

Міністерство освіти та науки України
Національна металургійна академія України

Теорія та методика
навчання математики,
фізики, інформатики

Збірник наукових праць
Випуск VIII

Том 2

Кривий Ріг
Видавничий відділ НМетАУ
2010

Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. Випуск VIII : в 3-х томах. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2010. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – 392 с.

Збірник містить статті з різних аспектів дидактики фізики і проблем її викладання у ВНЗ та школі. Значну увагу приділено питанням впровадження комп'ютерного моделювання у навчальний процес та модернізації фізичної освіти в контексті орієнтирів Болонського процесу.

Для студентів вищих навчальних закладів, аспірантів, наукових та педагогічних працівників.

Редакційна колегія:

В.М. Соловійов, доктор фізико-математичних наук, професор

М.І. Жалдак, доктор педагогічних наук, професор, акад. АПН України

Ю.С. Рамський, кандидат фізико-математичних наук, професор

В.І. Клочко, доктор педагогічних наук, професор

С.А. Раков, доктор педагогічних наук, професор

Ю.В. Триус, доктор педагогічних наук, професор

П.С. Атаманчук, доктор педагогічних наук, професор

В.Ю. Биков, доктор технічних наук, професор, чл.-кор. АПН України

О.Д. Учитель, доктор технічних наук, професор

І.О. Теплицький, кандидат педагогічних наук, доцент (відповідальний редактор)

С.О. Семеріков, кандидат педагогічних наук, доцент (відповідальний редактор)

Рецензенти:

Г.Ю. Маклаков – д-р техн. наук, професор кафедри інформаційних технологій навчання Севастопольського міського гуманітарного університету, науковий керівник лабораторії розподілених систем навчання та дистанційної освіти

А.Ю. Ків – д-р фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри фізичного та математичного моделювання Південноукраїнського національного педагогічного університету ім. К.Д. Ушинського (м. Одеса)

Друкується згідно з рішенням ученої ради Національної металургійної академії України, протокол №7 від 5 березня 2010 р.

ISBN 966-8417-20-2

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ

Т.П. Лумпиева, А.Ф. Волков, В.И. Кошель
г. Донецк, Донецкий национальный технический университет
afv@fizmet.dgtu.donetsk.ua

Преподавание физики, в котором эксперимент не составляет основы и краеугольного камня всего изложения, должно быть признано бесполезным и даже вредным.

О.Д. Хвольсон

Физика как одна из важнейших наук естествознания является наукой экспериментальной. Это означает, что формирование системы физических знаний основано на всесторонних количественных исследованиях природных явлений, технологических процессов и специально поставленных экспериментальных задач. Таким образом, процессы измерения составляют основу физического эксперимента. Осмысление результатов эксперимента позволяет выдвинуть физическую гипотезу о взаимосвязях различных сторон физического явления. Затем формулируются физические законы, которые проверяются экспериментально.

Обучение физике тесно связывается с применением физического эксперимента, как демонстрационного, так и лабораторного. Лабораторный физический практикум занимает важное место в общей системе университетской подготовки бакалавров, специалистов, магистров. Он является неотъемлемой частью курса физики и играет главную роль в ознакомлении студентов с экспериментальными основами фундаментальных физических законов и явлений, в привитии им навыков самостоятельной подготовки и проведения современного физического эксперимента. Таким образом, перед студентами, выполняющими лабораторные работы физического практикума, ставятся следующие задачи:

- ознакомиться с основными экспериментальными методами получения физической информации;
- получить практические навыки обращения с измерительной техникой, аппаратурой и экспериментальными установками;
- экспериментально изучить основные физические закономерности и научиться применять теоретический материал программного курса к анализу конкретных физических ситуаций;

– научиться применять современные методы статистической обработки экспериментальных данных, овладеть культурой записи полученной информации, правильным представлением полученных результатов в виде графиков, схем, таблиц и т.д.

Задача высших учебных заведений – обеспечить студентам соответствующие условия для работы. Это означает, что каждая кафедра физики должна иметь лабораторную базу, которую необходимо не только поддерживать методическим обеспечением, но и развивать ее в соответствии с требованиями сегодняшнего дня.

Обучение в вузе должно отвечать принципу профессиональной направленности. В курсе физики в технических вузах фрагменты профессионально значимого материала представляются на уровне введения в проблему или на уровне упрощенной иллюстрации применения той или иной физической закономерности в конкретной прикладной области [1]. Поэтому можно уже на первом курсе включать в лабораторный практикум работы, которые содержат в себе элементы специальных знаний. Так, например, студенты, обучающиеся по направлению подготовки «Радиотехника» нашего университета, в процессе изучения специальных дисциплин будут изучать компоненты волоконно-оптического линейного тракта. Передающие оптоэлектронные модули в качестве источника излучения используют светодиоды и лазерные диоды.

Для того, чтобы студенты могли ознакомиться с этими источниками уже на первом курсе, авторами была поставлена лабораторная работа по определению ширины запрещенной зоны полупроводника по фотоэмиссии [2].

Обычно термин «фотоэмиссия» используют для описания испускания электронов твердыми телами и жидкостями под действием электромагнитного излучения в вакуум или другую среду [3]. В данной лабораторной работе под термином фотоэмиссия понимается излучение света полупроводниками. Излучение является следствием инжекционной люминесценции – рекомбинации инжектированных через p - n -переход эмиттером неосновных носителей тока (электронов) с основными носителями тока в базе (дырками).

Установка собрана на базе монохроматора МУМ-1 и включает в себя, кроме монохроматора, блок питания для лазера и светодиодов, блок измерения интенсивности фотоэмиссии, состоящий из фоторезистора, размещенного на выходной щели монохроматора и микроамперметра с вмонтированной измерительной схемой, находящегося на верхней части корпуса монохроматора. Микроамперметр регистрирует фототок, который пропорционален интенсивности спектральной линии.

Монохроматор универсальный малогабаритный предназначен для

выделения монохроматического излучения, исследования источников света, приемников излучения, решения аналитических задач и других работ в области спектра 200...800 нм. Рабочий диапазон длин волн от 200 до 800 нм. Погрешность показаний счетчика длин волн $\pm 0,2$ нм.

Монохроматор имеет самофокусирующую вогнутую отражательную штриховую дифракционную решётку с переменным шагом, которая разлагает падающее на неё из входной щели излучение в спектр первого порядка и фокусирует изображение входной щели на выбранной длине волны на плоскость выходной щели монохроматора, где оно засвечивает фоторезистор. Выбор длины волны осуществляется поворотом дифракционной решётки по отношению к направлению на входную щель, который производится ручкой управления, расположенной на передней панели прибора. Отсчёт длины волны ведётся в нанометрах с точностью до 0,2 нм.

Светодиод или светоизлучающий диод (СД, LED – Light emitting diode) – полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока. Излучаемый свет лежит в узком участке спектра, его цветовые характеристики зависят от химического состава использованного в нем полупроводника. Работа светодиода основана на явлении инжекционной электролюминесценции, происходящей в полупроводниковом кристалле с электронно-дырочным переходом.

Инжекцией носителей заряда называется введение носителей заряда через пониженный под действием прямого напряжения потенциальный барьер в область, где эти носители являются неосновными.

Принцип работы светодиодов заключается в следующем. Если концентрация электронов в *n*-области больше, чем концентрация дырок в *p*-области, то при прямом напряжении происходит инжекция электронов из *n*-области в *p*-область. Инжектированные электроны рекомбинируют с основными носителями, в данном случае с дырками *p*-области. Рекомбинирующие электроны переходят с более высоких энергетических уровней зоны проводимости, близких к ее нижней границе, на более низкие уровни, расположенные вблизи верхней границы валентной зоны (рис. 1).

Энергия фотонов, излучаемых в процессе рекомбинации, равна ширине запрещённой зоны для собственной проводимости полупроводника как в случае полупроводниковых лазеров, так и фотодиодов. Поэтому, измерив длину волны излучения и рассчитав энергию рекомбинационного фотона, мы определяем ширину запрещённой зоны для собственной проводимости полупроводника. Так как $\Delta W = \Delta E$, то можно записать:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda_m} \approx \Delta E. \quad (1)$$

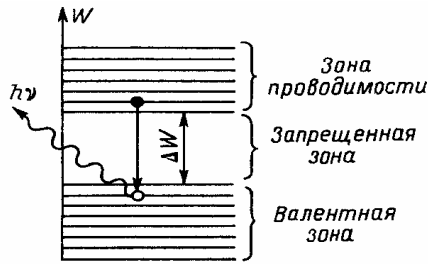


Рис. 1. Излучение при рекомбинации

Германий и кремний не используются в светодиодах, так как у них ширина запрещенной зоны слишком мала. Для современных светодиодов применяют главным образом фосфид галлия GaP и карбид кремния SiC, а также некоторые тройные соединения, называемые твердыми растворами, состоящие из галлия, алюминия и мышьяка (GaAlAs) или галлия, мышьяка и фосфора (GaAsP) и других соединений. Внесение в полупроводник некоторых примесей позволяет получить свечение различного цвета.

Помимо светодиодов, дающих видимое свечение, выпускаются светодиоды инфракрасного (ИК) излучения, изготавливаемые преимущественно из арсенида галлия GaAs. Они применяются в фотореле и различных датчиках.

Инжекционный полупроводниковый лазер представляет собой полупроводниковый диод, две плоскопараллельные грани которого служат зеркалами оптического резонатора. Этим лазерный диод отличается от светодиода. Излучение лазерного диода когерентно.

Спектр излучения представляют либо в виде горизонтальной цветовой полосы, либо в виде таблицы, либо в виде графика зависимости интенсивности от длины волны. Светодиоды и лазерные диоды характеризуют шириной спектра излучения.

Ширина спектра излучения – это величина, определяющая степень монохроматичности излучения квантовых систем. Обычно под шириной спектральной линии подразумевают расстояние между точками ее контура, соответствующими интенсивности, равной половине максимальной. Эту величину иногда называют «полушириной линии». По значению полуширины линии можно оценить погрешность определения ширины запрещенной зоны:

$$\Delta(\Delta E) = \frac{hc}{2} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \quad (2)$$

Светодиоды имеют ширину спектра в интервале от 10 до 50 нм, лазерные диоды – от 0,1 до 10 нм. Пример спектра приведен на рис. 2.

В ходе выполнения работы студенты строят профиль эмиссионной линии для лазерного диода и двух светодиодов – красного и зеленого. По полученному графику определяется полуширина линии, рассчитывается ширина запрещенной зоны и погрешность ее определения.

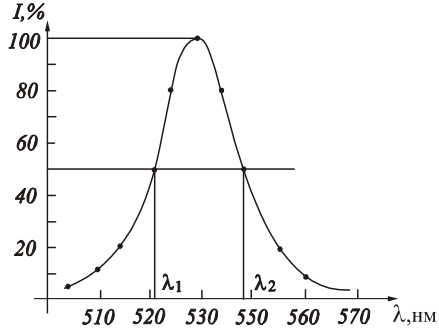


Рис. 2. Спектр излучения светодиода

Инструкция к лабораторной работе снабжена двумя блоками контрольных вопросов и заданий. Первый блок

включает в себя вопросы, связанные с подготовкой к эксперименту, второй – вопросы и задания по защите работы. Большое внимание во втором блоке уделяется анализу полученных результатов, так как оно с одной стороны способствует закреплению знаний, а с другой – формирует мыслительные умения и качества личности.

Литература:

1. Попков В. А. Дидактика высшей школы : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Попков, А. В. Коржуев. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Академия, 2008. – 224 с.
2. Физический практикум. Инструкции к лабораторным работам / Сост.: А. Ф. Волков, Т. П. Лумпиева. – Донецк : ДонНТУ, 2006. – 324 с.
3. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М. : Сов. энциклопедия, 1983. – 928 с.