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

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕТРОЛОГИИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 01/08-577

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки (специальность) [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3	108	32	32	0		44	0	З
Итого	3	108	32	32	0	32	44	0	

АННОТАЦИЯ

В рамках курса освещены следующие темы: Инженерные основы материаловедения. Методы исследования и физических и структурных характеристик материалов. Наноструктурированные функциональные материалы и перечислить их уникальные свойства. Физические основы современных методов моделирования свойств наноструктурированных материалов. Постановка физического эксперимента и вакуумная техника. Основные виды средств достижения высокого вакуума и физические основы их функционирования. Постановка эксперимента в молекулярной физике. Алгоритм решения экспериментальной задачи. Планирование эксперимента. Разделительные приборы. Масс-спектрометрические приборы. Электромагнитные установки. Рабочая модель. Технический прототип. Опытный образец. Автоматизация измерений в экспериментальной физике. Виды измерений и погрешностей. Оценка систематической и случайной погрешностей. Характеристики точности средств измерений. Основные задачи, решаемые при обработке опытных данных. Области применения вакуумной техники. Методы получения вакуума. Классификация средств получения вакуума. Области действия вакуумных насосов. Сравнение различных типов насосов и критерии выбора. Основные характеристики насосов. Форвакуумные насосы: пластинчато-роторные, двухроторные, др. насосы. Принципы действия, параметры и конструктивные особенности форвакуумных насосов. Масла. Турбомолекулярные насосы. пароструйные насосы. Принципы действия, характеристики и конструктивные особенности высоковакуумных насосов. Цеолитовые, ионно-сорбционные, криогенные и другие насосы, применяемые в масс-спектрометрах. Ловушки. Геттеры. Понятие о вакуумных системах. Быстрота откачки насоса и объекта. Методика расчета вакуумных систем. Примеры расчета. Измерение давления. Поиск течи. Элементы вакуумных систем. Статические, теплоэлектрические, ионизационные, электроразрядные и др. вакуумметры. Характеристики и режимы работы вакуумметров. Измерение парциальных давлений. Интерпретация спектра масс остаточного газа. Приборы для измерения парциальных давлений: магнитный статический масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, омегатрон, фарвитрон, квадрупольный масс спектрометр. Испытание вакуумных систем на герметичность. Течи. Методы локализации течей. Масс-спектрометрические течеискатели. Напуск газов в вакуумные системы. Газовый поток через масс-спектрометр. Напускные системы масс-спектрометров. Напуск газов в периодическом и непрерывном режимах. Мембранный ввод. Дифференциальные системы откачки масс-спектрометров. Электрораспыление жидкостей. Ионизация в коронном разряде. Фотоионизация. Ввод твердых образцов в вакуум. Системы шлюзования твердых образцов в вакуум. Вакуумная арматура. Материалы элементов вакуумных систем. Уплотнения. Регулировочные вентили для масс-спектрометров. Натекатели. Электрические вводы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются: ознакомление студентов с современными методиками формирования и исследования тонкопленочных структур. в том числе наноматериалав. Особое внимание уделяется физическим основам экспериментальных методов, являющихся базовыми в исследованиях наноструктур и поверхности твердого тела.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение данной дисциплины предшествует научно-исследовательской работе студентов, и обеспечивает проработку теоретических вопросов в рамках выбранного профиля подготовки, изучение современных методов исследования физических свойств материалов, участие в научных исследованиях. В рамках курса наряду со знаниями теоретических основ вакуумной техники, конструкционных и функциональных материалов, студенты получат практические навыки: расчета сложных вакуумных конструкций, постановки физических экспериментов в области молекулярной физики и наноматериалов.

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 стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
экспертно-аналитический			
Сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с	Результаты исследований, научные и аналитические отчеты.	ПК-14.1 [1] - Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих основные процессы в приборах физики твердого тела, лазерных и плазменных установках, системах квантовой логики на основе ультрахолодных атомов и ионов в ловушках *Основание:* Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-14.1[1] - знать основы физики конденсированных сред: энергетические зоны; классификацию веществ с точки зрения зонной теории, основы физики металлов, полупроводников и наноструктур; основные свойства и теоретические модели, описывающие ультрахолодные атомы и ионы в ловушке.; У-ПК-14.1[1] - уметь сформулировать математическую модель для прототипа или макета разрабатываемого прибора физики твердого тела, лазерной

использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий.			или плазменной установки.; В-ПК-14.1[1] - владеть квантовомеханическим описанием твердых тел, терминологией энергетических зон, квазичастиц и размерного квантования, методами компьютерного моделирования физических процессов.
научно-исследовательский			
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований. участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю	Деятельность по разработке материалов, покрытий, приборов.	ПК-14.2 [1] - Способен проводить научные исследования в области физики конденсированного состояния вещества с целью разработки полупроводниковых, сверхпроводниковых, тонкопленочных и наноструктурированных материалов, сверхпроводящих устройств и оптоэлектронных приборов; в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий; в области лазерной физики с целью создания новых эталонов, методик ведения измерений и средств измерений с их последующей аттестацией и вводом в реестр средств измерений для нужд нанометрологии *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.049	З-ПК-14.2[1] - знать основные современные достижения физики твердого тела и возможности современной экспериментальной техники; основы физической оптики, теорию интерференции, дифракции, основы атомной и молекулярной спектроскопии; способы и методы создания новых эталонов.; У-ПК-14.2[1] - уметь построить математическую модель явления, рассчитать схему эксперимента, провести оценки параметров материалов, выбрать необходимые материалы и методики для решения конкретных задач с учетом дальнейшего применения в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики конденсированного состояния вещества и средств измерений.; В-ПК-14.2[1] - владеть основами спектроскопии

специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок, участие во внедрении результатов исследований и разработок.			атомов и молекул, методиками ведения измерений и средств измерений; методами получения, анализа и описания параметров и характеристик процессов в экспериментальных установках физики твердого тела и лазерной физики.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности (В28)

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****	**Аттестация раздела (форма*, неделя)**	**Индикаторы освоения компетенции**
	7 Семестр						
1	Раздел 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2
2	Раздел 2	9-16	16/16/0		25	КИ-16	З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-ПК-14.2, У-ПК-14.2,

							В-ПК-14.2
	Итого за 7 Семестр		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	З	З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2

* – 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:

Обозначение	**Полное наименование**
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	7 Семестр	32	32	0
1-8	**Раздел 1**	16	16	0
1 - 8	**Тема 1**	Всего аудиторных часов		
	Введение. Общие понятия о проведении физических экспериментов. Техника безопасности. Инженерные основы материаловедения. Методы исследования и физических и структурных характеристик материалов. Наноструктурированные функциональные материалы и перечислить их уникальные свойства. Физические основы современных методов моделирования свойств наноструктурированных материалов. Постановка физического эксперимента и вакуумная техника. Основные виды средств достижения высокого вакуума и физические основы их функционирования. Постановка эксперимента в молекулярной физике. Алгоритм решения экспериментальной задачи. Планирование эксперимента. Разделительные приборы. Масс-спектрометрические приборы. Электромагнитные установки. Рабочая модель. Технический прототип. Опытный образец. Автоматизация измерений в экспериментальной физике. Виды измерений и погрешностей. Оценка систематической и случайной погрешностей. Характеристики точности средств измерений. Основные задачи, решаемые при обработке опытных данных. Области применения вакуумной техники.	16	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Раздел 2**	16	16	0
9 - 16	**Тема 2**	Всего аудиторных часов		
	Методы получения вакуума. Классификация средств	16	16	0

	получения вакуума. Области действия вакуумных насосов. Сравнение различных типов насосов и критерии выбора. Основные характеристики насосов. Форвакуумные насосы: пластинчато-роторные, двухроторные, др. насосы. Принципы действия, параметры и конструктивные особенности форвакуумных насосов. Масла. Турбомолекулярные насосы. пароструйные насосы. Принципы действия, характеристики и конструктивные особенности высоковакуумных насосов. Цеолитовые, ионно-сорбционные, криогенные и другие насосы, применяемые в масс-спектрометрах. Ловушки. Геттеры. Понятие о вакуумных системах. Быстрота откачки насоса и объекта. Методика расчета вакуумных систем. Примеры расчета. Измерение давления. Поиск течи. Элементы вакуумных систем. Статические, теплоэлектрические, ионизационные, электроразрядные и др. вакуумметры. Характеристики и режимы работы вакуумметров. Измерение парциальных давлений. Интерпретация спектра масс остаточного газа. Приборы для измерения парциальных давлений: магнитный статический масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, омегатрон, фарвитрон, квадрупольный масс спектрометр. Испытание вакуумных систем на герметичность. Течи. Методы локализации течей. Масс-спектрометрические течеискатели. Напуск газов в вакуумные системы. Газовый поток через масс-спектрометр. Напускные системы масс-спектрометров. Напуск газов в периодическом и непрерывном режимах. Мембранный ввод. Дифференциальные системы откачки масс-спектрометров. Электрораспыление жидкостей. Ионизация в коронном разряде. Фотоионизация. Ввод твердых образцов в вакуум. Системы шлюзования твердых образцов в вакуум. Вакуумная арматура. Материалы элементов вакуумных систем. Уплотнения. Регулировочные вентили для масс-спектрометров. Натекатели. Электрические вводы.	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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

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-14.1	З-ПК-14.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-14.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-14.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-14.2	З-ПК-14.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-14.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-14.2	З, КИ-8, КИ-16

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:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="7">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Y66 Vacuum Technology : Practice for Scientific Instruments, Yoshimura, Nagamitsu. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2008

2. ЭИ Н61 Анализ данных : учебное пособие для вузов, Румянцев В.П., Низаметдинов Ш.У., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

3. ЭИ Р 93 Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие, Рыжков И. Б., Санкт-Петербург: Лань, 2022

4. ЭИ Б82 Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, Троян В.И., Тронин В.Н., Борман В.Д., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

5. 539.1 Б82 Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, Троян В.И., Тронин В.Н., Борман В.Д., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

6. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, Троян В.И. [и др.], Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.2 В24 Введение в физику поверхности : , Оура К. [и др.], Москва: Наука, 2006

2. 539.2 Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, Троян В.И. [и др.], Москва: МИФИ, 2008

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 рамках курса освещены следующие темы: Инженерные основы материаловедения. Методы исследования и физических и структурных характеристик материалов. Наноструктурированные функциональные материалы и перечислить их уникальные свойства. Физические основы современных методов моделирования свойств наноструктурированных материалов. Постановка физического эксперимента и вакуумная техника. Основные виды средств достижения высокого вакуума и физические основы их функционирования. Постановка эксперимента в молекулярной физике. Алгоритм решения экспериментальной задачи. Планирование эксперимента. Разделительные приборы. Масс-спектрометрические приборы. Электромагнитные установки. Рабочая модель. Технический прототип. Опытный образец. Автоматизация измерений в экспериментальной физике. Виды измерений и погрешностей. Оценка систематической и случайной погрешностей. Характеристики точности средств измерений. Основные задачи, решаемые при обработке опытных данных. Области применения вакуумной техники. Методы получения вакуума. Классификация средств получения вакуума. Области действия вакуумных насосов. Сравнение различных типов насосов и критерии выбора. Основные характеристики насосов. Форвакуумные насосы: пластинчато-роторные, двухроторные, др. насосы. Принципы действия, параметры и конструктивные особенности форвакуумных насосов. Масла. Турбомолекулярные насосы. пароструйные насосы. Принципы действия, характеристики и конструктивные особенности высоковакуумных насосов. Цеолитовые, ионно-сорбционные, криогенные и другие насосы, применяемые в масс-спектрометрах. Ловушки. Геттеры. Понятие о вакуумных системах. Быстрота откачки насоса и объекта. Методика расчета вакуумных систем. Примеры расчета. Измерение давления. Поиск течи. Элементы вакуумных систем. Статические, теплоэлектрические, ионизационные, электроразрядные и др. вакуумметры. Характеристики и режимы работы вакуумметров. Измерение парциальных давлений. Интерпретация спектра масс остаточного газа. Приборы для измерения парциальных давлений: магнитный статический масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, омегатрон, фарвитрон, квадрупольный масс спектрометр. Испытание вакуумных систем на герметичность. Течи. Методы локализации течей. Масс-спектрометрические течеискатели. Напуск газов в вакуумные системы. Газовый поток через масс-спектрометр. Напускные системы масс-спектрометров. Напуск газов в периодическом и непрерывном режимах. Мембранный ввод. Дифференциальные системы откачки масс-спектрометров. Электрораспыление жидкостей. Ионизация в коронном разряде. Фотоионизация. Ввод твердых образцов в вакуум. Системы шлюзования твердых образцов в

вакуум. Вакуумная арматура. Материалы элементов вакуумных систем. Уплотнения. Регулировочные вентили для масс-спектрометров. Натекатели. Электрические вводы.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 5 вопросов из списка вопросов. Время на подготовку – 20 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на «Контроле итогов» (КИ). В рамках данной методики, оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра (КИ-8) и отдельно для второй (КИ-16). Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

Форма реализации промежуточного контроля - экзамен. К экзамену допускаются студенты, имеющие по итогам КИ-8 и КИ-16 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

Рекомендуемая литература:

Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела [Текст] : учебное пособие для вузов / В. И. Троян [и др.]. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. - 257 с. - ISBN 978-5-7262-2076-5

Низаметдинов, Ш.У. Анализ данных [Текст] : учебное пособие для вузов / Ш. У. Низаметдинов, В. П. Румянцев. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. - 285 с. - (Учебная книга инженера-физика). - ISBN 978-5-7262-1687-4

Борман, В.Д. Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 473 с. - (Библиотека ядерного университета). - ISBN 978-5-7262-1667-6

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В рамках курса освещены следующие темы: Инженерные основы материаловедения. Методы исследования и физических и структурных характеристик материалов. Наноструктурированные функциональные материалы и перечислить их уникальные свойства. Физические основы современных методов моделирования свойств наноструктурированных материалов. Постановка физического эксперимента и вакуумная техника. Основные виды средств достижения высокого вакуума и физические основы их функционирования. Постановка эксперимента в молекулярной физике. Алгоритм решения экспериментальной задачи. Планирование эксперимента. Разделительные приборы. Масс-спектрометрические приборы. Электромагнитные установки. Рабочая модель. Технический прототип. Опытный образец. Автоматизация измерений в экспериментальной физике. Виды измерений и погрешностей. Оценка систематической и случайной погрешностей. Характеристики точности средств измерений. Основные задачи, решаемые при обработке опытных данных. Области применения вакуумной техники. Методы получения вакуума. Классификация средств получения вакуума. Области действия вакуумных насосов. Сравнение различных типов насосов и критерии выбора.

Основные характеристики насосов. Форвакуумные насосы: пластинчато-роторные, двухроторные, др. насосы. Принципы действия, параметры и конструктивные особенности форвакуумных насосов. Масла. Турбомолекулярные насосы. пароструйные насосы. Принципы действия, характеристики и конструктивные особенности высоковакуумных насосов. Цеолитовые, ионно-сорбцонные, криогенные и другие насосы, применяемые в масс-спектрометрах. Ловушки. Геттеры. Понятие о вакуумных системах. Быстрота откачки насоса и объекта. Методика расчета вакуумных систем. Примеры расчета. Измерение давления. Поиск течи. Элементы вакуумных систем. Статические, теплоэлектрические, ионизационные, электроразрядные и др. вакуумметры. Характеристики и режимы работы вакуумметров. Измерение парциальных давлений. Интерпретация спектра масс остаточного газа. Приборы для измерения парциальных давлений: магнитный статический масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, омегатрон, фарвитрон, квадрупольный масс спектрометр. Испытание вакуумных систем на герметичность. Течи. Методы локализации течей. Масс-спектрометрические течеискатели. Напуск газов в вакуумные системы. Газовый поток через масс-спектрометр. Напускные системы масс-спектрометров. Напуск газов в периодическом и непрерывном режимах. Мембранный ввод. Дифференциальные системы откачки масс-спектрометров. Электрораспыление жидкостей. Ионизация в коронном разряде. Фотоионизация. Ввод твердых образцов в вакуум. Системы шлюзования твердых образцов в вакуум. Вакуумная арматура. Материалы элементов вакуумных систем. Уплотнения. Регулировочные вентили для масс-спектрометров. Натекатели. Электрические вводы.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 5 вопросов из списка вопросов. Время на подготовку – 20 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на «Контроле итогов» (КИ). В рамках данной методики, оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра (КИ-8) и отдельно для второй (КИ-16). Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

Форма реализации промежуточного контроля - экзамен. К экзамену допускаются студенты, имеющие по итогам КИ-8 и КИ-16 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

Рекомендуемая литература:

Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела [Текст] : учебное пособие для вузов / В. И. Троян [и др.]. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. - 257 с. - ISBN 978-5-7262-2076-5

Низаметдинов, Ш.У. Анализ данных [Текст] : учебное пособие для вузов / Ш. У. Низаметдинов, В. П. Румянцев. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. - 285 с. - (Учебная книга инженера-физика). - ISBN 978-5-7262-1687-4

Борман, В.Д. Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 473 с. - (Библиотека ядерного университета). - ISBN 978-5-7262-1667-6

Автор(ы):

Борисюк Петр Викторович, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):
Пальчиков В.Г.