперных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером.

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И

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

НАНОЭЛЕКТРОНИКА”. Методические указания. Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск.-УлГУ.-2018.

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С УПРАВЛЯЮЩИМ p–n-ПЕРЕХОДОМ

Цели: ознакомиться с ВАХ и основными статическими параметрами полевых транзисторов с затвором в виде p–n-перехода

Содержание: 1. Собрать схему для измерения ВАХ в соответствии с рис. 3.2. 2. Снять семейства входных и выходных характеристик транзисторов в схеме ОИ, обращая особое внимание на начальный участок выходной характеристики. Выходные характеристики снять для  $U_{GS} = 0, 0.6$  и  $0.8$  В, передаточные при  $U_{DS} = 0.1$  и  $5$  В. 3. По передаточной характеристике полевого транзистора с управляющим p–n- переходом определить напряжение отсечки и сопротивление открытого канала, используя (3.5). 4. Определить выходные проводимости в пологой области при трех разных напряжениях на затворе и построить зависимость выходной проводимости от тока стока.

Результаты: Результаты исследования характеристик и параметров полевых транзисторов с управляющим pn-переходом

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА”. Методические указания. Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск. УлГУ.-2018.

#### МДП ТРАНЗИСТОР

Цели: определить основные статические параметры транзисторов. В работе снимаются статические характеристики полевых транзисторов с изолированным затвором на основе структуры металл–диэлектрик–полупроводник (МДП-транзисторов).

Содержание: 1. Снять передаточные и семейство выходных ВАХ транзисторов при трех различных напряжениях на стоке и затворе. 2. По передаточным характеристикам определить пороговое напряжение и удельную крутизну. 3. Снять передаточную характеристику МДП транзистора с индуцированным каналом при  $U_{GS} = -3$  В. 4. Построить передаточные характеристики МДП транзистора с индуцированным каналом при  $U_{GS} = 0$  и  $-3$  В в координатах  $I_{DS} - U_{DS}$ . Определить при указанных напряжениях на подложке, используя (4.14). По угловому коэффициенту зависимости и рассчитанному определить величину удельной крутизны.

Результаты: Результаты исследования параметров и характеристик МДП транзистора.

Ссылка: ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине “МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА” Методические указания. Составитель: д.ф.-м.н., профессор Н.Т.Гурин. Ульяновск.-УлГУ.-2018.

#### «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ»

Цели: Изучение терминологии, классификации микросхем, а также конструкций полупроводниковых микросхем

Содержание: 1. Изучить основные термины и определения микроэлектроники, классификацию и обозначение микросхем, конструктивно-технологические особенности и конструкции элементов полупроводниковых микросхем. 2. Используя микроскоп типа МБС (ОГМЭ), изучить конструктивно-технологические особенности и оценить степень интеграции различных ИМС, а также степень интеграции микросхемы. 3. Используя микроскоп типа МБС (ОГМЭ), зарисовать эскиз топологии исследуемой полупроводниковой ИМС. 4. Пользуясь справочными данными на ИМС, идентифицировать отдельные топологические участки с элементами исследуемой ИМС. 5. Используя микроскоп типа МБС (ОГМЭ) с окуляром 8X со шкалой, оценить размеры кристалла и элементов ИМС, для чего: - механизмом диоптрийной наводки окуляра добиться резкого изображения шкалы; - поворотом рукояток механизма фокусировки добиться резкого изображения полупроводниковой ИМС; - подсчитать число делений шкалы, которое укладывается в измеряемый участок объекта, и это число умножить на число, указанное в переводной таблице, соответствующее

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

тому увеличению головки микроскопа, при котором производится измерение.

Результаты: Изученные терминология, классификация микросхем, а также конструкции полупроводниковых интегральных микросхем

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине “Микро- и наноэлектроника” : методические указания / сост. д.ф.-м.н., проф. Н.Т. Гурин. – Ульяновск : УлГУ, 2022. –

«ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ»

Цели: Изучение конструкций пленочных и гибридных интегральных микросхем

Содержание: 1. Изучить конструктивно-технологические особенности пленочных и гибридных ИМС, конструкции пленочных элементов и навесных компонентов гибридных ИМС. 2. Используя микроскоп типа МБС (ОГМЭ) зарисовать эскиз топологии исследуемой пленочной (гибридной) ИМС. 3. Пользуясь справочными данными на ИМС, идентифицировать отдельные топологические участки с элементами исследуемой ИМС. 4. Используя микроскоп типа МБС (ОГМЭ) с окуляром 8X со шкалой, оценить размеры заданных пленочных резисторов и конденсаторов. 5.5. Используя микроинтерферометр МИИ-4 (рис.9), измерить толщину резистивной пленки одного из заданных резисторов ИМС.

Результаты: Результаты изучения конструкций и измерения параметров гибридных интегральных микросхем

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине “Микро- и наноэлектроника” : методические указания / сост. Д.ф.-м.н., проф. Н.Т. Гурин. – Ульяновск : УлГУ, 2022.

«ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ СБОРКИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ МИКРОСХЕМ»

Цели: Изучение методов монтажа кристаллов и плат, присоединения выводов, сборки и защиты микросхем.

Содержание: 1. Изучить методы монтажа кристаллов ИМС и компонентов на платы при сборке гибридных ИМС. 2. Изучить методы монтажа кристаллов полупроводниковых ИМС и плат гибридных ИМС на основания корпусов, посадочных площадок выводных рамок и т.д. 3. Изучить методы присоединения выводов корпусированных ИМС к контактным площадкам ИМС. 4. Изучить методы герметизации бескорпусных ИМС. 5. Изучить типы корпусов ИМС и методы их герметизации. 6. Используя образцы микросхем, определить типы корпусов ИМС по: - форме и расположению выводов; -по используемым материалам корпусов. 7. Предъявить преподавателю результаты выполнения работы и зафиксировать их в отчете. 8.Сформулировать выводы по работе

Результаты: Результаты изучения методов сборки и герметизации микросхем

Ссылка: Лабораторные работы по дисциплине “Микро- и наноэлектроника” : методические указания / сост. Д.ф.-м.н., проф. Н.Т. Гурин. – Ульяновск : УлГУ, 2022.

## **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

### **Темы курсовой работы**

Тема 1. Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Основные этапы и тенденции развития электроники. Микро- и наноэлектроника. Интегральная и функциональная микро- и наноэлектроника.
2. Терминология микроэлектроники

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

3. 3. Классификация ИС по конструктивно-технологическим признакам степени интеграции, функциональной сложности и назначению.
4. 4. Виды технологии ИС.
5. 5. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.
6. 6. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
7. 7. Химическая, электро-, плазмо- химическая, ионная обработка полупроводниковых материалов
8. 8. Маскирующие и изолирующие пленки.
9. 9. Оптолитография.
10. 10. Электроно- и рентгенолитография, ионная литография.
11. 11. Диффузия
12. 12. Эпитаксия.
13. 13. Ионное легирование.
14. 14. Контроль параметров диффузионных слоев.
15. 15. Металлизация полупроводниковых ИС.
16. 16. Методы изоляции элементов полупроводниковых ИС диффузионными областями.
17. 17. Методы диэлектрической изоляции элементов полупроводниковых ИС.
18. 18. Комбинированные методы изоляции элементов полупроводниковых ИС.
19. 19. Принципы действия, конструкции и свойства интегральных биполярных транзисторов.
20. 20. Конструкции и свойства интегральных диодов.
21. 21. Конструкции конденсаторов полупроводниковых ИС.
22. 22. Конструкции резисторов полупроводниковых ИС.
23. 23. Принципы действия, конструкции и свойства интегральных полевых транзисторов.
24. 24. Основные методы тонкопленочной технологии.
25. 25. Вакуумтермическое испарение.
26. 26. Принцип работы и структура вакуумных напылительных установок.
27. 27. Способы получения вакуума. Форвакуумные насосы.
28. 28. Высоко- и сверхвысоковакуумные насосы.
29. 29. Способы измерения вакуума.
30. 30. Контроль параметров тонких пленок.
31. 31. Методы ионного распыления. Катодное и реактивное катодное распыление. Магнетронное распыление.
32. 32. Ионно-плазменное, ВЧ-плазменное распыление. Плазменное анодирование.
33. 33. Химические методы получения пленок.
34. 34. Электролитическое наращивание. Анодирование.
35. 35. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ГИС.
36. 36. Конструкции тонкопленочных (гибридных и пленочных) ИС. Подложки ГИС.
37. 37. Конструкции тонкопленочных конденсаторов.
38. 38. Конструкции тонкопленочных резисторов.
39. 39. Конструкции тонкопленочных индуктивностей. Навесные компоненты ГИС.
40. 40. Конструкции толстопленочных ИС.
41. 41. Подложки, пасты, трафареты толстопленочных ИС.
42. 42. Основные технологические операции в производстве толстопленочных ИС.
43. 43. Методы монтажа кристаллов и плат на основании корпуса.
44. 44. Методы присоединения выводов.
45. 45. Конструкции корпусов ИС.
46. 46. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов.

47. 47. Качество и надежность ИС. Показатели качества и надежности.  
 48. 48. Виды и механизмы отказов ИС. Контроль ИС.  
 49. 49. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Наноэлектроника.  
 50. 50. Функциональная микро- и наноэлектроника. Приборы с зарядовой связью.  
 51. 51. Оптоэлектроника.  
 52. 52. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

*Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).*

*По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица*

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.)
<b>Раздел 1. Раздел 1. . Введение</b>			
Тема 1.1. 1. Основные этапы и тенденции развития электроники	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1	Тестирование
Тема 1.2. 2. Классификация ИС. Виды технологии ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	2.5	Тестирование
<b>Раздел 2. Раздел 2. . Конструкции и технологии полупроводниковых ИС</b>			
Тема 2.1. 1. Основные технологические этапы производства полупроводниковых ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	7	Тестирование

<b>Название разделов и тем</b>	<b>Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).</b>	<b>Объем в часах</b>	<b>Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)</b>
Тема 2.2. 2. Методы изоляции элементов ИС..	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Тестирование
Тема 2.3. 3. Принципы действия и конструкции биполярных транзисторов, диодов, конденсаторов и резисторов ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	6	Тестирование
Тема 2.4. 4. Принципы действия и конструкции полевых транзисторов с управляющим р-п переходом, МДП, КМДП транзисторов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	10	Тестирование
<b>Раздел 3. Раздел 3. Тонкопленочная технология ИС</b>			
Тема 3.1. 1. Основные методы тонкопленочной технологии. Вакуумтермическое испарение.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	5	Тестирование
Тема 3.2. 2. Ионное распыление.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 3.3. 3. Химическое осаждение	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 3.4. 4. Электролитическое наращивание. Анодирование	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 3.5. 5. Методы оформления контуров элементов тонкопленочных ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	7	Тестирование
Тема 3.6. . Конструкции тонкопленочных (пленочных и гибридных) ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и	5	Тестирование

<b>Название разделов и тем</b>	<b>Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).</b>	<b>Объем в часах</b>	<b>Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)</b>
	информационного обеспечения дисциплины.		
<b>Раздел 4. Раздел 4. Толсто пленочная технология ИС.</b>			
Тема 4.1. 1. Конструкции толсто пленочных ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 4.2. 2. Основные технологические операции в производстве толсто пленочных ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
<b>Раздел 5. Раздел 5. Монтаж и сборка ИС.</b>			
Тема 5.1. 1. Монтаж активных элементов, крепление подложек и кристаллов к основанию корпуса.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 5.2. 2. Присоединение выводов.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
<b>Раздел 6. Раздел 6. Герметизация ИС.</b>			
Тема 6.1. 1. Конструкции корпусов ИС.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 6.2. 2. Герметизация ИС. Контроль герметичности корпусов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
<b>Раздел 7. Раздел 7. Качество и надежность микроэлектронных устройств</b>			
Тема 7.1. 1. Качество ИС. Надежность и ее свойства.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 7.2. 2. Виды и механизмы отказа ИС. Контроль и оценка	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-	1.5	Тестирование

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

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.)
качества ИС.	методического и информационного обеспечения дисциплины.		
<b>Раздел 8. Раздел 8. Пределы микроэлектроники. Нанoeлектроника</b>			
Тема 8.1. 1. Физические и конструктивно-технологические пределы и ограничения интегральной микроэлектроники. Нанoeлектроника.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
<b>Раздел 9. Раздел 9. Функциональная микро- и нанoeлектроника</b>			
Тема 9.1. . Обработка, передача и хранение информации на основе интеграции физических эффектов.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 9.2. 2. Оптоэлектроника	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование
Тема 9.3. 3. Акустоэлектроника, магнитоэлектроника.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	1.5	Тестирование

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы основная

1. Драгунов В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 285 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/536922> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-05170-4 : 1199.00. / .— ISBN 0\_526729
2. Драгунов В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 235 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/539592> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-05171-1 : 1019.00. / .— ISBN

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

0\_526728

3. Плотников Г. С. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 166 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/539169> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-03637-4 : 619.00. / .— ISBN 0\_526917

4. Щука А. А. Наноэлектроника : учебник / А. А. Щука, А. С. Сигов. - Москва : Юрайт, 2024. - 297 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/537130> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-8280-0 : 1239.00. / .— ISBN 0\_526730

#### **дополнительная**

1. Гурин Нектарий Тимофеевич. Полупроводниковые и оптоэлектронные приборы и структуры с отрицательным сопротивлением : монография / Н.Т. Гурин, С. Г. Новиков ; Ульян. гос. ун-т, Инж.-физ. фак. высоких технологий, Н.-исслед. технол. ин-т им. С. П. Капицы. - Ульяновск : УлГУ, 2020. - 379 с. : ил. - Библиогр.: с. 346-378 (373 назв.). - ISBN 978-5-88866-808-5. / .— ISBN 1\_256230

2. Троян, П. Е. Микроэлектроника : учебное пособие / П. Е. Троян ; П. Е. Троян. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. - 346 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13947.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 2227-8397. / .— ISBN 0\_121550

3. Шарапов, А. В. Микроэлектроника : учебное пособие / А. В. Шарапов ; А. В. Шарапов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. - 138 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13948.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 2227-8397. / .— ISBN 0\_121551

#### **учебно-методическая**

1. Гурин Н. Т. Исследование полупроводниковых структур методом вольт-фарадных характеристик : метод. указания к лабораторной работе по дисциплине "Микроэлектроника" / Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - 51 с. - Библиогр.: с. 50. / .— ISBN 1\_223482.

2. Гурин Н. Т. Лабораторные работы по дисциплине "Микро- и наноэлектроника" : методические указания / Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - Загл. с экрана. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,46 Мб). - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_36061.

3. Лабораторные работы по дисциплине "Микро- и наноэлектроника" : методические указания. Ч. 2 / сост. Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - 2018. - Загл. с экрана. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2,07 Мб). - Режим доступа: ЭБС

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

УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_36477.

4. Гурин Н. Т. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Микро- и наноэлектроника» по направлению 03.03.03 «Радиофизика» (уровень бакалавриата) очной формы обучения / Н. Т. Гурин ; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - 2020. - Загл. с экрана. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 351 КБ). - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0\_38755.

## **б) Программное обеспечение**

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"

## **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.

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.

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

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

## 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 представления 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:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

## 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

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

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	Доктор физико-математических наук, Профессор	Гурин Нектарий Тимофеевич
	Должность, ученая степень, звание	ФИО

