

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаврилов Сергей Александрович

Должность: И.О. Ректора

Дата подписания: 24.12.2025 16:48:58

Уникальный программный ключ:

f17218015d82e3c1457d1df9e244def50f047355 Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ 05 «Физические основы полупроводников»

Специальность среднего профессионального образования:

11.02.13 Твердотельная электроника

Квалификация: техник

Форма обучения: очная

Нормативный срок обучения: 1 год 10 мес.

на базе среднего общего образования

Москва 2024

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина ОПЦ. 05 «Физические основы полупроводников» является обязательной частью общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника».

Учебная дисциплина изучается в 2 семестре. Общий объем дисциплины составляет 36 часов.

Цель освоения учебной дисциплины - формирование у обучающихся теоретических и практических компетенций в области электротехники.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения общеобразовательной дисциплины в соответствии с ФГОС СПО.

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

OK/PK	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать	Уметь	Владеть навыками
ПК 4.3. Проводить испытания для контроля качества и оценки надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники	стандартные и специальные методы испытания изделий твердотельной электроники разных видов; устройство и правила эксплуатации испытательного оборудования; статистические методы обработки результатов измерений и оценки надежности изделий твердотельной электроники; способы и нормативные требования оценки качества изделий твердотельной электроники при параметрическом контроле; правила оформления документации по результатам параметрического контроля; состав и правила оформления технической документации	эксплуатировать испытательное оборудование; измерять параметры и характеристики изделий твердотельной электроники в процессе и после проведения испытаний; производить обработку результатов испытаний и оценку надежности изделий твердотельной электроники; производить разбраковку изделий твердотельной электроники по результатам испытаний; оформлять документацию по результатам испытаний; оформлять необходимую техническую документацию;	проведения испытаний изделий твердотельной электроники

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем в часах	Семестр	
		2	оценка
Объем программы дисциплины	36	36	
Основное содержание	36	36	
Теоретическое обучение	20	20	
Практическое обучение	14	14	
Самостоятельная работа	2	2	
Промежуточная аттестация			

2.2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала (основное и профессионально - ориентированное), лабораторные и практические занятия, прикладной модуль (при наличии)	Объем часов	Формируемые компетенции	
			1	2
Тема 1. Контакт Металл - полупроводник (КМП) и приборы на его основе	<p>Содержание учебного материала</p> <p>Энергетическая диаграмма КМП. Термоэлектронная эмиссия с поверхности полупроводника (П) и металла (М). Контактная разность потенциалов. Контакты М с полупроводниками р-типа. Свойства обедненного слоя в КМП. Прохождение тока через КМП:</p> <p>Эффект Шоттки, диодная и диффузионная теории выпрямления, туннелирование в КМП с барьером Шоттки (БШ). Особенности реальных КМП с БШ.</p> <p>Модель Бардина: промежуточный слой и поверхностные электронные состояния. Высота барьера в реальных КМП. Вольт-амперная характеристика реальных КМП.</p> <p>Омические (невыпрямляющие) КМП; теоретические и реальные зависимости сопротивления контакта от параметров П.</p> <p>Принципы создания реальных омических контактов. КМП с БШ на малом переменном сигнале. Эквивалентная схема КМП с БШ.</p> <p>Общие требования к материалу и конструкции полупроводниковых приборов (ПП) на основе КМП.</p> <p>Паразитные параметры ПП. Диоды с</p>	8	4	ПК 4.3

	барьером Мотта. Полупроводниковые сверхвысокочастотные (СВЧ) диоды на основе КМП с БШ. Детекторные и варикторные (настроечные, параметрические) диоды.		
	Практические занятия	4	ПК 4.3
	Решение задач по теме "Элементарная теория электропроводности полупроводников"		ПК 4.3
Тема 2. Электронно - дырочные переходы (р-п переходы)	Содержание учебного материала Характеристики потенциального барьера. Вольт-амперные характеристики идеального р-п перехода. Особенности реальных р-п переходов. Пробой в р-п переходе. Р-п переход на малом переменном сигнале. Переходные процессы в р-п переходе. Туннельный диод (принцип действия, вольт-амперная характеристика, анализ эквивалентной схемы.) Обращённый диод. Р-и-п-структуры: ВАХ, эквивалентная схема. Переключательные и ограничительные диоды на основе р-и-п-структур.	6 4	ПК 4.3
	Практические занятия по теме 2	2	
	Самостоятельная работа Решение задач	1	ПК 4.3
Тема 3. Приборы с неустойчивостью на переменном сигнале (генераторные диоды)	Содержание учебного материала Лавинно - пролётные диоды (ЛПД). Принцип действия ЛПД. Особенности характеристик ЛПД в условиях ограничения работы максимально допустимым разогревом и максимально допустимым полем. Влияние материала (GaAs, Si) и конструкции прибора на работу ЛПД. Различные типы ЛПД. Диоды Ганна (приборы на эффекте междолинного переноса). Отрицательная дифференциальная подвижность (ОДП). Неустойчивость тока в структурах с ОДП. Режим обогащенного слоя; режим пролета домена. Основные характеристики ДГ: рабочая частота, генерируемая мощность, КПД; реальные и фундаментальные ограничения	6 4	ПК 4.3
	Практические занятия по теме 3	2	

Тема 4. Гетеропереходы	Содержание учебного материала	6	ПК 4.3.
	Развитие представлений о гетеропереходах. Анизотипные и изотипные гетеропереходы: энергетические диаграммы и механизмы токопохождения. Инжекционные свойства анизотипных гетеропереходов. Гетероструктурные системы на основе полупроводников АЗВ5: принципы подбора практических гетероструктурных систем, гетероструктуры на основе тройных и четверных твёрдых растворов. Двумерный электронный газ в гетеропереходах и возможные приложения. Сверхрешётки, резонансное туннелирование в сверхрешётках, резонансно-туннельные диоды.	4	ПК 4.3.
	Практические занятия По теме 4	2	ПК 4.3
Тема 5. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП - ПТ)	Самостоятельная работа Решение задач	1	ПК 4.3
	Содержание учебного материала	8	ПК 4.3
	Свойства структуры металл-диэлектрик-полупроводник: режимы аккумуляции, истощения и инверсии; эффект поля. Энергетическая диаграмма и вольт-фарадная характеристика МДП-структурь. Пороговое напряжение и потенциал инверсии. Подвижный заряд в инверсионном слое. Конструкция и принцип работы МДП-ПТ. Статические характеристики МДП-ПТ. Работа ПТ в режиме ключа и усилительном режиме. Параметры усилительного режима: крутизна, выходная проводимость, пороговое напряжение. Частотные свойства МДП-ПТ, эквивалентная схема, факторы, определяющие предельную частоту МДП-ПТ. Короткоканальные эффекты в МДП-ПТ, принцип "масштабирования" при конструировании МДП-ПТ. Типы МДП-ПТ	4	ПК 4.3
	Практические занятия По теме 5	4	ПК 4.3
Промежуточная аттестация: оценка			
Всего:		36	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1.Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины «Физические основы полупроводников».

Специализированная мебель (место преподавателя, посадочные места для студентов)

Материально-техническое оснащение:

Цифровая интегрированная лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью (место преподавателя, столы и стулья).

Материально-техническое оснащение:

- Набор лабораторный по спектроскопии
- Комплект для демонстрации и изучения электромагнетизма
- Демонстрационный физический приборный комплекс (стол демонстрационный физический)
- Источник питания лабораторный (индивидуальный)
- Комплект для демонстрации и изучения свойств электромагнитных волн
- Динамометры демонстрационные (комплект)
- Лазер лабораторный многолучевой
- Рельсовая система РС-98
- Многофункциональный штатив для фронтальных работ
- Стол островной физический
- Интерактивная панель EDF 98UH01C
- Комплект учебного оборудования «Теория электрических цепей и основы электроники»
 - Моноблок MSI PRO AM242P 14M- 668XRU
 - Точка доступа Ubiquitl UAP-AC- LR
 - Комплект приемник-передатчик HDMI по IP / Dr.HD EX 100 LIR
 - Комплект для передачи сигналов GEFEN EXT-USB2.0-LR
 - OPS модуль EDO-12450H-8256-W11P/H
 - Низкочастотный генератор сигналов
 - Набор лабораторный по оптике (расширенный)
 - Комплект для демонстрации и изучения квантовой физики (фотоэффект и определение постоянной Планка)
 - Комплект для демонстрации и изучения атомной физики (определение удельного заряда электрона)
 - Лабораторный источник питания 24В
 - Универсальный лабораторный комплекс
 - Весы электронные
 - Генератор Ван де Граафа
 - Трансформатор демонстрационный
 - Комплект для демонстрации и изучения постоянного тока
 - Гальванометр демонстрационный
 - Волновая машина
 - Цифровая лаборатория профильного уровня
 - Конденсатор переменной ёмкости демонстрационный
 - Комплект демонстрационный для изучения электростатики
 - Документ-камера ELMO L-12G МФУ Kyocera M2540DN
 - Комплект оснастки для станка ЧПУ

- Набор по изучению звуковых волн
- Машина магнито-электрическая
- Комплект для демонстрации и изучения механических колебаний и вращения
- Станок ЧПУ
- Комплект для демонстрации и изучения переменного тока
- Механическая рулетка
- Цифровая лаборатория профильного уровня
- 3Д принтер
- Флипчарт 70x100 см на роликах

Информационное обеспечение обучения

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организацией выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1: учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 382 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-10366-3.- Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. -URL: <https://urait.ru/bcode/517772> (дата обращения: 17.12.2023).

2.Старосельский,В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 463 с. - ISBN 978-5-9916-0808-4. - Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/509181> (дата обращения: 17.12.2023).

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Znanius.com: Электронно - библиотечная система: [сайт]. – Москва, 2011 – URL:<https://new.znanius.com/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей МИЭТ.

2. ЭБС Юрайт: образовательная платформа. – Москва, 2013 – URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

3. Электронно - библиотечная система Лань : [сайт]. – Санкт-Петербург, 2011 – . URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая/профессиональная компетенция	Показатели освоенности	Тип оценочных мероприятий
------------------------------------	------------------------	---------------------------

ПК 4.3. Проводить испытания для контроля качества и оценки надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	глубина понимания основных свойств и параметров материалов, объединённых общим понятием «твердое тело»; глубина понимания основных физических явлений и эффектов, происходящих в основе полупроводниковых приборов; глубина понимания характера и механизма работы основных параметров приборов; правильность использования справочной нормативно-технической документацией правильность и точность обработки результатов расчётов измерений с применением средств ВТ правильность определения, численного значение основных параметров полупроводниковых приборов.	Тестовый и устный контроль по данной тематике. Решение задач. Практические и самостоятельные работы.
---	---	--

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применяются следующие модели обучения: перевернутый класс, когда студенты знакомятся с новым материалом при помощи электронных ресурсов самостоятельно дома, а на аудиторных занятиях происходит обсуждение изученного материала и выполнение практических работ.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические основы полупроводников» по специальности среднего профессионального образования: 11.02.13 «Твердотельная электроника» разработана в колледже электроники и информатики 28.02.2024 года, протокол № 2.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с директором колледжа ЭИ НИУ МИЭТ

Директор колледжа /  /С.Н. Литвинова /