

Федеральное агентство научных организаций

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Программа одобрена  
на заседании  
Ученого совета ИТПЭ РАН

«УТВЕРЖДАЮ»

Протокол № 03  
« 16 » мая 2016 г.



Директор  
академии РАН

А.Н. Лагарьков/

мая 2016 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Направление подготовки:

03.06.01 - Физика и астрономия  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки (профиль):

Электрофизика, электрофизические установки  
(наименование направленности (профиля))

Москва, 2016 г.

## 1. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

1. Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле, потенциал электростатического поля, уравнения Лапласа и Пуассона. Энергия и работа электрического поля. Электростатическое поле проводников. Силы, действующие на проводник. Емкость. Конденсаторы. Электростатическое поле в диэлектриках. Векторы электрической индукции, поляризации и напряженности электрического поля.

2. Постоянный ток. Ток в металлах, проводимость, джоулева диссипация энергии. Закон сохранения заряда, уравнение непрерывности. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Гальвано-магнитные эффекты, термо- и диффузионно-электрические явления. Контактная разность потенциалов.

3. Магнитостатика. Закон Ампера. Вихревой характер магнитного поля. Магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал. Закон Био и Савара. Энергия магнитного поля. Индуктивность. Силы в магнитном поле. Намагничивание магнетиков. Пара, диа-и ферромагнетики. Закон Кюри-Вейсса.

4. Квазистационарное электромагнитное поле. Закон индукции. Фарадея. Трансформатор. Токи Фуко. Скин-эффект. Комплексное сопротивление. Емкость в цепи квазистационарного тока. Токи смещения. Движение проводника в магнитном поле.

5. Уравнения Максвелла. Теорема Пойнтинга. Электромагнитные волны. Распространение электромагнитных волн в волноводах, резонаторах и в кабеле.

6. Динамика заряженных частиц. Преобразование Лоренца. Движение заряда в электрическом и магнитном полях» Излучение быстро движущегося заряда. Прохождение заряженных частиц через вещество. Ионизационные потери. Тормозное излучение. Эффект Комптона. Эффект Черенкова. Синхротронное излучение.

7. Основные свойства сверхпроводников. Параметры сверхпроводящего перехода. Идеальная проводимость и идеальный диамагнетизм. Эффект Мейсснера. Электродинамическая теория Лондонов. Основные идеи микроскопической теории сверхпроводимости БКШ» Сверхпроводники I и II рода.

### Литература

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003.
2. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т. Т.8: Электродинамика сплошных сред. Т.8, М.: URSS, Изд. 4-ое, 2005.
3. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. т.5-9, Перевод с английского, М.: URSS,, 2011.
4. Линтон Э. Сверхпроводимость, М.: Мир, 1971.

## **2. ОСНОВЫ ФИЗИКИ ВЫСОКОГО ВАКУУМА**

1. Основные понятия кинетической теории газов. Распределение Максвелла-Больцмана. Энергия хаотического движения. Давление и температура газов. Столкновения, длина свободного пробега. Уравнение состояния.

2. Стационарное течение газов. Уравнение непрерывности. Поток энергии. Поток импульса. Уравнение Бернулли. Молекулярный режим течения газа. Вязкостный режим течения газа. Молекулярно-вязкостный режим течения газа. Диффузия и теплопроводность. Истечение газа через сопло. Турбулентный режим течения газов.

3. Связанные газы. Адсорбция и десорбция. Испарение и конденсация. Проникновение газа сквозь стенки.

4. Метод получения высоко вакуума.

5. Вакуумные измерения.

### **Литература**

1. Дэшман С. Научные основы вакуумной техники, М.: Мир, 1964.
2. Королев Б.И. Основы вакуумной техники, М.: Мир, 1964.
3. Грошковский. Техника высокого вакуума, М.: Мир, 1975.
4. Пинко А.И., Пликовский В.Я., Пенчко Е.А. Конструирование и расчеты вакуумных систем, М.: Энергия, 1979.

## **3. ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

1. Эмиссионные явления. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дешмана. Автоэлектронная и взрывная эмиссия. Фото электронная эмиссия. Вторичная эмиссия.

2. Термоэлектронные преобразователи энергии.

3. Контактная разность потенциалов.

4. Электронная оптика. Общие законы движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Электронно-оптический показатель преломления. Фокусировка интенсивных электронных потоков. Электрические и магнитные линзы. Ионная фокусировка. Распределение потенциала в пучках и предельные токи. Предельный ток Альвена-Лоусона для релятивистских электронных пучков. Основные параметры пучков заряженных частиц. Диагностика пучков заряженных частиц.

5. Электрический разряд в газах. Процессы ионизации газов. Понятие о плазме. Самостоятельный разряд. Разряд в однородном поле. Закон Пашена. Стримерная теория

разряда. Электрическая прочность газов, жидких и твердых диэлектриков. Основные механизмы и характеристики пробоя диэлектриков.

#### **Литература**

1. Миллер Р. Введение в физику сильноточных пучков заряженных частиц, М.: Мир, 1984.
2. Молоковский С.И., Сушков А.Д. Интенсивные электронные и ионные пучки, 2-е издание. - М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Грановский В.Л. Электрический ток в газе. Установившийся ток, М., Наука, 1981.

#### **4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ, СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**

1. Термодинамика, основы тепло- и массопереноса. Уравнения состояния. Первое и второе начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. Циклы Карно. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы и критические явления. Третий закон термодинамики. Эффект Джоуля-Томпсона. Работа детандера. Холодильные циклы. Циклы компрессоров. Основы теплопередачи. Теплопроводность в Конвективный теплообмен при кипении жидкостей. Теплообмен излучением.

2. Элементы статистической физики и кинетики. Статистика Больцмана. Фазовое пространство. Распределение Гиббса. Статистика Бозе-Эйнштейна. Статистика Ферми-Дирака. Электроны и фононы в металлах. Вырожденный электронный газ. Теплоемкость, тепло- и электропроводность металлов.

3. Элементы квантовой механики. Волновая функция, уравнение Шредингера и его решения для случая гармонического осциллятора, прямоугольной потенциальной ямы. Туннельный эффект. Правила квантования Бора-Зоммерфельда. Соотношение неопределенности. Квантовая механика систем одинаковых частиц. Представление чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения. Понятие о квазичастице.

#### **Литература**

1. Вукалович М.П., Новиков И.И. Техническая термодинамика, М.: Энергия, 1968.
2. Самойлович А.Г. Термодинамика и статистическая физика, М.: Гостехиздат, 1955.
3. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена, М.: Атомиздат, 1979.
4. Компанец А.С. Теоретическая физика, М.: Гостехиздат, 1957.

## 5. ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

1. Анализ электрических цепей. Методы расчета цепей постоянного тока. Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Матричные уравнения электрического равновесия электрических цепей. Графы электрических цепей. Дуальные цепи. Двухполюсники и четырехполюсники. Частотные характеристики. Электрические фильтры и их характеристики. Методы расчета переходных процессов в электрических цепях: классический, операторный, частотный, спектрально-операторный. Приближенные методы расчета переходных процессов. Импульсные характеристики электрических цепей. Трехфазные цепи. Метод симметричных составляющих. Периодические несинусоидальные токи в линейных цепях. Цепи с распределенными параметрами.

2. Синтез электрических цепей. Функция электрических цепей. Энергетические функции. Функции двухполюсников и их свойства. Методы синтеза двухполюсников. Синтез Т-образных RC и RL четырехполюсников. Аппроксимация частотных характеристик при синтезе электрических цепей.

### Литература

1. Бессонов Л.А. Линейные электрические цепи, М.: Высшая школа, 1983.
2. Толстов Ю.Г. Теория электрических линейных цепей, М. Высшая школа, 1978.

## 6. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

1. Нелинейные цепи постоянного тока. Методы расчета нелинейных цепей постоянного тока. Статистическое и дифференциальное сопротивление. Стабилизаторы тока и напряжения. Логарифмические преобразователи на нелинейных сопротивлениях. Магнитные цепи.

2. Нелинейные цепи переменного тока. Методы расчета нелинейных цепей переменного тока. Нелинейные сопротивления как генераторы высших гармоник тока и напряжения. Основные преобразования, осуществляемые при помощи нелинейных электрических цепей. Графический расчет схем на полупроводниковых триодах. Феррорезонанс. Векторная диаграмма трансформатора со стальным сердечником. Магнитные усилители. Ламповый генератор.

3. Переходные процессы в нелинейных цепях. Методы анализа переходных процессов нелинейных цепях. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости. Автоколебания. Устойчивость процессов в нелинейных цепях.

## Литература

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники, М.: Высшая школа, 1984.
2. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушин А.В. и др. Основы теории цепей, М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Толстов Ю.Т. Теврюков А.А. Теория электрических цепей, М.: Высшая школа, 1971.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

1. Эффективные параметры среды в приближении невозмущенного поля. Формула Максвелла.
2. Учет локального поля. Формула Лорентц-Лорентца. Формула Гарнетта.
3. Теория эффективной среды.
4. Некоторые точно решаемые модели: решение Дыхне для симметричной смеси, теория гомогенизации.
5. Некоторые точно решаемые модели: задача Хашина-Штрикмана, стратифицированная среда.