

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕТРОЛОГИИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные
технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	3	108	15	15	0		24	0	Э
Итого	3	108	15	15	0	0	24	0	

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление с физическими методами анализа поверхности и наноструктур их возможностями;
- усвоение принципов, лежащих в основе физических методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, спектроскопии рассеяния медленных ионов, сканирующей зондовой микроскопии и дифракции медленных электронов;
- ознакомление с методами и приборами для решения задач по исследованию поверхности;
- приобретение элементарных навыков решения практических задач.

В рамках курса рассматриваются следующие темы: Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Топографический и спектроскопический режимы работы сканирующего туннельного микроскопа Атомно-силовая микроскопия. Принцип действия. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление с физическими методами анализа поверхности и наноструктур их возможностями;
- усвоение принципов, лежащих в основе физических методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, спектроскопии рассеяния медленных ионов, сканирующей зондовой микроскопии и дифракции медленных электронов;
- ознакомление с методами и приборами для решения задач по исследованию поверхности;
- приобретение элементарных навыков решения практических задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа предполагает знание основ квантовой физики и физики твердого тела.

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
научно-исследовательской			
Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов;	процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.	ПК-1 [1] - Способен к математическому моделированию процессов и объектов лазерной техники и технологий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004, 40.011	З-ПК-1[1] - Знать возможности стандартных пакетов автоматизированного проектирования при математическом моделировании объектов лазерной техники и технологий.; У-ПК-1[1] - Уметь решать типичные математические задачи на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; В-ПК-1[1] - Владеть навыками самостоятельной разработки программ при математическом моделировании процессов и объектов лазерной техники и технологий

<p>составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p>			
<p>Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных</p>	<p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004, 40.011</p>	<p>3-ПК-2[1] - Знать основы электротехники и электроники, основы теории сигналов, основные физические методы измерений и исследований в области профессиональной деятельности.; У-ПК-2[1] - Уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы и оборудование для проведения исследований и измерений ; В-ПК-2[1] - Владеть методами и приемами исследований, а также навыками измерений по заданной методике в области профессиональной деятельности</p>

технологических систем;			
-------------------------	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности (B28)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры лазерной безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием. - формирования культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности и имеющими повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2,

							У-ПК-2, В-ПК-2
2	Оже-электронная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Сканирующая зондовая микроскопия. Дифракция медленных электронов.	9-15	7/7/0		25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	15	0
1-8	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	8	8	0
1 - 8	Цели и задачи курса. Основные понятия о физике поверхности. Физический принцип РФЭС. Первичная структура РФЭ спектров. Вторичная структура спектров в РФЭС. Мультиплетное расщепление	Всего аудиторных часов		
		8	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>уровней в РФЭС. По Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики</p>			
9-15	<p>Оже-электронная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Сканирующая зондовая микроскопия. Дифракция медленных электронов.</p>	7	7	0
9 - 15	<p>Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Многократное рассеяние ионов в методе СРМИ. Сканирующая туннельная микроскопия. Дифракция медленных электронов. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.</p>	Всего аудиторных часов		
		7	7	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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
9 - 10	Первичная структура РФЭ спектров
11 - 12	Вторичная структура РФЭ спектров
13 - 14	Линии Оже-переходов в РФЭ спектрах

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов) а также, проведение занятий с использованием системы удаленного доступа к уникальному научному оборудованию 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-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	Ф	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 Н99 Physics of Surfaces and Interfaces : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2006
2. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
3. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 43 Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2006
2. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика.Ч.1, Москва: Физматлит, 2013
3. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008

4. 539.2 Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008
5. 621.39 М64 Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие для вузов, В. Л. Миронов, М.: Техносфера, 2004
6. 539.2 В24 Введение в физику поверхности : , К. Оура [и др.], Москва: Наука, 2006
7. 538 М22 Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы : , М. В. Мамонова, В. В. Прудников, И. А. Прудникова, Москва: Физматлит, 2011
8. 539.2 П70 Введение в физику поверхности : , М. Праттон, М.; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000

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 рассматриваются следующие темы: Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Топографический и спектроскопический режимы работы сканирующего туннельного микроскопа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип действия.

Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

- Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 5 вопросов из списка вопросов. Время на подготовку – 30 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-15). 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-15 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

Для подготовки к лекциям и промежуточной аттестации рекомендуется пользоваться следующей литературой:

Погосов, В. В. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Погосов. - Москва : Физматлит, 2006. - 328 с.

Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела [Текст] : учебное пособие для вузов / В. И. Троян [и др.]. - Москва : МИФИ, 2008. - 260 с. - (Учебная книга инженера-физика). - ISBN 978-5-7262-1020-3

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В рамках курса рассматриваются следующие темы: Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование

электрона. Туннельный ток. Топографический и спектроскопический режимы работы сканирующего туннельного микроскопа Атомно-силовая микроскопия. Принцип действия. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

- Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 5 вопросов из списка вопросов. Время на подготовку – 30 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-15). 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-15 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

Для подготовки к лекциям и промежуточной аттестации рекомендуется пользоваться следующей литературой:

Погосов, В. В. Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Погосов. - Москва : Физматлит, 2006. - 328 с.

Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела [Текст] : учебное пособие для вузов / В. И. Троян [и др.]. - Москва : МИФИ, 2008. - 260 с. - (Учебная книга инженера-физика). - ISBN 978-5-7262-1020-3

Автор(ы):

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

Рецензент(ы):

Пальчиков В.Г., профессор, д.ф.-м.н.

