

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 17.09.2025 13:52:34
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»



С Т В Е Р Ж Д А Ю

Директор по учебной работе

А.Г. Балашов

04
2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ 09 «Технологии создания чистых зон в микроэлектронике»

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 2025

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина ОПЦ. 09 «Технологии создания чистых зон в микроэлектронике» является обязательной частью общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника».

Учебная дисциплина изучается в 1, 2 семестрах. Общий объем дисциплины составляет 98 часов.

Цель освоения учебной дисциплины - формирование у обучающихся теоретических и практических компетенций в процессе выбора методов и режимов проведения технологических процессов и минимизации воздействия микроскопических загрязнений на качество и надёжность электронных компонентов.

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	
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте методы работы в профессиональной и смежных сферах порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	распознавать задачу и/или проблему в профессионально м и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть	

		<p>актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах</p> <p>оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)</p>	
ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.	психологические основы деятельности коллектива психологические особенности личности	организовывать работу коллектива и команды	
ПК 3.1 Осуществлять подготовку и запуск технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники	<p>Типы и устройство технологического оборудования; правила запуска и эксплуатации технологического оборудования; параметры и режимы работы технологического оборудования; порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования; возможные причины отказов в работе технологического оборудования; техническую и технологическую документацию; особенности конструкций разных видов изделий твердотельной электроники и фотоники; материалы и технологические процессы, применяемые для изготовления изделий твердотельной электроники; виды дефектов изделий твердотельной электроники, возникающие в технологическом процессе; основные технологические методы и приёмы получения материалов с заданными</p>	<p>Выполнять подготовку и запуск оборудования; измерять параметры и режимы работы технологического оборудования; регулировать параметры и режимы оборудования; выполнять аварийное выключение технологического оборудования; оформлять необходимую техническую документацию; осуществлять входной контроль и подготовку материалов и изделий перед выполнением операций технологического процесса;</p>	<p>подготовки и запуска технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники</p>

	свойствами.	<p>проводить простейшие расчёты основных технологических процессов; корректировать параметры и режимы работы технологического оборудования для исключения брака в изделиях твердотельной электроники; определять оптимальные режимы отдельных технологических методов; проводить исследования параметров материалов электронной техники; оценивать качество изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле.</p>	
<p>ПК 3.2 Устанавливать, контролировать и регулировать параметры и режимы технологических установок для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники</p>	<p>параметры и режимы работы технологического оборудования; порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования; возможные причины отказов в работе технологического оборудования; режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; влияние режимов технологического процесса</p>	<p>измерять параметры и режимы работы технологического оборудования; регулировать параметры и режимы технологического оборудования; выполнять аварийное выключение технологического оборудования;</p>	<p>установки, контроля и регулировки параметров и режимов технологических установок для производства изделий твердотельной электроники</p>

	<p>изготовления изделий твердотельной электроники на параметры и характеристики изделий твердотельной электроники; техническую и технологическую документацию; виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники</p>	<p>корректировать параметры и режимы работы технологического оборудования для исключения брака в изделиях твердотельной электроники;</p> <p>оформлять необходимую техническую документацию;</p> <p>заполнять сопроводительную документацию</p>	
<p>ПК 3.3 Выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)</p>	<p>особенности конструкций разных видов изделий твердотельной электроники; материалы и технологические процессы, применяемые для изготовления изделий твердотельной электроники; методы Пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники; виды дефектов изделий твердотельной электроники, возникающие в технологическом процессе; методику Пооперационного контроля качества изделий твердотельной электроники в технологическом процессе; способы и нормативные требования оценки качества изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле; устройство оптических микроскопов, контрольно-измерительных инструментов и приборов, и правила работы с ними; правила оформления документации по</p>	<p>осуществлять входной контроль и подготовку материалов и изделий перед выполнением операций технологического процесса;</p> <p>выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники в соответствии с технологической документацией;</p> <p>оценивать качество изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле;</p> <p>выполнять классификацию изделий твердотельной</p>	<p>выполнения операций технологического процесса производства изделий твердотельной электроники</p>

	результатам контроля; техническую и технологическую документацию; виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники	электроники по видам брака; оформлять документацию по результатам контроля; оформлять необходимую техническую документацию; заполнять сопроводительную документацию	
--	--	---	--

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем в часах	Семестры	
		1	2
Объем программы дисциплины	98		
Основное содержание	98	44	54
Теоретическое обучение	30	12	18
Практическое обучение	56	28	28
Самостоятельная работа	12	4	8
Промежуточная аттестация			Зачет с оценкой

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 1.1 Введение	Содержание учебного материала	8	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Основные понятия. Степень интеграции на пластине. Закон Мура и другие тенденции. Технологическая карта.	1	
	Практические занятия	5	
	Самостоятельная работа	2	
Тема 1.2 Чистые производствен-ные помещения	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Понятие чистых производственных помещений. Требования, предъявляемые к ЧПП. Классификация по ISO. Требования к температуре и влажности ЧПП. Понятие сервисной зоны. Типы ЧПП.	1	
	Практические занятия	7	

	Самостоятельная работа	2	
Тема 1.3 Источники загрязнений ЧПП	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Динамические и статические факторы загрязнения. Размеры загрязняющих частиц. Использование НЕРА - фильтров при фильтрации воздуха ЧПП. Практические занятия Выполнение гибки и обжимки газовых трубок для вакуумных установок.	1	
	Практические занятия	8	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.4 Технологические среды	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Типы технологических сред на производстве. Степень чистоты используемых материалов и реактивов. Требования, предъявляемые к персоналу на полупроводниковом производстве. Организация труда	2	
	Практические занятия	7	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.5 Очистка газов	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Примеси в газах высокой чистоты и их влияние на полупроводниковое производство. Числовая маркировка чистоты газов. Установки и технология очистки газовых сред.	2	
	Практические занятия	7	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.6 Очистка воды	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Типы загрязнений: ионные, неионные, органические, бактерии (микроорганизмы), растворенные газы. Зависимость типа загрязнений от источника воды.	2	
	Практические занятия	7	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.7 Очистка подложек	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Реальная поверхность полупроводниковых пластин. Разновидности загрязнений и их влияние на технологические характеристики полупроводниковых подложек, источники загрязнения поверхности подложек. Геттерирование. Оборудование для очистки поверхности полупроводниковых подложек	3	
	Практические занятия	6	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.8	Содержание учебного материала	10	ОК.01;

Фотолитографические процессы.	Процессы в фоторезистах. Негативные, позитивные фоторезисты. Фотошаблоны. Технология контактной и проекционной фотолитографии	3	ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Практические занятия	6	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.9 Создание диэлектрических пленок на поверхности полупроводниковых пластин	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Оборудование и технологические режимы получения диэлектрических пленок. Пиролитическое осаждение. Получение оксидных пленок в среде сухого и влажного кислорода.	2	
	Практические занятия	7	
	Самостоятельная работа	1	
Тема 1.10 Создание р - п переходов методом диффузии и ионной имплантации	Содержание учебного материала	10	ОК.01; ОК.04;;ПК 3.1; ПК 3.2; ПК 3.3;
	Физические основы процесса диффузии. Распределение примеси при диффузии. Диффузия из источника с постоянной поверхностной концентрацией (загонка). Диффузия из тонкого слоя с фиксированным количеством примеси (разгонка). Глубина залегания р - п перехода.	3	
	Практические занятия	6	
	Самостоятельная работа	1	
Промежуточная аттестация за 4 семестр:		зачет с оценкой	
Всего:		98	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к материально - техническому обеспечению

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения.

Специализированная мебель (место преподавателя, посадочные места для студентов)

Материально - техническое оснащение:

Учебная вакуумная технологическая станция “EVS FV”, стандартная комплектация 5 шт;
Учебный стенд введение в вакуумную технику “VSA 10”, базовая комплектация 2шт;
Учебный стенд введение в газовые коммуникации “GLA 10”, базовая комплектация; Система проектирования устройств автоматизации вакуумной техники “ЕАС 10”, стандартная комплектация 2шт; Система проектирования устройств автоматизации вакуумной техники “ЕАС 10”, стандартная комплектация 10шт; Комплект специализированной мебели и инструмента 1шт; 10шт; принтер 1шт.

Программное обеспечение: Windows 11 и выше; Microsoft Office Pro.

Демонстрационное оборудование и учебно - наглядные пособия: тематические стенды; плакаты.

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. Основы электротехники, микроэлектроники и управления: учебник для среднего профессионального образования / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент, Г. И. Бабокин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 601 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-20477-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565860> (дата обращения: 05.09.2025).

2. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микро- сборок [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.А. Коледов. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-0766-8. URL: <https://e.lanbook.com/book/1677504>.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Znaniyum.com: Электронно - библиотечная система: [сайт]. - Москва, 2011 - URL:<https://new.znaniyum.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 компетенций	Тип оценочных мероприятий
ОК 1. Выбирать способы решения задач в профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	глубина понимания задач при раоте в чистых комнатах , требования к допуску в чистые помещения, пониматние техники безопасности	анализ и оценка решения тестовых заданий; анализ и оценка решения устного опроса; анализ и оценка решения письменного опроса. Тестирование Оценка решений ситуационных задач.

		Практические занятия. Деловые игры. Проектная работа (разработка мини-проекта).
ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.	Умение работать в коллективе и выполнять в соответствии с общими задачами сменные задания	анализ и оценка решения тестовых заданий; анализ и оценка решения устного опроса; анализ и оценка решения письменного опроса. Тестирование Оценка решений ситуационных задач. Практические занятия. Деловые игры. Проектная работа (разработка мини-проекта).
ПК 3.1 Осуществлять подготовку и запуск технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники	выполнять подготовку и запуск технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники; оформлять необходимую техническую документацию; заполнять сопроводительную документацию	анализ и оценка решения тестовых заданий; анализ и оценка решения устного опроса; анализ и оценка решения письменного опроса. Тестирование Оценка решений ситуационных задач. Практические занятия. Деловые игры. Проектная работа (разработка мини-проекта).
ПК 3.2 Устанавливать, контролировать и регулировать параметры и режимы технологических установок для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники	измерять параметры и режимы работы технологического оборудования; регулировать параметры и режимы технологического оборудования; выполнять аварийное выключение технологического оборудования; корректировать параметры и режимы работы технологического оборудования для исключения брака в изделиях твердотельной электроники; оформлять необходимую техническую	анализ и оценка решения тестовых заданий; анализ и оценка решения устного опроса; анализ и оценка решения письменного опроса. Тестирование Оценка решений ситуационных задач. Практические занятия. Деловые игры. Проектная работа (разработка мини-проекта).

	документацию; заполнять сопроводительную документацию	
ПК 3.3 Выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)	осуществлять входной контроль и подготовку материалов и изделий перед выполнением операций технологического процесса; выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники в соответствии с технологической документацией; оценивать качество изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле;	анализ и оценка решения тестовых заданий; анализ и оценка решения устного опроса; анализ и оценка решения письменного опроса. Тестирование Оценка решений ситуационных задач. Практические занятия. Деловые игры. Проектная работа (разработка мини-проекта.

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

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в различных формах.

Рабочая программа учебной дисциплины ОПЦ. 09 «Технологии создания чистых зон в микроэлектронике» 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 /