

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 30.06.2025 10:50:25
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

«21» марта 2024 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Технологические среды чистых помещений»

Направление подготовки - 20.04.01 «Техносферная безопасность»

Направленность (профиль) - «Безопасность технологических процессов и производств»

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-6 «Способен самостоятельно или в составе коллектива осуществлять моделирование, оптимизацию, ввод в эксплуатацию и организацию проведения экспертизы инженерных систем ЧПП с учетом критериев производственной безопасности» сформулирована на основе профессионального стандарта 29.001 «Специалист по проектированию и обслуживанию чистых производственных помещений для микро- и нанoeлектронных производств».

Обобщенная трудовая функция [С7]: Разработка инфраструктуры и инженерных систем чистых производственных помещений для обслуживания технологического процесса микро- и нанoeлектронных производств.

Трудовая функция (С/03.7): Планирование размещения инженерных систем в чистых производственных помещениях.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
ПК-6. ТСЧП - Способен разрабатывать порядок ввода в эксплуатацию новой техники и технологий ЧПП с учетом критериев производственной безопасности.	Проведение экспертизы безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и производственно-территориальных комплексов.	Знания: основных требований при организации и эксплуатации чистых помещений (ЧП). Умения: выделять основные риски, влияющие на производственную безопасность при внедрении новой техники и технологии в ЧП. Опыт применения современных технологий по обеспечению и поддержанию параметров технологической среды ЧП.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине – изучению модуля предшествует формирование компетенция бакалавриата «Инженерная защита окружающей среды» направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» в дисциплинах: промышленная экология, процессы и аппараты защиты окружающей среды и в

дисциплинах магистратуры: инфраструктура природно-технических геосистем, основы экологизации процессов и производств, управление рисками.

К началу изучения дисциплины студент должен

знать:

- нормативно-правовые основы организации чистых помещений;

уметь:

- прогнозировать воздействия на окружающую среду использование новой техники и технологий в сфере производственной и экологической безопасности;

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	3	108	16	-	16	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Технологические среды высокотехнологических производств. Основные понятия, термины и определения.	2	-	-	4	Тестирование
					Сдача практического задания (ПЗ) и защита практико-ориентированного задания (ПОЗ)

2. История развития чистых помещений. Области применения чистых помещений и их особенности.	2	-	-	6	Тестирование
					Сдача ПЗ и защита ПОЗ
3. Прецизионное кондиционирование чистых помещений.	2	-	6	18	Тестирование
					Сдача ПЗ и защита ПОЗ
4. Технологический микроклимат производств микроэлектроники.	2	-	4	18	Тестирование
					Сдача ПЗ и защита ПОЗ
5. Системный анализ процесса кондиционирования и фильтрации воздуха ЧП.	2	-	6	10	Тестирование
					Сдача ПЗ и защита ПОЗ
6. Контроль физических и химических свойств дейонизованной воды для микроэлектроники.	2	-	-	8	Тестирование
					Сдача ПЗ и защита ПОЗ
7. Контроль параметров химических реактивов в микроэлектронике.	2	-	-	6	Тестирование
					Сдача ПЗ и защита ПОЗ
8. Особенности применения технологических газов.	2		-	6	Тестирование Сдача ПЗ и защита ПОЗ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Технологические среды высокотехнологических производств на примере микроэлектроники. Основные понятия, термины и определения.
2	2	2	История развития чистых помещений. Области применения чистых помещений и их особенности.
3	3	2	Прецизионное кондиционирование чистых помещений.
4	4	2	Технологический микроклимат производств микроэлектроники.
5	5	2	Системный анализ системы кондиционирования и фильтрации воздуха (СКФВ) ЧП.
6	6	2	Контроль физических и химических свойств деионизованной воды для микроэлектроники.
7	7	2	Контроль параметров химических реактивов в микроэлектронике.
8	8	2	Особенности применения технологических газов.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
3	1	2	Эколого-энергетические факторы и процессы в СКФВ ЧП.
3	2	2	Процессы и факторы системы кондиционирования и фильтрации воздуха.
3	3	2	Потоки воздуха ЧП. Рециркуляция и рекуперация воздуха. Кратность и расход воздуха.
4	4	2	Основные параметры технологического микроклимата, подлежащие контролю.
4	5	2	Основные элементы и схемы СКФВ ЧП.
5	6	2	Оценка эффективности системы кондиционирования воздуха ЧП.
5	7	2	Аэродинамический анализ СКФВ ЧП.
5	8	2	Энергетический анализ основных схем воздухоподготовки ЧП высокотехнологических производств.

4.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-4	6	Подготовка и прохождение тестирования (1/2 курса)
	6	Подготовка к практическим занятиям
	10	Выполнение ПЗ
1-4	24	Выполнение ПОЗ
5-7	10	Подготовка к практическим занятиям
	6	Подготовка и прохождение тестирования (1/2 курса)
	6	Оформление и защита ПЗ
5-7	8	Оформление 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/>):

Модуль 1 «Технологические среды высокотехнологических производств. Основные понятия, термины и определения»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ: Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Технологические среды чистых помещений» (краткие теоретические сведения, описание методики выполнения, варианты заданий, пример выполнения), методические указания студентам, учебная литература по дисциплине.

Модуль 2 «История развития чистых помещений. Области применения чистых помещений и их особенности»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ: Методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Технологические среды чистых помещений»

(краткие теоретические сведения, описание методики выполнения, варианты заданий, пример выполнения), методические указания студентам, учебная литература по дисциплине.

Модуль 3 «Прецизионное кондиционирование чистых помещений»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ.

Модуль 4 «Технологический микроклимат производств микроэлектроники»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ.

Модуль 5 «Системный анализ процесса кондиционирования и фильтрации воздуха ЧП»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ.

Модуль 6 «Контроль физических и химических свойств дейонизованной воды для микроэлектроники»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ.

Модуль 7 «Контроль параметров химических реактивов в микроэлектронике»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ.

Модуль 8 «Особенности применения технологических газов»

- ✓ материалы для самостоятельного изучения темы: тексты лекций, презентация лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для подготовки к тестированию: тексты лекций, презентации лекций, учебная литература по дисциплине.
- ✓ материалы для выполнения ПЗ и ПОЗ.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Беспалов, В. И. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов. — 5-е изд., доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019; Томск: Изд-во Томского политехнического университета. — 507 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-11595-6 (Издательство Юрайт).
2. Технология микроклимата чистых помещений микроэлектроники [Текст]: 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 (Калуга). - 301 с.: ил. - Пер. изд.: Cleanroom Technology / W. Whyte. - Chichester et al., 2001.

Периодические издания

1. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: Науч.-практ. и учеб.-метод. журн. / Издательство «Новые технологии»; Гл. ред. О.Н. Русак. - М.2001. Выходит, с ежемесячным приложением. – Рекомендован ВАК.
2. Безопасность в техносфере [Текст]: Науч.-метод. и информ. журн. / НИЦ ИНФРА-М; Гл. ред. В.А. Девисилов. – М.: ИНФРА-М, 2006. Рекомендован ВАК. – Выходит 6 раз в год. – На сайте журнала представлены полные версии номеров журнала с 2006 г.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: - сайт. – Москва, 2000 – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
2. ЭБС Юрайт: biblio-online.ru: образовательная платформа. – Москва, 2013 - URL:<https://urait.ru>.
3. Russian Science Citation Index (RSCI): clarivate.ru.
4. «ТЕХНОРМАТИВ» - информационно-поисковая система в области стандартов и нормативно-технической документации - <https://www.technormativ.ru/> .

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/UCD8SjlqPaigVmMdZkyktsOQ>.

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	Компьютерная техника, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Windows 10 Pro, Microsoft Office Professional Plus 2007, Internet Explorer/Chrome, Zoom

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-6** «Способен самостоятельно или в составе коллектива осуществлять моделирование, оптимизацию, ввод в эксплуатацию и организацию проведения экспертизы инженерных систем ЧПП с учетом критериев производственной безопасности».

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 лекционных и практических занятий, а также выполнение всех контрольных мероприятий по дисциплине обязательно. Дополнительной формой контактной работы являются консультации, проводимые лектором 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 по ПОЗ. 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 20 баллов, тестирование – тах 12 баллов, выполнение практического задания - 18 и сдача дифференцированного зачёта – тах 20 баллов.

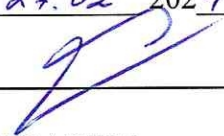
По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

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



Рабочая программа дисциплины «Технологические среды чистых помещений» по направлению подготовки 20.04.01. «Техносферная безопасность», программе «Безопасность технологических процессов и производств» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании УС Института ПМТ 27.02 2024 года, протокол № 6

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 /