

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от 21 мая 2024 г. протокол № 10
Председатель _____ (Рыбин В.В.)
(по месту, расшифровка подписи)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Кафедра физических методов в прикладных исследованиях
Курс	1 - очная форма обучения

Направление (специальность): 03.04.02 Физика

Направленность (профиль/специализация): Физика полупроводников. Микроэлектроника

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 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 Дмитрий Александрович	Кафедра физических методов в прикладных исследованиях	Доцент, Кандидат физико-математических наук

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели 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 характеристик методов, применения математической статистики для обработки результатов определения и описания метрологических характеристик методов и методик диагностики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов» относится к числу дисциплин блока Б1.В.ДВ.02, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 03.04.02 Физика.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ПК-1, ПК-4.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Проектная деятельность, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Телекоммуникационная техника и волоконная оптика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, СВЧ-приборы и интегральные микросхемы, Материалы электронной техники, Оптоэлектронные устройства, Радиофизика, Электроника СВЧ, Автоматизированные методы анализа, контроля и диагностики полупроводниковых приборов, Микро- и наноэлектроника, Специальный физический практикум.

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-4 способность моделировать научные задачи и новые технологические процессы в области физики полупроводников, микроэлектроники и радиофизики	<p>знать: основные подходы в решении инженерных вопросов, современные системы моделирования и проектирования СВЧ устройств.</p> <p>уметь: моделировать наногетероструктуры, активные и пассивные элементы интегральных схем, микросборок и микромодулей.</p> <p>владеть: навыками моделирования наногетероструктур, определения их параметров, необходимых для расчета активных элементов с использованием программных продуктов.</p>
ПК-1 способность самостоятельно ставить конкретные научно-исследовательские задачи в области физики и решать их с помощью современных информационных технологий и методов	<p>знать: отечественные и международные достижения в области физики полупроводников и микроэлектроники.</p> <p>уметь: ставить задачи научных исследований, применять современные численные методы.</p> <p>владеть: навыками теоретической и экспериментальной работы с учетом современных информационных.</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 7 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 252 часа

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		2
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции	12	12
Семинары и практические занятия	-	-
Лабораторные работы, практикумы	24	24
Самостоятельная работа	180	180
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование	Тестирование

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
		2
1	2	3
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен
Всего часов по дисциплине	252	252

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
Раздел 1. Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов							
Тема 1.1. Введение в дисциплину	29	1	0	0	1	28	Тестирование
Тема 1.2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники	37	1	0	8	9	28	Тестирование
Тема 1.3. Виды, методы и средства контроля	31	2	0	4	6	25	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
качества полупроводниковых приборов.							
Тема 1.4. Определенные параметры полупроводниковых приборов на основе р-п-перехода электрическими измерениями	31	2	0	4	6	25	Тестирование
Тема 1.5. Определенные параметры МДП-структур из вольт-емкостных характеристик	32	2	0	4	6	26	Тестирование
Тема 1.6. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	30	2	0	2	4	26	Тестирование
Тема 1.7. Определенные параметры глубоких центров в п	26	2	0	2	4	22	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
олупроводники							
Итого подлежит изучению	216	12	0	24	36	180	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов

Тема 1.1. 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.

Тема 1.2. 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 1.3. 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 1.4. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе р-п-перехода электрическими измерениями

Образование и зонная диаграмма р-п-перехода. Электрические поле и потенциал в р-п-переходе.

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

Контактная разность потенциалов. Резкий и плавный р-п-переход. Методы расчета профиля легирующей примеси в р-п-переходе. Определение вида р-п-перехода и контактной разности потенциалов по вольт-фарадным характеристикам. Компоненты тока и квазиуровни Ферми в р-п-переходе. Вольт-амперная характеристика р-п-перехода при рекомбинации в области пространственного заряда.

Тема 1.5. 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 1.6. 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 1.7. 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 НСГУ. Термостимулированная генерация с глубоких уровней ОПЗ в р-п-переходе. Термостимулированная ионизация многозарядного центра.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Измерение параметров полупроводниковых приборов и интегральных микросхем

Цели: изучить параметры диодов, стабилитронов, транзисторов и микросхем по справочной литературе, приобрести навыки измерения параметров диодов, стабилитронов и маломощных транзисторов.

Содержание: 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.

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Определение времени жизни неравновесных носителей тока

Цели: Изучение параметров фоторезистора. Изучение вольт-амперной характеристики фоторезистора. Изучение спектральной чувствительности фоторезистора и его люкс-амперной

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

характеристики. Изучение частотных свойств фоторезистора и определение времени жизни неравновесных носителей тока.

Содержание: 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.

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Определение времени жизни неравновесных носителей заряда в полупроводниках методом модуляции проводимости точечного контакта

Цели: 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.

Содержание: 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.

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Измерение характеристик и определение параметров транзистора по схеме с общей базой

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

Содержание: 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.

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Снятие статических характеристик и определение параметров транзисторов в схеме с общим эмиттером

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

Содержание: 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.

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Изучение диодов Шоттки

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

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

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

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

Измерение вольт–фарадных характеристик структур «металл–диэлектрик–полупроводник» и определение по ним электрофизических параметров

Цели: 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.

Содержание: 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.

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

Исследование механизмов протекания тока через р-п-переход при высоком уровне инжекции

Цели: изучение механизма формирования тока через р-п-переход и базу диода при высоком уровне инжекции носителей заряда.

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

Результаты: Представить отчет и ответы на контрольные вопросы

Ссылка: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

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. Введение в теорию надежности
6. Классификация контроля параметров полупроводниковых структур
7. Концентрация электронов и дырок в разрешенных зонах собственного полупроводника
8. Вольтамперные характеристики диодов с контактом Шоттки.
9. Квалиметрия полупроводниковых структур
10. Общая характеристика методов неразрушающего контроля полупроводниковых структур
11. Общая характеристика методов разрушающего контроля полупроводниковых структур
12. Использование эффекта Холла при диагностике полупроводниковых структур
13. Диодная теория выпрямления р-п-перехода в диффузном приближении. Диод с длинной базой
14. Вольт-емкостная характеристика резкого и плавного р-п-перехода
15. Биполярный транзистор. Принцип работы: коэффициент инжекции и коэффициент рекомбинации
16. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с общей базой
17. Биполярный транзистор. Входные и выходные характеристики в схеме с общим эмиттером

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

18. Полевые транзисторы с изолированным затвором(МДП- транзисторы).
19. МДП- транзисторы с встроенным и индуцированным каналами.
20. Методы определения высоты потенциального барьера контакта металл – полупроводник.
21. Схемы измерения вольт-фарадной характеристики р-п-перехода
22. Методы измерения вольт-фарадной характеристики р-п-перехода
23. Биполярный транзистор. Рабочие характеристики
24. Модель вольт-фарадной характеристики МДП – транзистора
25. Высокочастотная ВФХ МДП-транзистора как инструмент диагностики
26. Низкочастотная ВФХ МДП-транзистора как инструмент диагностики
27. Методы определения профиля легирующей примеси
28. Схемы измерения прямой и обратной вольт-амперной характеристики полупроводникового диода
29. Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковой пластины: метод Ван-дер-Пау
30. Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковой пластины: метод точечного контакта
31. Биполярный транзистор. Измерение h – параметров
32. Измерение времени жизни неравновесных носителей заряда методом модуляции проводимости
33. Измерение времени жизни неравновесных носителей заряда через фотопроводимость
34. Рекомбинация неосновных носителей заряда. Виды рекомбинации
35. Теория рекомбинации Шокли-Рида-Холла
36. Понятие времени жизни неосновных носителей заряда
37. Биполярный транзистор. Связь h – параметров с элементами схемы замещения
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.).

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

Форма обучения: очная

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.)
Раздел 1. Методы контроля и диагностики полупроводниковых приборов			
Тема 1.1. Введение в дисциплину	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	28	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.2. Современные требования к системе контроля качества при разработке и массовом производстве изделий микроэлектроники	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	28	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.3. Виды, методы и средства контроля качества полупроводниковых приборов.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	25	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.4. Определение параметров полупроводниковых приборов на основе р-п-перехода электрическими измерениями	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	25	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.5. Определение параметров МДП-структур из вольт-емкостных характеристик	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	26	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.6. Методы определения времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	26	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.7. Определение параметров глубоких центров в полупроводнике	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	22	Вопросы к экзамену, Тестирование

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы основная

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

1. Новожилов Олег Петрович. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / О.П. Новожилов ; О. П. Новожилов. - Москва : Юрайт, 2023. - 421 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/512850> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-03515-5 : 1299.00. / .— ISBN 0_491639

2. Электронные аппараты : учебник и практикум для вузов / П.А. Курбатов, М.Г. Лепанов, Ю.К. Розанов, В.Е. Райнин ; под редакцией П. А. Курбатова. - Москва : Юрайт, 2023. - 195 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/513991> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-9916-9719-4 : 839.00. / .— ISBN 0_494022

3. Электронные аппараты : учебник и практикум / П. А. Курбатов, М. Г. Лепанов, Ю. К. Розанов, В. Е. Райнин. - Москва : Юрайт, 2024. - 195 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538696> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-9916-9719-4 : 879.00. / .— ISBN 0_521077

дополнительная

1. Червяков Георгий Георгиевич. Электронная техника : учебное пособие для вузов / Г.Г. Червяков, С.Г. Прохоров, О.В. Шиндор ; Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 250 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/517271> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-10000-6 : 1029.00. / .— ISBN 0_496146

2. Миловзоров Олег Владимирович. Электроника : учебник для вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков ; О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. - 6-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 344 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/510731> . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-00077-1 : 1349.00. / .— ISBN 0_496158

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. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/14843>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0_511061.

б) Программное обеспечение

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

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

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

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.

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

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

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
- Модульный учебный комплекс МУК-ТТ1 "Твердое тело 1"
- Автоматизированное рабочее место студента (с ПЭВМ)
- Вакуумный универсальный пост 5
- Прибор Е7-12
- Устройство функциональное
- Модульный учебный комплекс МУК-ТТ2 "Твердое тело2"
- Модульный учебный комплекс МУК-ФОЭ1

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

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

индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	Доцент Кандидат физико-математических наук	Евсеев Дмитрий Александрович
	Должность, ученая степень, звание	ФИО

Лист согласования от 17.02.2025

Роль согласующего	ФИО	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Зубков Юрий Николаевич	Согласовано в ЭИОС	13.02.2025 12:46:39
Руководитель ОПОП	Елисеева Светлана Вячеславовна	Согласовано в ЭИОС	08.02.2025 13:21:48
Сотрудник библиотеки	Носова Татьяна Борисовна	Согласовано в ЭИОС	05.02.2025 9:09:22