Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 28.08.2025 15:56:20
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
«27» августа 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Экология высоких и интегрированных технологий»

Направление подготовки - 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

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

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 6B45CDC4E08026FA8135524A12F981A6
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 01.10.2024 по 25.12.2025

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**»** сформулирована с учетом требований к выпускникам на рынке труда

Обобщенная трудовая функция - проведение научных исследований.

Трудовая функция - планирование научных исследований, определение целей, задач и методов исследования.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения подкомпетенций**
ПК-1.ЭВИТ Способен формулировать цели и задачи научных исследований с учётом аспектов экологии, способность обосновано выбирать экологически безопасные экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	- анализ и систематизация экологических проблем при производстве, эксплуатации и утилизации электронных средств и изделий на их основе; - разработка решений по предупреждению, контролю и устранению возможных опасностей с учётом правовых норм в области экологии и охраны труда; - проведение профилактических мероприятий для оценки эффективности экологическо безопасности;	**Знает** тенденции и перспективы развития высоких и интегрированных технологий, а также существующие экологические проблемы и правовые нормы для решения экологических задач **Умеет** использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в области экологии высоких и интегрированных технологий **Имеет опыт** выбора средств и методов контроля и обеспечения экологической безопасности производства электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине: сформированные компетенции в предшествующих дисциплинах «Химия», «Экология».

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)		
1	1	3	108	-	-	32	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
1. Определение ЭВИТ. Чистые помещения. Особо чистые материалы. Очистка воды.	-	-	12	32	Контрольное тестирование № 1
2. Экологическая безопасность производства. Контроль загрязнений. Безотходные технологии.	-	-	20	44	Рубежный контроль Контрольное тестирование № 2 Защита группового учебного задания для приобретения опыта деятельности «Проект участка тонкопленочной технологии»

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	4	**Введение.** Влияние условий природной среды на высоко-интегрированные технологии (ВИТ). Воздействие микроэлектронной промышленности на природу. Объяснение группового учебного задания «Проект участка тонкопленочной технологии» и распределение обязанностей в рамках реализации проекта.
	2	4	**Материалы для ВИТ.** Квалификация химических реактивов. Методы получения особо чистых веществ (ОСЧ). ОСТ 11.029.003-80 ИЭТ. Вода, применяемая в производстве. Марки, технические требования, методы очистки и контроля. Дискуссия по проблеме реализации технологического решения для производства схемы «Передача знаний по курсу ЭВИТ магистрам».
	3	4	**Чистые помещения.** ГОСТ Р ИСО 14644 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Тест 1. Обсуждение в рамках реализации группового учебного задания необходимого на участке тонкопленочной технологии оборудования и материалов.
2	4	4	**Оценка экологической безопасности технологий с учетом специфики производства**. Производство интегральных схем. Производство печатных плат. Анализ инженерного решения «проекта участка тонкопленочной технологии».
	5	4	**Методы химического и физико-химического контроля загрязнений.** Предельно допустимая концентрация (ПДК), предельно допустимые выбросы (ПДВ), временные согласованные выбросы (ВСВ). Тест 2.
	6	4	**Знакомство с экспериментальными методами физико-химического определения микроконцентраций.**
	7	4	**Безотходные технологии.** Регенерация отработанных растворов. Контроль эффективности процессов рекуперации.
	8	4	**Презентация группового учебного задания «Проект участка тонкопленочной технологии».**

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Изучение учебной литературы, работа с ЭМИРС, электронными ресурсами Интернет, подготовка к практическим занятиям №1-3
	4	Подготовка к контрольному тестированию №1 по темам практических занятий №1-3
	16	Выполнение группового учебного задания «Проект участка тонкопленочной технологии».
2	20	Изучение учебной литературы, нормативно-правовой документации в области экологии и охраны труда, работа с ЭМИРС, электронными ресурсами Интернет, подготовка к практическим занятиям №4-7
	4	Подготовка к контрольному тестированию №2 по темам практических занятий №4-5
	20	Выполнение группового учебного задания «Проект участка тонкопленочной технологии».

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

Сценарий обучения по дисциплине

Модуль 1 «Определение ЭВИТ. Чистые помещения. Особо чистые материалы. Очистка воды**»**

Учебно-методические материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения группового учебного задания, подготовки к практическим занятиям и контрольному тестированию:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА «Организация высокоинтегрированного производства» (http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2018/5/EVIT_MUS_po_izucheniyu__vneshnego_elektronnogo_kursa.pdf).

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ ПОВЫПОЛНЕНИЮ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ «Разработка проекта участка тонкопленочной технологии» (http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2017/12/MUS_dlya_UZ_EVIT.pdf)

Модуль 2 «Экологическая безопасность производства. Контроль загрязнений. Безотходные технологии**»**

Учебно-методические материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения группового учебного задания, подготовки к практическим занятиям и контрольному тестированию:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ВНЕШНЕГОЭЛЕКТРОННОГО КУРСА «Организация высокоинтегрированного производства» (http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2018/5/EVIT_MUS_po_izucheniyu__vneshnego_elektronnogo_kursa.pdf).
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ «Разработка проекта участка тонкопленочной технологии» (http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2017/12/MUS_dlya_UZ_EVIT.pdf)

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Ветошкин, А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления / А. Г. Ветошкин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-507-47210-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/342770 (дата обращения: 22.07.2024)
2. Борисов А.Г. Физико-химические методы анализа : Монография: [учеб. пособие]/ А. Г. Борисов, Н. Г. Никитина, С. Ю. Хаханин; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Т.И. Хаханиной. - М.: МИЭТ, 2010. - 200 с**.**
3. Хаханина Т.И. Лабораторный практикум по физико-химическим методам анализа [Текст] / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Н.Г. Никитиной. - М.: МИЭТ, 2010. - 116 с.
4. Никитина Н.Г. Лабораторный практикум по курсу "Неорганическая химия" / Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд., доп. - М.: МИЭТ, 2013. - 108 с.
5. Киреев В.Ю. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование : [учебно-справочное руководство] / В. Ю. Киреев. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 320 с.
6. Введение в микроэлектронику: Учеб. пособие / Ю.А. Гатчин [и др.]. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. - 114 с. - URL: http://books.ifmo.ru/book/565/vvedenie_v_mikroelektroniku.htm (дата обращения: 23.07.2024)

7. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст]: В 2-х т.[Учеб. пособие для вузов]. Т. 1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова; Под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань: электронно-библиотечная система. – Санкт-Петербург, 2011; URL:https://e.lanbook.com/ (дата обращения 30.7.2024). – Режим доступа: для авториз. Пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС (http://orioks.miet.ru):

Для взаимодействиястудентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОКС «Новости», «Домашние задания», электронная почта.*

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах: внешних видеоматериалов по вопросам организации высокоинтегрированного производства:

1.Производство печатных плат - https://www.youtube.com/watch?v=gxyIG7VipRo

2. Производство микрочипов в России! - https://www.youtube.com/watch?v=JXMLeDLLgBw

3. Introduction to Photolithography - (Negative or Positive Photoresist) - https://www.youtube.com/watch?v=IF2pDoPBv101.

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	Мультимедийная аудитория с возможностью демонстрации презентаций	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ЭВИТ** «Способен формулировать цели и задачи научных исследований с учётом аспектов экологии, способность обосновано выбирать экологически безопасные экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен 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

Посещение семинаров обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся преподавателем еженедельно, их посещают по необходимости.

Цель семинаров – обучение базовым знаниям и умениям с частичным охватом материала повышенного уровня.

Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно с использованием методических материалов для самостоятельной работы.

На консультациях обсуждаются не усвоенные на семинарах и в результате самостоятельной работы материалы, а также выполнение группового учебного задания для приобретения опыта деятельности «Проект участка тонкопленочной технологии».

На итоговом семинаре проходит публичное представление студентами результатов выполнения группового учебного задания для приобретения опыта деятельности «Проект участка тонкопленочной технологии».

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 85 баллов) и посещаемость и активность студентов (в сумме 15 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен студенту в ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/.

РАЗРАБОТЧИК:

Старший преподаватель Института ПМТ _____ /Петухов И.Н./

Рабочая программа дисциплины «Экология высоких и интегрированных технологий» 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 ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института от 30 августа 2024 года, протокол № 12/1

Директор Института ПМТ _____/С.А.Гаврилов/

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/