

Ю. Ю. Гавронская, В. В. Оксенчук,

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург,

Е. Э. Киут,

лицей № 214, Санкт-Петербург

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

Аннотация

Описаны особенности создания и использования виртуальных лабораторных работ по химии. Показано, что использование виртуальных лабораторий способствует достижению целей обучения химии в школе и химическим дисциплинам в вузе, а также освоению методологии научного познания. Приведены примеры лабораторных работ в виртуальных химических лабораториях различной степени интерактивности.

Ключевые слова: химический эксперимент, виртуальный эксперимент, виртуальная лаборатория.

Химия по своей сущности является экспериментальной наукой, а в обучении химии в школе и химическим дисциплинам в вузе эксперимент закономерно занимает одно из ведущих мест. Трехединная образовательная функция химического эксперимента раскрывается через его роль в обучении, воспитании и развитии [7], а также частные функции химического эксперимента — информативную, эвристическую, критериальную, корректирующую, исследовательскую, обобщающую и мировоззренческую [4].

Химический эксперимент рассматривают как специфический метод и специфическое средство обучения химии, как источник и метод познания; он знакомит обучающихся не только с объектами и явлениями, но и с методами химической науки. С распространением информационно-коммуникативных технологий наряду с традиционным способом выполнения химического эксперимента появились новые разновидности — цифровой (электронный) химический эксперимент, выполняемый на базе реальной удаленной лаборатории, а также виртуальный (имитационный, компьютерный) химический эксперимент, выполняемый на базе виртуальной лаборатории.

Виртуальная лаборатория, используемая в обучении химии, — это компьютерная имитация учебной химической лаборатории, реализующая ее основную функцию — проведение химического эксперимента в образовательных целях [2].

Решающую роль играет **свойство интерактивности виртуальной лаборатории** как средства обучения, выражающееся в способности интенсивного продуктивного двустороннего взаимодействия:

- с одной стороны, в возможности ученика/студента вмешаться в происходящее на экране компьютера, например, выбрать тот или иной реактив, задать условия — концентрацию, объем, температуру;
- с другой стороны, в реакции компьютерной программы на действия пользователя, а именно в визуализации протекания процесса — изменении цвета, выпадении осадка, изменении показателей на приборах (температуры, показателя рН, концентрации и т. д.).

К виртуальным лабораториям с низкой степенью интерактивности относят те, которые допускают только наблюдение химического опыта, что роднит их с натурным демонстрационным экс-

Контактная информация

Гавронская Юлия Юрьевна, доктор пед. наук, канд. хим. наук, доцент, профессор кафедры химического и экологического образования Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург; *адрес:* 191186, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48; *телефон:* (812) 312-44-92; *e-mail:* gavronskaya@yandex.ru

Оксенчук Вероника Владимировна, аспирант кафедры химического и экологического образования Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург; *адрес:* 191186, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48; *телефон:* (812) 312-44-92; *e-mail:* nikkyrosso@gmail.com

Киут Евгения Эдуардовна, учитель химии лицея № 214, Санкт-Петербург; *адрес:* 191167, г. Санкт-Петербург, Невский пр-т, д. 176; *телефон:* (812) 274-22-33; *e-mail:* jekiut@gmail.com

Yu. Yu. Gavronskaya, V. V. Oksenchuk,

The Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg,

Ye. E. Kiut,

Lyceum 214, Saint Petersburg

VIRTUAL LABORATORY WORKS IN CHEMISTRY

Abstract

The article describes the features of creation and use of virtual laboratory works in chemistry. The use of virtual laboratories contributes to the purposes of teaching chemistry at school and chemical disciplines at the university, as well as the basics of methodology of scientific knowledge. Examples of laboratory works in virtual chemical laboratories of varying degrees of interactivity are given.

Keywords: chemical experiment, virtual experiment, virtual laboratory.

периментом; к ним можно причислить коллекции анимаций и видеоматериалов.

Примерами могут служить видеоопыты из единой коллекции цифровых образовательных ресурсов по неорганической (<http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/eb17b17a-6bcc-01ab-0e3a-a1cd26d56d67/>) и органической химии (<http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/528b6fb1-98e4-9a27-5ae1-2f785b646a41/>), а также размещенные на создаваемых преподавателями и научно-педагогическими коллективами сайтах: <https://mephi.ru/students/vl/chemistry/index.php>, <http://gmohimic86.jimdo.com/>, <http://www.alekseibazhenov.narod.ru/video.html> и многих других.

Сформировать полноценную лабораторную работу позволяет подборка отдельных опытов, критериями отбора служат:

- общая культура химического эксперимента;
- соблюдение правил работы с реактивами и оборудованием и правил техники безопасности;
- наличие последовательного комментария;
- высокое разрешение;
- крупный план во время химической реакции;
- крупный план прибора и проводимых действий;
- ограниченное время опыта;
- отсутствие отвлекающих предметов;
- возможность обработки видео с дидактическими целями и в соответствии с задачами обучения (например, приглушить очевидные упоминания ответов на поставленные преподавателем вопросы или ускорить видеоряд).

Методика обучения химии с использованием виртуальных лабораторных работ с низкой степенью интерактивности и видеофрагментов базируется на организации взаимодействия учащихся с педагогом и образовательной средой. В нашей практике организующим и систематизирующим фактором служит **технологическая карта**, состоящая из заданий и проблемных вопросов. При этом ученики не являются пассивными зрителями, во время просмотра они должны не только увидеть признаки химических реакций, но и замерить время, зафиксировать температуру опыта и т. п.; они должны найти ответы на поставленные в заданиях вопросы и сформулировать выводы (например, выявить факторы, влияющие на скорость химической реакции).

Виртуальные лаборатории по химии со средней степенью интерактивности предоставляют возможность совершать предусмотренные сценарием действия с реактивами и оборудованием из ограниченного числа объектов, участвующих в данной сцене.

Среди примеров — широко известные ресурсы VirtuLab (<http://www.virtulab.net>), PhET (<http://phet.colorado.edu>), Wolfram Demonstrations Project (<http://demonstrations.wolfram.com/>). К этому типу виртуальных лабораторий следует отнести компьютерные симуляции из коллекции Chemical Education Research. Эти программы не предусматривают изменения содержания и обладают не слишком обширным, но в целом достаточным набором реактивов и оборудования для конкретной лабораторной работы.

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 электролита NaCl и CaCl₂, сера S₈) должен обеспечить необходимое разнообразие заданий и экспериментов, выполнив которые, а затем проведя обработку результатов студенты должны прийти к выводам о влиянии диссоциации на коллигативные свойства, о влиянии концентрации на изотонический коэффициент, о точности определения осмолярной концентрации эбулио- и криоскопическими методами [1].

Другой пример — это лабораторная работа «рН-метрия». Виртуальный рН-метр снабжен индикаторным электродом и электродом сравнения. Измерения происходят при постоянной температуре, отражаемой на дисплее прибора. Электроды опускаются и поднимаются управляющими кнопками. В зависимости от целей лабораторной работы могут быть осуществлены опыты, направленные на знакомство с устройством рН-метра и с основными приемами работы с ним, на выявление закономерностей измерения рН в растворах сильных кислот и сильных оснований, в растворах солей, образованных сильной кислотой и сильным основанием, а также в растворах гидролизующихся солей.

В виртуальных лабораториях с высокой степенью интерактивности представлен широкий выбор оборудования и реактивов и дана определенная свобода действий, включая возможность конструирования приборов и проведения «незаданных» экспериментов.

Виртуальная лаборатория Iridium Chemistry Lab является частью онлайн-ресурса The Chemistry Collective (<http://chemistrycollective.org/home>). Ее преимуществами являются удовлетворительный набор виртуальных реактивов и физико-химических приборов, частично русифицированный дружественный интерфейс и встроенная программа разработки заданий [6]. 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 случае. Виртуальный имитатор использует термодинамические свойства химических соединений (стандартную энтальпию образования $\Delta H_{\text{обр}}^0$, стандартную энтропию S_{298}^0 , 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.

Создание виртуальной лабораторной работы — достаточно трудоемкая задача не только для начинающего, но и для опытного преподавателя химии, поскольку наряду с наличием информации

онных компетенций требует серьезной методической подготовки. Важно не останавливаться на внешних эффектах, занимательности, а видеть перед собой в качестве ориентира достижение образовательного результата наиболее эффективными и приемлемыми средствами, учитывая материальные, технические, временные, кадровые ресурсы, а также личностные и возрастные особенности обучающихся.

Создание виртуальной лабораторной работы состоит из этапов:

- постановки целей;
- выбора виртуальной лаборатории;
- выявления возможностей виртуального имитатора;
- коррекции целей;
- определения содержательных и дидактических задач;
- составления сценария;
- апробации;
- оценки и анализа достоверности процесса и результата виртуального эксперимента по сравнению с натурным;
- коррекции сценария;
- составления методических рекомендаций [2].

Использование в процессе обучения химии или химическим дисциплинам в вузе виртуальных лабораторных работ обосновано только в том случае, если это служит способом достижения целей обучения. В обучении химии в вузе цели обучения формулируются в терминах профессиональных компетенций, в ряде случаев (если химия входит в вариативную часть, например, в основной образовательной программе бакалавриата по направлению «Педагогическое образование» [8]) — как формирование знаний, умений и навыков в этой предметной области.

Среди целей основного общего образования при изучении химии наряду с освоением важнейших знаний об основных понятиях и законах химии значатся: «Овладение умениями наблюдать химические явления, проводить химический эксперимент, а также развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе проведения химического эксперимента» [9]. Овладение умением наблюдать и развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей при проведении виртуального химического эксперимента вполне очевидно. Наблюдение реализуется даже при проведении виртуального эксперимента с низкой степенью интерактивности, например при использовании видеозаписей опытов. Наибольшие сомнения при работе с виртуальными лабораториями вызывает формирование умения «проводить химический эксперимент». Как известно, традиционно важными компонентами учебного эксперимента по химии считают экспериментальную деятельность самих обучающихся и освоение техники химического эксперимента, однако существует и другое мнение: в условиях быстро меняющегося мира сами по себе навыки проведения химического эксперимента имеют лишь вспомогательное значение. При этом «умение ставить эксперименты и интерпретировать их результаты есть важнейший надпредметный навык, а потому обладает общеутилитарной ценностью»

[3]. В виртуальном эксперименте непосредственный контакт с веществом и оборудованием отсутствует по определению, поэтому возникает мысль *о невозможности формирования практических экспериментальных умений*, среди которых важнейшими являются:

- обращение с оборудованием и реактивами;
- проведение таких операций, как нагревание, растворение, соби́рание газов и др.;
- наблюдение химических явлений и процессов и правильное объяснение их сущности;
- составление письменного отчета.

Если рассматривать умение как освоенный способ выполнения действия, а навык — как автоматизированное действие, то из четырех предлагаемых в теории обучения этапов развития навыков (ознакомительный, подготовительный, стандартизирующий, ситуативный) [5] в виртуальном эксперименте реализуются полностью первые два — ознакомительный (происходит ознакомление с приемами выполнения действий, осмысление действия) и подготовительный (овладение отдельными элементами действия, анализ способов их выполнения) этапы. Третий этап, стандартизирующий, включает сочетание и объединение элементарных движений в одно действие вплоть до их слияния и по причине виртуальности происходящего не может быть доведен до состояния мускульного контроля, но важно, что на этом этапе достигается перенос внимания с процесса на результат. Четвертый этап, ситуативный, соответствует произвольному регулированию характера действия в соответствии с меняющейся ситуацией, он так же реализуется лишь частично, поскольку действие остается виртуальным, а изменчивость ситуации, свобода выбора действия для решения проблемы зависят от степени интерактивности виртуальной лаборатории. Таким образом, нельзя полностью отрицать роль и возможности виртуального эксперимента в формировании экспериментальных навыков по химии.

В виртуальных лабораторных работах обучающиеся используют эмпирические методы научного познания, а именно, наблюдение, измерение и эксперимент. Указанные элементы входят в основное содержание обучения химии в школе в первых блоках на уровнях основного и среднего общего образования (базовый и профильный уровни) соответственно: «Методы познания веществ и химических явлений. Экспериментальные основы химии», «Методы познания в химии», «Методы научного познания». Как и в натурном, в виртуальном химическом эксперименте наблюдение должно проводиться по плану, целенаправленно, осознанно, системно; причем виртуальный способ проведения эксперимента позволяет создать и провести дополнительные наблюдения, например, рассмотреть процесс растворения на микроуровне или процесс коррозии в ускоренном временном режиме.

Наблюдение всегда сопровождается описанием. Эксперимент, связанный с *наблюдением и качественным описанием* веществ и явлений (агрегатное состояние, цвет, наличие блеска, твердость, запах, изменение окрашивания раствора, выделение газа, выпадение осадка), превалирует при обучении химии *в школе*, виртуальные лаборатории с низкой

степенью интерактивности открывают широкие возможности для качественных описаний, пример с количественным описанием приведен выше.

Рассчитанные преимущественно на *уровень высшего образования* лабораторные работы в лабораториях со средней и высокой степенью интерактивности включают в себя возможности *количественных измерений*, а также возможность *активно влиять на протекание эксперимента* (например, добавлять реагенты, перемешивать, нагревать), что позволяет развивать соответствующие экспериментальные и расчетные умения, задействует теоретические знания, давая им практическое приложение. Как правило, лабораторная работа строится таким образом, что на основании измерений концентрации веществ, pH, электропроводности, вязкости, оптической плотности растворов, тепловых эффектов, времени протекания реакций и т. п. проводятся вычисления и устанавливаются соответствующие закономерности, в ряде случаев включающие графические построения, служащие основой выводов. Обучающийся оказывается включенным в деятельность по наблюдению, описанию, интерпретации и представлению результатов эксперимента.

Таким образом, использование виртуальных лабораторных работ по химии на различных уровнях и ступенях образования содействует достижению целей обучения химии, способствуя формированию экспериментальных умений, и знакомит с основами методологии научного познания в химии.

Литературные и интернет-источники

1. Гавронская Ю. Ю., Алексеев В. В. Виртуальные лабораторные работы в интерактивном обучении физической химии // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2014. № 168.
2. Гавронская Ю. Ю., Оксенчук В. В. Методика создания виртуальных лабораторных работ по химии // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. <http://www.science-education.ru/129-22290>.
3. Жилин Д. М. Химический эксперимент в российских школах. <http://www.chem.msu.su/rus/books/2011/estestv-obraz/zhilin.pdf>.
4. Злотников Э. Г. Химический эксперимент как специфический метод обучения // Химия. Приложение к газете «Первое сентября». 2007. № 24.
5. Ительсон Л. Б. Лекции по современным проблемам психологии обучения. Владимир: ВГПИ им. П. И. Лебедева-Полянского, 1972.
6. 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: сборник научных статей. СПб.: Лема, 2014.
7. Пак М. С. Теория и методика обучения химии. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2015.
8. ФГОС ВПО по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр»). <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/5/20111207163943.pdf>
9. Штемплер Г. И. Определение понятия учебного эксперимента, его классификация и место в обучении химии. http://strempler.ucoz.ru/publ/tekh-nika_i_metodika_uchebnogo_khimicheskogo_eksperimenta/1-1-0-3

НОВОСТИ

Правительство РФ утвердило паспорта приоритетных проектов по направлению «Образование»

Правительство России утвердило паспорта приоритетных проектов по основному направлению стратегического развития России «Образование», сообщается на сайте российского кабмина.

Решение принято по результатам заседания 25 октября президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам.

Целью проекта «Создание современной образовательной среды для школьников» является формирование современной образовательной среды для школьников. Главная задача — повышение доступности и качества общего образования в России за счет создания к 2025 году более 6,5 миллионов новых мест в школах субъектов РФ, в том числе благодаря строительству новых школ.

Проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» направлен на повышение качества и доступности онлайн-образования. Как ранее сообщил премьер-министр России Дмитрий Медведев, в рамках проекта будет создан единый портал для размещения всех типов онлайн-курсов, качество и авторство

которых будет подтверждено. Целью проекта является создание к 2018 году условий для системного повышения качества и расширения возможностей образования за счет развития российского цифрового образовательного пространства.

Проект «Подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров с учетом современных стандартов и передовых технологий» («Рабочие кадры для передовых технологий») даст возможность увеличить численность квалифицированных рабочих кадров. Целью проекта является создание конкурентоспособной системы среднего профессионального образования, подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров.

На развитие высших учебных заведений направлен проект «Вузы как центры пространства создания инноваций». Он даст возможность продолжить работу по закреплению позиций ведущих вузов в мировых рейтингах и увеличить число университетских центров инновационного, технологического и социального развития регионов.

(По материалам федерального портала «Российское образование»)