

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.04.2026 11:59:48
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

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

«19» апреля 2026 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технохимических процессов»

Направление подготовки - 11.03.03 «Конструирование и технология
электронных средств»

Направленность (профиль) – «Конструирование и производство технологического
оборудования для производства электронной компонентной базы»

Программа разработана в Передовой инженерной школе
«Средства проектирования и производства
электронной компонентной базы»

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических процессов производства изделий микроэлектроники»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
ПК-2. ОТХП Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических технокимических процессов производства изделий микроэлектроники.	– участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Знания: основных параметров и характеристик технических систем и технологических технокимических процессов производства изделий микроэлектроники. Умения: выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических технокимических процессов производства изделий микроэлектроники. Опыт деятельности: по реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических технокимических процессов производства изделий микроэлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, является элективной.

Входные требования к дисциплине:

- знает основы общей химии, физической химии, технологии изготовления интегральных схем;
- знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований физико-химических процессов;
- умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;
- умеет определять ожидаемые результаты решения выделенных задач исследования физико-химических процессов;
- владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач;
- владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	5	180	32	-	32	80	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Основные	8		8	20	Тестирование №1

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
параметры и характеристики технологических технокимических процессов производства изделий микроэлектроники					Сдача практико-ориентированного задания №1
2. Химическая обработка, травление и другие технологические процессы формирования изделий микроэлектроники	8		8	20	Тестирование №2
					Представление доклада по выбранной теме
					Сдача практико-ориентированного задания №2
3. Методики экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических технокимических процессов	8		8	20	Тестирование №3
					Представление доклада по выбранной теме
					Сдача практико-ориентированного задания №3
4. Производственные аспекты обеспечения технокимических процессов	8		8	20	Тестирование №4
					Представление доклада по выбранной теме
					Сдача практико-ориентированного задания №4

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основы технохимических процессов в микроэлектронном производстве. Технологический маршрут изготовления микроэлектронных изделий. Роль технохимических процессов. Подготовка поверхности кремниевых пластин. Совместимость операций. Влияние загрязнений на выход годных изделий.
	2	2	Загрязнения поверхности кремниевых пластин и их влияние на технологические процессы. Классификация загрязнений: частицы, органика, металлы, ионы, молекулярные примеси. Механизмы удержания загрязнений. Влияние на литографию, осаждение и травление. Методы удаления загрязнений.
	3	2	Источники загрязнений и перенос примесей в условиях чистого производства. Источники контаминации: персонал, оборудование, материалы, воздух. Воздушный и контактный перенос загрязнений. Ламинарные потоки. Требования к чистым помещениям. Профилактика загрязнений.
	4	2	Технологии жидкостной и газофазной очистки кремниевых пластин. Жидкостные методы очистки (SC-1, SC-2, HF, SPM). Сухая очистка: плазма, озон, УФ-обработка. Механизмы удаления загрязнений. Параметры процессов очистки. Подготовка поверхности перед дальнейшими операциями.
2	5	2	Процессы химического травления технологических слоёв в микроэлектронике. Жидкостное и сухое травление. Изотропные и анизотропные процессы. Кинетика травления. Растворы для травления кремния и диэлектриков. Формирование микроструктур.
	6	2	Процессы осаждения тонких плёнок в технохимических технологиях. Методы PVD, CVD, ALD. Механизмы роста плёнок. Влияние температуры, давления и состава среды. Структура и свойства тонких плёнок. Применение в микроэлектронике.
	7	2	Окисление и диффузионные процессы формирования структур кремния. Термическое окисление кремния. Рост оксидных слоёв. Диффузионное легирование. Законы Фика. Формирование p–n-переходов. Управление профилем примесей.
	8	2	Ионная имплантация как метод формирования легированных областей кремния. Физика ионной имплантации. Профиль распределения примесей. Радиационные повреждения кристалла. Термический отжиг. Применение в формировании активных областей приборов.
3	9	2	Методы исследования поверхности и тонких плёнок после технологической обработки. Оптическая и электронная микроскопия.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			SEM, AFM. Спектральные методы анализа (EDS, XPS). Измерение толщины плёнок. Оценка шероховатости и дефектов.
	10	2	Методы оптимизации технохимических процессов обработки. Многофакторные зависимости процессов. Планирование эксперимента (DOE). Математическое моделирование. Критерии оптимизации. Обратная связь в технологических системах.
	11	2	Оборудование технохимических процессов обработки в микроэлектронике. Установки жидкостной и сухой обработки. Плазменные реакторы. Вакуумные системы. Оборудование PVD и CVD. Требования к материалам и чистоте оборудования.
	12	2	Метрологический контроль качества технохимических процессов. Виды контроля: входной, операционный, выходной. Измерение температуры, давления, концентрации, толщины плёнок. Погрешности измерений. Статистические методы контроля качества.
4	13	2	Надёжность и деградация материалов в технохимических процессах производства. Механизмы деградации: термическая, электрическая, химическая, механическая. Электромиграция. Влияние условий эксплуатации. Повышение долговременной стабильности структур.
	14	2	Экологическая и технологическая безопасность технохимических процессов. Опасные факторы производства. Работа с химическими реагентами и токсичными газами. Очистка выбросов и сточных вод. Требования охраны труда. Управление рисками.
	15	2	Автоматизация и цифровое управление технохимическими процессами. Уровни автоматизации. Датчики и системы управления. ПИД-регулирование. MES и ERP-системы. Цифровые двойники. Применение искусственного интеллекта.
	16	2	Интеграция технохимических процессов в технологический маршрут производства. Взаимосвязь операций технологического цикла. Последовательность процессов. Критические параметры производства. Комплексная оптимизация. Роль автоматизации и контроля.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Анализ маршрута получения микроэлектронных изделий
	2	2	Методы очистки поверхности кремниевых пластин
	3	2	Источники загрязнений в технологических процессах микроэлектроники
	4	2	Механизмы переноса, адгезии и удаления загрязняющих частиц
2	5	2	Химическая обработка кремниевых пластин: основные процессы
	6	2	Селективность травления и контроль скорости химической обработки
	7	2	Оборудование для групповых процессов обработки пластин
	8	2	Оборудование для индивидуальных процессов обработки пластин
3	9	2	Организация контроля технохимических процессов
	10	2	Средства измерений и мониторинга технологического оборудования
	11	2	Разрушающие методы контроля технохимических процессов
	12	2	Неразрушающие методы контроля поверхности и пленок
4	13	2	Периодический контроль технологических процессов
	14	2	Технологическая документация и регламенты контроля
	15	2	Оптимизация технохимических процессов по критериям эффективности
	16	2	Оптимизация оборудования и минимизация человеческого фактора

4.3. Лабораторные работы
Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к лекциям №1-4.
	4	Подготовка к практическим занятиям №1-4.
	4	Подготовка и прохождение теста №1.
	4	Подготовка доклада и его представление
	4	Выполнение практико-ориентированного задания №1 и его защита
2	4	Подготовка к лекциям №5-8.
	4	Подготовка к практическим занятиям №5-8.
	4	Подготовка и прохождение теста №2.
	4	Подготовка доклада и его представление
	4	Выполнение практико-ориентированного задания №2 и его защита
3	4	Подготовка к лекциям №9-12.
	4	Подготовка к практическим занятиям №9-12.
	4	Подготовка и прохождение теста №3.
	4	Подготовка доклада и его представление
	4	Выполнение практико-ориентированного задания №3 и его защита
4	4	Подготовка к лекциям №13-16.
	4	Подготовка к практическим занятиям №13-16.
	4	Подготовка и прохождение теста №4.
	4	Подготовка доклада и его представление
	4	Выполнение практико-ориентированного задания №4 и его защита.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)
Не предусмотрены.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

- Сценарий обучения по дисциплине «Основы технохимических процессов».

Модуль 1. Основные параметры и характеристики технологических технохимических процессов производства изделий микроэлектроники

- Конспекты лекций №1-4 по дисциплине.

- Теоретическая и практическая часть материалов для подготовки к практическим занятиям №1-4.

- МУС по подготовке доклада.

- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №1.

Модуль 2. Химическая обработка, травление и другие технологические процессы формирования изделий микроэлектроники

- Конспект лекций №5-8 по дисциплине.

- Теоретическая и практическая часть материалов для подготовки к практическим занятиям №5-8.

- МУС по подготовке доклада.

- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №2.

Модуль 3. Методики экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических технотехимических процессов

- Конспект лекций №9-12 по дисциплине.

- Теоретическая и практическая часть материалов для подготовки к практическим занятиям №9-12.

- МУС по подготовке доклада.

- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №3.

Модуль 4. Производственные аспекты обеспечения технотехимических процессов

- Конспект лекций №13-16 по дисциплине.

- Теоретическая и практическая часть материалов для подготовки к практическим занятиям №13-16.

- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №4.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Рыбин, Н. Б. Технология изделий микроэлектроники : учебное пособие / Н. Б. Рыбин, Н. В. Рыбина. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 160 с. — ISBN 978-5-7722-0389-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439736> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Романовский, М. Н. Интегральные устройства радиоэлектроники : учебное пособие / М. Н. Романовский. — Москва : ТУСУР, [б. г.]. — Часть 1 : Основные структуры полупроводниковых интегральных схем — 2012. — 123 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4936> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Родионов, Ю. А. Химические технологии в производстве микроэлектромеханических систем / Ю. А. Родионов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 220 с. — ISBN 978-5-507-46956-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/324977> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Смирнов, В. И. Нанoeлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 280 с. — ISBN 978-5-9795-

- 1726-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170655> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Васильев, В. Ю. Современное производство изделий микроэлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-3907-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152235> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 6. Гридчин, А. В. Микродатчики и микросистемы. Краткий курс лекций : учебное пособие / А. В. Гридчин. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 226 с. — ISBN 978-5-7782-4512-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216290> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 7. Терехов, А. И. Технологические основы изготовления интегральных микросхем : учебное пособие / А. И. Терехов, И. А. Тихомирова. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154591> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 8. Технология микросборок : учебное пособие / М. Н. Пиганов, М. П. Калаев, А. М. Телегин, К. И. Сухачев. — Самара : Самарский университет, 2020. — 188 с. — ISBN 978-5-7883-1552-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189028> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 9. Подвигалкин, В. Я. Толстые плёнки радиоэлектроники. Физико-технические основы, гетероструктурные среды, приложения : учебное пособие / В. Я. Подвигалкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-2404-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209768> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 10. Мирзоев, Р. А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов : учебное пособие для вузов / Р. А. Мирзоев, А. Д. Давыдов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 440 с. — ISBN 978-5-507-51295-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/509885> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 11. Иванов, А. С. Физические основы микро- и нанотехнологии : учебное пособие / А. С. Иванов, Г. И. Пахомов. — Пермь : ПНИПУ, 2011. — 311 с. — ISBN 978-5-398-00638-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160409> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 12. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. — Москва : Проспект, 2017. — 519 с. — ISBN 978-5-392-25297-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/150495> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Смирнов, Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1379-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211292> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
14. Архипов, А. В. Основы технологии электронной компонентной базы : учебное пособие / А. В. Архипов, М. А. Советкина. — Самара : Самарский университет, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-7883-1750-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/336608> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Глущенко, А. Г. Основы фотоники: (конспект лекций) : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко, С. В. Жуков. — Самара : ПГУТИ, 2018 — Часть 1 — 2018. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182199> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
16. Лабораторный практикум по физике и технологии наноструктурной электроники : учебное пособие / И. С. Васильевский, М. М. Грехов, А. С. Гусев [и др.]. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2018. — 256 с. — ISBN 978-5-7262-2398-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126654> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
17. Грачева, И. В. Источники загрязнения среды обитания : учебное пособие / И. В. Грачева. — Ковров : КГТА имени В. А. Дегтярева, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-86151-650-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155841> (дата обращения: 10.04.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Периодические издания

1. Нано- и микросистемная техника : Ежемес. междисциплинарный теорет. и приклад. науч.-техн. журн. / РАН, Отделение информационных технологий и вычислительных систем. - М. : Новые технологии : Нано-микросистемная техника, 1999-. URL: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9293 (дата обращения: 10.04.2026).
2. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / ООО «Объединенная редакция». - М. : НИЦ «Курчатовский институт», 2006 - . URL: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=10601 (дата обращения: 10.04.2026).
3. PLM Эксперт. Инновации в промышленности: журнал. — Санкт-Петербург, 2014-2019. — URL: https://connective-plm.com/besplatnie_materiali_i_resursi_po_sistemam_siemens_plm#!/tab/175953723-4 (дата обращения: 10.04.2026)
4. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА / РАН. - Москва : ИКЦ Академкнига, 1972 - . - URL: <https://eivis.ru/browse/publication/79437> (дата обращения: 10.04.2026). - Режим доступа: по подписке.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 10.04.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 10.04.2026). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. ФИПС : Информационно-поисковой системы Интернет портала ФИПС: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 10.04.2026).
4. Электронно-библиотечная система Znanium : URL: <https://znanium.ru> (дата обращения: 10.04.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение: основано на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>. Система ОРИОКС используется в дисциплине для уведомления студентов, обеспечения методическим материалом по дисциплине (для подготовки к занятиям и для самостоятельной работы), для размещения информации о графике проведения контрольных мероприятий и полученных оценках.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, бесплатные сервисы (Макс, Вконтакте и др.).

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в формах тестирования в ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>) или MOODLe.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория Компьютерный класс	Компьютеры (Intel Core i5), мультимедийное оборудование	Microsoft Office Professional Plus 2013 (п. 15. Реестра ПО). Adobe Reader.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows, Microsoft Office, браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-2**. ОТХП «Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик технических систем и технологических теххимических процессов производства изделий микроэлектроники»

ФОС представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Для формирования подкомпетенции и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках изучения данной дисциплины проводятся интерактивные лекции и практические занятия, а также практико-ориентированные задания и контрольные мероприятия (выступления с докладами, тестирования).

Интерактивные лекции проводятся в каждом модуле. В рамках интерактивных лекций оценивается степень усвоения пройденного материала, уровень аргументации своего мнения и владения устной речью. Предварительно преподаватель формулирует вопрос, ответ на который является предметом дискуссии (М1-М4). На занятиях активно используются учебные видеоролики, презентации и электронные учебные материалы. Во время проведения лекций обучаемые могут у себя на рабочем месте повторять действия преподавателя, которые он выполняет в системе, в программе. Для проверки полученных знаний по окончании теоретической части каждого модуля проводится тестирование.

Для активизации процесса обучения на лекции используются следующие методы:

- интерактивный опрос студентов с разбором конкретных ситуаций по обсуждаемой

теме;

– активизация студентов, не работающих на лекции, путем задавания простых вопросов по только что освещенному преподавателем материалу.

Практические занятия

На практические занятия выносятся вопросы, связанные с более подробным изучением информационной поддержки жизненного цикла изделия электронной техники. Предусмотрена подготовка студентом в рамках СРС доклада по теме, вынесенной на самостоятельную проработку, с кратким выступлением на практическом занятии и ответами на вопросы в диалоговом режиме.

На практических занятиях проводятся интерактивные опросы студентов с разбором конкретных ситуаций по обсуждаемой теме (дать описание методики неразрушающего контроля глубины канавки в процессе травления кремниевой пластины, дать описание этапов подготовки поверхности кремниевой пластины с алюминиевыми дорожками на поверхности, дать описание вариантов используемого оборудования химической обработки кремниевых пластин для производства ИС с топологическими нормами 90 нм и т.п.).

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лекциям и практическим занятиям, контрольному мероприятию для проверки сформированности подкомпетенции, изучение литературы с целью более глубокого освоения изучаемой темы и выполнение тестов. Предусматривается выполнение доклада по теме, вынесенной на самостоятельную проработку. Основной СРС является практико-ориентированное задание в нескольких частях, которое позволит студентам приобрести актуальную профессиональную компетенцию в области исследования технокимических процессов и оборудования. Материал практико-ориентированного задания основан на опыте ведущих предприятий в области использования технокимических процессов и оборудования. Более подробно изложено в описании практико-ориентированного задания (ПОЗ).

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме – до 80 баллов включительно).

По завершению изучения дисциплины предусмотрен экзамен (20 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в сценарии по дисциплине.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету: *удовлетворительно* – от 50 до 69 баллов включительно; *хорошо* – от 70 до 84 баллов включительно; *отлично* – более 85 баллов включительно.

Структура и график контрольных мероприятий доступен в журнале успеваемости в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор Института НМСТ,
доктор технических наук, доцент _____



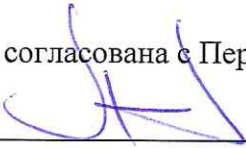
/ Калугин В.В./

Рабочая программа дисциплины «Основы технохимических процессов» по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Конструирование и производство технологического оборудования для производства электронной компонентной базы» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании Института НМСТ 26 июня 2026 года, протокол № 11.

Директор Института НМСТ  С.П. Тимошенко

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ  / А.Л. Переверзев /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  Т.П. Филиппова