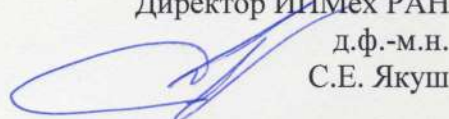


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук  
(ИПМех РАН)

«Утверждаю»  
Директор ИПМех РАН  
д.ф.-м.н.  
С.Е. Якуш



«28» сентября 2018 г.

Рабочая программа учебной дисциплины (РПУД)  
Физика газового разряда

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика  
Специальность 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы

Форма подготовки (очная)  
Отдел аспирантуры ИПМех РАН

Всего 108 часов, всего зачетных единиц – 3  
Аудиторных часов – 36, в том числе:  
лекции – 36 часов  
Самостоятельная работа – 72 часа

Рабочая программа составлена в соответствии с Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 30 июля 2014 г. № 866 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)".

Составитель: зам. директора, д.ф.-м.н. Якуш С.Е.

Заведующий отделом аспирантуры: Щелчкова И.Н.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Физика газового разряда» предназначена для аспирантов, обучающихся по специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, учебный план подготовки аспирантов по специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

**Цель** - изучение основ физики ионизированного высокотемпературного газа

**Задачи:**

1. Освоение аспирантами базовых знаний в области физики ионизированного высокотемпературного газа (ИВГ);
2. Приобретение теоретических знаний в области изучения свойств и процессов в ИВГ;
3. Оказание консультаций и помощи аспирантам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области ИВГ.

**Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины**

Универсальные компетенции:

УК-1 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 -3 Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК - 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с

использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК - 2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;

Профессиональные компетенции:

ПК – 7 Умение использовать системный подход к исследованию технических систем и выработке стратегии научной деятельности в процессе реализации научных и технологических инноваций;

ПК – 8 Способность использовать знания в области математики и механики для дальнейшего освоения дисциплин в соответствии с профилем подготовки;

ПК – 20 Способность самостоятельно применять методы механики и вычислительной математики, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования к постановке и решению задач физики газового разряда.

### **Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.**

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

#### ***знать:***

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;

#### ***уметь:***

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

***владеть:***

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами;

**СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (36 час.)**

**Тема 1. Пробой газов (4 час.)**

Таунсендовский пробой промежутка и зажигание разряда. Кривая Пашена. Вольт-амперная характеристика. Нагрузочная прямая.

**Тема 2. Тлеющий и дуговой разряды (4 час.)**

Катодный слой и положительный столб тлеющего разряда. Дуговой разряд

**Тема 3. Движение и энергия электронов в осциллирующих полях (4 час.)**

Движение и энергия электронов в осциллирующих полях. Свободные и дрейфовые колебания.

**Тема 4. Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы (2 час.)**

Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы. Природа тока смещения. Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.

**Тема 5. Распространение электромагнитных волн в плазме (2 час.)**

Распространение электромагнитных волн в плазме. Комплексная диэлектрическая проницаемость.

**Тема 6. Важнейшие предельные случаи (2 час.)**

Важнейшие предельные случаи: слабое поглощение, скин-слой, полное отражение. Плазменная частота

**Тема 7. Кинетическое уравнение (8 час.)**

Кинетическое уравнение для функции распределения электронов в слабо ионизированном газе. Точные выражения для плотности электронов, плотности тока, подвижности, проводимости, частоты ионизации. Двучленное приближение. Диффузия вдоль энергетической оси. Упругие и неупругие потери энергии. Распределения Максвелла и Дрювестейна. Полный поток как сумма дрейфового и диффузионного.

**Тема 8. Общие понятия о стримере (2 час.)**

Общие понятия о стримере. Стример как волна ионизации

**Тема 9. Искровой разряд (2 час.)**

Искровой разряд. Лидерный механизм длинной искры и молнии

**Тема 10. Молния.(2 час.)**

Молния, ее природа, поражающее действие, принципы защиты.

## **КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

### **Вопросы к экзамену**

1. Таунсендовский пробой промежутка и зажигание разряда.
2. Кривая Пашена.

3. Вольт-амперная характеристика. Нагрузочная прямая.
4. Катодный слой и положительный столб тлеющего разряда.
5. Дуговой разряд
6. Движение и энергия электронов в осциллирующих полях
7. Свободные и дрейфовые колебания
8. Высокочастотные проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы.
9. Природа тока смещения.
10. Взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.
11. Распространение электромагнитных волн в плазме.
12. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
13. Важнейшие предельные случаи: слабое поглощение, скин-слой, полное отражение.
14. Плазменная частота
15. Кинетическое уравнение для функции распределения электронов в слабо ионизированном газе.
16. Точные выражения для плотности электронов, плотности тока, подвижности, проводимости, частоты ионизации.
17. Двучленное приближение.
18. Диффузия вдоль энергетической оси.
19. Упругие и неупругие потери энергии.
20. Распределения Максвелла и Дрювестейна.
21. Полный поток как сумма дрейфового и диффузионного.
22. Общие понятия о стримере. Стример как волна ионизации
23. Искровой разряд. Лидерный механизм длинной искры и молнии
24. Молния, ее природа, поражающее действие, принципы защиты

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Ю.П. Райзер Физика газового разряда, 3-е изд. переработанное и дополненное Долгопрудный, Интеллект 2009.

2. Э.М. Базелян и Ю.П. Райзер, Физика молнии и молниезащиты, М.Наука Физматлит, 2001.

#### **Дополнительная литература**

1. А. Энгель Ионизованные газы , пер. с англ. М. Физматгиз 1959.
2. Э.М. Базелян и Ю.П. Райзер, Механизм притяжения молнии и проблема лазерного управления молнией, Успехи физических наук, т.170, с.753, 2000.