

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 УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФИЗИКИ: ФИЗИКА ПЛАЗМЫ И ТЯР

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг

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	30	30	0		12	0	Э
Итого	3	108	30	30	0	30	12	0	

АННОТАЦИЯ

Курс «Современные направления физики: физика плазмы и ТЯР» знакомит студентов с основами физики плазмы и технологиями термоядерного синтеза.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс рассчитан на формирование у студентов целостного представления об основных свойствах плазмы и усвоение ее базовых понятий, а также представлений о технологии управляемого термоядерного синтеза и связанным с ним проблем радиационной безопасности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения курса студенты должны предварительно прослушать курсы лекций 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

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			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки,	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности	З-ПК-2[1] - знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-

установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС ; У-ПК-2[1] - уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС;; В-ПК-2[1] - владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований
производственно-технологический			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-9 [1] - Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	З-ПК-9[1] - Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; ; У-ПК-9[1] - уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ;; В-ПК-9[1] - владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты	ПК-10 [1] - Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и	З-ПК-10[1] - знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; ; У-ПК-10[1] - уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ;; В-ПК-10[1] - владеть методами оценки ядерной и

входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	радиоактивными отходами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-11 [1] - Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.032, 24.033	З-ПК-11[1] - знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ; ; У-ПК-11[1] - уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС;; В-ПК-11[1] - владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании
организационно-управленческий			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	теплофизические энергетические установки как объекты человеческой деятельности, связанной с их созданием и эксплуатацией	ПК-12 [1] - Способен к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.032, 24.033	З-ПК-12[1] - знать нормативные документы и требования по организации рабочих мест; ; У-ПК-12[1] - уметь проводить оптимизацию размещения технологического оборудования на рабочих местах;; В-ПК-12[1] - владеть принципами бережливого производства и непрерывного совершенствования

			технологических процессов
--	--	--	---------------------------

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
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.

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
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12

2	Часть 2	9-15	14/14/0		25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12

* – 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>	30	30	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	Тема 1. Вводная лекция. Физика плазмы и Управляемый термоядерный синтез Основные понятия физики плазмы. Дебаевский радиус и	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

	потенциал положительного заряда в плазме. Квазинейтральность и идеальность плазмы. Степень ионизации плазмы. Виды плазмы: низкотемпературная и высокотемпературная. Основные направления исследований по управляемому термоядерному синтезу: токамаки, магнитные ловушки, лазерный синтез, сильноточные пинчи.	0	0	0
2	Тема 2. Столкновение частиц в плазме. Ионизация и рекомбинация Столкновения в горячей плазме. Формула Резерфорда. Длина электрон-ионных столкновений. Столкновения в низкотемпературной плазме. Сечения упругих столкновений электрона с атомами. Длина свободного пробега электрона. Транспортное сечение. Длина ионизации атома электронным ударом. Формула Томсона для сечения ионизации атома водорода электроном. Фотоионизация. Рекомбинация, основные виды.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3. Подвижность. Электрический ток в плазме Дрейфовое движение ионов в газе. Подвижность. Теория подвижности ионов Ланжевена. Подвижность электронов. Теория лавинного пробоя Таунсенда. Коэффициент ионизации, условие зажигания разряда. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Формула Таунсенда для коэффициента ионизации. Ионизационная способность. Кривые Пашена для газов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4. Проводимость плазмы Проводимость горячей плазмы. Формула Спитцера. Проводимость плазмы в высокочастотном поле. Проводимость плазмы в магнитном поле. Проводимость низкотемпературной плазмы. Термодинамическое равновесие в плазме. Формула Саха для концентрации заряженных частиц в водородной плазме. Выражение для степени ионизации. Ионизационное равновесие, формула Эльверта	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5. Волны в плазме Ленгмюровские колебания. Плазменная частота. Электронные волны в плазме: волновое уравнение, дисперсионное соотношение, фазовая и групповая скорости. Распространение электромагнитных волн в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Дисперсионное соотношение для электромагнитных волн. Фазовая и групповая скорости волн. Распространение электромагнитных волн в ионосфере. Вмороженность магнитного поля в плазму. Альфвеновские волны: формула для скорости. Распространение электромагнитной волны вдоль магнитного поля: низкочастотные и высокочастотные волны	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6. Тлеющий и дуговой разряды Основные области тлеющего разряда. Зависимости для потенциала и плотности тока (электронного и ионного) в межэлектродном пространстве. ВАХ тлеющего разряда. Нормальный и аномальный тлеющий разряд. Виды	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	дуговых разрядов. ВАХ угольной дуги. Формула Айртон. Измерение электрического потенциала в дуге. Зависимость плотности тока (электронного и ионного) в межэлектродном пространстве. Распределение температуры в дуговом разряде.			
7	Тема 7. Искровой и коронный разряды. ВЧ разряды Стримерная модель искрового разряда. Условие возникновения стримера для электрического поля. Отрицательный и положительный стримеры. Условия образования стримера Мика и Леба. Формирование искрового канала. Коронный разряд. Емкостной и индукционный способы возбуждения высокочастотных разрядов. Зависимость напряжения зажигания от давления и ВАХ емкостного разряда. Соотношения между частотой генератора и частотой столкновений. Основные выражения в теории ВЧ разряда.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8. Технические применения низкотемпературной плазмы Плазмотрон и дуоплазмотрон. ВЧ плазмотрон с вихревой стабилизацией потока. Распределение температуры в ВЧ плазмотроне. Дуговой плазмотрон для напыления металлических покрытий. Использование ВЧ и дуговых плазмотронов для плазменного упрочнения поверхностей металлов. Плазменная модификация поверхностей неорганических материалов. Капиллярные разряды как мощные источники излучения видимого и ультрафиолетового диапазонов спектра. Получение наноструктурных веществ с помощью капиллярных разрядов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	14	14	0
9	Тема 9. Основные направления исследований по управляемому термоядерному синтезу Термоядерные реакции, содержание дейтерия на Земле. Системы с магнитным удержанием: токамаки, магнитные ловушки. Инерциальный синтез: лазерный синтез, пинчи. Критерий Лоусона для осуществления управляемой термоядерной реакции. Графики для произведения η от температуры для реакций (dt) и (dd). Выражения в виде неравенств для данных реакций.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10. Открытые магнитные ловушки Движение частиц и адиабатические инварианты. Магнитные пробки и конус потерь. Желобковая неустойчивость, выступы на поверхности плазмы. Принцип “Минимума магнитного поля”. Эксперименты по удержанию плазмы на установке ПР-6. Основные неустойчивости и их подавление. Амбиполярная ловушка. Электростатический потенциал. Термические барьеры. Исследования на установке ТМХ-У.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11. Токамак Принципиальное устройство установки. Параметры современных токамаков. Джоулев нагрев плазмы. Режим “большого срыва”, “убегающие электроны”. Основные	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	виды неустойчивостей: “перетяжки”, “змейки”, “винтовые”, и способы их преодоления. Критерий Крускала-Шафранова. Дрейфовое движение частиц: центробежный, градиентный, дрейф по бинормали. Определение концентрации и температуры. Эксперименты на современных токамаках.			
12	Тема 12. Проект международного токамака – ИТЭР Перспективы схем реактора на основе установки токамак. Параметры и устройство установки. Создание магнитных полей. Системы для нагрева плазмы. Диагностические системы. Возможность получения энергетического выхода.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 13. Лазерный термоядерный синтез. Мощные пинчи Конструкция лазерной системы: задающий генератор, усилитель. Современные лазерные системы. Конструкция мишеней, “лазерный поршень”. Адиабатическое сжатие. Зависимость нагрева от длины волны излучения и параметров лазерного импульса. Схема предполагаемой энергетической установки. Классический z -пинч. Принцип сжатия плазмы. Зависимости для тока, рентгеновского излучения, нейтронного выхода. Плазменный фокус. Мейзеровский и филипповский варианты. Выход нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Тема 14. Диагностические системы плазменных установок Исследование параметров плазмы с помощью электростатического зонда Ленгмюра. Магнитные зонды. Регистрация тока плазмы с помощью пояса Роговского. СВЧ методы определения концентрации плазмы. Лазерное рассеяние для регистрации локальных значений концентрации и температуры плазмы. Лазерная интерферометрия для определения концентрации импульсной плазмы с помощью интерферометра Маха-Цандера. Спектроскопия плазмы в видимом и УФ диапазонах электромагнитного спектра. Метод определения температуры по относительным интенсивностям спектральных линий, абсолютные интенсивности линий, спад континуума.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 15. Современные актуальные направления физики плазмы Перспективы международного токамака ИТЭР. Плазменные технологии: модификация поверхности, получение наноструктур. Плазмохимия: очистка воздуха и воды, плазмохимические реакции для очистки природного газа. Разбор вопросов для экзамена по курсу.	Всего аудиторных часов		
		0	0	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 СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1	Тема 1. Радиус Дебая, экранирование положительного заряда в плазме.
2	Тема 2. Основные виды движений в постоянных электрическом и магнитном полях.
3	Тема 3. Столкновения частиц в плазме. Ионизация и рекомбинация.
4	Тема 4. Электрический ток в плазме. Потенциал зажигания самостоятельного разряда, закон Пашена.
5	Тема 5. Проводимость плазмы. Формула Спитцера. Проводимость в высокочастотном поле.
6	Тема 6. Колебания и волны в плазме. Уравнение для электронных волн в плазме.
7	Тема 7. Прохождение электромагнитных волн через плазму.
8	Тема 8. Контрольная работа по пройденным темам.
9	Тема 9. Источники плазмы. Ускорение заряженных частиц: плазмотрон, плазменный инжектор.
10	Тема 10. Основные виды дрейфового движения заряженных частиц. Дрейф в скрещенных электрическом и магнитных полях. Центробежный и градиентный дрейфы, дрейф по бинормали.
11	Тема 11. Движение заряженных частиц в магнитном поле токамака: пролетные и запертые траектории.
12	Тема 12. Виды излучений горячей плазмы: линейчатое, рекомбинационное, тормозное, циклотронное.
13	Тема 13. Плотная пинчевая плазма: ускорение частиц, прохождение электромагнитных волн.
14	Тема 14. Контрольная работа по пройденным темам.
15	Тема 15. Итоговое занятие.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

проводятся занятия в активной и интерактивной форме с применением компьютерных технологий и мультимедийного оборудования.

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-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-11	З-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-12	З-ПК-12	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-12	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-12	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
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	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
75-84		C	
70-74		D	

			существенных неточностей в ответе на вопрос.
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. 621.039 М54 Методы генерации и диагностики плазмы : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2008
2. ЭИ О-75 Основы физических процессов в плазме и плазменных установках : учебное пособие для вузов, Жданов С.К. [и др.], Москва: МИФИ, 2007
3. ЭИ С23 Сборник задач по физической электронике и физике плазмы : учебное пособие для вузов, Фетисов И.К. [и др.], Москва: МИФИ, 2008
4. 537 Ф50 Физическая электроника и низкотемпературная плазма : лабораторный практикум, Визгалов И.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 Л84 Горячая плазма и управляемый ядерный синтез : Учебник для вузов, Ковальский Н.Г., Лукьянов С.Ю., М.: МИФИ, 1999
2. 533 С50 Лабораторный практикум по курсу "Физика плазмы и УТС". Численное моделирование движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях различной конфигурации : Учеб. пособие, Тельковский В.Г., Цветков И.В., Смирнов В.М., М.: МИФИ, 1994

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

<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

Курс состоит из теоретической части, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия, и практической части, где разбираются типичные примеры 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 на экзамене.

Работа в семестре представляет собой выполнение практических заданий и решение контрольных работ.

Студентам необходимо подготовить невыполненные на предыдущем занятии задачи и сдать их преподавателю в конце занятия с учетом данных преподавателем индивидуальных дополнительных требований к задаче.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс представляет собой теоретический курс. Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и разбирает типичные задачи для закрепления материала.

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 материала 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.

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 осмысленного записывания, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к семинару, зачету, экзамену. Задача лектора – дать студентам возможность осмысленного 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 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.

Решение задач призвано углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Задачи развивают инженерное и научное мышление, позволяют проверить

знания студентов, привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала и выступают как средство оперативной обратной связи.

Методические указания по проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине 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 включает: постановку задач преподавателем; ответы на вопросы студентов для уточнения материала; защиту решения практических задач и др.

В конце семестра студенты сдают экзамен.

Автор(ы):

Кирко Дмитрий Леонидович, к.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

д.ф.-м.н, профессор, Мельников А.В.