

УДК 546:378.26(076)

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Князева Е.М.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Томск, e-mail: elka04@mail.ru*

Дан анализ состояния проблемы внедрения лабораторных работ с использованием компьютерных технологий в процесс обучения студентов в высших учебных заведениях. Показана целесообразность использования виртуальных работ при дистанционном обучении студентов, при отсутствии необходимого оборудования, а также для воспроизведения студентами пропущенных занятий. Выявлены особенности компоновки и представления теоретического и экспериментального материала в лабораторном практикуме с использованием мультимедийных средств. Предложена концепция виртуальных лабораторных работ по общей химии. Приведен пример лабораторной работы по термохимии. Работа содержит пять связанных друг с другом и в то же время независимых составных частей: в первой достаточно подробно представлен теоретический материал, во второй приведено описание работы, в третьей – порядок выполнения работы, в четвертой части пользователю предоставляется возможность собрать лабораторную установку, в пятой – заполнить отчет о выполнении работы.

Ключевые слова: образование, лабораторная работа, химия

LABORATORY WORKS OF NEW GENERATION

Knyazeva E.M.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: elka04@mail.ru

An analysis of problem of laboratory works introduction into the student educative process in higher education institutions using computer-based technologies is given. The practicability is shown in case of the application of virtual works during online learning of students, in the absence of necessary equipment as well as for simulation of the missed classes by the student. The peculiarities of arrangement and representation of theoretical and experimental material in laboratory course using multimedia devices determined. A concept of virtual laboratory work on general chemistry has been proposed. An example of lab work in thermochemistry is given. The work is consisted of five connected and, at the same time, independent parts. The first part contains a detailed theoretical material, the second and third ones represent work description and approach, respectively. In the forth part the user is given an opportunity to create the laboratory setup. The fifth part is connected with preparation of report.

Keywords: education, laboratory work, chemistry

Неотъемлемой составной частью учебного процесса при изучении естественнонаучных и технических дисциплин является лабораторный практикум, задачей которого является формирование у студентов практических навыков работы с оборудованием, получения и обработки экспериментальных данных, умений планировать эксперимент, анализировать и сопоставлять полученные результаты с литературными данными. Одним из главных направлений информатизации в учебном заведении является распространение различных электронных видов и форм обучения [1]. Все более востребованным способом получения новых знаний в мире становится e-learning (сокращение от electronic learning) – система электронного обучения, главной чертой которой является максимальная ориентация на учет потребностей пользователей [2]. В качестве аналогов или вариантов e-learning в России принято применять такие понятия, как дистанционное обучение, открытое дистанционное обучение, обучение с применением компьютеров, сетевое обучение, виртуальное обучение и т.д. С развитием компьютерных технологий обучения все больше дискутируется вопрос о необходимости создания виртуальных лабораторных работ и частич-

ном или полном переводе практикумов из лабораторий в компьютерные классы [3–6]. При этом одни авторы объясняют необходимость такого перехода дороговизной лабораторного оборудования, другие – недостаточностью временных ресурсов или унификацией образовательных программ в соответствии с Болонской декларацией и пр. Очевидно, что подобными доводами нельзя в полной мере руководствоваться при подготовке бакалавров, магистров или специалистов технических направлений, поскольку уровень их ответственности при работе на производстве настолько велик, что определяет не только экологическую безопасность, но и само существование окружающего мира. Подход к проблеме создания виртуальных лабораторных работ и их внедрения в учебный процесс должен быть дифференцированным и учитывать специфику той или иной дисциплины, чтобы не допустить выпуска армии «виртуальных» специалистов, имеющих опыт работы лишь с идеализированными моделями, а не с реальными объектами и явлениями.

Совершенствование мультимедийных средств обучения привело к модернизации образовательного процесса в целом: лекции проводятся в режиме презентаций,

для ведения практических и семинарских занятий используются интерактивные способы представления учебного материала, зачеты и экзамены принимаются с использованием машинного контроля. Наиболее консервативной частью учебного процесса остается лабораторный практикум, целесообразность полного перевода которого в виртуальный режим пока не совсем ясна.

При изучении химии современные технологии в ряде случаев позволяют отойти от реального проведения химических процессов без потери качества полученной информации. Необходимость проведения виртуальных лабораторных работ возникает, прежде всего, при заочном и дистанционном обучении, а также при отработке студентами пропущенных занятий, отсутствии сложного оборудования и дорогостоящих или малодоступных реактивов. Кроме того, для некоторых работ возможности компьютеризированного лабораторного практикума более широки по сравнению с традиционным. Так, у студентов появляется возможность изучения реакций с веществами, запрещенными для использования в учебном процессе, например, соединениями ртути, мышьяка. Кроме того, при такой постановке практикума отсутствуют ограничения по времени, студент может выполнять работу (или подготовиться к ней) во внеучебное время, повторять ее многократно.

Задачи использования виртуальных лабораторных работ диктуют определенные требования к алгоритму их построения: логичность компоновки материала, методически грамотное его изложение, разумное использование анимационных средств, доступность справочных данных, позволяющих расширить возможности студента при объяснении результатов и ответах на поставленные вопросы. Таким образом, каждая лабораторная работа должна иметь свои особенности, но цикл работ, сгруппированных по определенным разделам, должен быть представлен как единое целое в соответствии с вышеперечисленными требованиями.

Лабораторные работы по общей и неорганической химии условно можно разделить на два вида: работы, выполняемые с использованием микроаналитического метода (в пробирках), и работы, требующие аппаратного оформления. В первом случае перенос техники выполнения лабораторной работы из реального мира в виртуальный не столь сложен и требует создания некоего единого алгоритма, которому подчиняется большинство работ такого типа. Примерами являются работы по изучению окислительно-восстановительных и ионообменных

реакций, гидролиза солей, большая часть работ по химии элементов. Ко второму типу можно отнести работы физико-химического плана, при выполнении которых необходимо использование приборов: определение тепловых эффектов реакций, изучение скорости реакции, приготовление растворов и определение их концентрации. Главным моментом при создании таких работ, на наш взгляд, является по возможности полное приближение схемы выполнения работы и ее аппаратного оформления к реальным условиям.

Использование мультимедийных средств позволяет ввести элементы научного исследования в лабораторную работу. Например, при выполнении виртуальной работы по термехимии студент знакомится с устройством и принципом работы простейшего калориметра изопериболического типа, способом регистрации температуры при помощи термопары, порядком обработки экспериментальных данных и расчета по ним величины теплового эффекта реакции. В программу заложена возможность изучения процесса растворения нескольких веществ, протекающего с выделением или поглощением теплоты, и варьирования их массы. При выполнении виртуальной лабораторной работы студент оперирует образами веществ и компонентов оборудования, воспроизводящими внешний вид и функции реальных предметов.

Необходимо отметить, что объектом изучения химии является вещество, обладающее комплексом характеристик и свойств, которые не сможет воспроизвести ни одна самая совершенная компьютерная модель. Поэтому при создании лабораторных работ по общей и неорганической химии наиболее оптимальным является сочетание виртуального и реального эксперимента, при котором компьютерная модель изучаемого процесса несет вспомогательную функцию подготовки студента к действиям с реальными объектами, позволяет ускорить обработку полученных данных, составить отчет по работе, ответить на ряд типичных для данной работы вопросов.

Для того чтобы объяснить содержание предложенной авторами данной статьи модели виртуальной лабораторной работы, необходимо обсудить два направления использования мультимедийных средств в образовании. Первое направление связано с использованием компьютерных технологий, как вспомогательных средств, для упрощения математических расчетов и построения графических изображений, широко используется в настоящее время. Такие работы можно назвать классическими

современными лабораторными работами. Второе направление связано с созданием «абсолютно» виртуальных лабораторных работ, которые можно использовать для дистанционного обучения студентов, для отработки пропущенных занятий, а также для самоподготовки к выполнению реальной лабораторной работы.

Важным фактором в оценке качества виртуальных лабораторных работ является соотношение активной и пассивной составляющих деятельности студента. В настоящее время известны компьютеризированные лабораторные практикумы, в которых пользователь (студент) следит за происходящим на экране монитора и описывает наблюдения в тетради. Такого рода работы можно классифицировать как виртуальный имитатор реальной лабораторной работы, в которой сведена к минимуму активная составляющая деятельности студента. Высокий уровень интерактивности разработанных в Томском политехническом университете виртуальных лабораторных работ по химии позволяет максимально реализовать экспериментальную составляющую процесса обучения и приблизиться к условиям реальности.

Логика представления материала в виртуальной лабораторной работе отличается от реальной работы более детальным описанием процесса исследования, обилием подсказок и ссылок, а также наличием анимации. Виртуальная работа требует большей четкости в описании последовательности действий, поэтому методически обоснованным является представление такого рода работ в виде определенного числа разделов – вкладок, каждый из которых несет свою смысловую нагрузку:

1. Теоретический материал.
2. Описание работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Лабораторная установка.
5. Отчет.

Для успешного выполнения любой лабораторной работы студент должен тщательно проработать теоретический материал по теме исследования, поэтому в виртуальной лабораторной работе раздел с аналогичным названием должен быть представлен более подробно, чем в классическом практикуме.

В разделе «Описание работы» формулируется цель лабораторной работы, приводится схема установки, расчетные формулы, описывается работа с графиками. Например, в лабораторной работе «Определение энтальпии растворения веществ» в данном разделе показана схема калориметра с движущимся сердечником магнитной мешалки, описан принцип действия термо-

пар, подробно излагается порядок обработки графической зависимости температуры от времени $t = f(\tau)$, полученной при калориметрическом измерении.

Показано, что для вычисления количества теплоты Q , выделяющейся или поглощающейся в калориметре в ходе процесса, по формуле: $Q = \Delta t \cdot K$, необходимо рассчитать константу калориметра ($K = \sum C_p$), которая равна суммарной изобарной теплоёмкости калориметрической системы. Приведены удельные теплоёмкости стекла, из которого изготовлен стакан, разбавленных растворов NH_4Cl и NaOH (тепловые эффекты растворения этих веществ будут определены в работе) и тефлона (покрытие мешалки).

В разделе «Порядок проведения работы» студент получает пошаговые инструкции выполнения лабораторной работы, описывается порядок вычислений энтальпии растворения. Работа калориметра управляется при помощи компьютера, показания термодатчика фиксируются автоматически через определенные промежутки времени. Программа, преобразующая ЭДС термопары в цифровую форму, строит график зависимости температуры раствора от времени.

В разделе «Лабораторная установка» студент самостоятельно готовит калориметр к работе, собирая его из составных частей, максимально реальное изображение которых приводится в «инструментальном окне».

С помощью клавиши мыши студент имеет возможность перемещать любые слабые установки, взвешивать вещества, размешивать стеклянной палочкой раствор, словом, осуществлять реальный процесс в виртуальном мире. Каждое неверное действие студента комментируется компьютером, для чего разработчики программы продумали каждое ошибочное действие студента, а также обозначили те реперные моменты, которые должны быть осуществлены студентом при осуществлении лабораторной работы. Например, перед началом взвешивания вещества должна быть взвешена калька, до начала процедуры измерения температуры вещество в воде должно быть размешено и т.д. Невыполнение определенных условий не позволяет продолжить проведение работы.

Для максимальной реалистичности проведения лабораторной работы все химические вещества (NaOH , NH_4Cl), а также технические средства (колбы, пробирки, стаканы, термopара, весы и т.д.) представлены в натуральном виде. Изображение появляется при наведении курсора на соответствующую деталь.

При осуществлении эксперимента зависимость изменения температуры от времени фиксируется компьютером и на экране рисуется график данной зависимости, который был получен при проведении лабораторной работы в реальных условиях.

В разделе «отчет» студент заполняет соответствующие разделы, фиксируя значения, полученные в ходе эксперимента измеряемых величин, например, массу внутреннего стакана калориметра и исследуемого вещества, объем наливаемой воды. Проводит расчеты теплового эффекта и энтальпии растворения, а также погрешности эксперимента.

Таким образом, современные мультимедийные технологии позволяют реализовывать любые формы экспериментальной деятельности, открывают широкие перспективы в создании оригинальных, а порой и принципиально новых работ химического практикума. Полагаем, что разработанный нами цикл лабораторных работ по химии для студентов высших учебных заведений, является современным инновационным воплощением компьютеризированных пособий нового поколения.

Список литературы

1. Виртуальный лабораторный практикум в курсе общей и неорганической химии / В.В. Безляк, Н.И. Белоусова, И.Ю. Земляков, А.А. Килин // Открытое и дистанционное образование. – 2005. – №2. – С. 46–50.
2. Вострикова Н.М. Виртуальная лабораторная работа при организации изучения химических свойств металлов // Информатизация образования – 2008: тезисы докл. Междунар. конф. (Славянск-на-Кубани, 27-30 мая 2008 г.). – Краснодар, 2008. – 346–348 с.
3. Вострикова Н.М., Плотников А.В., Шинкарчук П.Н. Компьютерная лаборатория по химии // Внутривузовские

системы обеспечения качества подготовки специалистов: тезисы докл. Междунар. конф. (Красноярск, 18 – 19 ноября 2004 г.). – Красноярск, 2004. – С. 224–228.

4. Зенкина С.В., Витковская Т.А., Белуза А.В. Электронный тренажер для проведения виртуального лабораторного практикума по химии при подготовке специалистов-химиков // Телемедицина и дистанционное образование: тезисы докл. 1-й Междунар. конф. (Москва, 28-30 сентября 2005 г.). – М., 2005. – С. 141–142.

5. Сластенин В.А. Инновационность – один из критериев педагогики // Педагогическое образование и наука. – 2000. – №1. – С. 38–44.

6. Трухин А.В. Виды виртуальных компьютерных лабораторий // Открытое и дистанционное образование. – 2003. – № 3(11). – С. 12–21.

Referents

1. Bezlyak V.V., Belousova N.I., Zemlyakov I.U., Kilin A.A. Otkritoe i distancionnoe obrazovanie, 2005. no 2. pp. 46–50.
2. Vostrikova N.M. *Trudy Mezhdunarodnoy konferencii «Informatizaciya obrazovaniya – 2008»*. Krasnodar, 2008. pp. 346–348.
3. Vostrikova N.M., Plotnikov A.V., Shinkarchuk P.N. *Trudy Mezhdunarodnoy konferencii «Vnutrivuzovskie sistemi obespecheniya kachestva podgotovki specialistov»*, Krasnoyarsk, 2004. pp. 224–228
4. Zenkina S.V., Vitkovskaya T.A., Beluza A.V. *Trudy Mezhdunarodnoy konferencii «Telenedicina I distancionnoe obrazovanie»*, Moscow, 2005, pp.141–142.
5. Slastenin V.A. *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka*, 2000. no 1, pp. 38–44.
6. Truchin A.V. *Otkritoe i distancionnoe obrazovanie*, 2008. no 3, pp. 12–21.

Рецензенты:

Курина Л.Н., д.х.н., профессор Томского государственного университета, г. Томск;
Погребенков В.М., д.т.н., профессор Томского политехнического университета, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 04.04.2012.