

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

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.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
1	3	108	24	40	0	44	0	3
2	3	108	22	38	0	12	0	Э
Итого	6	216	46	78	0	56	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе "Специальные главы физики плазмы" изучаются базовые понятия физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. В первом семестре изучается физика явлений, происходящих в низкотемпературной плазме, а также физические основы работы приборов вакуумной и газоразрядной электроники. Во втором семестре основное внимание уделено магнитному удержанию плазмы и реакторам на его основе, потокам частиц и излучений из него, а также тем аспектам термоядерной технологии, которые связаны с радиационной опасностью.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Специальные главы физики плазмы» являются изучение базовых понятий физики как низкотемпературной плазмы, так и горячей плазмы, а также методов диагностики основных плазменных параметров.

Курс является базовым для выпускников кафедры физики плазмы, специализирующимся как в физике и технологии управляемого термоядерного синтеза, так и других областях, связанных с изучением и применением плазмы. Курс рассчитан на формирование у студентов целостного представления об основных свойствах плазмы и твердое усвоение ее базовых понятий.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс лекций «Специальные главы физики плазмы» является одним из основных годовых курсов, читаемых на кафедре «Физика плазмы». Для успешного освоения теоретического курса «Специальные главы физики плазмы» 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,

Лекционный курс «Специальные главы физики плазмы» необходим студентами для выполнения учебно-исследовательских работ и практик по тематике физика плазмы

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

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

<p>ОПК-2 [1] – Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе в области высокотехнологических плазменных и энергетических установок</p>	<p>3-ОПК-2 [1] – Знать основные законы и понятия общей и теоретической физики, высшей математики; У-ОПК-2 [1] – Уметь применять законы и понятия общей и теоретической физики, высшей математики для решения расчетных и других задач, обработки экспериментальных данных; В-ОПК-2 [1] – Владеть методами, способами и приемами решения различных задач, включающих в себя анализ физического явления или эксперимента, проведение соответствующего расчета, выявление той или иной функциональной зависимости</p>
<p>ОПК-4 [1] – Способен вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественный и количественный анализ</p>	<p>3-ОПК-4 [1] – Знать основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и методы математического анализа; методы проведения качественного и количественного анализа; В-ОПК-4 [1] – Владеть: методами качественного и количественного анализа для решения различных задач; методами системного подхода к решению задач; навыками проведения научного исследования. У-ОПК-4 [1] – Уметь проводить качественный и количественный анализ возникшей проблемы; определить математическую, естественнонаучную и/или техническую сущность задачи;</p>

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

<p>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</p>	<p>Объект или область знания</p>	<p>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</p>	<p>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</p>
<p>научно-исследовательский</p>			
<p>Обработка и обобщение результатов исследований математическими методами</p>	<p>Результаты исследований, математические методы обработки экспериментальных данных</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.033</p>	<p>3-ПК-2[1] - Знать основные законы высшей математики, необходимые для математической обработки результатов исследований; основные законы теоретической физики, необходимые для обобщения и интерпретации результатов исследований; ; У-ПК-2[1] - Уметь:</p>

			<p>применять законы высшей математики и физики к обобщению и интерпретации исследований; проводить критический анализ результатов;; В-ПК-2[1] - Владеть: методами создания и анализа математических моделей; методами обработки экспериментальных данных</p>
<p>Анализ научно-технической информации, постановка научной проблемы, обработка и обобщение полученных результатов</p>	<p>Научно-техническая информация по тематике исследований, результаты исследования</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен анализировать научно-техническую информацию, научные проблемы, результаты, перспективы по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-3[1] - Знать специфику и современное состояние развития исследований и разработок; методы поиска, анализа научно-технической информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи, определения пути их решения ; У-ПК-3[1] - Уметь: проводить поиск, анализ научно-технической информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых исследований и разработок; обобщать и критически анализировать полученную информацию; проводить критический анализ своих результатов и результатов других</p>

			исследователей; В-ПК-3[1] - владеть навыками поиска и анализа научно-технической информации, выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых исследований и разработок, обобщения и критического анализа информации.
производственно-технологический			
Технико-экономическое обоснование методов решения поставленных задач	Методы решения поставленных технических и инженерных задач	ПК-4 [1] - Способен осуществлять технико-экономическое обоснование методов решения поставленных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	З-ПК-4[1] - Знать методологию выбора оптимального метода решения поставленной технической или инженерной задачи; ; У-ПК-4[1] - Уметь произвести выбор оптимального метода решения поставленной технической или инженерной задачи; осуществить технико-экономическое обоснование выбранного метода решения задачи; В-ПК-4[1] - Владеть навыками выбора оптимального метода решения профессиональных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>1 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	12/20/0		25	КИ-8	У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4
2	Второй раздел	9-16	12/20/0		25	КИ-16	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-

							ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		24/40/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2,

							В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-9	13/22/0		25	КИ-8	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	10-15	9/16/0		25	КИ-15	3-

							ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		22/38/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-

							ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	24	40	0
1-8	Первый раздел	12	20	0
1	Основные понятия физики плазмы Плазма. Квазинейтральность плазмы. Радиус Дебая. Плазменные колебания и их частота. Экранирование внутренних и внешних электрических полей в плазме. Идеальность плазмы, вырожденность плазмы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
2 - 5	Элементы электронной оптики пучков заряженных частиц Движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Отклонение и фокусировка заряженных частиц. Элементы электронной оптики параксиальных пучков. Основное уравнение электронной оптики. Электростатические и магнитные линзы, их типы и	Всего аудиторных часов		
		7	10	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>параметры. Ограничение тока диода объемным зарядом. Формула Ленгмюра для плоских и цилиндрических электродов. Учет начальных скоростей частиц. Формирование виртуального катода. Задача Бурсиана - поток заряженных частиц в вакууме с учетом объемного заряда. Формирование пучков заряженных частиц. Методы определения потенциала ионного пучка. Пирсова оптика. Нейтрализация объемного заряда в пучках.</p>			
6	<p>Элементарные процессы в плазме Столкновения заряженных и нейтральных частиц в плазме. Упругие, неупругие и реактивные столкновения частиц. Радиационные процессы. Сечения столкновений частиц, средняя длина свободного пробега для канала взаимодействия. Принцип детального равновесия. Константы равновесия реактивных процессов. Каналы ионизации и рекомбинации в плазме. Ионизационное равновесие в оптически толстой и тонкой плазме. Формулы Саха и Эльверта. Образование отрицательных ионов. Столкновительно-радиационная модель. Экспериментальные методы исследования рекомбинации заряженных частиц.</p>	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<p>Элементарная теория процессов переноса в низкотемпературной плазме Процессы переноса массы, энергии и импульса – диффузия, теплопроводность и вязкость компонентов плазмы – в отсутствие магнитного поля. Коэффициенты переноса и транспортные потоки в плазме. Дрейф заряженных частиц в низкотемпературной плазме. Скорость дрейфа, подвижность электронов и ионов в газе. Методы измерения подвижности электронов и ионов. Теория дрейфа заряженных частиц в газе Ланжевена и Томпсона. Соотношение Эйнштейна. Амбиполярная диффузия. Экспериментальные методы исследования процесса диффузии. Транспортные потоки, переносимые заряженными частицами в плазме при наличии магнитного поля.</p>	Всего аудиторных часов		
		3	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	12	20	0
9	<p>Теория газового разряда ВАХ газового разряда. Несамостоятельный разряд в газе: без ионизационного усиления и с ионизационным усилением. Формирование самостоятельного разряда. Образование лавин. Коэффициент Таунсенда. Потенциал зажигания самостоятельного разряда. Закон Пашена. Постоянная Столетова. Влияние пространственного заряда на распределение потенциала.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 12	<p>Типы газового разряда Тлеющий разряд. Дуговой разряд. Столб дугового разряда в диффузионном режиме, его температура, энергетический баланс. Катод и анод в дуговом разряде. Контрагированная дуга. Вакуумная дуга с горячим катодом.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Высокочастотный разряд с внешними или внутренними электродами. Индукционный разряд. Факельный разряд. Коронный разряд. Положительная и отрицательная корона, условия коронного пробоя, вольтамперная характеристика короны. Искровой разряд. Стриммерная теория искрового разряда. Напряжение искрового пробоя. Пробой газоразрядного промежутка в поперечном магнитном поле. Теория пробоя Хофера-Редхеда. Пробой в неоднородном магнитном поле.			
13	Основные задачи диагностики плазмы. Диапазон изучаемых параметров плазмы. Классификация методов диагностики. Измерение импульсных токов Основные задачи диагностики плазмы. Диапазон изучаемых параметров плазмы: температура, плотность, время жизни. Классификация методов диагностики. Измерение импульсных токов. Шунты. Устройство и расчет пояса Роговского. Частотные ограничения. Измерение напряжений. Делители. Интегрирующие и дифференцирующие элементы измерительных цепей. Измерение электропроводности плазмы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Метод зондовой диагностики плазмы Элементы зондовых систем и их параметры. Частотные ограничения. Электрические зонды. Вольтамперные характеристики зондов, методы их обработки. Двойной зонд. Зондовые измерения в магнитном поле. Возмущения, вносимые зондом в плазму. Критерии применимости зонда для измерения в плазме.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Виды эмиссии частиц с поверхности твердых тел Эмиссия электронов. Эмиссия атомных частиц. Термоэлектронная эмиссия. Термоэлектронная эмиссия. Уравнение Ричардсона-Дэшмана. Измерение термоэмиссионных характеристик вещества. Влияние внешнего электрического поля на термоэлектронную эмиссию. Эффективные термокатоде. Антиэмиссионные покрытия. Автоэлектронная эмиссия. Фотоэмиссия. Законы Столетова и Эйнштейна. Теория фотоэмиссии. Кривая Фаулера. Вторичная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Потенциальная и кинетическая ион-электронная эмиссия. Эмиссия атомных частиц	Всего аудиторных часов		
		3	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>2 Семестр</i>	22	38	0
1-9	Первый раздел	13	22	0
1 - 3	Процессы переноса вещества и энергии в горячей плазме Релаксационные процессы в плазме. Уравнения магнитной гидродинамики, одно- и двухжидкостной. Уравнения Брагинского. Диффузия, теплопроводность, вязкость и электропроводность полностью ионизованной плазмы. Формулы Брагинского и Спитцера. Влияние магнитного поля на коэффициенты переноса плазмы. Аномальная диффузия. Формула Бома. Неоклассические коэффициенты переноса.	Всего аудиторных часов		
		5	7	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>Вмороженность магнитных силовых линий в высокотемпературной плазме</p> <p>Основные виды излучения в высокотемпературной плазме: тормозное, рекомбинационное, циклотронное. Влияние примесей на потери энергии из плазмы.</p> <p>Дрейф заряженных частиц в сильном магнитном поле.</p> <p>Адиабатические инварианты.</p>			
4 - 6	<p>Колебания и волны в высокотемпературной плазме</p> <p>Колебания и волны в плазме. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы.</p> <p>Волны в плазме в отсутствие магнитного поля.</p> <p>Поперечные электромагнитные волны. Ленгмюровские волны и колебания. Ионный звук.</p> <p>Волны в плазме при наличии магнитного поля.</p> <p>Продольные, поперечные, Альфвеновские и магнитозвуковые волны.</p> <p>Нелинейные волны. Солитоны, ударные волны, разрывы.</p> <p>Нелинейные эффекты взаимодействия плазма-волна.</p> <p>Затухание Ландау.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<p>Концепция управляемого термоядерного синтеза. Термоядерные реакции синтеза легких ядер. Эффективные сечения процессов.</p> <p>Концепция управляемого термоядерного синтеза для получения энергии. Реакции синтеза легких ядер.</p> <p>Энергетический выход реакций. Эффективные сечения процессов.</p> <p>Реакция синтеза дейтронов и тритонов как основная реакция для получения термоядерной энергии. Потери энергии в высокотемпературной плазме и принцип магнитной термоизоляции плазмы. Равновесие плазмы с магнитным полем</p>	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8 - 9	<p>Термоядерный реактор</p> <p>Баланс энергии в термоядерном реакторе. Критерий Лоусона. КПД реактора. Break-even и зажигание самоподдерживающейся термоядерной плазмы. Тройное термоядерное производство.</p> <p>Схемы термоядерного реактора. Открытые магнитные ловушки. Замкнутые магнитные ловушки: токамак, стелларатор.</p> <p>Принципы работы и основные элементы конструкции современных токамаков и стеллараторов. Циклограмма работы токамака. Диаграмма устойчивых режимов работы токамака.</p>	Всего аудиторных часов		
		3	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
10-15	Второй раздел	9	16	0
10 - 11	<p>Методы дополнительного нагрева плазмы в токамаках.</p> <p>Внешняя инжекция быстрых атомов.</p> <p>Нагрев методами СВЧ и ВЧ</p> <p>Нагрев методами СВЧ и ВЧ (электронно-циклотронный резонанс, ионно-циклотронный резонанс, нижнегибридная частота).</p>	Всего аудиторных часов		
		3	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	<p>Неустойчивости плазмы в токамаке</p> <p>Магнитогидродинамические неустойчивости плазмы.</p>	Всего аудиторных часов		
		3	5	0

	Кинетические неустойчивости плазмы. Раскачка волн при затухании Ландау. Резистивные неустойчивости. Неустойчивости, вызываемые высокоэнергетическими частицами.	Онлайн		
		0	0	0
14	Проект ИТЭР Схема токамака. Основные параметры установки. ITER Physics Basis.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Установки со сложной геометрией магнитных полей. Установки со сложной геометрией магнитных полей. Магнитные пинчи. Установки для получения импульсных разрядов малой длительности. Сжатие плазмы внешним магнитным полем. Плазменный фокус.	Всего аудиторных часов		
		1	3	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс предусматривает демонстрационный материал по тем темам занятий, в которых приводятся сложные устройства, реальные термоядерные установки, либо их проекты, который представляется либо в виде слайдов, либо в виде видеофрагментов. Задача лектора доступно объяснить на основе прочитанного лекционного материала, как и где используются явления, модели и условия применимости.

Курс обязательно включает в себя практические занятия для развития у студентов навыков проведения расчетов и оценок процессов, проходящих в плазме и параметров, характеризующих их.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
-------------	---------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

ОПК-2	З-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-4	З-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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 X58 Gas Discharge and Gas Insulation : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016
2. ЭИ F85 Low Pressure Plasmas and Microstructuring Technology : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
3. ЭИ Z81 Plasma Physics and Controlled Thermonuclear Reactions Driven Fusion Energy : , Cham: Springer International Publishing, 2016
4. 537 Ф50 Физическая электроника и низкотемпературная плазма : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
5. 621.38 K93 Введение в пучковую электронику : учебное пособие для вузов, В. А. Курнаев, Ю. С. Протасов, И. В. Цветков, Москва: МИФИ, 2008
6. 621.039 T31 Термоядерные установки с магнитным удержанием плазмы (открытые магнитные ловушки и стеллараторы) : Учеб. пособие, В. Г. Тельковский, В. А. Храбров, М.: МИФИ, 1987
7. 621.38 C23 Сборник задач по физической электронике и физике плазмы : учебное пособие для вузов, В. И. Ильгисонис [и др.], Москва: МИФИ, 2008
8. 544 P67 Физикохимия поверхности : , В. И. Ролдугин, Долгопрудный: Интеллект, 2008
9. 533 Ж42 Явления переноса в газах и плазме : учебное пособие для вузов, В. М. Жданов, Москва: МИФИ, 2008
10. 621.039 X35 Введение в управляемый термоядерный синтез : , М. Хеглер, М. Кристиансен, М.: Мир, 1980
11. 621.039 K43 Современные исследования на установках "Токамак" : учебное пособие для вузов, Н. А. Кирнева, Москва: МИФИ, 2008
12. 539.1 G20 Исследования по термоядерному синтезу на мощных лазерных установках РФЯЦ-ВНИИЭФ : учебное пособие для вузов, С. Г. Гаранин, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
13. 621.039 T31 Квазистационарные термоядерные установки (токамаки) : Учеб. пособие, Тельковский В.Г.,Храбров В.А., М.: МИФИ, 1985

14. 621.039 Л33 Введение в зондовую диагностику плазмы пониженного давления : Учеб. пособие для вузов, Ю. А. Лебедев, М.: МИФИ, 2003

15. 537 Р18 Физика газового разряда : , Ю. П. Райзер, Долгопрудный: Интеллект, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М76 Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2005

2. 537 Ф79 Интенсивные ионные пучки : , А.Т. Форрестер; Пер.с англ., М.: Мир, 1992

3. ЭИ К93 Введение в пучковую электронику : учеб. пособие для вузов, В. А. Курнаев, Ю. С. Протасов, И. В. Цветков, Москва: МИФИ, 2008

4. ЭИ С23 Сборник задач по физической электронике и физике плазмы : учебное пособие для вузов, В. И. Ильгисонис [и др.], Москва: МИФИ, 2008

5. ЭИ Ж42 Явления переноса в газах и плазме : учебное пособие для вузов, В. М. Жданов, Москва: МИФИ, 2008

6. 533 Д46 Генерация и торможение пучков заряженных частиц : Учебное пособие, Димитров С.К., М.: МИФИ, 1990

7. 621.039 Г62 ИТЭР. Решающий шаг : , Л. Г. Голубчиков, М.: МИФИ, 2004

8. 533 Б27 Физика лазерного термоядерного синтеза : , Н. Г. Басов, И. Г. Лебо, В. Б. Розанов, М.: Знание, 1988

9. 533 Д44 Диагностика термоядерной плазмы : , Под ред. Лукьянова С.Ю., М.: Энергоатомиздат, 1985

10. 533 Д46 Сборник задач по физике плазмы : Учеб. пособие, С. К. Димитров, И. К. Фетисов, М.: МИФИ, 1980

11. 533 Л84 Горячая плазма и управляемый ядерный синтез : Учебник для вузов, С. Ю. Лукьянов, Н. Г. Ковальский, М.: МИФИ, 1999

12. 537 М75 Интенсивные электронные и ионные пучки : , С.И. Молоковский, А.Д. Сушков, М.: Энергоатомиздат, 1991

13. 537 Ф45 Газовый разряд низкого давления в магнитном поле : , Фетисов И.К., М.: МИФИ, 1999

14. 533 Ф45 Сборник задач по курсу физики низкотемпературной плазмы и пучков заряженных частиц : , Фетисов И.К., Цветков И.В., Кирко Д.Л., М.: МИФИ, 2001

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс «Специальные главы физики плазмы» представляет теоретически курс лекций и практических занятий в первом и втором семестрах. Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и разбирает типичные задачи для закрепления материала. Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Специальные главы физики плазмы» является в 1 семестре – зачет, во 2 семестре - экзамен. В семестре студент может получить максимум 100 баллов: 50 баллов за работу в семестре и 50 баллов на зачете/экзамене. Работа в семестре оценивается посредством контрольных работ. Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс «Специальные главы физики плазмы» представляет теоретически курс лекций и практических занятий в первом и втором семестрах. Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и разбирает типичные задачи для закрепления 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 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.

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/экзамену. 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 «Специальные главы физики плазмы» 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.

Практические занятия по дисциплине «Специальные главы физики плазмы» 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.

Автор(ы):

Степаненко Александр Александрович

Рецензент(ы):

Крашевская Г.В., к.ф.-м.н., доцент