

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИИ RHYWE.**

Чуйкова Е.П., студент гр. ГНГ-18-1, 2 курс  
Научный руководитель: Фицак В.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет"  
г. Санкт-Петербург

Компания RHYWE Systems (Германия) уже более 100 лет разрабатывает и производит лабораторное учебное оборудование и демонстрационные эксперименты для естественнонаучных факультетов ВУЗов [9]. Оборудование RHYWE можно использовать для проведения лабораторных работ по физике, химии, биологии, прикладных наук. Лабораторные работы с компьютерным интерфейсом просты в использовании, имеют четкое методическое описание. В настоящее время компьютерные информационные системы широко используются в образовании, науке и технике [4]. Существует множество вычислительных устройств, для которых разработаны программы, у каждой из них есть свой интерфейс [5, 7]. Цифровая лаборатория (ЦЛ) “Cobra-3” производства компании RHYWE – это компьютеризированная система, соединяющая в себе классические эксперименты с современными методами сбора данных [3]. ЦЛ является частью экспериментальной установки. Она позволяет проводить автоматизированное распознавание данных, полученных в результате экспериментов, безопасно регистрировать как быстро, так и очень медленно изменяющиеся параметры, осуществлять беспроводные измерения. Основным элементом ЦЛ является базовая установка с подключенными к ней датчиками с модулями или без датчиков. Базовый блок является источником питания постоянного напряжения 12 В. Использование встроенных датчиков облегчает проведение лабораторных работ. Это датчики движения, позволяющие фиксировать расстояние, скорость, ускорение; электрические датчики силы тока, напряжения; датчики энергии, мощности; датчики радиоактивности, уровня звука, температуры, давления и т.д. Для изучения раздела “Термодинамика” разработаны эксперименты на темы: “Уравнение состояния идеального газа (газовые законы)”, “Теплоизоляция / теплопроводность”, “Уравнение состояния и критическая точка”, “Закон излучения абсолютно черного тела Стефана-Больцмана”. Использование лабораторных работ с компьютерным интерфейсом повышает качество образования.

Для понимания физических явлений необходимо изучение теории и возможность её применения на практике для решения различных расчетных и экспериментальных задач. На лабораторных занятиях формируются практические умения и навыки проведения измерений, обработки и представления результатов.

Например, серию лабораторных работ на тему “Уравнение состояния идеального газа (газовые законы)” проводят с использованием компьютерного интерфейса. Целью работ является экспериментальное изучение справедливости законов Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля; вычисление универсальной газовой постоянной и сравнение полученного результата с ее справочным значением; расчет температурного коэффициента объемного расширения и термического коэффициента давления. Измерительный модуль подключён к универсальной установке “Cobra-3” при помощи преобразователя и информационного кабеля (рис. 1).

Лабораторная установка, в которую входит ЦЛ “Cobra-3”, может управляться либо с помощью компьютера (через информационный стандартный кабель RS 232), либо с помощью операционной установки (компьютерного блока). Измерительные модули и датчики позволяют измерить неэлектрические величины. Для работы базового блока с некоторыми подключенными датчиками необходимо программное обеспечение к ним, которое поставляется с оборудованием и работает внутри программы Measure [6, 9]. Специальная система окон для установки параметров измерений позволяет менять условия эксперимента, составлять таблицы данных, проводить математическую обработку результатов, сравнение полученных значений со справочными данными, строить графики необходимых зависимостей.



Рис. 1. Экспериментальная установка для изучения закона Бойля-Мариотта.

Современные информационные технологии автоматизируют процедуру обработки результатов эксперимента. Интерфейсы тематической направленности открывают новые возможности в обучении [8]. Аналитическое и графическое представление результатов подтверждает или опровергает выдвигаемые гипотезы [1, 2]. Компьютерный интерфейс Cobra-3 включает в себя программное обеспечение, модули интерфейса и датчики. Результаты экспери-

мента с использованием компьютерного интерфейса получаются в удобном цифровом представлении на ПК. Пользователь может менять одни исходные данные при фиксации других, вносить дополнительные ограничения при проведении опыта и т. д. Можно провести анализ зависимостей, полученных в ходе эксперимента; статистическую обработку данных. Использование компьютерного интерфейса повышает уровень восприятия теоретического материала. В результате формируются представления о физической сути явления, причин его возникновения, появляются практические навыки научно-исследовательской работы.

#### Список литературы:

1. Баймульдин М. К., Кремер О. В., Мартыненко О. В., Сейпишева Э. К. Разработка виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Физика горных пород» // European Researcher. 2013. № 3–1.
2. Клименко Е. В. Информационные технологии как средство совершенствования профессиональных компетенций в естественнонаучном образовании // Теория и практика образования в современном мире: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, ноябрь 2012 г.). — СПб.: Реноме, 2012. — С. 170-173. — URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/64/2908/>.
3. Лопаткин Р.Ю. Роль мультимедийных систем в информационной среде обучения на примере программно-методического комплекса INTERNESS / Р.Ю. Лопаткин, А. Грюнемайер, М.И. Колесник // Материалы X международной конференции ФССО- 09. - СПб. 2009. Т. 2. - С.187-190.
4. Маховиков А. Б., Баркан М. Ш. Информационные системы в управлении сбором и транспортировкой твердых коммунальных отходов // Записки Горного института, 2013. – Т. 203. – с. 67-70.
5. Миронов А. С. Пользовательский интерфейс // Молодой ученый. — 2016. — №15. — С. 145-147. — URL <https://moluch.ru/archive/119/33034>.
6. Петрова М.А. Цифровые Лаборатории компании RHYWE: “Cobra-3”, “Cobra-4” //Методика и опыт применения цифровых ресурсов и инструментов в обучении, 2010. с 126-136.
7. Синельникова В. Р., Павлов М. С., Галкин В. А., Горячкин Б. С. Эффективный пользовательский интерфейс. Предоставление статистических данных о качестве интернет-соединения // Молодой ученый. — 2017. — №12. — С. 33-40. — URL <https://moluch.ru/archive/146/41036>.
8. Шарихина Ю.В., Белов В.А., Михайлов С.С. Использование компьютерного интерфейса при проведении лабораторных работ по физике // Образование, наука и инновации в XXI веке. Сборник трудов XI Санкт-Петербургского конгресса (23-24 ноября 2017) Санкт-Петербург, 2017. СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС. с. 299-300.
9. RHYWE. Лабораторные эксперименты по физике. RHYWE System GmbH&Co/KG/-87.