

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН»

УТВЕРЖДАЮ
директор ИЯФ СО РАН,

академик _____ П.В.Логачев

«_____» _____ 2018 г.

ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ И ПЛАЗМЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки

03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы – **108** часа.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Виды деятельности:

Лекции	34	контактная работа обучающихся с преподавателем	34
Семинарские занятия			
Самостоятельная работа	72	занятия в активной и интерактивной форме	34
Консультации			
Зачеты	2	Экзамены	

Новосибирск- 2018

Рабочая программа модуля «Диагностика плазмы и плазменный эксперимент», предназначенная для аспирантов Института ядерной физики СО РАН, разработана в 2018 году в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Составил:

кандидат физ.-мат. наук С.В. Полосаткин

Рабочая программа

Содержание

Аннотация	4
1. Цели освоения модуля	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	6
5. Образовательные технологии.....	6
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	7
7. Фонд оценочных средств для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины: показатели, критерии оценивания компетенций, типовые контрольные задания	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	8

Аннотация

Программа дисциплины «Диагностика плазмы и плазменный эксперимент» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Дисциплина включает в себя следующие разделы: "Оптическая диагностика плазмы", "Корпускулярная диагностика плазмы", "Техника плазменного эксперимента" и "Системы автоматизации плазменного эксперимента". Для всех направленностей подготовки, реализуемых в аспирантуре ИЯФ СО РАН, курс является элективным (курсом по выбору), служащим для формирования знаний и компетенций, определенных государственным стандартом и основной образовательной программой данного профиля подготовки.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, самостоятельная работа студента, зачеты.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: посещение занятий, подготовка реферативного обзора,

Промежуточная аттестация: устный зачет.

Общая трудоемкость курса составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Диагностика плазмы и плазменный эксперимент» является частью профессионального цикла подготовки аспирантов по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленной на формирование знаний и компетенций, определенных государственным стандартом и основной образовательной программой данного профиля подготовки.

Дисциплина имеет своей целью:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам физики плазмы,
- дать углубленное представление о разделах физики плазмы, наиболее востребованных в местах вероятного будущего трудоустройства аспирантов,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности,
- дать аспирантам возможность попрактиковаться в реферативном изложении, обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика плазмы для аспирантов» относится к вариативной части блока 1 "Дисциплины (модули)". Дисциплина является элективной (дисциплиной по выбору аспиранта). Аспиранты, приступающие к изучению этой дисциплины, должны иметь общую базовую подготовку в рамках программы 5-6 лет обучения в ВУЗе. Курс не требует знания других аспирантских курсов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов для решения научных и практических задач (в соответствии с направленностью подготовки) (ПК-1);
- Способность к получению, критическому осмыслению и реферативному изложению научных результатов в области физики (в соответствии с направленностью подготовки) (ПК-2);

•

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость модуля составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Примечание	
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)		Зачет
				Лекции (кол-во часов)	Семинары (кол-во часов)			
	Оптическая диагностика плазмы	1-5	32	10		22		
	Корпускулярная диагностика плазмы	6-10	32	10		22		
	Техника плазменного эксперимента	11-15	32	10		22		
	Автоматизация плазменного эксперимента	16-17	12	4		8		
	Зачет по курсу	18	10			8	2	
ИТОГО			108	32		74	2	

Тематика лекций:

Оптическая диагностика плазмы	Интерферометрия плазмы, микроволновые диагностики плазмы. Лазерное рассеяние для измерения параметров плазмы. Спектроскопия плазмы.
Корпускулярная диагностика плазмы	Зондовые методы диагностики плазмы. Диагностика на основе регистрации нейтралов перезарядки. Активные спектроскопические диагностики (MSE, CXRS). Регистрация продуктов ядерных реакций
Техника плазменного эксперимента	Получение сильных магнитных полей. Системы напуска и рециркуляции топлива в плазменных установках. Методы создания плазмы. Вакуумная техника в плазменных исследованиях. Системы питания крупных плазменных установок
Автоматизация плазменного эксперимента	Системы управления и сбора данных плазменных установок. Промышленные системы автоматизации. Архитектура, периферийные контроллеры и сетевые средства сопряжения, аппаратные и программные средства поддержки процедур управления в режиме реального времени.

5. Образовательные технологии

Курс составлен из отдельных циклов лекций (2-3 лекции), каждый из которых читается специалистом в данной конкретной области. Кроме лекций дисциплина включает в себя два электронных тестирования и выступление обучающихся с реферативной лекцией по широкой тематике, охватывающей тему будущей диссертации.

Лекционные занятия проводятся в интерактивной форме в малых группах (до 8 человек) в режиме обсуждения излагаемого материала со слушателями.

Реферативная лекция предполагает проработку научных публикаций по теме лекции, оформление информации в форме самодостаточной (т.е. понятной без устных комментариев) презентации, выступление с этой презентацией перед сокурсниками и преподавателем, обсуждение презентаций сокурсников.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа аспирантов поддерживается электронными презентациями лекций, а также электронными курсами кафедры физики плазмы НГУ, размещенными в открытом доступе на сайте ИЯФ СО РАН. Для подготовки реферативных лекций аспиранты используют полнотекстовые базы публикаций журналов издательств Elsevier, IOP, и AIP.

В качестве текущего контроля успеваемости используется контроль посещаемости.

Оценка работы студента в течение каждого семестра происходит на зачете. Зачет проводится в конце семестра и в зачетную сессию в устной форме.

7. Фонд оценочных средств для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины: показатели, критерии оценивания компетенций, типовые контрольные задания

Текущий контроль осуществляется в форме реферативной лекции. Условием получения зачета является успешное выступление. Примеры тем реферативных лекций:

1. Интерферометрия плазмы на действующих в ИЯФ плазменных установках.
2. Системы лазерного рассеяния для диагностики плазмы на действующих в ИЯФ плазменных установках
3. Перспективные методы создания магнитных систем плазменных установок.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме устного зачета по курсу.

Примеры вопросов для зачета

1. Поток быстрых электронов проходит через плазму толщиной 1 м с $n_e = n_i = 10^{14} \text{ см}^{-3}$. Приняв значения транспортных сечений для столкновений с электронами и ионами плазмы $\sigma_{ee} = 10^{-18} \text{ см}^2$ и $\sigma_{ei} = 2 \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$, найти относительное изменение средней энергии и направленного импульса быстрых электронов. Как зависит сила, с которой действуют быстрые электроны на плазму, от начальной энергии электронов?
2. Какие элементарные процессы доминируют в плазме, находящейся в локальном термодинамическом равновесии? При температуре 0,8 эВ для атомарного водорода в условиях локального термодинамического равновесия константа равновесия равна 10^{14} см^{-3} . Определить концентрацию электронов, для которой степень ионизации при указанной температуре составляет 1/2.
3. В идеальном термоядерном реакторе (в котором нет потерь частиц) создали плазму с концентрацией электронов $n_e = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и относительным содержанием дейтерия и трития $n_D = n_T = 0.5 \cdot n_e$ и стали поддерживать постоянную температуру $T = 40 \text{ кэВ}$. Оценить время, за которое мощность реакции уменьшится на 10% и назвать причину этого уменьшения. Рассматривать только основную реакцию, скорость реакции принять равной $\langle \sigma v \rangle = 8 \cdot 10^{-22} \text{ м}^3/\text{с}$.
4. Пучок ионов водорода с энергией $E_0 = 10 \text{ кэВ}$ проходит через газовую мишень толщиной $L = 0.6 \text{ м}$, состоящую из молекулярного водорода при комнатной температуре и давлении $P = 1 \text{ Па}$. Найти долю быстрых нейтралов (атомов водорода с энергией E) на выходе из мишени. Сечение перезарядки равно $\sigma_{sx} = 10^{-15} \text{ см}^2$, $\sigma_{ion} = 10^{-16} \text{ см}^2$

5. Объясните принцип работы дисперсионного интерферометра для диагностики плазмы. В чем состоят преимущества применения этой схемы?

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Материалы лекций и реферативные презентации размещаются на сайте Института и свободно доступны.

Основная литература:

1. И.А.Котельников Лекции по физике плазмы
2. Б.З.Персов Расчет и проектирование экспериментальных установок, М, 2006

Дополнительная литература

1. Ю.П.Райзер Физика газового разряда, М. Наука, 1992
2. Л.А.Арцимович, С.Ю.Лукиянов Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях, М., Наука, 1978
3. Л.А.Арцимович, Управляемые термоядерные реакции М. : Физматгиз, 1963
4. Л.А.Арцимович, Р.З.Сагдеев Физика плазмы для физиков

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в аудитории, оборудованной мультимедийным проектором и компьютером.