

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 10.07.2026 11:08:42
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

« 4 » декабря 202 4 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы и средства исследования и оптимизации технохимических процессов и оборудования»

Направление подготовки - 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Технологическое оборудование для производства изделий микроэлектроники и микросистемной техники»

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

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач, делать научно-обоснованные выводы, готовить научные публикации и заявки на изобретения»

Обобщенная трудовая функция. Проведение научных исследований

Трудовая функция. Планировать научные исследования, определяя цели, задачи и методы исследования

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
ПК-1. МСИО ТХПО Способен формулировать цели и задачи научных исследований технохимических процессов и оборудования, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач и делать обоснованные выводы	планирование и проведение исследований технохимических процессов и оборудования по заданной методике, получение научно-обоснованных выводов и рекомендаций на основе полученных результатов	Знания: основных целей и задач научных исследований технохимических процессов и оборудования, применяемых для производства микроэлектронных изделий и изделий микросистемной техники. Умения: выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач и делать обоснованные выводы. Опыт деятельности: по исследованию технохимических процессов и оборудования, применяемых для производства микроэлектронных изделий и изделий микросистемной техники

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:

- знание основ физической химии, технологических и защитных сред; технологии изготовления интегральных схем;
- знания основ конструирования и технологической подготовки к производству изделий электронной техники, микросистем, систем на печатных платах; стандартов и нормативных документов ЕСКД, ЕСТД в области разработки изделий электронной техники; основных принципов работы в современных САД-системах; общие сведения по правилам внесения, хранения, изменения информации в базах данных;
- умения находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи;
- владение 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)		
2	3	7	252	16	-	32	168	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельна я работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторны е работы (часы)		
1. Основы процессов жидкостной обработки и процессов травления технологических слоев в современном микроэлектронном производстве	4	8	-	42	Тестирование №1 Сдача практико-ориентированного задания №1
2. Технохимические	4	8	-	42	Тестирование №2

процессы и оборудование, применяемое для производства микроэлектронных изделий с различными топологическими нормами					Представление доклада по выбранной теме
					Сдача практико-ориентированного задания №2
3. Методы и средства исследования технохимических процессов. Метрологический контроль.	4	8	-	42	Тестирование №3
					Представление доклада по выбранной теме
					Сдача практико-ориентированного задания №№3
4. Управление технохимическим процессами. Технологическая документация	4	8	-	42	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	Основные операции маршрута получения микроэлектронных изделий. Очистка поверхности. Способы формирования диэлектрических, полупроводниковых, металлических слоев. Операции сухого и жидкостного травления кремния. Травление технологических слоев. Фотолитография и удаление фоторезиста. Организация последовательности операций технологического маршрута.
	2	2	Категории источников загрязнений. Факторы, влияющие на общий уровень загрязнений. Принципы, на которых базируется технология очистки. Общие требования к конструкции оборудования для проведения групповых и индивидуальных процессов, транспортированию и обработке пластин, последовательности технологических операций.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	3	2	Требования к процессам химической обработки кремниевых пластин. Факторы, определяющие скорость травления технологических слоев. Селективность травления, аспектное соотношение, изотропное травление, анизотропное травление. Виды технологических отклонений. Оптимизация технохимических процессов.
	4	2	Типы используемого оборудования. Общие требования к конструкции оборудования для проведения групповых и индивидуальных процессов. Транспортировка, переукладка и обработка пластин. Сушка пластин. Использование роботизированных систем. Последовательность технологических операций. Защита от статического электричества.
3	5	2	Методы исследования технохимических процессов и оборудования. Организация последовательности контрольных операций химической обработки и травления. Особенности контрольных операций и требования к их проведению. Средства исследования технохимических процессов и оборудования. Аттестация и поверка средств измерений.
	6	2	Разрушающие и не разрушающие методы контроля. Измерение толщины пленок, оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, профилометрия. Растровая электронная микроскопия. Датчики и системы обеспечения работоспособности оборудования. Преимущества и недостатки групповых и индивидуальных процессов обработки пластин.
4	7	2	Периодический контроль технологических процессов и оборудования. Сопровождение производства. Инструкции и выписки из технологической документации. Регламент проведения технологических процессов. Электронный документооборот и его поддержка. Автоматизация и организация процессов в проектах.
	8	2	Общие вопросы управления и показатели эффективности. Оптимизация технохимических процессов и оборудования. Минимизация человеческого фактора в технохимических процессах. Практические аспекты проектирования оборудования для микроэлектронной промышленности. Оптимизация оборудования.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Определение способа химической обработки для удаления различных типов загрязнений. Определение влияния факторов на граничный слой жидкости. Участок приготовления растворов. Входной контроль жидкостей и газов.
	2	2	Оценка геометрических параметров пластин из-за разности КТЛР используемых материалов. Исследование влияния технологических слоев на изгиб, прогиб, неплоскостность, коробление пластин.
	3	2	Анализ материалов, применяемых в установках технохимических процессов. Определение способов реализации основных компонентов технологического оборудования.
	4	2	Анализ контроля механических частиц. Определение причин привносимой дефектности на производственном участке в условиях чистого производственного помещения. Построение диаграммы Исикава.
2	5	2	Определение концентрационных соотношений компонентов, температурных режимов, времени обработки химических растворов для очистки поверхности кремниевых пластин.
	6	2	Расчет привносимой дефектности сушки пластин в центрифуге с использованием автоматизированных средств контроля.
	7	2	Составление алгоритма процесса жидкостного травления кремния в щелочном растворе с использованием контрольных пластин.
	8	2	Анализ и составление рецептов автоматизированных процессов химической обработки и травления кремниевых пластин.
3	9	2	Определение количества микрочастиц по двум диаметрам. Анализ контрольных процессов (замер чистоты воздуха, скорости травления технологических слоев, привносимой дефектности процесса сушки и др.).
	10	2	Анализ использования контрольных пластин при травлении слоев оксида кремния и нитрида кремния, травления кремния, удаления фоторезиста. Обеспечение

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
			равномерности процессов по поверхности пластины, от пластины к пластине, от партии к партии).
	11	2	Расчет шероховатости кремниевой поверхности на разной длине участка измерения.
	12	2	Анализ применения разрушающих и неразрушающих методов контроля кремниевых пластин (определение толщины слоев, дефектов и др.).
4	13	2	Выбор технологических сред, последовательности операций, способов обработки для организации групповых и индивидуальных процессов. Анализ методов оптимизации технологических процессов и оборудования.
	14	2	Составление сопроводительного листа изготовления микроэлектронных изделий. Определение особо важных технологических процессов.
	15	2	Анализ способов передачи информации линейного технолога участка технохимических процессов по рабочей смене. Заполнение сопроводительного листа, рабочего и электронного журналов. Дублирование информации. Распределение ответственности.
	16	2	Способы решения технологических вопросов химической обработки и травления по рабочей партии пластин. Определение контрольных точек. Решение вопросов отклонения от норм, нарушения технологической дисциплины и др. Анализ рисков.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к лекциям №1, 2.
	4	Подготовка к практическим занятиям №1, 2.
	6	Подготовка и прохождение теста №1.
	6	Подготовка доклада №1 и его представления
	22	Выполнение практико-ориентированного задания №1 и его защита
2	4	Подготовка к лекциям №3, 4.
	4	Подготовка к практическим занятиям №3, 4.
	6	Подготовка и прохождение теста №2.
	6	Подготовка доклада №2 и его представления
	22	Выполнение практико-ориентированного задания №2 и его защита
3	4	Подготовка к лекциям №5, 6.
	4	Подготовка к практическим занятиям №5, 6.
	6	Подготовка и прохождение теста №3.
	6	Подготовка доклада №3 и его представления
	22	Выполнение практико-ориентированного задания №3 и его защита
4	4	Подготовка к лекциям №7, 8.
	4	Подготовка к практическим занятиям №7, 8.
	6	Подготовка и прохождение теста №4.
	6	Подготовка доклада №4 и его представления
	22	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 «Методы и средства исследования и оптимизации технокимических процессов и оборудования».

Модуль 1. Основы процессов жидкостной обработки и процессов травления технологических слоев в современном микроэлектронном производстве

- Конспекты лекций №1 и №2 по дисциплине.
- МУС для подготовки к практическим занятиям №1 и №2.
- МУС по подготовке доклада №1.

- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №1.

Модуль 2. Технохимические процессы и оборудование, применяемое для производства микроэлектронных изделий с различными топологическими нормами

- Конспект лекций №3 и №4 по дисциплине.
- МУС для подготовки к практическим занятиям №3 и №4.
- МУС по подготовке доклада №2.
- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №2.

Модуль 3. Методы и средства исследования технохимических процессов.
Метрологический контроль

- Конспект лекций №5 и №6 по дисциплине.
- МУС для подготовки к практическим занятиям №5 и №6.
- МУС по подготовке доклада №3.
- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №3.

Модуль 4. Управление технохимическими процессами. Технологическая документация

- Конспект лекций №7 и №8 по дисциплине.
- МУС для подготовки к практическим занятиям №7 и №8.
- МУС по подготовке доклада №4.
- МУС по выполнению практико-ориентированного задания №4.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. 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: 27.09.2024)
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: 27.09.2024)
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: 06.12.2024)
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: 11.12.2024)
5. 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: 11.12.2024)
6. Сафиуллин, Р. Н. Управление техническими системами / Р. Н. Сафиуллин, Р. Р. Сафиуллин ; Под ред.: Сафиуллин Р. Н.. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 344 с. — ISBN 978-5-507-45559-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/311867> (дата обращения: 11.12.2024)
 7. 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: 11.12.2024)
 8. 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: 11.12.2024)
 9. 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: 11.12.2024)
 10. 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: 11.12.2024)
 11. Мирзоев, Р. А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов : учебное пособие для вузов / Р. А. Мирзоев, А. Д. Давыдов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-8815-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233237> (дата обращения: 11.12.2024)
 12. 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: 11.12.2024)
 13. Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и наноэлектроники : 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: 11.12.2024)
 14. 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: 11.12.2024)
 15. 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: 11.12.2024)

16. Глущенко, А. Г. Основы фотоники: (конспект лекций) : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко, С. В. Жуков. — Самара : ПГУТИ, 2018 — Часть 2 — 2018. — 198 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182201> (дата обращения: 11.12.2024)
17. 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: 11.12.2024)
18. 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: 11.12.2024)

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-.
2. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : ИКЦ Академкнига, 2006 - . URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10601> (дата обращения: 16.12.2024)
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: 16.12.2024)
4. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА / РАН. - Москва : ИКЦ Академкнига, 1972 - . - URL: <https://eivis.ru/browse/publication/79437> (дата обращения: 26.12.2024). - 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: 11.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 11.12.2024). - 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: 11.12.2024).
4. Электронно-библиотечная система Znanium: сайт. - URL: <https://znanium.ru> (дата обращения: 31.10.2024). - 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 (Telegram, 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

Фонд оценочных средств (ФОС) по подкомпетенции **ПК-1. МСИО ТХО.** «Способен формулировать цели и задачи научных исследований теххимических процессов и оборудования, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач и делать обоснованные выводы»

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 окончанию теоретической части каждого модуля проводится тестирование в электронном виде.

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 методов формирования прямоугольного кремниевого профиля; дать описание этапов подготовки поверхности к высокотемпературным процессам в технологии изготовления ИС с топологическими нормами 1 мкм, дать описание вариантов оборудования химической обработки погружного типа 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 задания, которые позволят студентам приобрести актуальную профессиональную компетенцию в области исследования термических процессов и оборудования. Материал практико-ориентированного задания основан на опыте ведущих предприятий в области разработки термического оборудования.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме – до 70 баллов), сдача экзамена (в сумме до 30 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в сценарии по дисциплине.

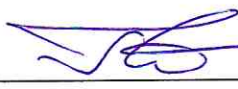
По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий см. в журнале успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор Института НМСТ,
доктор технических наук, доцент  / Калугин В.В./

Рабочая программа дисциплины «Методы и средства исследования и оптимизации технoхимических процессов и оборудования» по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Технологическое оборудование для производства изделий микроэлектроники и микросистемной техники» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 3 декабря 2024 года, протокол № 6.

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