

6. Цымбал, М.В. Актуальные аспекты многоуровневой подготовки в вузе. Коллективная монография / М.В. Цымбал / под. ред. Д.В. Гулякина / Георгиевский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО Северо-Кавказский государственный технологический университет. – Ростов-на Дону: Ростиздат, 2010. – 364 с.

7. Харитоновна, О.А. Методы организации образовательного процесса: лекции / О.А. Харитоновна. – Курск, 2016. – 76 с.

8. Разгон, А.В. Интерактивная лекция как перспективной метод обучения / А. В. Разгон // Вестник алтайской науки. – 2014. – № 2–3 (20–21). – С. 78–80.

УДК 387.14

С.С. Нефедов, ассистент,

С.М. Барайшук, канд. физ.-мат. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОРЕЗИСТОРА И СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ОТ ОСВЕЩЕННОСТИ

Ключевые слова: лабораторное занятие, универсальный стенд, фотоэффект, фоторезистор, солнечный элемент.

Key words: laboratory lesson, universal stand, photo effect, photoresistor, solar cell.

Аннотация. Описывается методика постановки и проведения лабораторной работы по дисциплине «Электротехнические и конструкционные материалы» с использованием универсального электромонтажного комплекса отечественного производства. Лабораторная работа посвящена изучению зависимости электротехнических характеристик фоторезистора и солнечного элемента от освещенности.

Abstract. The technique of statement and carrying out of laboratory work on discipline «Electrotechnical and constructional materials» with use of a universal electroassembly complex of a domestic production is described. Laboratory work is devoted to the study of the dependence of the electrical characteristics of the photoresistor and the solar cell on the illumination.

В настоящее время в Республике Беларусь осуществляется переход образования на стандарты европейской системы обучения. Этот процесс

сопровождается значительным сокращением аудиторного времени на изучение дисциплин в пользу самостоятельной работы. В этой связи, специальными кафедрами технических ВУЗов пересматриваются лабораторные практикумы дисциплин в сторону интенсификации обучения и организации интегрированных занятий со смежными дисциплинами: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Монтаж и обслуживание электрооборудования» и др. [1-2]. В частности, на кафедре практической подготовки студентов БГАТУ курс «Электротехнические и конструкционные материалы» (ЭТКМ) часть работ интегрирована с темами «Электричество и магнетизм» и «Оптика и квантовая физика» время на изучение которых значительно сократилось в курсе физики. Использование разработанного на кафедре электронного учебно-методического комплекса [3] и дистанционного курса в системе Moodle позволяет облегчить студентам процесс подготовки к выполнению лабораторных работ, подготовку отчетов и углубить понимание полученных результатов.

Лабораторный практикум ориентирован на изучение поведения электротехнических материалов в условиях различных внешних воздействий. Так как сегодняшнюю технику, в том числе энергетику, трудно представить без использования полупроводниковых материалов, одним из основных разделов является изучение свойств полупроводников и полупроводниковых компонентов, даже с учетом ограничения времени в новых стандартах обучения в целом. Поэтому необходимо сохранить объем материала и актуализировать его в соответствии с современными тенденциями. В этой связи постановка комплексной лабораторной работы по изучению влияния освещенности на электротехнические характеристики полупроводниковых компонент весьма актуальна.

Методика проведения лабораторной работы «Изучение зависимости электротехнических характеристик фоторезистора и солнечного элемента от освещенности» разработана на основе анализа уже известных лабораторных работ по данной теме [4–6]. При подготовке к лабораторному занятию студенты изучают общие сведения о полупроводниках и полупроводниковых компонентах, приведенные в разработанных методических указаниях.

При падении светового потока на полупроводник фотоны, проходя толщину полупроводника, взаимодействуют с валентными электронами полупроводника и стремятся передать им свою энергию. Если энергия падающих фотонов превышает ширину запрещенной зоны полупроводника или равна ей, то благодаря приобретенной энергии валентные электроны способны перейти в зону проводимости. При этом в зоне проводимости появляются дополнительные свободные электроны, а в валентной зоне – дырки. Переход электронов из валентной зоны в зону проводимости под действием света получил название внутреннего фотоэффекта.

Таким образом, облучение полупроводника светом достаточно высокой частоты приводит к увеличению концентрации свободных носителей зарядов и, следовательно, к увеличению проводимости полупроводника.

Если в полупроводнике имеются области n -проводимости и p -проводимости, на границе соприкосновения которых образуется p - n -переход, то под действием светового потока в них увеличивается число пар свободных носителей заряда (дырок и электронов). Под действием поля p - n -перехода неосновные носители заряда n -области – дырки переходят в p -область, а неосновные носители заряда p -области – электроны – в n -область. При этом на зажимах фотодиода при разомкнутой внешней цепи появляется разность потенциалов, называемая фотоЭДС. Одновременно на величину этой разности потенциалов уменьшается потенциальный барьер p - n -перехода.

Явление возникновения фотоЭДС в p - n -переходе фотодиода используется на практике для создания солнечных элементов, превращающих солнечную энергию в электрическую энергию. Величина фотоЭДС зависит от светового потока. При этом предельно возможное значение фотоЭДС равно контактной разности потенциалов p - n -перехода.

Основой лабораторной установки для изучения зависимости электротехнических характеристик полупроводниковых компонент от освещенности стал универсальный стенд НТЦ-08.47.1Б «Электромонтажный комплекс» [7], который был модернизирован в соответствии с задачами лабораторной работы (рисунок 1).

Подача питания на лабораторный стенд осуществляется с помощью четырехполюсного автоматического выключателя 1 ($QF1$). С помощью однополюсных автоматических выключателей 2 ($QF2$) и 3 ($QF3$) осуществляется подача питания на розетку 8 ($\sim 0\div 250$ В) через автотрансформатор 6 (ЛАТР $\sim 0\div 250$ В) и розетку 10 (~ 220 В) соответственно. Соединение элементов установки осуществляется с помощью измерительных проводов 4. Диодный мост 9 ($VD1\dots VD4$) используется для получения выпрямленного постоянного напряжения. С помощью многофункциональных цифровых мультиметров Mastech MY64 11 (M1) и 12 (M2) производятся измерения электрических параметров полупроводниковых компонент. Блок управления 13 (БУ) предназначен для выбора режима работы лабораторной установки. С помощью люксметра «ТКА-ЛЮКС» 14 осуществляется измерение освещенности на уровне расположения фоторезистора и солнечного элемента. Основная часть установки представляет собой металлическую трубу 15. В верхней части трубы установлен источник света (лампа накаливания) 16, в нижней части – плата с фоторезистором и солнечным элементом 7. Применение такой конструкции позволяет минимизировать влияние на результаты измерений естественной освещенности.

По стендовому ваттметру 5 (*PW1*) с помощью автотрансформатора 6 осуществляется изменение мощности источника света, который подключается к розетке 8.



Рис. 1 – Внешний вид доработанного лабораторного стенда для изучения зависимости электротехнических характеристик полупроводниковых компонент от освещенности

В начале занятия студенты собирают схему, приведенную в методических указаниях к лабораторной работе. При выполнении первого задания проводится построение экспериментального графика зависимости напряжения U на выводах солнечного элемента от освещенности E . Для этого студенты с помощью ЛАТРа по стендовому ваттметру поочередно устанавливают значения мощности источника света от 0 до 60 Вт с шагом, заданным преподавателем. При каждом значении мощности производятся измерения напряжения на выводах солнечного элемента с помощью мультиметра М1 и освещенности с помощью люксметра. По результатам измерений строится график зависимости $U = f(E)$ солнечного элемента, который используется в качестве калибровочного графика при исследовании фоторезистора.

При выполнении второго задания студенты осуществляют построение экспериментального графика зависимости сопротивления R фоторезистора от освещенности E . Для этого с помощью ЛАТРа по мультиметру М1 поочередно устанавливаются значения напряжения на выводах солнечного элемента с шагом, заданным преподавателем, и измеряются зна-

чения сопротивления фоторезистора с помощью мультиметра М2. По калибровочному графику зависимости $U = f(E)$ устанавливаются значения освещенности при заданных значениях напряжения на выводах солнечного элемента. По результатам эксперимента строится график зависимости $R = f(E)$ фоторезистора.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований студенты формулируют выводы о механизме и параметрах преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью солнечного элемента, а также о характере зависимости сопротивления фоторезистора от освещенности и возможных областях его применения.

Разработанная лабораторная работа позволяет студентам глубже понять свойства полупроводников как целого класса материалов и возможностей его использования в современной электротехнике. Кроме того, позволяет актуализировать и расширить знания по соответствующим разделам курса физики. Использование универсального стенда для выполнения данной работы позволило повысить вариативность выдаваемых заданий и исключить возможность заимствования студентами результатов и выводов. В процессе выполнения лабораторной работы студенты вырабатывают навыки постановки экспериментального исследования, самостоятельного использования электрооборудования и измерительных приборов, что особенно важно для будущего инженера.

Список использованной литературы

1. Шершнёва В. А. Междисциплинарная интеграция и компетентностный подход Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2008. № 10. Ч.1. С. 201–202. ISSN 1993-5552.
2. Шестакова Л.А. Междисциплинарная интеграция как методологическая основа современного образовательного процесса // Вестник МГУ. 2013. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. 1(2). Стр.47–52.
3. Электротехнические и конструкционные материалы/ Учебно – метод. комплекс по уч. дисц. / Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», АЭФ, Кафедра ППС; сост.: Т. М. Ткаченко [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2017.
4. Привалов Е.Е. Электроматериаловедение. Лабораторный практикум. Тесты. Метод. пособие. – Ставрополь: АГРУС, 2012. – 81с.
5. Герасимович А.Н. и др. Электротехнические материалы. Лабораторные работы (Практикум) Минск.: БНТУ, 2004. – 97 стр.
6. Физика твердого тела. Лабораторный практикум: пособие / С.Н. Анкуда, М.Ф. Прудник, В.В. Шаталова. – Минск: БГУИР, 2018. – 140 с.
7. УП «НТП «Центр». [Эл. ресурс] : офиц. сайт. Могилев, 2007. URL: http://ntpcentr.com/ru/catalog/08_00/08_47_1/ (дата обращения: 18.03.2019).