

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО  
УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ

Направление подготовки  
(специальность) [1] 22.03.01 Материаловедение и технологии  
материалов

Семестр	Трудоемкость, кредит.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практических работ/ В подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	3	108	30	15	0		9-18	0	Э КР
Итого	3	108	30	15	0	0	9-18	0	

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина знакомит студентов с современными методами создания и измерения низких давлений. На примере конкретных электрофизических установок представляются сведения об особенностях конструкции вакуумных систем и способах получения высокого и сверхвысокого вакуума.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются приобретение сведений из теории поведения идеальных газов при низких давлениях, получения низких давлений – вакуума, сверхвысокого вакуума, измерения их параметров и даютсяведения о применении вакуумных систем в различных электрофизических установках применительно к задачам материаловедения. Учебная дисциплина знакомит студентов с современными методами создания и измерения низких давлений. На примере конкретных электрофизических установок представляются сведения об особенностях конструкции вакуумных систем и способах получения высокого и сверхвысокого вакуума.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин:

Математика: математический анализ, векторный и тензорный анализ, интегральные уравнения», Математика: аналитическая геометрия, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика», Математика: обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного», Физика: механика, молекулярная физика и основы статистической термодинамики, электричество и магнетизм», Химия элементов и соединений», Ядерная физика и реакторы»..«Физика газов, жидкостей и конденсированного состояния», Строение вещества и динамика молекул».

Знание ее содержания необходимо при выполнении работ по курсовому и дипломному проектированию, научно-исследовательской работе.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		<b>стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	
<b>проектный</b>			
разработка проектной и рабочей технической документации	нормативно-техническая документация и системы сертификации материалов и изделий, технологических процессов их получения и обработки; отчетная документация, записи и протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности	<p>ПК-7 [1] - способен использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей, в том числе с использованием стандартных программных средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-7[1] - знать основы проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей; ;</p> <p>У-ПК-7[1] - уметь использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей, в том числе с использованием стандартных программных средств; ;</p> <p>В-ПК-7[1] - владеть навыками проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей.</p>

#### **4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ**

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение

	России, за результаты исследований и их последствия (В17)	лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их


## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары ) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел* <sup>*</sup>	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/8/0		20	КИ-8	3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Часть 2	9-15	14/7/0		30	КИ-15	3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6</b>				50	Э, КР	3-ПК-7, У-ПК-7,

	<b>Семестр</b>						<b>В-ПК-7, 3-ПК-7, У-ПК-7, Б-ПК-7</b>
--	----------------	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен
КР	Курсовая работа

## **КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>6 Семестр</i>	30	15	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	8	0
1 - 2	<b>Тема 1</b> Энергия газа и его температура. Состояние идеального газа. Диффузия газа в условиях градиента температур. Понятие о степенях вакуума. Проводимость отверстий и каналов. Адсорбция и десорбция связанного газа. Растворение и диффузия газа в твердых телах.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0	0
3 - 4	<b>Тема 2</b> Материалы для вакуумных систем. Эластичные уплотнители. Металлические уплотнители. Неразъемные соединения. Припои. Механические вводы. Электрические вводы. Оптические вводы. Вакуумопроводы. Фланцевые соединения. Скорость откачки вакуумной камеры. Основное уравнение вакуумной техники.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0	0
5 - 6	<b>Тема 3</b> Определение скорости откачки с учетом натекания. Определение скорости откачки с учетом проводимости элементов вакуумных систем. Определение постоянной вакуумной системы. Переходные процессы в вакуумных системах.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0	0
7 - 8	<b>Тема 4</b> Построение графика распределения давления в вакуумной системе. Механические низковакуумные насосы. Высоковакуумные насосы. Сверхвысоковакуумные насосы. Криогенные насосы	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0	0
<b>9-15</b>	<b>Часть 2</b>	14	7	0
9 - 10	<b>Тема 5</b> Методика определения производительности насоса. Выбор типа и марки насоса. Датчики измерения общего давления остаточных газов. Механические датчики.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0	0

	Теплоэлектрические преобразователи. Ионизационные преобразователи.			
11 - 12	<b>Тема 6</b> Датчики измерения парциального состава остаточных газов. Датчики специального назначения. Методы поиска негерметичности в вакуумных системах электрофизических установок.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
	Онлайн			
		0	0	0
13 - 14	<b>Тема 7</b> Просвечающий электронный микроскоп. Растровый электронный микроскоп. Установка "Массмонохроматор" для ионной имплантации. Установка для исследования состава материалов методов вторичной ионной спектрометрии. Установка для измерения Оже-спектров. Установка для электронно-лучевой плавки металлов. Импульсные плазменные установки. Ускорители больших энергий.	Всего аудиторных часов		
		4	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
15	<b>Тема 8</b> Установка для измерения наличия газов в материалах методом термодесорбции. Вакуумная система установки ВУП-5. Многопрофильные промышленные вакуумные установки. Выбор материалов и элементов вакуумных систем. Техника обработки материалов. Вакуумные насосы и техника откачки систем на высокий вакуум электрофизических установок.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0
16	<b>Тема 9</b> Измерение остаточного давления в реальных условиях. Подготовка образцов для исследований в сверхвысоком вакууме. Основы вакуумной гигиены и техники безопасности при работе на вакуумных и высоковакуумных установках	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
	Онлайн			
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используются активные и интерактивные формы обучения с применением информационно-коммуникационных технологий, электронных ресурсов, LMS.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-7	З-ПК-7	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7	КР, Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7	КР, Э, КИ-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ Ш95 Вакуумная индукционная плавка : учебное пособие, Шульга А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т.3 Методы исследования структурно-фазового состояния материалов, , Москва: МИФИ, 2008

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 621.5 Р64 Вакуумная техника : , Розанов Л.Н., Москва: Высш. школа, 1990
2. 621.7 Г38 Порошковая металлургия от А до Я : , Герман Р., Долгопрудный: Интеллект, 2009
3. 621.5 Ш28 Технология вакуумных систем : Учеб. пособие для вузов, Шатохин В.Л., М.: МИФИ, 2000
4. 535 Ш51 Физические основы вакуумной техники : Учеб.пособие, Шестак В.П., М.: МИФИ, 1991

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

В программе дисциплины предусмотрены следующие виды занятий:

Лекции, практические занятия.

Курсовая работа.

Курсовая работа содержит целевое индивидуальное задание каждому студенту, состоящие из основных блоков:

-физический процесс, явление или состояние в неорганических материалах изучаемое тем или иным методом;

-обоснование вакуумных условий для реализации физического процесса (электронная микроскопия, распыление, отжиг, плавление материалов и т.п.);

-обоснование схемного решения высоковакуумной системы электрофизической установки;

-расчет параметров высоковакуумной системы и выбор типов и марок элементов высоковакуумной системы.

При выполнении домашнего задания, подготовке к коллоквиуму и выполнении курсовой работы используются широко активные и интерактивные формы проведения занятий, компьютерных симуляций.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В настоящей дисциплине изучаются современные методы создания и измерения низких давлений. На примере конкретных электрофизических установок представляются сведения об особенностях конструкции вакуумных систем и способах получения высокого и сверхвысокого вакуума.

В программе дисциплины предусмотрена следующая работа преподавателя:

Семестр – 6 (весенний)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 кредита, 108 часов.

Лекции 30 часов

Практические занятия/семинары 15 часов

Автор(ы):

Федотов Иван Владимирович