

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ

А.М.Полянский

Предлагается комплексный подход к лабораторному практикуму по курсу общей физики II и III семестра (электрофизика и магнетизм, физика атома и атомного ядра). По основным темам курса разработаны методические указания и изготовлены лабораторные установки, позволяющие в серии из 2-6 лабораторных заданий экспериментально изучить явление и при обработке результатов измерений получить основные соотношения и параметры теории по данному разделу курса.

Лабораторные установки появились как результат обобщения большого количества работ, описанных в отечественной и зарубежной литературе. При полной автоматизации установок у студентов почти не остается представления об изучаемых процессах. При необходимости собирать электрическую схему из отдельных элементов слишком много времени тратится на чисто технические детали. Поэтому была выбрана оптимальная компоновка установок, позволяющая быстро и эффективно проводить циклы лабораторных работ.

Лабораторный практикум II семестра (электрофизика и магнетизм) начинается с цикла лабораторных заданий "Изучение приборов магнитоэлектрической системы. Использование приборов для изучения электрических и неэлектрических величин". Цикл состоит из шести лабораторных заданий. Каждое задание рассчитано на одно занятие в два академических часа. Все задания выполняются на одной универсальной лабораторной установке. При выполнении любого задания цикла студент знакомится с устройством и работой электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы, которые используются для измерений силы тока, напряжения и заряда.

Во всех электрических измерениях присутствует источник и переменное сопротивление. При включении сопротивления потенциометрически - получаем источник регулируемого напряжения; при последовательном включении - источник регулируемого тока. Кроме этих источников универсальная установка содержит амперметр и вольтметр.

Задания N1,2 посвящены изучению амперметра и вольтметра. В методических указаниях проведен анализ погрешности метода измерений, которая может значительно превышать погрешность, определяемую классом точности приборов.

Задание N3. Определение емкости и энергии конденсатора. Для измерения заряда предлагается использовать амперметр, смонтированный в установке. Измерения могут также проводиться с помощью баллистического гальванометра.

Задание N4. Исследование режимов работы генератора. По измеренной вольт-амперной характеристике электрической цепи определяется режим с максимальной полезной мощностью, режим холостого хода и режим короткого замыкания.

Задание N5. Определение удельного сопротивления и материала проводника. По измеренной вольт-амперной характеристике проводника определяется его удельное сопротивление и материал, оценивается концентрация свободных носителей заряда.

Задание N6. Изучение зависимости температуры нити лампы накаливания от потребляемой мощности. По измеренной вольт-амперной характеристике определяются температура, мощность, длина и диаметр нити.

Цикл заданий может быть дополнен исследованиями фотопроводимости, температурной зависимости собственной проводимости полупроводников.

Изучение термоэлектронной эмиссии. Дается современное представление об электронах в металлах, затем в 4 лабораторных заданиях выполняемых на одной компактной установке, определяются: удельный заряд электрона по закону Богуславского-Ленгмюра и методом магнетрона, работа выхода и распределение термоэлектронов по скоростям. В дополнительных заданиях предлагается определить излучающую поверхность катода (закон Стефана-Больцмана), зависимость сопротивления вакуумного диода от напряжения на аноде, сравнить мощность цепи анода и катода.

p-n-переход. По измеренной вольт-амперной характеристике p-n перехода в пропускном и обратном направлениях определяются: сопротивление и коэффициент выпрямления диода, отношение концентраций основных и неосновных носителей заряда.

Работа выполняется с использованием лабораторного стенда. В дополнительных заданиях предлагается определить концентрацию примесных носителей заряда и процентное содержание атомов примеси для различных типов диодов, используемых при измерениях. Оцениваются напряженность поля контакта и ширина области контакта.

Термоэлектрические явления в металлах. Цикл состоит из двух заданий: 1. Изучение температурной зависимости удельного сопротивления металлов и их сплавов; 2. Изучение термо-ЭДС пары различных металлов.

В теоретической части методического пособия рассматриваются классическая и квантовая теория электропроводности металлов. Сравняются значения классических и квантовых сечений рассеяния и длины свободного пробега электронов. Объясняется значительное снижение температурного коэффициента сопротивления сплавов по сравнению с чистыми металлами.

По результатам измерений находится зависимость удельного сопротивления от температуры, температурный коэффициент сопротивления, максимальное электрическое поле в изученных материалах. Оценивается средняя длина свободного пробега электронов, их концентрация, максимальная энергия направленного движения. В дополнительных заданиях предлагается оценить зависимость квантового сечения рассеяния электронов от температуры, коэффициент упругости и частоту собственных колебаний атомов, модуль Юнга.

При изучении температурной зависимости термо-ЭДС термопары используется два способа измерения: прямой, с помощью вольтметра и метод компенсации. По результатам измерений определяются: коэффициент термопары, ее состав, отношение концентраций электронов в образующих ее металлах. В дополнительных заданиях определяются: энергия Ферми для обоих металлов термопары, внешняя и внутренняя контактная разность потенциалов, оцениваются поля у поверхности металлов и внутри контактной области, оценивается число электронов, необходимое для создания таких полей.

Каждое из перечисленных заданий является небольшим исследованием. Большое количество расчетов, оценок и сопоставлений позволяет студентам почувствовать порядки величин и взаимосвязи между различными физическими явлениями.

Лабораторные установки рассчитаны на самостоятельную работу студентов и имеют габариты 250x200x40 мм³. На рабочем столе размещается две установки.

Преимущества такой организации лабораторного практикума:

* Установки просты и наглядны, что позволяет изучать явление в "чистом" виде;

- * Студенты приобретают навыки самостоятельной работы;
- * Работы можно выполнять фронтально;
- * Эффективно используется площадь лаборатории;
- * Возможна стыковка лабораторных установок с ЭВМ;
- * Установки не требуют обслуживания.