

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 ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЛАЗМЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.04.02 Высокотехнологические плазменные и
энергетические установки

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	3	108	16	32	0		60	0	3
Итого	3	108	16	32	0	0	60	0	

АННОТАЦИЯ

Изучение дисциплины позволит студентам получить сведения о физической природе и параметрах широкого круга процессов, составляющих в совокупности явление взаимодействия плазмы с твердым телом, научиться анализировать их обратное влияние на плазму.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Взаимодействие плазмы с поверхностью» является сообщить студентам необходимый минимум знаний о разнообразных процессах, возникающих при бомбардировке плазмой и ее компонентами поверхности твердых тел, а также ознакомить с новейшими методами исследования процессов на поверхности и возможностями управления ими

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы «Взаимодействие плазмы с поверхностью» представляет собой развитие полученных ранее знаний по следующим дисциплинам: курс общей физики, включающий основы термодинамики, оптику, электричество и магнетизм и др.; статистическая физика; математический анализ; дифференциальные уравнения; теория вероятности и математической статистики; квантовая механика; уравнения математической физики, физика низкотемпературной плазмы; вакуумная технология плазменных установок.

Курс Взаимодействие плазмы с поверхностью входит в число базовых при подготовке современных студентов на уровне магистров.

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-исследовательский			
Применение методов диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных	Методы диагностики плазмы в установках термоядерного	ПК-3.2 [1] - Способен применять методы диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза	З-ПК-3.2[1] - Знать основные методы диагностики плазмы в установках термоядерного

технологических установках	синтеза и плазменных технологических установках	и плазменных технологических установках <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	синтеза и плазменных технологических установках; У-ПК-3.2[1] - Уметь применять на практике методы диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках; В-ПК-3.2[1] - Владеть навыком применения методов диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках
научно-инновационный			
Использование методов плазменной обработки материалов, разработка плазменных технологий	Методы плазменной обработки материалов, плазменные технологии	ПК-3.3 [1] - Способен применять методы плазменной обработки материалов, разрабатывать плазменные технологии <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3.3[1] - Знать основные методы плазменной обработки материалов, плазменные технологии; У-ПК-3.3[1] - Уметь применять на практике методы плазменной обработки материалов, разрабатывать плазменные технологии; В-ПК-3.3[1] - Владеть методами плазменной обработки материалов и навыком разработки плазменных технологий

4. 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
	<i>3 Семестр</i>						
1	Прохождение заряженных частиц через твёрдое тело. Вторично-эмиссионные процессы при облучении твёрдых тел ионами и плазмой. Процессы на поверхности, обусловленные ионным внедрением.	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3
2	Модификация поверхности твёрдых тел при ионном и плазменном воздействии. Особенности взаимодействия плазмы с твёрдым телом в плазменных и термоядерных установках.	9-16	8/16/0		25	КИ-16	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3

* – 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
3	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Прохождение заряженных частиц через твёрдое тело. Вторично-эмиссионные процессы при облучении твёрдых тел ионами и плазмой.Процессы на поверхности, обусловленные ионным внедрением.	8	16	0
1	Прохождение заряженных частиц через твёрдое тело. Введение. Диссипация энергии атомных частиц при прохождении через твёрдое тело и формирование элементарных дефектов	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0	0
2	Прохождение заряженных частиц через твёрдое тело. Торможение быстрых атомных частиц в твёрдом теле. Зарядовое состояние. Сечения взаимодействия. Потери энергии. Пробеги.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0	0
3	Прохождение заряженных частиц через твёрдое тело. Ядерные (упругие) столкновения. Кулоновский потенциал. Потенциал Томаса-Ферми-Фирсова. Степенной потенциал. Электронные (неупругие) столкновения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0	0
4	Прохождение заряженных частиц через твёрдое тело. Прохождение частиц через кристаллы (канализование). Радиационное образование дефектов. Точечные дефекты. Коррелированные столкновения. Каскады смещений	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0	0
5	Вторично-эмиссионные процессы при облучении твёрдых тел ионами и плазмой. Введение Распыление при бомбардировке атомными частицами - Распыление за счёт упругих столкновений Механизм распыления. Режимы распыления. Коэффициенты распыления. Энергетические и угловые распределения распылённых частиц. Ориентационные эффекты при распылении монокристаллов. Распыления многокомпонентных материалов при «низких» температурах. Распыление интенсивными потоками частиц. Распыление материалов, содержащих атомы газообразных элементов. Теории распыления за счёт упругих потерь энергии для каскадного и термического режимов распыления. - Распыление за счёт неупругих процессов Химическое распыление при облучении ионами водорода и кислорода (на примере графита) Распыление диэлектриков за счёт процессов ионно-стимулированной десорбции. Распыление быстрыми частицами.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0	0
6	Вторично-эмиссионные процессы при облучении твёрдых тел ионами и плазмой. Ионно-электронная эмиссия (ИЭЭ). - Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Механизмы потенциальной ИЭЭ. Коэффициенты эмиссии: зависимость от вида и энергии, зарядового состояния и	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	2 0	0

	угла падения ионов, материала и состояния поверхности мишени. Энергетические спектры. - Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Коэффициенты эмиссии: зависимость от вида и энергии, зарядового состояния и угла падения ионов, материала и состояния поверхности мишени. Ориентационные эффекты кинетической ИЭЭ с поверхности монокристаллов. Энергетические спектры: зависимость от энергии ионов и угла регистрации. Механизмы кинетической ИЭЭ.		
7	Процессы на поверхности, обусловленные ионным внедрением. Введение. Захват и удержание газов в твёрдом теле. - Захват и удержание газов в металлах. - Захват и удержание газов в углеродитовых материалах	Всего аудиторных часов 1 2 0 Онлайн 0 0 0	
8	Процессы на поверхности, обусловленные ионным внедрением. Блистерообразование - Блистерообразование на поверхности твёрдых тел. Малые и большие блистеры. Условия появления блистеров Закономерности развития и разрушения. Флекинг. Теоретическое описание блистерообразования. - Блистерообразование на поверхности жидкости. Условия появления блистеров. Закономерности развития и разрушения. Теоретическое описание блистерообразования.	Всего аудиторных часов 1 2 0 Онлайн 0 0 0	
9-16	Модификация поверхности твёрдых тел при ионном и плазменном воздействии. Особенности взаимодействия плазмы с твёрдым телом в плазменных и термоядерных установках.	8	16 0
9	Рост кристаллических новообразований - вискеров на облучаемой ионами поверхности. Условия и причины появления вискеров. Закономерности роста и трансформации вискеров. Физическая модель роста вискеров.	Всего аудиторных часов 1 2 0 Онлайн 0 0 0	
10	Формирование структуры конусов на облучаемой ионами поверхности. Условия появления и роста конусов и конических углублений. Этапы, закономерности и параметры роста и разрушения. Физическая модель процессов появления и роста конусов.	Всего аудиторных часов 1 2 0 Онлайн 0 0 0	
11	Ионная полировка Сглаживание рельефа поверхности при ионной бомбардировке («ионная полировка»). Принципы и условия ионной полировки.	Всего аудиторных часов 1 2 0 Онлайн 0 0 0	

12	Формирование пористости на облучаемой ионами поверхности. Условия появления пор. Закономерности развития. Физическая модель порообразования.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
13	Модификация моноэлементных материалов со сложной структурой. Общие принципы модификации при облучении ионами и плазмой. Движущие силы, условия и направления модификации. Причины и условия модификации композитов при высокотемпературном облучении. Характер изменения структуры композита. Развитие сплошного поверхностного слоя; структура модифицированного слоя. Изменения вторично-эмиссионных, сорбционных и теплофизических параметров поверхностного слоя.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
14	Распыление и модификация сплавов и соединений при высоких температурах - Причины и условия модификации поверхности металлов и сплавов при высокотемпературном облучении. - Характер модификации рельефа и состава поверхности. Изменения скорости распыления и состава распылённого потока. Особенности процессов на поверхностях одно- и двухфазных сплавов. Трансформации поверхности и распыление при высоких температурах графитов, модифицированных карбидами	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
15	Эрозия и модификация поверхности соединений имеющих атомы газообразных элементов в своём составе. - Эрозия и модификация поверхности окислов при высокотемпературном облучении ионами и плазмой (На примере плавленого кварца). Преимущественное удаление кислорода. Изменение состава и структуры поверхностного слоя. Влияние ионной бомбардировки на глубокие слои кварца. Изменение механизмов и параметров процесса распыления. - Эрозия и модификация гидридов при высокотемпературном облучении ионами и плазмой (На примере гидридов циркония и титана). Преимущественное удаление водорода. Изменение состава и структуры гидрида, восстановление структуры металла. Роль поверхности как поверхностного диффузационного барьера, препятствующего выходу водорода и обеспечивающего тем самым сохранение гидрида. - Эрозия и модификация нитридов при высокотемпературном облучении ионами и плазмой (На примере нитрида бора). Преимущественное удаление азота. Изменение состава и структуры нитрида. Влияние кристаллической структуры нитрида бора на его разрушение.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
16	Особенности взаимодействия плазмы с твёрдым телом в плазменных и термоядерных установках.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0

	<ul style="list-style-type: none"> - Эрозия поверхности униполярными дугами - Модификация и эрозия материалов при облучении интенсивными потоками плазмы термоядерных установок (срывы плазмы, ЭЛМы и т.п.) - Захват и удержание гелия и водорода материалов при облучении интенсивными потоками плазмы термоядерных установок 	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По направлению подготовки (специальности) предусматривается широкое использование современных методов проведения учебных процессов с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Курс предусматривает демонстрационный материал по каждой теме занятий , который представляется в виде слайдов.

6. 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-3.2	З-ПК-3.2	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.2	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.2	3, КИ-8, КИ-16
ПК-3.3	З-ПК-3.3	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.3	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.3	3, 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:

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 иочно 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 твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		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	3 – «удовлетворительно»		
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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ N91 Nuclear Fusion Research : Understanding Plasma-Surface Interactions, , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2005
2. ЭИ И32 Избранные вопросы физики плазмы и её применения Вып.1 , , Москва: НИЯУ МИФИ, 2017
3. 533 К 65 Материалы XXIII конференции "Взаимодействие плазмы с поверхностью" : , 2020

4. 621.039 М54 Методы генерации и диагностики плазмы : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2008
5. ЭИ М54 Методы генерации и диагностики плазмы : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2008
6. 621.039 О-23 Обращенные к плазме элементы ТЯР : лабораторный практикум, Визгалов И.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2008
7. ЭИ Б37 Процессы в твердом теле под действием ионного и плазменного облучения : учебное пособие для вузов, Беграмбеков Л.Б., Москва: МИФИ, 2008
8. 533 Б37 Процессы в твердом теле под действием ионного и плазменного облучения : учебное пособие для вузов, Беграмбеков Л.Б., Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. И N91 Nuclear fusion research : understanding plasma-surface interactions, , Berlin [and oth.]: Springer, 2005
2. 539.1 В40 Взаимодействие заряженных частиц с твердым телом : , , М.: Высш. школа, 1994
3. 539.2 О-93 Взаимодействие заряженных частиц с твердыми телами : , Оцуки Ё.-Х., М.: Мир, 1985
4. 533 К93 Взаимодействие плазмы с поверхностью : Учеб. пособие для вузов, Курнаев В.А., М.: МИФИ, 2003
5. 620 Э98 Конструкционные материалы. Полный курс : , Эшби М., Джонс Д., Долгопрудный: Интеллект, 2010
6. 678 П50 Полимерные композиционные материалы: прочность и технология : , Баженов С.Л. [и др.], Долгопрудный: Интеллект, 2010
7. 621.039 Б37 Разрушение поверхности твердых тел при ионном и плазменном облучении : Учеб. пособие, Беграмбеков Л.Б., М.: МИФИ, 1987

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Microsoft office (33-103)
2. OSWindows 7 Pro
3. KasperskySecurity
4. Adobe acrobat

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. НИЯУ МИФИ (<http://www.library.mephi.ru/>)

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Персональный Компьютер (33-103)
2. Проектор EPSON (33-103)
3. Интерактивная доска SMARTBOARD SB680IV3 (33-103)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс «Взаимодействие плазмы с поверхностью» состоит из теоретической части, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия и практической части, на которой разбирается типичный пример решения задачи и даются задания (задачи) студентам на закрепление материала. В семестре студент может получить максимум 100 баллов: 50 баллов за работу в семестре и 50 баллов за зачет. Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс «Взаимодействие плазмы с поверхностью» состоит из теоретической части, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия и практической части, на которой разбирается типичный пример решения задачи и даются задания (задачи) студентам на закрепление материала.

Методические указания по проведению лекций

Лекция представляет собой логическое изложение материала в соответствии с планом лекции, который сообщается студентам в начале каждой лекции, и имеет законченную форму, т. е. содержит пункты, позволяющие охватить весь материал, который требуется довести до студентов. Содержание каждой лекции имеет определенную направленность и учитывает уровень подготовки студентов. Ее цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. Главной задачей лектора является организация процесса познания студентами изучаемой дисциплины на всех этапах ее освоения, предусмотренных образовательным стандартом. Лекции по курсу призваны решать две основные задачи: во-первых, информативную, т.е. сообщать студенту определенный набор теоретических знаний об изучаемой области действительности, во-вторых, развивающую, т.е. способствовать выработке навыков самостоятельной познавательной деятельности, мышления и оценки на основе полученных знаний.

Для решения названных задач при подготовке лекции преподавателю необходимо:

- сформулировать цель и задачи каждой лекции;

- определить содержание лекции и план ее проведения так, чтобы это отвечало поставленным задачам лекции;
- разработать методы активизации познавательной деятельности студентов с учетом уровня знаний студентов;
- продумать возможности использования изучаемого материала в рамках других дисциплин и в практической деятельности;
- представить ссылки на источники для самостоятельного изучения материала студентами;
- по материалу лекции сформулировать задачи с целью подготовки студентов к семинарам.

Тематика и содержание лекции определяются рабочей программой изучаемой дисциплины, составленной в соответствии с образовательным стандартом направления специальности подготовки бакалавра.

Для передачи теоретического материала по дисциплине используются три основных типа лекций: вводная лекция, информационная лекция и обзорная лекция.

По своей структуре лекции могут быть разнообразны – это зависит от содержания и характера излагаемого материала. Однако существует общий структурный каркас, применимый к любой лекции. Прежде всего, это сообщение плана лекции студентам и строгое ему следование. В план лекции включаются наименования основных вопросов лекции, которые могут послужить базой для составления экзаменационных билетов и вопросов к зачету. В начале изложения полезно напомнить содержание предыдущей лекции, связать его с новым материалом, определить место и назначение рассматриваемой темы в дисциплине и в системе других наук.

При раскрытии вопросов темы можно применять индуктивный метод: примеры, факты, подводящие к научным выводам; можно также использовать метод дедукции: разъяснение общих положений с последующим показом возможности их приложения на конкретных примерах. По каждому из анализируемых положений следует делать вывод.

В конце лекции необходимо подвести итог сказанному.

Излагая лекционный материал, преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты пишут конспект. Конспект помогает внимательно слушать, лучше запоминать в процессе осмысливания, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к семинару, зачету, экзамену. Задача лектора – дать студентам возможность осмысливания конспектирования: слушать, осмысливать, перерабатывать, кратко записывать. Средствами, помогающими конспектированию, являются: акцентированное изложение материала лекции, использование пауз, записи на доске, демонстрации иллюстративного материала, строгое соблюдение регламента занятий.

На каждую лекцию преподавателем разрабатывается план и конспект, включающие название темы, формулировку цели и задач, перечень основных разделов лекции, краткое, структурированное в соответствии с планом, содержание излагаемого материала, а также перечень вопросов, которые будут заданы по ходу лекции с целью активизации и повторения.

В ходе лекций по дисциплине «Плазменные установки» предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий, в частности, применение мультимедийного проектора, а также интерактивных выступлений по принципу «вопрос – ответ», использование мела и доски, схем, таблиц и рисунков.

Методические указания по проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине «Взаимодействие плазмы с поверхностью» направлены главным образом на закрепление и расширение полученных теоретических знаний, а также представить самостоятельные решения практических ситуаций. Практические занятия призваны углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Они развивают инженерное и научное мышление, позволяют проверить знания студентов, привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала и выступают как средство оперативной обратной связи. Как правило, во время практических занятий основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что определяет содержание деятельности студентов. Структура практических занятий по дисциплине «Взаимодействие плазмы с поверхностью» включает: постановку задач преподавателем; ответы на вопросы студентов для уточнения материала.

Автор(ы):

Беграмбеков Леон Богданович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

к.ф.-м.н., доцент, Садовский Я.А.