Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 01.07.2025 11:02:41
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
«10» декабря 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические среды»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность (профиль) - «Технологии материалов микроэлектроники»

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 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенции ОП	**Подкомпетенции, формируемые в дисциплине**	**Индикаторы достижения компетенций**
ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	**ОПК-6.ТС** Способен обеспечивать экологически безопасное производство на основе выбора технологических сред при эксплуатации оборудования в соответствии с правилами техники безопасности и норм охраны труда.	**Знания** современных методов и средств контроля в области наноэлектроники. **Умения** анализировать, выбирать, разрабатывать и эксплуатировать современные системы жизнеобеспечения индустрии материалов электронной техники. **Опыт** обеспечения и поддержания экологически безопасного производства на основе выбора технологических сред.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Безопасность жизнедеятельности», «Физико-химические основы технологии интегральных микро- и наноструктур».

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	6	2	72	16	-	16	40	Зач

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Контроль загрязнений в чистых помещениях.	2	-	2	5	Опрос Защита практико-ориентированных заданий Тестирование
2. Прецизионная очистка воздуха в чистых помещениях.	2	-	2	5	Опрос Защита практико-ориентированных заданий Тестирование
3. Технологический микроклимат чистых помещений	2	-	2	5	Опрос Защита практико-ориентированных заданий Тестирование
4. Контроль и мониторинг чистых помещений.	2	-	2	5	Опрос Защита практико-ориентированных заданий Тестирование
5. Оборудование чистых помещениях в микроэлектронике.	2	-	2	5	Опрос Защита практико-ориентированных заданий Тестирование
6. Технологические газы и вода в микроэлектронике.	4	-	4	10	Опрос Защита практико-ориентированных заданий Тестирование
7. Основные требования к материалам, конструкциям и персоналу при производстве изделий	2	-	2	5	Опрос Защита практико-ориентированных заданий

микроэлектроники.					Тестирование

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Дисциплина «Технологические среды», её содержание, цель и основные задачи. Основные понятия и определения. Методы и средства контроля загрязнений в чистых помещениях. Основные принципы жизнеобеспечения и подготовки технологических сред в чистых помещениях.
2	2	2	Фильтры для очистки воздуха в чистых помещениях. Движение воздушных потоков в чистом помещении. Расход воздуха. Чистые помещения с вертикальным и горизонтальным однонаправленным потоком воздуха.
3	3	2	Технологический микроклимат в чистых помещениях. Температура воздуха, его относительная влажность, перепад давления в основных элементах чистых помещений, кратность воздухообмена, концентрация аэрозольных частиц.
4, 5	4	2	Расход подаваемого и удаляемого воздуха. Контроль движения воздуха между производственными процессами. Основное оборудование при производстве электронных приборов и устройств. Всасывающие и нагнетающие воздуховоды.
	5	2	Центральные кондиционеры.
6, 7	6,7	4	Технологические газы, используемые в высоких технологиях. Деионизованная вода. Материалы и конструкции чистых помещений при производстве и эксплуатации материалов, компонентов, электронных приборов и устройств. Модульные конструкции.
	8	2	Каркасные и бескаркасные стеновые панели. Спецодежда для персонала (типы тканей одежды и дизайн). Маски и перчатки для чистых помещений. Уборка чистых помещений.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Средства защиты от загрязнений при производстве изделий

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
			электронной техники; наноэлектроника как высокоэффективная отрасль промышленности. Источники и средства удаления и защиты от загрязнений.
2	2	2	Фильтрация воздуха: ULPA-фильтры, HEPA-фильтры, механизмы улавливания частиц, определение эксплуатационных характеристик финишных фильтров. Стандарты по фильтрам.
3	3	2	Потоки воздуха чистых помещений, рециркуляция воздуха, кратность воздухообмена. Расход воздуха. Схемы подачи воздуха. Контроль утечек воздуха. Параметры воздушной среды, методы контроля аэрозольных частиц и параметров технологического микроклимата в чистых помещениях, контроль параметров технологических сред.
4	4	2	Чистые помещения: локальные чистые зоны, чистые коридоры, шлюзы, вентагрегаты, финишные фильтры, фальшполы.
5	5	2	Технология получения сверхчистой воды: дистилляция, удаление органики, удаление твердых частиц, удаление бактерий, микрофильтрация.
6	6	2	Газы высокой чистоты: использование технологических газов (азот, водород, кислород, аргон), примеси в газах.
	7	2	Высокотехнологичные материалы для воздуховодов и трубопроводов: металлические и полимерные материалы для трубопроводов и воздуховодов.
7	8	2	Спецодежда для персонала: материал, тип одежды, комплектность, дизайн.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-7	7	Подготовка и прохождение тестирования.
1-7	17	Подготовка, оформление и защита практического-ориентированного задания в виде доклада.

2-7	16	Подготовка к практическим занятиям.

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

Модули 1-7

✓ Учебно-методические материалы для подготовки практического-ориентированного задания: лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.

✓ Учебно-методические материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, учебная литература по дисциплине.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Сажин С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред: учебное пособие / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с. - Текст: электронный // Лань [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/3552 (дата обращения: 25.11.2024).

2. Беспалов В. И. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов. — 5-е изд., доп. — М.: «Юрайт», 2019. – 507 с. - Текст: электронный // Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/445692 (дата обращения: 11.11.2024).

3. Каракеян В. И. Технология микроклимата чистых помещений микроэлектроники [Текст]: учебное пособие / В. И. Каракеян, Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков, Ю. И. Штерн. - Москва: МИЭТ, 2019. - 120 с.

4. Уайт В. Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации [Текст]: пер. с англ. / В. Уайт. - 2-е изд. - М.: Клинрум, 2008. - 304 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека**: - сайт. – Москва, 2000 – URL: http://elibrary.ru (дата обращения: 11.11.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. **Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа**. - Москва, 2013. - URL: https://urait.ru/ (дата обращения: 05.11.2024). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.

3. **«Университетская информационная система Россия»: Базы данных и аналитические публикации на портале**: - сайт. – Москва, 1997. - URL: https://uisrussia.msu.ru/ (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанная форма** обучения. Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «домашние задания», «новости», электронная почта.

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

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 № 4207 б «Лаборатория приборо- и машиностроения»	Мультимедийное оборудование	Windows Enterprise, Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ОПК-6.ТС** «Способен обеспечивать экологически безопасное производство на основе выбора технологических сред при эксплуатации оборудования в соответствии с правилами техники безопасности и норм охраны труда».

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

Все содержание дисциплины разбито на 7 модулей. Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

Посещение лекций, практических занятий и выполнение всех контрольных мероприятий по дисциплине обязательно. Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ и электронной почты.

Контроль выполнения студентами индивидуальных практических заданий (подготовка докладов на заданную тему) проводится на семинарах. Студенты выступают с докладом на семинаре, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

Консультации проводятся лектором еженедельно. Их посещают студенты, желающие получить дополнительные знания и умения по предмету дисциплины, а также те, кому необходимо сдать пропущенные контрольные мероприятия.

Совокупность организационных мероприятий по управлению процессом усвоения компетенций дисциплины включает как структурирование содержания дисциплины, так и текущий контроль уровня формирования компетенции студентами в рейтинговых баллах.

11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины предусмотрен ***зачёт***. Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оценивается выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре: выполнение практико-ориентированного задания (в сумме 36 баллов), активность в семестре (в сумме 12 баллов), тестирование (в сумме 24 баллов) и сдача зачета (28 баллов).

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

По сумме баллов выводится результат:

Сумма баллов	Результат
Менее 50	Незачет
50 и более	Зачет

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор института ПМТ, д.т.н., доцент _____/А.С. Рябышенков/

Рабочая программа дисциплины «Технологические среды» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов микроэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 19 декабря 2024 года, протокол № 16

Директор Института ПМТ _____ /С.В.Дубков/

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 /