Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 30.06.2025 10:50:23
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»

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-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 наноэлектронных производств».

Обобщенная трудовая функция [С7]: Разработка инфраструктуры и инженерных систем чистых производственных помещений для обслуживания технологического процесса микро- и наноэлектронных 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	Эксергетический 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 ПРОФФЕСИОНАЛЬНЫХ 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/UCD8Sj1qPaiqVmMdZkyktsoQ.

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 - max 30 баллов, активность в семестре - max 20 баллов, тестирование – max 12 баллов, выполнение практического задания - 18 и сдача дифференцированного зачёта – max 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 /