

траты на обслуживание во время ненормальных условий работы и снизить материальный ущерб.

Разработанный стенд позволяет наглядно продемонстрировать работу комплекса релейной защиты, а также получить и усовершенствовать навыки программирования параметров установок микропроцессорного реле МР500 [5] как на лицевой панели, так и с помощью персонального компьютера через порт RS232. Стенд используется для проведения занятий по дисциплинам «Электрооборудование станций и подстанций промышленных предприятий» и «Релейная защита и автоматика», читаемым на кафедре электротехники и электроники.

Работа выполнена по заданию филиала Гродненского республиканского унитарного предприятия «Гродноэнерго», Гродненские электрические сети, а также учебного центра.

По результатам работы представлены акты внедрения на предприятие РУП «Гродноэнерго», Гродненские электрические сети и РУП «Учебно-научно-производственный центр «Технолаб».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляков, Ю. С. Релейная защита, автоматика и телемеханика электроэнергетических систем и систем электроснабжения потребителей / Ю. С. Беляков. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2012. – 110 с.
2. Техническое описание устройств релейной защиты, автоматики и противоаварийной автоматики (РЗА и ПА) основного оборудования Белорусской энергосистемы / БГЭК «Белэнерго», производственное энергетическое предприятие «ОДУ», служба релейной защиты и противоаварийной автоматики. – Минск, 1999. – 60 с.
3. Правила устройства электроустановок. – Минск : УП «ДИЭКОС», 2003. – 632 с.
4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. ТКП 181-2009. – Минск : Минэнерго, 2014. – 534 с.
5. Реле микропроцессорное МР500 защиты и автоматики ввода, линии, секционного выключателя. Руководство по эксплуатации. – Минск : БЭМН, 2015. – 177 с.

УДК 372.016:53

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ОДАРЕННЫХ УЧАЩИХСЯ К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ В РАМКАХ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СБОРОВ

А. В. Демидчик

г. Брест, УО «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина»

Республиканская олимпиада по физике (заключительный IV этап) проходит во многом благодаря таким замечательным педагогам, как Анатолий Иванович Слободянюк (бессменный на протяжении 25 лет председатель жюри), Г. С. Кембровский, В. В. Барашков, К. Д. Сечко, Л. Г. Маркович, Н. В. Козловский и др., которые не только являются членами жюри, но и авторами оригинальных заданий.

Так как настоящая конференция посвящена Н. И. Чопчицу, следует указать на то, что он долгое время проработал членом жюри на III этапе республиканской олимпиады по физике (область), а также на заключительном IV этапе, являясь одновременно ещё и автором-составителем некоторых олимпиадных заданий, что, безусловно, свидетельствует о его способности к нестандартному мышлению и глубокому пониманию физики. Поэтому в настоящей статье хотелось бы затронуть лишь некоторые аспекты подготовки к олимпиаде по физике. Слово «подготовка» в данном контексте обращена не к ученикам, а к преподавателям, означая процесс поиска тренировочных заданий и методик преподавания соответствующего материала.

Выступление учащегося на олимпиаде по физике – одна из возможностей интеллектуального самоутверждения личности, которая говорит о том, что ученик имеет более высокий уровень знаний по предмету в сравнении со своими одноклассниками. Для такого учащегося необходима дополнительная подготовка не только в рамках учебной программы, но и за её пределами. Для этого учреждения среднего образования проводят широкий спектр мероприятий: факультативные занятия, Дни науки, совместная под руководством учителей и преподавателей вузов научно-исследовательская деятельность, занятия в рамках филиалов кафедр, в ресурсных центрах на базе школ, гимназий, лицеев и т. п. Цель этих занятий – не только закрепить пройденный по школьной программе материал, но и дать более глубокие, иногда новые, знания по всем разделам физики, а не только по тем, которые изучаются в данный момент. Необходимость в новых знаниях, выходящих за рамки пройденного материала, обусловлена ещё и тем, что, например, анализ заданий областной (и республиканской) олимпиады показывает устойчивую тенденцию авторов преподносить ученикам на олимпиаде совершенно новые сведения для ознакомления, а затем на основании этого нового делать какие-то выводы или связи с уже ранее пройденным (например, термоэлектрические явления (2016 год, Гомель) или опыты Кулона в 10 классе (2018 год, Полоцк), либо требуют более серьёзных знаний, чем те, которые они получают на уроках (например, опыты Джоуля в 9 классе (2017 год, Гродно), магнитное поле соленоида в 11 классе (2014 год, Могилёв), фотоэлектронный умножитель в 11 классе или туннельный диод в 10 классе (2019 год, Витебск)). Перед руководителями команд, учителями, преподавателями, ведущими подготовку высокомотивированных и одарённых учащихся, на этом этапе стоит вопрос о том, какой материал и в какой степени преподносить школьникам. Решение задач является необходимым, но недостаточным условием качественной подготовки: оно позволит повторить усвоенный на уроках материал, применить его в нестандартных, часто идеализированных условиях.

Работа с 2014 года в качестве члена жюри на заключительном IV этапе республиканской олимпиады школьников по физике позволила систематизировать предлагаемый в качестве заданий материал, что, возможно, будет полезно при расстановке акцентов в процессе подготовки к олимпиаде. Согласно действующей в настоящее время учебной программе по физике для общеобразовательных учреждений, утверждённой Министерством образования, разделы физики (или их элементы) изучаются: механика – в 7, 9 и 11 классах, молекулярная физика – в 7, 8 и 10 классах, электричество и магнетизм – в 8, 10 и 11 клас-

сах, оптика – в 8 и 11 классах. Чтобы не проводить охват всех разделов во всех классах, остановимся на разделе «Электричество и магнетизм» и проанализируем, с 2014 года, в каких турах и каких классах знания по нему были востребованы. Для удобства классификация материала по годам, турам сведена в таблицу

(тур 1 – теоретический, тур 2 – экспериментальный).

| 9 класс | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| год | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| тур 1 | | | + | + | + | + |
| тур 2 | | | | + | | |
| 10 класс | | | | | | |
| год | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| тур 1 | + | + | | + | + | + |
| тур 2 | + | + | | | | + |
| 11 класс | | | | | | |
| год | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| тур 1 | + | + | + | + | | |
| тур 2 | | + | | + | + | + |

Изучение электричества в учреждениях общего среднего образования начинается в 8 классе с темы «Электромагнитные явления», которая включает в себя основы электростатики (электризация, состав атома, проводники и диэлектрики), основы постоянного тока (законы Ома и Джоуля-Ленца), а также элементарные сведения по магнетизму (постоянные магниты, магнитное поле Земли). На более глубоком уровне изучение курса продолжается в 10 классе, при этом программа по содержательному уровню уже близка к высшей школе (закон Кулона, потенциал, напряжение и напряжённость, связь между ними, электроёмкость, конденсаторы, энергия поля, ЭДС, КПД источника, ток в металлах, полупроводниках, жидкостях и газах, электромагнитная индукция, силы Ампера и Лоренца, индуктивность). Завершается изучение курса в 11 классе темой «Электромагнитные колебания и волны» (формула Томсона, трансформатор, шкала электромагнитных волн). Анализ школьного курса позволяет сделать вывод о корреляции школьного и университетского курсов по электромагнетизму.

В лаборатории «Электричества и магнетизма» на базе кафедры общей и теоретической физики БрГУ имени А. С. Пушкина могут быть выполнены следующие лабораторные работы:

Измерение сопротивления в цепях постоянного тока.

Изучение электроизмерительных приборов.

Измерение электродвижущей силы методом компенсации.

Измерение полезной мощности и КПД источника в зависимости от нагрузки.

Исследование зависимости электропроводности проводника от температуры.

Изучение контактных явлений в проводниках.

Изучение контактных явлений в полупроводниках.

Экспериментальное исследование зависимости электропроводности полупроводников от температуры.

Изучение закона Ома в цепях переменного тока.

Изучение термоэлектронной эмиссии.

Изучение магнитного поля соленоида.

Так, например, задания, предлагаемые в ходе выполнения лабораторной работы «Измерение полезной мощности и КПД источника в зависимости от нагрузки», предлагались для выполнения в 2006 году на районной олимпиаде в Минске учащимся 10 класса. В лабораторной работе предлагаемая к построению зависимость падения напряжения на нагрузке от тока нагрузки имеет линейный вид (с увеличением напряжения ток уменьшается). Это позволяет путём аппроксимации получить на графике точку, в которой падение напряжения на нагрузке равно нулю, что даёт ток короткого замыкания, ЭДС источника и его внутреннее сопротивление.

УДК 539.182, 378.147.88

НОВОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ЧАСТИЦА В ОДНОМЕРНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЯМЕ»

П. Б. Кац

г. Брест, УО «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина»

Одной из простейших задач квантовой механики является задача о движении частицы в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме [1, с. 176]. Более сложной задачей, но более приближенной к реальности является задача о движении частицы в одномерной потенциальной яме конечной глубины [1, с. 223]. При решении задач по соответствующей теме, как правило, ограничиваются аналитическими вычислениями положения уровней в бесконечно глубокой потенциальной яме и вероятностей нахождения частицы на разных участках ямы. Поэтому полезным является выполнение теоретической лабораторной работы, посвященной потенциальным ямам конечной и бесконечной глубины.

В старом варианте работы студентам предлагалось исследовать положение уровней и волновые функции стационарных состояний частицы в одномерной яме конечной глубины и одномерной яме с одной бесконечной стенкой. В большинстве курсов общей физики, читаемых для технических и педагогических специальностей, рассматривается только бесконечно глубокая потенциальная яма, которой в лабораторной работе уделено недостаточно внимания.

В новом методическом руководстве предлагается три задания.

1. Вычислить для двух бесконечно глубоких потенциальных ям разной ширины положение первых трех энергетических уровней для электрона и протона или нейтрона (в зависимости от варианта). Результат представить в эВ. Вычислить максимальные значения модулей волновых функций и плотности вероятности для каждой ямы. Построить в масштабе диаграмму уровней для одного из рассмотренных случаев. На диаграмме уровней изобразить графики $\psi(x)$ для одного из уровней и $\rho(x)$ для всех уровней. Указать масштаб для энергии, волновой функции и плотности вероятности.

2. Для заданных глубины и ширины ямы найти число и положения энергетических уровней.

3. Для заданных глубины и ширины ямы и энергии электрона вычислить коэффициент пропускания.