

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II**

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»**

Конкурсная группа:

1.3.9. Физика плазмы

Научная специальность:

1.3.9. ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2024**

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующая научной специальности – 1.3.9. Физика плазмы группы научных специальностей 1.3. Физические науки, разработана на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования уровней магистратуры и специалитета, одобрена на совете Института базового инженерного образования.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

Основной целью вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине является выявление компетенций в различных областях, таких как:

- понимание методологических основ дисциплины;
- знание общих основ физики плазмы;
- знание фундаментальных понятий и принципов физики плазмы;
- знание научно-методологических и методических основ экспериментальных исследований в области физики плазмы;
- знание современных методов обработки, систематизации и интерпретации результатов эксперимента;
- знание основных методов диагностики плазмы;
- знание основных проблем физики плазмы, связанных с созданием плазменной энергетики и электроники нового поколения, а также современных плазменных нанотехнологий.

СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

На вступительном испытании соискатель должен продемонстрировать основные компетенции, сформированные в результате освоения учебной дисциплины «Физика плазмы» и смежных с ней дисциплин в высшем учебном заведении по программам специалитета и магистратуры.

Поступающий в аспирантуру должен:

- **Иметь представления** об основных явлениях и фундаментальных законах разделов: Термодинамика плазмы; Элементарные процессы и физическая кинетика; Динамика заряженных частиц в электрическом и магнитном полях; Магнитная гидродинамика плазмы; Колебания, волны и неустойчивости в плазме; Взаимодействие заряженных частиц с волнами в плазме; методы диагностики плазмы; Электрический разряд в газах.
- **Знать** прикладные проблемы физики плазмы, необходимые для освоения физических основ физики плазмы; теоретические и экспериментальные методы исследований плазмы.
- **Уметь применять** методы расчета и численной оценки точности результатов фундаментальных и прикладных исследований с применением компьютерных технологий и методик математического моделирования, аналитической и графической обработки результатов измерений.

СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание включает:

- 1) Устные ответы на три вопроса из списка вопросов для вступительного испытания.
- 2) Беседа с членами приемной комиссии по вопросам, связанным с научным исследованием соискателя.

РАЗДЕЛЫ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Общая часть программы

Понятие плазмы, квазинейтральность, микрополя, дебаевский радиус, идеальная и неидеальная плазма. Условие термодинамического равновесия, термическая ионизация. Локальное термодинамическое равновесие. Столкновения заряженных частиц, формула Резерфорда. Столкновения электронов с атомами (упругие и неупругие), столкновения тяжелых частиц. Удары второго рода. Эффективность ударов второго рода. Принцип детального равновесия. Ионизация частиц в плазме. Формула Томсона. Процессы рекомбинации, перезарядки и прилипания в плазме. Движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Дрейфовое приближение, разновидности дрейфового движения. Уравнения движения плазмы в магнитном поле, проникновение магнитного поля в плазму, «вмороженность» магнитного поля. Основные типы колебаний и волн в плазме. Лэнгмюровские электронные и ионные колебания. Элементарные радиационные процессы, интенсивность спектральных линий, сплошные спектры, вынужденное испускание. Зондовые методы диагностики плазмы. Оптические методы диагностики плазмы. Проблемы диагностики анизотропной плазмы. Основные виды разряда: тлеющий разряд, искра, электрическая дуга, ВЧ, СВЧ и оптический разряд, пучковые разряды. Управляемый термоядерный синтез, магнитное удержание и нагрев плазмы в магнитных ловушках.

2. Специальная часть программы

Уравнения Больцмана и Власова, функция распределения электронов, интеграл столкновений, время максвеллизации и скорость выравнивания температур различных компонент плазмы. Явления переноса в плазме, электропроводность, диффузия и теплопроводность частиц при наличии и отсутствии магнитного поля. Неустойчивость плазмы, виды неустойчивости, перегревная и ионизационная неустойчивость. Показатель преломления плазмы, пространственная и временная дисперсия, фазовая и групповая скорости плазменных волн. Возбуждение и затухание волн в плазме, черенковское излучение, затухание Ландау. Раскачка плазменных колебаний пучками. Квазилинейное приближение. Распространение электромагнитных волн в неоднородной плазме, геометрическая оптика, плазменный резонанс. Основные нелинейные процессы взаимодействия волн, неустойчивость плазмы в сильном электромагнитном поле. Пробеги излучения, перенос излучения в среде, оптически прозрачная и непрозрачная плазма, лучистая теплопроводность. Таунсендовский разряд. Положительный столб тлеющего разряда. Приэлектродные области тлеющего разряда.

Условия стационарности разряда. Электрическая дуга. Ударные волны в плазме, скачок уплотнения, релаксационный слой, излучение ударных волн. Плазменные источники излучения. Преобразование тепловой энергии в электрическую: МГД-преобразователи, термоэмиссионные преобразователи тепловой энергии в электрическую. Приборы современной плазменной энергетики. Методы диагностики химически активной плазмы. Взаимодействие плазмы с поверхностью твердых тел. Плазменные нанотехнологии (травление, имплантация, упрочнение, нанесение покрытий и пр.). Химические реакции в равновесной и неравновесной плазме. Механизмы и кинетика осуществления плазмохимических реакций, роль заряженных и возбужденных частиц.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. М.: Атомиздат, 1968.
2. Кролл Н., Трайвелпис А. Основы физики плазмы. М.: Мир, 1975.
3. Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков. М.: Атомиздат, 1979.
4. Основы физики плазмы. Т.1, 2 и доп. к т. 2. / Под ред. Р.З. Сагдеева, М.Н. Розенблюта. М.: Энергоатомиздат, 1984—1985.
5. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Вводный том. Ч. I—IV/ Под ред. В.Е. Фортова. М.: Наука, 2000.
6. Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А. Основы электродинамики плазмы. М.: Высш. шк., 1988.
7. Трубников Б.А. Теория плазмы: Учеб. пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1996.
8. Лукьянов С.Ю., Ковальский Н.Г. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез: Учеб. для вузов. М.: МФТИ, 1999.
9. Кадомцев Б.Б. Коллективные явления в плазме. М.: Наука, 1988.
10. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966.
11. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. М.: Наука. Т. 3: Квантовая механика Т. 5: Статистическая физика. Т.7: Электродинамика сплошных сред. Т. 10: Физическая кинетика.
13. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2000.
14. Силин В.П. Введение в кинетическую теорию газов. М.: Наука, 1998.
15. Методы исследования плазмы / Под ред. В. Лохте-Хольгрена. М.: Мир, 1971.
16. Диагностика плазмы / Под ред. Р. Хаддлстоуна, С. Леонарда. М.: Мир, 1967.
17. Смирнов Б.М. Физика атома и иона. М.: Энергоатомиздат, 1986.
18. Смирнов Б.М. Физика слабоионизированного газа. М.: Наука, 1972.

19. Михайловский А.Б. Теория плазменных неустойчивостей. В 2 т. М.: Атомиздат, 1975—1977. Т. 1, 1975; Т. 2, 1977.
20. Русанов В.Д., Фридман А.А. Физика химически активной плазмы. М.: Наука, 1984.
21. Иванов А.А., Соболева Т.К. Неравновесная плазмохимия. М.: Атомиздат, 1978.
22. Животов В.К., Русанов В.Д., Фридман А.А. Диагностика неравновесной химически активной плазмы. М.: Энергоатомиздат, 1985.
23. Веденов А.А. Задачник по физике плазмы. М.: Атомиздат, 1981.
24. Биберман Л.М., Воробьев В.С., Якубов И.Т. Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы. М.: Наука, 1982.
25. Генин Л.Г., Свиридов В.Г. Гидродинамика и теплообмен МГД-течений в каналах. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

Дополнительная литература

1. Итоги науки и техники. Физика плазмы: Серия сб. / Под ред. В.Д. Шафранова. М.: ВИНТИ.
2. Вопросы теории плазмы: Серия сб. / Под ред. М.А. Леонтовича, Б.Б. Кадомцева. М.: Атомиздат.
3. Химия плазмы: Серия сб. / Под ред. Б.М. Смирнова. М.: Энергоатомиздат.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Библиотеки

Библиотека Горного университета	www.spmi.ru/node/891
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Российская национальная библиотека	www.nlr.ru
Библиотека Академии наук	www.rasl.ru
Библиотека по естественным наукам РАН	www.benran.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www.viniti.ru
Государственная публичная научно-техническая библиотека	www.gpntb.ru
Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета	www.geology.pu.ru/library/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	elibrary.ru

Специальные интернет-сайты

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	window.edu.ru/window/library?p_rubr=2.2.74.9
---	--