Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 17.09.2025 13:47:34
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г. Балашов
«30» 04 _____2025 г.
М.П.

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: 2 года 10 мес.
на базе основного общего образования

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00FCD5F6E07DC83F809D56CE1D350ACCD1
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 09.04.2025 по 03.07.2026

Москва 2025

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 специальности11.02.13 «Твердотельная электроника».

Учебная дисциплина изучается в 3 семестре. Общий объем дисциплины составляет 72 часа.

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:

ОК /ПК	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	Семестры
		4
Объем программы дисциплины	72	72
Основное содержание	72	72
Теоретическое обучение	32	32
Практическое обучение	34	34
Самостоятельная работа	6	6
Промежуточная аттестация		экзамен

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	3	4
Тема 1. Контакт Металл - полупроводник (КМП) и приборы на его основе	Содержание учебного материала	13	ПК 4.3
	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: эффект Шоттки, диодная и диффузионная теориивыпрямления, туннелирование в КМП с барьером Шоттки (БШ). Особенности реальных КМП с БШ. Модель Бардина: промежуточный слой и поверхностные электронные состояния. Высота барьера в реальных КМП. Вольт-амперная характеристика реальных КМП. Омические (невыпрямлянщие) КМП; теоретические и реальные зависимости сопротивления контакта от параметров П. Принципы создания реальных омических контактов. КМП с БШ на малом переменном сигнале. Эквивалентная схема КМП с БШ. Общие требования к материалу и конструкции полупроводниковых приборов (ПП) на основе КМП. Паразитные параметры ПП. Диоды с	8	

	барьером Мотта. Полупроводниковые сверхвысокочастотные (СВЧ) диоды на основе КМП с БШ. Детекторныеиварактерные (настроечные, параметрические)диоды.	5	
	Практические занятия		ПК 4.3
	Решение задач по теме "Элементарная теория электропроводности полупроводников"		ПК 4.3
Тема 2. Электронно - дырочные переходы (p-n переходы)	Содержание учебного материала	14	ПК 4.3
	Характеристики потенциального барьера. Вольт-амперные характеристики идеального p-n перехода. Особенности реальных p-n переходов. Пробой в p-n переходе. P-n переход на малом переменном сигнале. Переходные процессы в p-n перехо-де. Туннельный диод (принцип действия, вольт-амперная характеристика, анализ эквивалентной схемы.) Обращённый диод. P-i-n-структуры: ВАХ, эквивалентная схема. Переключательные и ограничительные диоды на основе p-i-n-структур.	7	
	Практические занятия по теме 2	4	
	Самостоятельная работа Решение задач	3	ПК 4.3
Тема 3. Приборы с неустойчивостью на переменном сигнале (генераторные диоды)	Содержание учебного материала	13	ПК 4.3
	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	8	ПК 4.3
	Практические занятия по теме 3	5	

Тема 4. Гетеропереходы	Содержание учебного материала	18	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 А3В5: принципы подбора практически х 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	10	ПК 4.3
	Самостоятельная работа Решение задач	4	ПК 4.3
Тема 5. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП - ПТ)	Содержание учебного материала	14	ПК 4.3
	Свойства структуры металл-диэлектрик-полупроводник: режимы аккумуляции, истощения и инверсии; эффект поля. Энергетическая диаграмма и вольт-фарадная характеристика МДП-структуры. 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	8	ПК 4.3
	Практические занятия По теме 5	6	ПК 4.3
Промежуточная аттестация : экзамен			
Всего:		**72**	

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 70х100 см на роликах

3.2.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.

3.3. 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: 17.01.2025).

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: 17.01.2025).

3.4.ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Znanium.com: Электронно - библиотечная система: [сайт]. – Москва, 2011 – URL:https://new.znanium.com/ (дата обращения: 12.01.2025). - Режим доступа: для авториз.пользователей МИЭТ.
2. ЭБС Юрайт: образовательная платформа. – Москва, 2013 – URL: https://urait. ru/ (дата обращения: 12.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
3. Электронно - библиотечная система Лань : [сайт]. – Санкт-Петербург, 2011 – . URL: https://e.lanbook.com/ (дата обращения: 12.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ПК4.3. Проводить испытания для контроля качества и оценки надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	глубина понимания основные свойства и параметры 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 заданной 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.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно - образовательной среды SDO.MIET.RU

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические основы полупроводников» по специальности среднего профессионального образования: 11.02.13 «Твердотельная электроника» разработана в колледже электроники и информатики 30.04.2025 года, протокол № 6.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с директором колледжа ЭИ НИУ МИЭТ

Директор колледжа / /С.Н. Литвинова /