

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаврилов Сергей Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 08.09.2026 12:43:44

Уникальный программный идентификатор: 488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Технологические среды и оборудование чистых помещений»

Направление подготовки - 28.04.03 «Нanomатериалы»

Направленность (профиль) - «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов»

Москва 2023

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способен обеспечивать функционирование производства с применением синхротронного излучения» сформулирована на основе профессионального стандартов:

40.005 «Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них»

Обобщенная трудовая функция С (7) – «Процессы жизненного цикла продукции»

Трудовые функции

С/02.7 – «Планирование разработки продукции в части, касающейся контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора»

С/07.7 – «Освоение нового оборудования, обеспечивающего выполнение операций контроля, измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных) и испытания материалов»

40.005 С/08.7 – «Разработка и внедрение новых методик контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов»

40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция D (7) – «Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Трудовые функции

D/01.7 – «Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

D/02.7 – «Разработка планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

D/04.7 – «Согласование и утверждение технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
ПК-2.ТСиОЧП - Способен оценивать эксплуатационные параметры разработанного проекта чистого производственного помещения на	Разработка новых технологических процессов.	Знания: способов организации и проведения разработок современных технологических маршрутов и процессов по производству, а также экспериментальных исследований изделий микро- и нанoeлектроники; Умения: самостоятельно проводить разрабатывать современные технологические операции, а также определять типы

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
соответствие требованиям, определяемым техническим заданием.		требуемых экспериментальных исследований; Опыт проведения экспериментальных исследований, разработки современных технологических маршрутов/процессов/операций по производству изделий микро- и нанoeлектроники.

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 – изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах бакалавриата: безопасность жизнедеятельности, технология материалов электронной техники, технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники, актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники.

К началу изучения дисциплины студент должен

знать:

- нормативно-правовые основы эксплуатации чистых производственных помещений;

уметь:

- анализировать воздействия на человека и окружающую среду использование новых технологических процессов;

иметь опыт:

- проводить исследования качества материалов и компонентов высокотехнологического производства.

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	2	4	144	16	-	32	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Контроль количества микрозагрязнений и защита от них при функционировании высокоэффективных производств.	2	-	4	8	Тестирование
					Выполнение практического (ПЗ) и практико-ориентированного (ПОЗ) заданий
2. Высокоэффективная фильтрация и очистка воздуха в микроэлектронике.	2	-	4	8	Тестирование
					Выполнение практического и практико-ориентированного заданий
3. Функционирование высокоэффективных производств с различными типами воздушных потоков.	2	-	4	8	Тестирование
					Выполнение практического и практико-ориентированного заданий
4. Контроль и	2	-	4	8	Тестирование

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
мониторинг чистых производственных помещений при эксплуатации материалов, установок, компонентов и электронных приборов.					Выполнение практического и практико-ориентированного заданий
5. Оборудование ЧПП в микроэлектронике.	2	-	4	8	Тестирование
					Выполнение практического и практико-ориентированного заданий
6. Технологические газы и вода в высоких технологиях.	4	-	8	12	Тестирование
					Выполнение практического и практико-ориентированного заданий
7. Основные требования к материалам, конструкциям и персоналу при производстве изделий электронной техники.	2	-	4	8	Тестирование
					Выполнение практического и практико-ориентированного заданий

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекционного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Средства защиты от микро- и нанозагрязнений при производстве изделий электронной техники. Нанoeлектроника как высокоэффективная отрасль промышленности, выделение и очистка, источники и средства удаления и защиты, фильтрация, механизм фильтрации.

№ модуля дисциплины	№ лекционного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
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 ЧПП: рециркуляция воздуха, кратность воздухообмена в ЧПП. Расход воздуха. Схема подачи воздуха. Контроль утечек параметров воздушной среды.
4	4	2	ЧПП: чистые коридоры, шлюзы, вентагрегаты, финишные фильтры, вспомогательные помещения, фальшполы.
5	5	2	Технология получения сверхчистой воды.
6	6	2	Характеристика газов высокой чистоты. Примеси в газах.
6	7	2	Высокотехнологичные материалы для технологический воздухопроводов и трубопроводов.
7	8	2	Характеристики спецодежды для персонала, обслуживающего высокоэффективные производства: материал, тип одежды, комплектность, дизайн.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	4	Средства защиты от микро- и нанозагрязнений при производстве изделий электронной техники. Нанoeлектроника как высокоэффективная отрасль промышленности, выделение и очистка, источники и средства удаления и защиты, фильтрация, механизм фильтрации.
2	2	4	Фильтрация воздуха: ULPA-фильтры, HEPA-фильтры, механизмы улавливания частиц, определение эксплуатационных характеристик финишных фильтров. Стандарты по фильтрам.
3	3	4	Потоки воздуха ЧПП: рециркуляция воздуха, кратность воздухообмена в ЧПП. Расход воздуха. Схема подачи воздуха. Контроль утечек параметров воздушной среды.
4	4	4	ЧПП: чистые коридоры, шлюзы, вентагрегаты, финишные фильтры, вспомогательные помещения, фальшполы.
5	5	4	Технология получения сверхчистой воды.
6	6	4	Характеристика газов высокой чистоты. Примеси в газах.

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
6	7	4	Высокотехнологичные материалы для технологический воздуховодов и трубопроводов.
7	8	4	Характеристики спецодежды для персонала, обслуживающего высокоэффективные производства: материал, тип одежды, комплектность, дизайн.

4.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-4	4	Подготовка и прохождение тестирования (1/2 курса)
	12	Подготовка к практическим занятиям
	16	Подготовка и оформление ПЗ и ПОЗ
5-7	8	Подготовка к практическим занятиям
	4	Подготовка и прохождение тестирования (1/2 курса)
	16	Подготовка и защита ПОЗ

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// URL: <http://orioks.miet.ru/>):

✓ Методические указания студентам, учебная литература по дисциплине.

Модуль 1 «Контроль количества микрозагрязнений и защита от них при функционировании высокоэффективных производств»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

Модуль 2 «Высокоэффективная фильтрация и очистка воздуха в микроэлектронике»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

Модуль 3 «Функционирование высокоэффективных производств с различными типами воздушных потоков»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

Модуль 4 «Контроль и мониторинг чистых производственных помещений при эксплуатации материалов, установок, компонентов и электронных приборов»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

Модуль 5 «Оборудование ЧПП в микроэлектронике»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

Модуль 6 «Технологические газы и вода в высоких технологиях»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

Модуль 7 «Основные требования к материалам, конструкциям и персоналу при производстве изделий электронной техники»

✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты практических занятий, учебная литература по дисциплине.

✓ материалы для выполнения практического задания: Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Технологические среды и оборудование чистых помещений» (*краткие теоретические сведения, описание методики выполнения, варианты заданий, пример выполнения*), методические указания студентам, учебная литература по дисциплине.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Беспалов, В. И. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита : Учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В.И. Беспалов. - 5-е изд., доп. - М. : Юрайт, 2019. - 507 с. - (Университеты России). - URL: <https://urait.ru/bcode/445692> (дата обращения: 11.01.2023). - ISBN 978-5-534-11595-6
2. Технология микроклимата чистых помещений микроэлектроники : учебное пособие / В. И. Каракеян, Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков, Ю. И. Штерн; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МИЭТ». - Москва: МИЭТ, 2019. - 119 с.
3. Уайт, В. Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации [Текст]: пер. с англ. / В. Уайт. - 2-е изд. - М. : Клинрум, 2008. - 304 с. - ISBN 5-9900044-1-9

Периодические издания

1. Безопасность жизнедеятельности : научно-практический и учебно-методический журнал / Издательство "Новые технологии". - Москва : Новые технологии, 2001 - . - ISSN 1684-6435
2. Безопасность в техносфере : научно-методический и информационный журнал / НИЦ ИНФРА-М. - Москва : ИНФРА-М, 2006-2020.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru>(дата обращения: 20.06.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа. - Москва, 2013. - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 20.06.2023). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
3. ТЕХНОРМАТИВ. Документация для профессионалов : сайт. - – URL: <https://www.technormativ.ru/> (дата обращения: 20.06.2023).

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.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах: канал ютуб «Наука и техника» <https://www.youtube.com/channel/UCD8Sj1qPaigVmMdZkyktsOQ>.

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	Мультимедийное оборудование	Windows 7 Enterprise, Microsoft Office Professional Plus 2007
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Windows, Microsoft Office, браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-2.ТСиОЧС «Способен оценивать эксплуатационные параметры разработанного проекта чистого производственного помещения на соответствие требованиям, определяемым техническим заданием»

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 практических занятий и выполнение всех контрольных мероприятий по дисциплине обязательно. Дополнительной формой контактной работы являются консультации, проводимые еженедельно. Их посещают студенты, желающие получить дополнительные знания и умения по предмету дисциплины, а также те, кому необходимо сдать пропущенные контрольные мероприятия.

На практических занятиях студенты выступают с презентациями своих докладов на ранее заданные темы. Решения задач, выданных для самостоятельной проработки, докладываются на практических занятиях в группе. В обсуждении принимают участие все студенты под руководством преподавателя.

В конце семестра ПОЗ представляются в виде презентации и доклада.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оценивается выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре: ПОЗ - тах 30 баллов, активность в семестре - тах 16 баллов, тестирование – тах 6 баллов, выполнение практического задания - 18 и сдача экзамена – тах 30 баллов.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор института ПМТ, д.т.н., доцент



/А.С. Рябышенков /

Рабочая программа дисциплины «Технологические среды и оборудование чистых помещений» по направлению 28.04.03 «Нanomатериалы», направленности (профилю) «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов» разработана в институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 27 июня 2023 года, протокол № 27

Директор Института ПМТ

 / С.А. Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

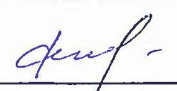
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 / Т.П. Филиппова /