


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



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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники
Курс	1

Направление (специальность) **03.04.02 Физика**

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 2023 г.

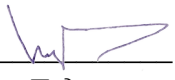
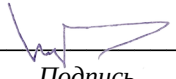
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.


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
Евсеев Д.А.	РиЭ	К.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой РФЭ, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой РФЭ
 Подпись // Гурин Н.Т. / ФИО	 Подпись // Гурин Н.Т. / ФИО
«_23_» июня 2023 г.	«_23_» июня 2023 г.

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цель освоения дисциплины** - специальная подготовка студентов в области контроля качества при разработке и массовом производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, ознакомление их с современными методами и оборудованием автоматического контроля электрических параметров; формирование практических знаний в области физики полупроводников и полупроводниковых приборов с элементами наноразмерного диапазона - квантовых точек, квантовых нитей, квантовых ям, кластеров и преципитатов; научить студента оценивать параметры полупроводниковых приборов, созданных с использованием нанотехнологий; дать практические знания в области экспериментального определения рекомбинационных параметров

### **Задачи освоения дисциплины:**

- освоение физических основ диагностики и анализа полупроводниковых приборов;
- дать прикладные навыки об основных аналитических характеристиках методов, применения математической статистики для обработки результатов определения и описания метрологических характеристик методов и методик диагностики.


## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

«Методы анализа, диагностики и контроля полупроводниковых приборов» относится к дисциплине по выбору студента вариативной части Б1.В (Б1.В.ДВ.02.01). Данная дисциплина формирует навыки контроля качества и определения параметров различных полупроводниковых приборов. «Методы анализа, диагностики и контроля полупроводниковых приборов» базируется на знании теории электро-магнитного излучения и его распространения в веществе, зонной теории и физики полупроводниковых структур, способов создания  $p$ - $n$ -переходов, поэтому читается в заключительном семестре. Она читается в 2-ом семестре 1-ого курса и основывается на знаниях, полученных при изучении естественно-научных дисциплин бакалавриата, а также

- Микросхемотехника
- Научно-исследовательская работа 1
- Научно-исследовательская работа 2
- Физика активных элементов

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

- Владеть техникой дифференцирования функций одной переменной
- применять правило дифференцирования сложной функции, метод логарифмического дифференцирования,
- дифференцировать параметрически и неявно заданные функции,
- находить производные высших порядков; техникой интегрирования элементарных функций;
- владеть техникой дифференцирования функций нескольких переменных
- применять правило дифференцирования сложной функции, дифференцировать параметрически и неявно заданные функции,
- находить дифференциалы высших порядков
- уметь использовать основные программные средства, пользоваться глобальными информационными ресурсами,
- знать основные законы механики и кинематики материальной точки

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

- знать основные законы электромагнитного взаимодействия, включая уравнения Максвелла
- использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач

Знать базовые профессиональные понятия и определения, с которыми он будет сталкиваться в ходе обучения

Данная дисциплина является предшествующей для будущего изучения следующих специальных дисциплин:

- Методические проблемы научных исследований в профессиональной деятельности
- Электроника СВЧ
- Оптоэлектронные устройства
- Материалы электронной техники
- СВЧ-приборы и интегральные микросхемы
- Телекоммуникационная техника и волоконная оптика
- Проектная деятельность
- Научно-исследовательская работа 4
- Преддипломная практика
- Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

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


Код компетенции	Наименование компетенции	Описание компетенции
ПК-1	научно-исследовательская деятельность	способность самостоятельно ставить конкретные научно-исследовательские задачи в области физики и решать их с помощью современных информационных технологий и методов
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) 5 ЗЕ

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

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)
--------------------	---

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


1	Всего по плану 2	В т.ч. по семестрам		
		1 3	2 4	3 5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП			36/36*	
Аудиторные занятия: лекции			12/12*	
Семинары и практические занятия				
Лабораторные работы, практикумы			24/24*	
Самостоятельная работа			108/108*	
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)			Тестирование, рефераты	
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)			экзамен	
Всего часов по дисциплине			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

Название разделов и тем 1	Всего 2	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний 8
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме 6	Самостоятельная работа 7	
		Лекции 3	Практические занятия, семинары 4	Лабораторные работы, практикумы 5			

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


1. Введение в дисциплину	6	-	-	-	8	тестирование
2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроник и	20	2	-	4	18	тестирование
3. Виды, методы и средства контроля качества полупроводниковых приборов	24	2	4	-	18	тестирование
4. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе р-п-перехода электрическими измерениями	29	2	6	8	21	Тестирование, реферат
5. Определение параметров МДП-структур из вольтамперных характеристик	24	2	4	6	18	Тестирование, реферат
6. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	266	2	8	8	18	Тестирование, реферат
7. Определение параметров глубоких центров в полупроводнике	16	2	-	6	10	Тестирование, реферат
8. Экзамен	36					
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### **Тема 1. Введение в дисциплину**

Наноразмерные элементы в полупроводниках: Квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы. Кластеры и преципитаты. Углеродные нанотрубки. Органические наноструктуры.

Электронная структура вещества с наноразмерными объектами. Разупорядочение. Роль нанообъектов в процессах разупорядочения. Влияние разупорядочения на электронные состояния. Хвосты плотности состояния в неупорядоченных полупроводниках.

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

## **Тема 2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники**

Этапы создания полупроводниковых приборов. Единый комплексный показатель оценки качества - коэффициент качества. Оценка качества полупроводниковых приборов по восьми группам свойств:

- назначению,
- надежности,
- стандартизации и унификации,
- технологичности,
- экономичности,
- эргономичности,
- эстетичности.

## **Тема 3. Виды, методы и средства контроля качества полупроводниковых приборов.**

Производственный контроль качества. Активный и пассивный контроль. Диагностирующий контроль. Входной контроль. Пооперационный контроль. Тестовый контроль. Финишный контроль. Контроль качества готовых изделий. Виды контрольных испытаний.

Проверка механической прочности. Методов контроля на герметичность: масс-спектрометрический, вакуум-жидкостный, компрессионно-термический метод и влажностный. Контроль деталей после холодной штамповки - визуальный осмотр.

## **Тема 4. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе $p-n$ -перехода электрическими измерениями**

Образование и зонная диаграмма  $p-n$ -перехода. Электрические поле и потенциал в  $p-n$ -переходе. Контактная разность потенциалов. Резкий и плавный  $p-n$ -переход. Методы расчета профиля легирующей примеси в  $p-n$ -переходе. Определение вида  $p-n$ -перехода и контактной разности потенциалов по вольт-фарадным характеристикам.

Компоненты тока и квазиуровни Ферми в  $p-n$ -переходе. Вольт-амперная характеристика  $p-n$ -перехода при рекомбинации в области пространственного заряда.

## **Тема 5. Определение параметров МДП-структур из вольт-емкостных характеристик**


Зонная диаграмма МДП-структуры в разных режимах работы. Низкочастотная и высокочастотная ВФХ. Определение типа подложки, толщины диэлектрика, концентрации и заряда поверхностных состояний их ВФХ.

## **Тема 6. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках**

Рекомбинационная теория Шокли – Рида – Холла. Время жизни неосновных носителей заряда. Определение времени жизни методами фотопроводимости и модуляцией проводимости точечного контакта

## **Тема 7. Определение параметров глубоких центров в полупроводнике**

Кинетические уравнения нестационарных процессов. Изменение емкости и тока структур с ОПЗ при нестационарных процессах. Изотермическая эмиссия носителей заряда с простой ловушки. Изотермическая генерация с многозарядной ловушки. Изотермическая эмиссия с уровней, распределенных по энергиям. Метод

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

НСГУ. Термостимулированная генерация с глубоких уровней ОПЗ в р-р-переходе.  
Термостимулированная ионизация многозарядного центра.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

*Данный вид работы не предусмотрен УП.*

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторная работа №1 «Измерение параметров полупроводниковых приборов и интегральных микросхем»

**Цель работы** - изучить параметры диодов, стабилитронов, транзисторов и микросхем по справочной литературе, приобрести навыки измерения параметров диодов, стабилитронов и маломощных транзисторов.

В результате выполнения работы студенты приобретают навыки измерения рабочих параметров диодов, транзисторов и стабилитронов. Учатся работать со справочной литературой при сравнении измеренных и допустимых рабочих характеристик полупроводниковых структур.

Лабораторная работа №2 «Определение времени жизни неравновесных носителей тока»

Цель работы – Изучение параметров фоторезистора. Изучение вольт-амперной характеристики фоторезистора. Изучение спектральной чувствительности фоторезистора и его люкс-амперной характеристики. Изучение частотных свойств фоторезистора и определение времени жизни неравновесных носителей тока.

В результате выполнения лабораторной работы студенты приобретают навыки работы с фоторезистором, его темновыми и световыми характеристиками, могут различать равновесные и неравновесные носители заряда, определять время жизни неравновесных носителей сигнала по световым вольт-амперным характеристикам фоторезистора, снятых в импульсном режиме.

Лабораторная работа №3 «Определение времени жизни неравновесных носителей заряда в полупроводниках методом модуляции проводимости точечного контакта»


Целью работы является изучение процессов генерации и рекомбинации неравновесных носителей заряда в полупроводниках; ознакомление с методом модуляции проводимости точечного контакта; проведение измерений времени жизни неравновесных носителей заряда.

Выполнение лабораторной работы приведет к освоению методики определения времени жизни неравновесных носителей заряда в базе точечного полупроводникового диода, основанной на методе модуляции проводимости точечного контакта.

Лабораторная работа №4 «Измерение характеристик и определение параметров транзистора по схеме с общей базой»

Цель работы состоит в определении входных и выходных характеристик транзистора по схеме с общей базой и вычислении на этой основе  $h$ -параметров транзистора.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с особенностями работы транзистора в схеме с общей базой, изучают схему замещения транзистора и на основе определенных в работе  $h$ -параметров проводят расчет значений элементов схемы замещения.

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

Лабораторная работа №5 «Снятие статических характеристик и определение параметров транзисторов в схеме с общим эмиттером»

Цель работы - научиться экспериментально снимать входные, выходные статические характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером; приобрести навыки определять  $h_{31}$  – параметры транзистора в схеме с общим эмиттером; приобрести практические навыки исследования транзисторов и работы с приборами.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с особенностями работы транзистора в схеме с общим эмиттером, изучают схему замещения транзистора и, на основе определенных в работе  $h$ -параметров, проводят расчет значений элементов схемы замещения.

Лабораторная работа №6 «Изучение диодов Шоттки»

Цель работы — изучить физику контакта металл/полупроводник, освоить метод вольт-фарадных характеристик и определить основные параметры диодов Шоттки.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с основными отличиями работы диода Шоттки и диода на  $n$ - $p$ -переходе, получают навыки измерения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик и определения по ним параметров исследуемой структуры.

Лабораторная работа №7 «Измерение вольт-фарадных характеристик структур «металл-диэлектрик-полупроводник» и определение по ним электрофизических параметров»

Цели лабораторной работы - изучение характеристик МДП-структур на основе однородно легированной подложки; изучение методики измерения высокочастотных вольт-фарадных характеристик (ВЧ ВФХ) МДП-структур; определение по ВЧ ВФХ следующих электрофизических параметров МДП-структуры.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты получают представления об отличиях высокочастотной и низкочастотной вольт-фарадной характеристики МДП-структуры, получают навыки расчета толщины диэлектрика и концентрации легирующей примеси по высокочастотной вольт-фарадной характеристике.

Лабораторная работа №8 «Исследование механизмов протекания тока через  $p$ - $n$ -переход при высоком уровне инжекции»


Цель работы – изучение механизма формирования тока через  $p$ - $n$ -переход и базу диода при высоком уровне инжекции носителей заряда.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты получают навыки идентификации механизма переноса и определение параметров на основе измерения вольт-амперной характеристики.

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

### Темы рефератов:




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

1. Мостовой метод измерения ВФХ
2. Резонансный метод измерения ВФХ
3. Генераторный метод измерения ВФХ
4. Измерения прямой ВАХ
5. Измерение обратной ВАХ
6. Измерение времени жизни методом фотопроводимости
7. Измерение времени жизни методом модуляции проводимости точечного контакта
8. Измерение  $h$  – параметров биполярного транзистора
9. Высокочастотная ВФХ МДП-транзистора
10. Низкочастотная ВФХ МДП - транзистора

### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)**

1. Зонная теория. Одночастичное приближение
2. Зонная теория. Модель Кронига-Пенни
3. Закон дисперсии. Эффективная масса носителей заряда
4. Плотность состояний в разрешенных зонах объемного полупроводника. Функция Ферми – Дирака. Уровень Ферми
5. Концентрация электронов и дырок в разрешенных зонах собственного полупроводника
6. Вольтамперные характеристики диодов с контактом Шоттки.
7. Диодная теория выпрямления р-п-перехода в диффузном приближении. Диод с длинной базой
8. Вольт-емкостная характеристика резкого и плавного р-п-перехода
9. Биполярный транзистор. Принцип работы: коэффициент инжекции и коэффициент рекомбинации
10. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с общей базой
11. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером
12. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП- транзисторы).
13. МДП- транзисторы с встроенным и индуцированным каналами.
14. Введение в теорию надежности
15. Квалиметрия полупроводниковых структур
16. Классификация контроля параметров полупроводниковых структур
17. Общая характеристика методов неразрушающего контроля полупроводниковых структур
18. Общая характеристика методов разрушающего контроля полупроводниковых структур
19. Методы определения высоты потенциального барьера контакта металл – полупроводник.
20. Методы определения профиля легирующей примеси
21. Схемы измерения прямой и обратной вольт-амперной характеристики полупроводникового диода
22. Схемы измерения вольт-фарадной характеристики р-п-перехода
23. Методы измерения вольт-фарадной характеристики р-п-перехода
24. Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковой пластины: метод Ван-дер-Пау

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


25. Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковой пластины: метод точечного контакта
26. Использование эффекта Холла при диагностике полупроводниковых структур
27. Биполярный транзистор. Рабочие характеристики
28. Биполярный транзистор. Связь  $h$  – параметров с элементами схемы замещения
29. Биполярный транзистор. Измерение  $h$  – параметров
30. Модель вольт-фарадной характеристики МДП – транзистора
31. Высокочастотная ВФХ МДП-транзистора как инструмент диагностики
32. Низкочастотная ВФХ МДП-транзистора как инструмент диагностики
33. Измерение времени жизни неравновесных носителей заряда методом модуляции проводимости
34. Измерение времени жизни неравновесных носителей заряда через фотопроводимость
35. Рекомбинация неосновных носителей заряда. Виды рекомбинации
36. Теория рекомбинации Шокли-Рида-Холла
37. Понятие времени жизни неосновных носителей заряда
38. Токи термогенерации в ОПЗ
39. Обобщенное выражение для кинетики нестационарной генерации в ОПЗ и методы ее регистрации.
40. Изотермическая релаксация емкости.
41. Нестационарная спектроскопия глубоких уровней.
42. Термостимулированная емкость.
43. Определение параметров глубоких центров методом фотоемкости

## 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.).

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
1. Введение в дисциплину	Выдается файл vfhKJA.dat, содержащий измеренные ВФХ светодиода с квантовыми ямами. Расчет профиля легирующей примеси структуры с квантовыми ямами	8	Проверка расчета
2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом	Выдается файл vfh1.dat, vfh2.dat содержащие измеренные ВФХ резкого и плавного $p$ - $n$ -перехода. Определение концентрационного профиля и контактной разности потенциалов для плавного и	18	Проверка расчета

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


производстве изделий микроэлектроники	резкого $p-n$ -переходов		
3. Виды, методы и средства контроля качества полупроводниковых приборов	Выдается файл vah.dat, содержащий измеренные прямые ВАХ $p-n$ -перехода. Рекомбинационный анализ прямой ветви вольт-амперной характеристики $p-n$ -перехода	18	Проверка расчета
4. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе $p-n$ -перехода электрическими измерениями	Выдается файл vah.dat, содержащий измеренные прямые ВАХ $p-n$ -перехода. Определение параметров уровней при анализе зависимости приведенной скорости рекомбинации от напряжения для структур на основе $p-n$ -перехода	21	Проверка расчета
5. Определение параметров МДП-структур из вольт-емкостных характеристик	Выдается файл vahKJA.dat, содержащий измеренные прямые ВАХ светодиода с квантовыми ямами. Определение параметров уровней при анализе зависимости приведенной скорости рекомбинации от напряжения для структур с квантовыми ямами	18	Проверка расчета
6. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	Выдается файл vahKJAT.dat, содержащий измеренные прямые ВАХ светодиода с квантовыми ямами при температуре 293 – 353 К. Анализ температурных зависимостей вольт-амперных характеристик структур с квантовыми ямами	18	Проверка расчета
7. Определение параметров глубоких центров в полупроводнике	Выдается файл TCE.dat, содержащий измеренный спектр термостимулированной емкости диода. Определения параметров глубоких уровней из анализа зависимости термостимулированной емкости от температуры	10	Проверка расчета

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:

1. Червяков, Г. Г. Электронная техника: учебное пособие для вузов / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 250 с.— (Высшее образование).— ISBN 978-5-534-10000-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517271>
2. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 377 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12536-8. — Текст : электронный //

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

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517978>

3. Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы: учебник и практикум для вузов / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 151 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07525-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513712>

**дополнительная:**

1. Испытания и контроль радиоэлектронной аппаратуры : учебное пособие / А. С. Волошин, Р. Г. Галеев, И. В. Говорун, И. А. Довбыш. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195272>

2. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов. / Лебедев А. И. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-0995-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109956.html>

**учебно-методическая:**

1. Евсеев Д. А. Методические указания для самостоятельной работы студентов на всех специальностях и по всем направлениям по дисциплине «Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов» для направления 03.04.02 Физика Профиль – физика полупроводников. Микроэлектроника / Д. А. Евсеев; УлГУ, ИФФВТ. - 2022. - Неопубликованный ресурс. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Согласовано:

**ДИРЕКТОР НБ** / **БУРХАНОВА М.М.** / *Подпись* / *2023*  
Должность сотрудника научной библиотеки / ФИО / Подпись / дата

**б) Программное обеспечение**

1. ОС Альт Рабочая станция 8
2. МойОфис Стандартный


**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, [2023]. – 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, [2023]. - 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,

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

[2023]. – 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, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – 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, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». – Москва, [2023]. – URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

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

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

Согласовано:






\_\_\_\_\_  
 Должность сотрудника УИТиТ      ФИО      подпись      дата

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

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

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

(выбрать необходимое).

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

- Блок питания БП-03
- Генератор импульсов Г5-63
- Осциллограф С1-64а
- Вольтметр В7-16
- Блок питания SH 01012
- Камера измерительная
- МДП структура
- Вольтметр В7-16а
- Измеритель емкости Е7-12
- Блок питания БП – 15

### 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

кф.-м.н. Евсеев Д.А.

должность

ФИО