

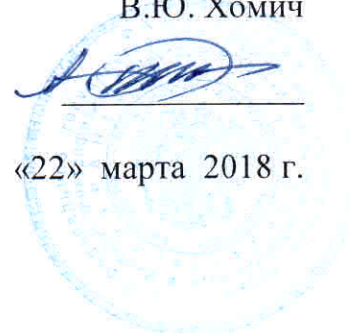
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОФИЗИКИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Программа одобрена на заседании  
Ученого Совета ИЭЭ РАН  
Протокол №3  
от 22.03.18

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор  
В.Ю. Хомич



«22» марта 2018 г.



ПРОГРАММА  
вступительного экзамена  
по специальной дисциплине  
в аспирантуру ИЭЭ РАН  
по направлению 03.06.01 Физика и астрономия  
направленности 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки

Санкт-Петербург  
2018

### **1. Электрическое поле неподвижных зарядов в отсутствии диэлектриков.**

Закон Кулона. Теорема Гаусса. Электрическое поле заряженных поверхностей. Проводники в электрическом поле. Истоки электрического поля, поверхностная дивергенция. Работа электрических сил. Независимость от формы пути. Непрерывность тангенциальных составляющих вектора  $E$ . Потенциал электрического поля. Емкость. Конденсаторы. Градиент электростатического потенциала. Линии сил. Уравнение Пуассона и Лапласа. Потенциал объемных и поверхностных зарядов. Двойной электрический слой. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия электрического поля. Пондеромоторные силы. Определение пондеромоторных сил из выражения энергии. Неустойчивость электрических систем.

### **2. Диэлектрики.**

Диэлектрики. Электрический момент и потенциал нейтральной молекулы. Поляризация диэлектрика. Свободные и связанные заряды. Потенциал электрического поля при наличии диэлектриков. Зависимость поляризации от поля. Вектор электрической индукции. Дифференциальные уравнения поля в произвольной среде. Электрическое поле в однородном диэлектрике. Поляризация диэлектриков, молекулы которых обладают постоянным электрическим моментом. Зависимость диэлектрической постоянной от температуры. Пондеомоторные силы в диэлектриках.

### **3. Магнитостатика.**

Магнитное поле постоянных токов. Сила Лоренца. Уравнения магнитного поля. Граничные условия в магнитном поле токов. Магнитное поле в веществе. Намагниченность магнитов. Ферромагнетизм. Парамагнетизм. Диамагнетизм.

### **4. Численные методы решения краевых задач электродинамики.**

Метод конечных разностей. Метод конечных элементов.

### **5. Постоянный электрический ток.**

Электрический ток в металлах. Закон Ома и Джоуля. Напряжение, плотность тока. Дифференциальная форма уравнений Ома и Джоуля. Условие стационарности токов. Уравнение непрерывности. Сторонние электродвижущие силы. Квазилинейные токи. Второй закон Кирхгофа. Превращение энергии в цепи тока. Контактные Э.Д.С.

### **6. Магнитное поле постоянных токов.**

Магнитное поле токов. Взаимодействие элементов токов. Силы Лоренца Вектор-потенциал магнитного поля. Дифференциальные уравнения магнитного поля. Циркуляция напряженности магнитного поля. Потенциальные и вихревые поля сопоставленные дифференциальных уравнений электрического и магнитного полей. Граничные условия в магнитном поле токов.

### **7. Квазистационарное электромагнитное поле.**

Закон электромагнитной индукции. Закон Ома для переменных токов. Квазистационарные токи, дифференциальные уравнения переменных токов. Преобразования энергии в поле переменных токов. Энергия магнитного взаимодействия токов. Правило Ленца. Применения теории переменных токов. Трансформатор. Определение пондеромоторных сил магнитного поля. Скин-эффект.

### **8. Переменное электромагнитное поле.**

Система максвелловских уравнений микроскопического электромагнитного поля. Теорема Пойтинга. Поток энергии. Однозначность решений уравнений Максвелла. Уравнения максвелла в

комплексной форме записи. Поверхностный эффект на цилиндрическом проводе. Экранирование в переменном электромагнитном поле.

#### **9. Основы анализа электрических цепей.**

Уравнения Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов и их применение при расчетах цепей. Матричные и топологические методы анализа линейных цепей. Основы анализа нелинейных цепей. Переходные процессы в электрических цепях: классический метод, операторный метод. Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии.

#### **10. Электрические сигналы и их преобразование.**

Анализ сигналов. Преобразование сигналов линейными системами. Комплексный коэффициент передачи. Связь между частотными характеристиками. Условия неискаженной передачи сигнала через линейные системы. Основы теории автоматического регулирования. Понятия об устойчивости системы. Критерии устойчивости.

#### **11. Вещество в сильном электромагнитном поле.**

Строение вещества: газы, плазма, жидкости. Проводники. Полупроводники. Диэлектрики. Явление сверхпроводимости.

#### **12. Накопление и коммутация энергии больших мощностей.**

Способы накопления энергии и типы носителей. Способы передачи энергии от накопителей к нагрузке. Емкостные накопители энергии.

#### **13. Физика сильноточных пучков в вакууме, плазме и газе.**

Генерация сильноточных электронных и ионных пучков. Электростатическая и электродинамическая неустойчивость волн пространственного заряда.

#### **14. Физика низкотемпературной плазмы.**

Особенности физических процессов в низкотемпературной плазме. Физика приэлектродных процессов в сильноточных дуговых разрядах.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Теоретическая физика. В 10 томах. Т. 2. Теория поля. Т. 5 Электродинамика сплошных сред (Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.) под ред. Л.П. Питаевского. М.: Физматлит, 2007.
2. Е.Г. Зелкин. Решение дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа применительно к задачам теории электромагнитного поля. М.: Сайнс-Пресс, 2006.
3. С.А. Башарин, В.В. Федотов. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля. М.: Академия, 2007.
4. К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин. Теоретические основы электротехники. Т. 1, Т. 2. М.: Питер, 2009.
5. Д.А. Франк-Каменецкий. Лекции по физике плазмы. М.: Интеллект, 2008.
6. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Т. 1-4. М.: Физматлит, 2005.
7. Л.А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2007.
8. Основы инженерной электрофизики. Часть 1. Под ред. д.т.н., проф. П.А. Ионкина. М. Высшая школа, 1985.