
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

Ю. Ю. Гавронская, В. В. Алексеев

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ В ИНТЕРАКТИВНОМ ОБУЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Обсуждается использование виртуальных лабораторных работ в процессе интерактивного обучения физической химии. Выделены понятия «виртуальная химическая лаборатория» и «виртуальная лабораторная работа по химии». Рассмотрены практические аспекты создания виртуальных лабораторных работ по физической химии на основе виртуальных лабораторий разных типов.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, интерактивное обучение, образовательная среда, физическая химия.

Yu. Gavronskaya, V. Alekseev

Virtual Labs in Interactive Teaching of Physical Chemistry

The use of virtual laboratory assignments in the process of interactive teaching of physical chemistry is discussed. The concepts of «virtual chemical laboratory» and «virtual laboratory assignment in chemistry» are highlighted. The practical aspects of creating virtual labs in physical chemistry based virtual laboratories of different types are regarded.

Keywords: virtual labs, interactive learning, educational environment, physical chemistry.

Действующие ФГОС ВПО по различным направлениям и специальностям подготовки (например «02.01.00 — Химия»; «05.01.00 — Педагогическое образование», профиль — «Химическое образование»; «06.03.01 — Фармация») предусматривают широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, в том числе компьютерных симуляций, которые должны составлять от 5 до 30 процентов аудиторного времени. Очевидно, что интерактивное обучение не ограничивается лишь применением компьютерно-информационных технологий, включая в себя анализ конкретных ситуаций, дискуссии, игры, тренинги и т. п. [2; 4]. При этом следует признать компьютер средством обучения с наиболее высокой степенью интерактивности и непревзойденными возможностями вовлечения студентов в образовательное взаимодействие, в том числе и в современной сетевой среде [6].

Тотальное внедрение ИТ в процесс обучения химии активно затронуло лекции (которые читают в мультимедийном режиме), систему контроля знаний через внедрение компьютерного тестирования, интенсификацию обратных связей использованием электронной почты, чатов, социальных сетей. Наиболее консервативной частью учебного процесса

остается лабораторный практикум, целесообразность перевода которого в e-learning-режим активно обсуждается [5]. Особые возможности для реализации интерактивного обучения здесь создает возможность проведения лабораторных работ в виртуальной лаборатории.

Под виртуальной химической лабораторией мы понимаем компьютерную программу, позволяющую моделировать химический процесс, изменять условия и параметры его проведения [1, с. 94]. Следует признать, что виртуальные лаборатории, основанные на принципах технологизации, инновации, индивидуализации, дифференциации, интеграции открывают новые возможности в организации взаимодействия субъектов обучения, содержания и характера их деятельности. В зависимости от вида виртуальной лаборатории [9], целей, задач, форм и методов обучения работа с нею может проходить в учебной аудитории под руководством преподавателя или в самостоятельном режиме, в Сети или на локальном компьютере, индивидуально или в группе. В виртуальной химической лаборатории можно выполнить как отдельный эксперимент, к примеру, с целью демонстрации конкретного свойства или явления, так и виртуальную лабораторную работу.

С дидактической точки зрения виртуальная лабораторная работа рассматривается как метод, форма и средство обучения, в ходе реализации которого учащиеся под руководством преподавателя и по заранее намеченному плану выполняют определенные практические задания (опыты), оперируя образами веществ и компонентов оборудования, воспроизводящими внешний вид и функции реальных предметов. Виртуальные лабораторные работы в целом служат достижению тех же дидактических целей, что и реальные, носят исследовательский характер, вызывают интерес, способствуют выработке навыков обращения с реактивами, приборами и оборудованием современной лаборатории. Существует ряд ситуаций, когда использование виртуальной лаборатории оказывается предпочтительным или единственно возможным способом обучения: это дистанционное обучение, отсутствие возможности провести реальный эксперимент (недоступность или опасность реактивов и оборудования, временные ограничения). Кроме того, существует необходимость подготовки/тренинга перед выполнением реальной лабораторной работы: виртуальная лаборатория позволяет отработать необходимые навыки исследования реального процесса (например, определение концентрации титрованием), предусмотреть возможные ошибки в постановке и проведении опыта, в способах обращения с реактивами, со сложным оборудованием (например, со спектрофотометром).

Технически виртуальная лабораторная работа представляет собой комплексный ресурс, который включает: 1) собственно виртуальную лабораторию как компьютерную программу, моделирующую основные этапы выполнения лабораторной работы; 2) набор виртуальных реактивов и оборудования; 3) методические указания, содержащие теоретические сведения, конкретные задания, порядок выполнения работы, требования к отчету.

Несмотря на достоинства и очевидную потребность образовательной практики в виртуальных лабораториях, их количество и опыт использования в обучении специальным химическим дисциплинам, например физической химии, в зарубежной и отечественной практике не столь велик. Виртуальные лаборатории по химии в основном создаются для среднего общего образования «Виртуальная химическая лаборатория для 8–11 классов ISO» [6]. Что касается высшей школы, имеется ограниченное количество лабораторий преимущественно по неорганической, общей и органической химии для нехимических направлений/профилей подготовки, среди них наиболее известны Chemlab, Crocodile Chemistry 605, Virtual Chemistry Laboratory, Dartmouth ChemLab. Специальные виртуальные лаборатории по физической химии на рынке образовательных продуктов не представлены вовсе. Безусловно, вузы по мере возможностей создают виртуальные лабораторные

работы по физической химии с учетом своей специфики, чаще всего — для работы с собственными студентами. Например, виртуальная физико-химическая лаборатория кафедры «Физическая и коллоидная химия» Кемеровского института пищевых технологий или «Модуль прикладной химии» МГТУ им. Н. Э. Баумана и ряд других. Безусловным преимуществом разработанных физхимиками виртуальных лабораторных работ по физической химии является максимальная приближенность к реалиям эксперимента и ожидаемых результатов. В то же время как с технической, так и с методической точки зрения уровень таких разработок весьма разнообразен, а использование и перспективы развития ограничены сравнительно узким кругом пользователей и, как следствие, — отсутствием коммерческой перспективы.

Проектирование и реализация такой узкопредметной информационной образовательной среды является сложной задачей, требующей специальной операционной базы, команды программистов, педагогов и специалистов-химиков, больших временных и финансовых затрат. Для преподавателя более целесообразным представляется адаптация или создание в рамках существующей виртуальной лаборатории собственных лабораторных работ по физической химии, отвечающих особенностям данной ООП и программы дисциплины. Из немногих ориентированных на высшую школу общедоступных виртуальных лабораторий для использования в курсе физической химии подходят отдельные опыты или работы в Dartmouth ChemLab, Chemistry Experiment Simulations, Virtlab и в нескольких других. Мы остановили выбор на коллекции Chemistry Experiment Simulations и лаборатории IrYdium Chemistry Lab; преимуществами последней стали удовлетворительный набор виртуальных реактивов и физико-химических приборов, частично русифицируемый дружественный интерфейс и встроенная программа разработки заданий [3; 7]. Эта виртуальная лаборатория является частью online ресурса The Chemistry Collective (<http://chemcollective.org/home>). Ресурс позволяет преподавателям химии не только использовать готовые виртуальные лабораторные работы и задания, но и вносить изменения и создавать собственные так, чтобы они соответствовали специфическим целям обучения в каждом конкретном университете. Виртуальный имитатор использует термодинамические свойства химических соединений (стандартную энтальпию образования $\Delta H_{0,обр.}$, стандартную энтропию S_{0298} , плотность ρ и теплоемкость C) для определения констант равновесия и энтальпии реакций; однако все реакции «достигают равновесия» за очень короткое время. Таким образом, как готовые, так и создаваемые лабораторные работы могут включать задания по растворимости, равновесию, окислительно-восстановительным и кислотно-основным реакциям, термохимии; задания по кинетике в настоящее время не поддерживаются.

Рассмотрим отдельные аспекты процесса создания лабораторной работы на примере темы «Термохимия» в IrYdium Chemistry Lab. При изучении возможностей виртуальной лаборатории нами был отмечен ряд ограничений: отсутствие твердых веществ для определения тепловых эффектов растворения, чрезмерная идеализация процессов — не учитывается реально существующая теплоемкость калориметрической системы, теплообмен, теплоты разбавления и некоторые другие. В частности, сначала на примере имеющегося единственного твердого вещества NaCl, а затем и других, введенных нами в лабораторию самостоятельно, показано, что тепловой эффект их растворения приближается к истинным значениям только в области малых концентраций (стремится к первой интегральной теплоте растворения). С ростом концентрации образующегося раствора снижается достоверность виртуального эксперимента, что необходимо учитывать при моделировании заданий. Кроме того, в данной виртуальной лаборатории не определяются и не учитываются интегральные теплоты растворения кислот и щелочей в воде, поэтому для приближения к реальности

результатов виртуального эксперимента по нейтрализации их необходимо дополнительно вводить в сценарий и текст задания.

Проанализировав работу виртуального имитатора, мы смогли подобрать условия проведения нескольких десятков опытов, дающие наиболее достоверные результаты виртуального эксперимента по термохимии. Исходя из четких дидактических целей (что именно должен увидеть студент, какие манипуляции совершить, что получить в качестве результата, какие выводы и на основании чего сделать, какие навыки приобрести), был разработан сценарий, определены технические и методические задачи, проверены теплоты растворения введенных в работу веществ в разных условиях, проведено сравнение результата виртуального эксперимента с реальным, выполнена необходимая коррекция, составлены задания, подготовлены методические рекомендации. Созданные нами на базе IrYdium Chemistry Lab и прошедшие апробацию в лабораторном практикуме по физической химии в РГПУ им. А. И. Герцена виртуальные лабораторные работы «Определение теплоты растворения соли», «Определение теплового эффекта образования кристаллогидрата из безводной соли и воды», «Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием» включают широкое разнообразие заданий (изучаемые вещества, их масса/объем), снабжены методическими указаниями для студентов и преподавателей.

К другому типу виртуальных лабораторий следует отнести компьютерные симуляции из коллекции Chemical Education Research Iowa State University. Эти программы не предусматривают изменения содержания и обладают не слишком обширным, но в целом достаточным набором реактивов и оборудования для конкретной лабораторной работы. Методика создания виртуальной лабораторной работы и в этом случае включала этапы выявления возможностей виртуального имитатора, постановки целей лабораторной работы, составления сценария, определения технических и методических задач, коррекции, сравнения с реальным экспериментом и составления методических рекомендаций. К примеру, в лабораторной работе по изучению коллигативных свойств растворов («Boiling-point elevation and freezing-point depression experiment») можно измерять понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения раствора по сравнению с растворителем. Причем набор из шести растворителей и четырех растворяемых веществ различной природы (сахароза как неэлектролит, два неэлектролита NaCl и CaCl₂ и сера с возможностью ассоциации молекул) должен обеспечить необходимое разнообразие заданий. Проверка возможности виртуального имитатора показала, что, например, при растворении серы в диэтиловом эфире наблюдается изменение температуры фазового перехода, что подразумевает возможность вычисления концентрации раствора, хотя в соответствии со справочными данными сера не растворима в этом растворителе. При определенных соотношениях массы вещества-электролита и растворителя изотонический коэффициент оказывается выше максимального числа ионов, на которые может диссоциировать электролит, что физически невозможно; также был обнаружен ряд других «погрешностей».

При определении целей лабораторной работы мы исходили из ожидаемых результатов: студенты должны прийти к выводам о влиянии диссоциации на коллигативные свойства, о влиянии концентрации на изотонический коэффициент, о точности определения осмоляльной концентрации эбулио- и криоскопическими методами. В соответствии с целями работы и возможностями виртуального имитатора был составлен сценарий, включающий шесть серий опытов по четыре эксперимента в каждой, а также адекватные ему методические рекомендации. Разработанные лабораторные работы по изучению коллигативных свойств растворов прошли апробацию при обучении курсантов Военно-медицинской ака-

демии им. С. М. Кирова и показали высокую эффективность в достижении поставленных целей в условиях жесткого ограничения времени на аудиторную работу по этой теме.

Невзирая на очевидные достоинства, главным недостатком виртуальной лаборатории, по мнению многих наших коллег, является ее «виртуальность», то есть отсутствие непосредственного контакта студента с объектом исследования химии — веществом, обладающим сложнейшим комплексом характеристик и свойств. Опыт использования виртуальных лабораторных работ в практикуме по физической химии показал, что предпочтительным является сочетание виртуального и реального эксперимента, при котором компьютерная модель изучаемого процесса несет вспомогательную функцию подготовки студента к действиям с реальными объектами. Таким образом, с нашей точки зрения, активные и интерактивные формы занятий по химии должны содержать как реальные эксперименты на современном оборудовании, так и виртуальные лабораторные работы по изучению химических процессов в оптимальной, научно обоснованной пропорции, что позволит динамично развивать структуру и методику обучения химии на основе самых современных достижений науки, техники и методов познания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белохвостов А. А., Аршанский Е. Я. Электронные средства обучения химии; разработка и методика использования. Минск: Аверсэв, 2012. 206 с.
2. Гавронская Ю. «Интерактивность» и «интерактивное обучение» // Высшее образование в России. 2008. № 7. С. 101–104.
3. Бабинцева Е. И., Декунова Н. А., Гавронская Ю. Ю. Виртуальные лаборатории для обучения химии // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве: Сб. научных статей. СПб.: Лема, 2014. С. 195–201.
4. Ветров Ю. П., Изропуло И. Ф. Психолого-педагогическая подготовка преподавателей вуза к использованию методов интерактивного обучения // Высшее образование в России. 2012. № 5. С. 89–96.
5. Князева Е. М. Лабораторные работы нового поколения // Фундаментальные исследования. 2012. Ч. 3. № 6. С. 587–590.
6. Морозов М. Н., Танаков А. И., Герасимов А. В., Быстров Д. А., Цвирко В. Э., Дорофеев М. В. Разработка виртуальной химической лаборатории для школьного образования // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2004. Т. 7. № 6. С. 155–164.
7. Оксенчук В. В., Бабинцева Е. И., Декунова Н. А., Гавронская Ю. Ю. Создание виртуальных лабораторных работ по химии // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве: Сб. научных статей. СПб.: Лема, 2014. С. 236–241
8. Носкова Т. Н. Вызовы века: педагогика сетевой среды: Монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. 112 с.
9. Трухин А. В. Виды виртуальных компьютерных лабораторий // Открытое и дистанционное образование. 2003. № 03. С. 12–20.

REFERENCES

1. Belohvostov A. A., Arshanskij E. Ja. Elektronnyye sredstva obuchenija himii; razrabotka i metodika ispol'zovanija. Minsk: Aversjev, 2012. 206 s.
2. Gavronskaja Ju. «Interaktivnost'» i «interaktivnoe obuchenie» // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2008. № 7. S. 101–104.
3. Babintseva E. I., Dekunova N. A., Gavronskaja Ju. Ju. Virtual'nye laboratorii dlja obuchenija himii // Novye obrazovatel'nye strategii v sovremennom informatsionnom prostranstve: Sb. nauchnyh statej. SPb.: Lema, 2014. S. 195–201.

4. Vetrov Ju. P., Igropulo I. F. Psihologo-pedagogičeskaja podgotovka prepodavatelej vuza k ispol'zovaniju metodov interaktivnogo obučeniya // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2012. № 5. S. 89–96.
5. Knjazeva E. M. Laboratornye raboty novogo pokolenija // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. Ch. 3. № 6. S. 587–590.
6. Morozov M. N., Tanakov A. I., Gerasimov A. V., Bystrov D. A., Cvirko V. E., Dorofeev M. V. Razrabotka virtual'noj himičeskoj laboratorii dlja škol'nogo obrazovaniya // Obrazovatel'nye tehnologii i obščestvo (Educational Technology & Society). 2004. T. 7. № 6. S. 155–164.
7. Oksenchuk V. V., Babintseva E. I., Dekunova N. A., Gavronskaja Ju. Ju. Sozdanie virtual'nyh laboratornyh rabot po himii // Novye obrazovatel'nye strategii v sovremennom informacionnom prostranstve: Sb. nauchnyh statej. SPb: Lema, 2014. S. 236–241
8. Noskova T. N. Vyzovy veka: pedagogika setевой sredy: Monografija. SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena, 2013. 112 s.
9. Truhin A. V. Vidy virtual'nyh komp'juternyh laboratorij // Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie. 2003. № 03. S. 12–20.

И. Б. Горбунова, С. В. Чибирев

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МУЗЫКАЛЬНОГО ТВОРЧЕСТВА

Рассматривается способ применения математического моделирования к процессу создания музыкальных партитур в формате MIDI как к абстрактному тексту, основанный на анализе статистических параметров, с последующим моделированием процесса музыкального творчества на основе полученных данных.

Ключевые слова: моделирование, идентификация, трудноформализуемые предметные области, музыкально-компьютерные технологии.

I. Gorbunova, S. Chibirev

Computer Modeling of Musical Composition Process

The article describes an attempt of mathematical modeling approach to analyzing MIDI-formatted musical fragments as an abstract text, based on calculating the statistical parameters and musical composition process modeling based on calculated parameters.

Keywords: modeling, identification, hard-examining subject areas, music computer technologies.

Во второй половине XX — начале XXI в. появилось новое направление в музыкальном искусстве и в моделировании закономерностей музыкального творчества, обусловленное быстрым развитием электронных музыкальных инструментов (от простейших синтезаторов до мощных музыкальных компьютеров). Возникла новая междисциплинарная сфера профессиональной деятельности, связанная с созданием и применением специализированных музыкальных программно-аппаратных средств, требующая знаний и умений как в музыкальной сфере, так и в области информатики, — *музыкально-компьютерные технологии* (далее — МКТ) [3]. Это послужило действенной основой для построения модели музыкального творчества, позволяющей проводить анализ и синтез музыкальных текстов на основании статистических параметров фрагментов музыкальных произведений [1; 4; 10].