

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ЭЛЕКТРОННОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ЦИКЛА

Девяткин Е.М.<sup>1</sup>, Хасанова С.Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет, Стерлитамакский филиал», Стерлитамак, e-mail: mediadidaktika@mail.ru

В статье рассматривается используемая на практике технология разработки виртуальных интерактивных ресурсов по физике и химии. Разработаны высокоэффективные алгоритмы по управлению стационарными и нестационарными физико-химическими процессами. Созданные электронные ресурсы могут использоваться в качестве виртуальных лабораторных работ, фронтальных демонстраций и интерактивных экспериментальных задач по предметам естественно-научного цикла дисциплин. Представленные виртуальные ресурсы моделируют весь спектр стационарных и нестационарных физико-химических процессов и явлений микро- и макромира. Предложенная технология создания виртуальных обучающих ресурсов может успешно применяться в системе подготовки бакалавров и магистров высшей школы, в системе среднего общего и среднего профессионального образования. Она обеспечивает развитие у обучающихся компетенций по применению и реализации инновационного учебного процесса по физике. Описанные в статье электронные интерактивные ресурсы также успешно использовались при разработке дистанционных курсов по учебным предметам естественно-научного цикла дисциплин. К настоящему времени разработано более двухсот интерактивных моделей, которые успешно прошли апробацию и показали свою высокую эффективность при их использовании в учебном процессе как очной, так и заочной форм обучения.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, электронное образование, дистанционное обучение, интерактивные модели, естественно-научные дисциплины.

## INTERACTIVE TOOLS OF E-LEARNING AND DISTANCE LEARNING OF NATURAL SCIENCES

Devyatkin E.M.<sup>1</sup>, Hasanova S.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VO «Sterlitamak branch Bashkir state university», Sterlitamak, e-mail: mediadidaktika@mail.ru

The article discusses the technology used in practice to develop virtual interactive resources in physics and chemistry. Highly efficient algorithms for control of stationary and non-stationary physical and chemical processes are developed. The created electronic resources can be used as virtual laboratory works, front-end demonstrations and interactive experimental tasks on the subjects of the natural science cycle of disciplines. The presented virtual resources simulate the whole range of stationary and non-stationary physical and chemical processes and phenomena of micro - and macrocosm. The proposed technology of creating virtual learning resources can be successfully used in the training of bachelors and masters of higher education, in the system of secondary General and secondary vocational education. It provides the development of students' competencies in the application and implementation of innovative educational process in physics. The electronic interactive resources described in the article have also been successfully used in the development of distance learning courses in the subjects of natural science disciplines. To date, more than two hundred interactive models have been developed, which have been successfully tested and have shown their high efficiency in their use in the educational process both full-time and part-time learning.

Keywords: virtual laboratory, e-learning, distance learning, interactive models, natural Sciences.

Физический эксперимент и химические опыты, проводимые на лабораторных работах, создают у обучающихся стройную картину мира о явлениях и процессах, пополняют и расширяют круг интересов. В процессе экспериментов и опытов, выполняемых обучающимися самостоятельно во время лабораторных занятий, ученики постигают закономерности физических явлений и процессов, узнают способы их изучения, обучаются правилам работы с лабораторным оборудованием. Таким образом, при проведении научных

опытов у учащихся формируется исследовательская компетенция. Однако для проведения реального эксперимента по физике или химии нужно иметь оборудование в довольно большом количестве. В настоящее время учебные лаборатории не всегда оборудованы необходимыми приборами, реактивами и учебно-наглядными пособиями для проведения демонстрационных экспериментов и лабораторных работ. Многие установки пришли в негодность, а некоторые и вовсе устарели. Также есть множество лабораторных работ, для выполнения которых необходимо строгое выполнение правил техники безопасности и пожарной безопасности. Кроме того, учащимся сложно понять некоторые разделы физики, изучаемые в учебных заведениях, и определенные явления макромира и микромира, так как их нельзя наблюдать в реальной жизни и тем более реализовать в учебной лаборатории. Лабораторные работы по оптике, квантовой, атомной и ядерной физике во многих учебных заведения отсутствуют.

И в конечном итоге нельзя обучить учащихся самостоятельно получать знания, вырабатывая у них исследовательскую компетенцию, используя только классические технологии преподавания. Находясь в современном цифровом мире и обществе, нельзя осуществлять процесс обучения без использования современных информационных технологий [1; 2]. Основная цель образования в настоящий момент – развитие у обучающихся умений и навыков самостоятельного усвоения знаний. Использование компьютерных моделей и виртуальных лабораторных работ в обучении дает возможность принимать во внимание индивидуальные характерные черты учащегося, подобрать свой темп изучения нового материала, закрепления и оценивания результатов обучения, существенно уменьшить трудоемкость процедур обработки результатов измерений и увеличить скорость проведения вычислений [3-5].

Современный учитель должен обладать компетенциями по способностям использования современных методов и технологий обучения и диагностики. Как показывает практика, одновременное использование натуральных и виртуальных лабораторий дает положительный результат в обучении, который не может быть получен при их раздельном применении [6]. Однако создание и использование в учебном процессе виртуальных лабораторий сталкивается с большим количеством проблем, которые заключаются в отсутствии методик создания и применения виртуальных лабораторных работ на практике. Для создания интерактивных виртуальных лабораторий по физике и химии достаточно высокого качества требуется наличие большого числа профессиональных компетенций. Необходимы знания, умения и навыки в области физики, химии, математического моделирования, графического дизайна, программирования, педагогики, психологии и методики преподавания физики и химии.

## **Цель исследования**

Существующие современные информационные технологии позволяют создавать виртуальные лабораторные работы по всем разделам курса физики и химии [7-9]. Применяются два подхода по динамическому управлению интерфейсом виртуальных лабораторных работ. Это приложения, выполняемые на стороне сервера или на компьютере клиента. Для их создания используются различные технологии, включающие языки программирования JavaScript, VBScript, Dynamic HTML (DHTML), ActionScript, C++, C# и среды Visual Studio, Qt Creator, Unity, Adode Flash, Macromedia Flash, National Instruments LabVIEW и другие. Каждая из вышеприведенных технологий обладает своими преимуществами и недостатками по степени автоматизации создания виртуальных приборов и интерактивных лабораторных работ. Применяемая технология должна обеспечивать возможность размещения созданных электронных ресурсов в сети Интернет для организации дистанционного обучения.

Современные виртуальные эксперименты условно можно разделить на два типа: автоматизированный, когда компьютер помогает проводить лабораторные работы, но все основные действия и решения лежат на экспериментаторе, и автоматический, когда все делает компьютер и выдает результат, а экспериментатор в этом случае является лишним звеном. С методической точки зрения большей ценностью обладает автоматизированный эксперимент, позволяющий учащемуся совершать недетерминированные цепочки действий. Следовательно, алгоритм работы виртуальных лабораторных установок должен соответствовать этому правилу. Кроме того, должна иметься возможность масштабирования пространства при выполнении виртуальных лабораторий и времени: замедление быстро протекающих и увеличение скорости медленно проходящих процессов и явлений.

Решение отдельных экспериментальных задач в учебной лаборатории на имеющемся в наличии оборудовании выполняется чаще всего при единственно возможных установленных конкретных параметрах, которые изменить нельзя. Из-за этого невозможно выявить все закономерности исследуемых явлений, что влияет на степень познаний обучающихся. Поэтому была поставлена цель при создании виртуальных лабораторных работ максимально расширить пределы изменения параметров физико-химических процессов и обеспечить многовариантность начальных условий лабораторных работ за счет использования либо генератора случайных чисел, либо использования элементов выбора значений на панели управления. Созданные виртуальные лабораторные работы должны иметь возможность модернизации, которая будет заключаться в возможности простого обновления программного кода.

Большие сложности также возникают при проектировании графических объектов

виртуальных лабораторных установок. Следует обеспечить максимальную узнаваемость приборов и принадлежностей виртуальных установок и возможность их многократного использования в различных работах.

### **Материал и методы исследования**

Для создания виртуальных лабораторных работ по физике и химии использовалась среда Macromedia Flash, включающая графический редактор и встроенный язык объектно-ориентированного программирования ActionScript 2.0. [10-13].

На первом этапе осуществлялось знакомство с физическими явлениями и реально действующими лабораторными работами, для которых было запланировано создание виртуальной копии. Определялись необходимые приборы для функционирования виртуальной лаборатории. Эти объекты в среде Macromedia Flash носят название Movie clip. Помимо них в виртуальных лабораториях используются статические объекты Graphic и объекты типа Button, роль которых заключается в управлении сценарием виртуальных работ.

На втором этапе производилось решение прямой физической задачи или задачи по химии, выяснялись необходимые переменные модели и предельные значения параметров величин, использующихся в данной виртуальной работе. На базе решения прямой задачи находилось решение обратной задачи, при этом значение искомой величины задавалось с учетом погрешностей измерений и инструментальных погрешностей, формируемых с помощью встроенной функции Math.random.

На третьем этапе определялась структура интерфейса, производилась разработка алгоритма и написание программного кода. Положительной характеристикой языка программирования среды Macromedia Flash является возможность написания программного кода для каждого объекта или элемента как подпрограммы в отдельном окне.

На четвертом этапе производилось тестирование программы и виртуальной лабораторной работы, выполнение виртуальной лабораторной работы в офлайн-режиме.

И, наконец, на пятом этапе производилось размещение виртуальной лабораторной работы на тематическом сайте в сети Интернет. Для создания тематического учебного сайта одной из лучших систем управления обучением считается модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда Moodle, которая имеет огромное число инструментов для организации дистанционного и онлайн-обучения. Положительной чертой LMS Moodle является возможность использования Flash-объектов различных типов, в том числе и интерактивных.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Авторами разработаны эффективные алгоритмы для двух типов виртуальных лабораторных работ, рассматривающих стационарные и нестационарные процессы. Для

лабораторий первого типа обязательным условием является наличие виртуального электронного блока с таймером времени. Для второго типа лабораторных работ наличие прибора для измерения времени не является обязательным условием.

В результате создано более двухсот виртуальных лабораторных работ по всем разделам школьного и вузовского курса физики и химии, оригинальность которых подтверждается авторскими свидетельствами Роспатента и ОФЕРНИО. Разработанные электронные интерактивные мультимедийные ресурсы, моделирующие физико-химические процессы, могут использоваться для фронтальных демонстраций, визуализации экспериментальных задач, подготовки к выполнению натуральных лабораторных работ и выполнения виртуальных лабораторных работ при отсутствии или неисправности натуральных лабораторных установок.

В качестве примера проведения фронтальных демонстраций может использоваться созданная виртуальная установка «Определение КПД электрического нагревателя при превращении льда в пар». Интерфейс данной виртуальной работы представлен на рис. 1. Данная интерактивная установка моделирует термодинамические процессы, происходящие в режиме реального времени, такие как нагревание льда до температуры плавления; плавление льда; нагревание образовавшейся воды до температуры кипения; парообразование воды. Для моделирования этих процессов использовались соответствующие законы тепловых процессов.



*Рис. 1. Виртуальная интерактивная модель по определению КПД электрического нагревателя при превращении льда в пар*



*Рис. 2. Виртуальная экспериментальная задача по изучению колебаний маятника из двух последовательно соединенных пружин*

На рис. 2 представлена виртуальная экспериментальная задача по определению жесткости одной из пружин маятника, состоящего из двух последовательно соединенных пружин. Установка экспериментальной задачи состоит из тела маятника измеряемой массы и

задаваемой жесткости первой пружины. После запуска программы маятник начинает совершать гармонические колебания, амплитуда которых определяется с помощью линейки. Линейку можно вызвать и измерить длину необходимого параметра. Установка запускается с помощью электронного блока, содержащего секундомер и кнопки управления. Для более полного ознакомления с закономерностями гармонических колебаний установка снабжена анимацией значений потенциальной и кинетической энергий маятника и графиком зависимости смещения маятника от положения равновесия как функции времени.



*Рис. 3. Виртуальная экспериментальная установка по измерению удельного заряда электрона*



*Рис. 4. Виртуальная химическая лаборатория по распознаванию углеводов и спиртов*

На рис. 3 представлена виртуальная экспериментальная установка, моделирующая отклонение пучка электронов с помощью магнитного поля катушек Гельмгольца. Установка представляет собой электронно-лучевую трубку, в которой электроны разгоняются за счет разности потенциалов между анодом и катодом. После этого пучок электронов попадает в магнитное поле катушек Гельмгольца с изменяемыми параметрами. Величина отклонения пучка определяется с помощью интерактивной линейки.

Примером разработки виртуальной учебной химической лаборатории являются «Реакции распознавания углеводов и спиртов» (рис. 4), моделирующие демонстрацию химических опытов. Химические реакции, пригодные для качественного анализа, должны сопровождаться заметным внешним эффектом. Основной задачей является проектирование и реализация виртуальной химической лаборатории, с помощью которой ученики смогут проводить лабораторные работы. Виртуальная лаборатория позволяет проводить опыты неограниченное количество раз, что приводит к экономии реактивов и снижению количества несчастных случаев. Существует огромное количество различных качественных реакций на органические вещества, но нами выбраны реакции распознавания углеводов и спиртов.

Разработанное приложение может быть использовано для проведения лабораторных работ у учеников десятых классов, занимающихся по учебнику «Химия» Габриелян О.С., а также в качестве дополнительного материала для учеников, занимающихся по учебникам других авторов.

Представленные в статье электронные ресурсы и многие другие были размещены на сайте, посвященном виртуальным лабораторным работам по физике и химии, созданном на базе LMS Moodle [14]. Сайт имеет простую структуру, в которой все виртуальные работы и их описания распределены согласно существующим разделам курса физики и химии.

### **Заключение**

При создании виртуальных лабораторных работ по физике и химии в первую очередь имеет смысл создать весь спектр интерактивных виртуальных приборов и вспомогательного лабораторного оборудования, таких как электроизмерительные приборы, магазины сопротивлений, осциллографы, резисторы, конденсаторы, источники питания, весы, микроскопы, микрометры, линейки, штативы, измерительные колбы, макроскопические тела и другие. Кроме того, следует разработать эффективные алгоритмы по управлению стационарными и нестационарными процессами в интерактивных виртуальных работах по физике и химии, и недетерминированному управлению объектами, графическими и звуковыми эффектами. Использование этих правил значительно упростит процесс создания новых виртуальных работ при реализации принципа преемственности, а управление ими будет однотипным и простым. При этом сами виртуальные ресурсы будут легко узнаваемыми, а их внешний вид будет говорить об их принадлежности авторству одного творческого коллектива.

Разработанная методика создания интерактивных виртуальных лабораторных работ с применением описанной в работе технологической базы может использоваться при обучении будущих учителей естественно-научных дисциплин. Это избавит их от наиболее сложной части работ при создании виртуальных лабораторий, однако оставляет большое пространство для проявления творческой инициативы. В конечном итоге будет реализована методическая подготовка по формированию профессиональных компетенций, связанных с использованием возможностей информационной образовательной среды для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.

В качестве заключения необходимо сказать, что все учебные заведения должны стремиться к тому, чтобы обеспечить учащимся современное образование с использованием интерактивных электронных ресурсов. Это позволяет повысить заинтересованность учащихся, обеспечить дифференцированный способ обучения и, конечно, выполнить самую главную задачу, которой подчинено образование сегодня – научить детей самостоятельно

добывать знания. Именно поэтому вузы должны ответственно подходить к вопросу подготовки будущих учителей естественно-научных дисциплин к созданию и использованию интерактивных образовательных ресурсов.

### Список литературы

1. Monakhov V.V., Kozhedub A.V., Kashin A.N. Integrated Environment for Physical Experiments Control. Abstracts of the First International Conference «Modern Trends in Computational Physics», Dubna, 1998. 125 p.
2. Yaşar O. Teaching science through computation. International Journal of Science, Technology and Society. 2013. V. 1. № 1. Issue 1. P. 9-18.
3. Farrell S. Krausc S. A virtual community of practice to support faculty efforts to adopt research-based instructional approaches. Proceedings of 2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning. ICL 2014. 2014. article number 7017883, P. 845-848.
4. Franklin R., Smith Ju. Practical assessment on the run iPads as an effective mobile and paperless tool in physical education and teaching. Research in Learning Technology. 2015. vol. 23. [Электронный ресурс]. URL: [https://epubs.scu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2449&context=educ\\_pubs](https://epubs.scu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2449&context=educ_pubs) (дата обращения: 15.11.2018).
5. De Jong T., Linn M.C., Zacharia C.Z. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. Science. 2013. V. 340. P. 305-308.
6. Perkins R., Adams W., Dubson M., Finkelstein N., Reid S., Wieman C., LeMaster R. PhET: Interactive simulation for teaching and learning physics. The physics teacher. 2006. V. 44. no.1. P. 18-23.
7. Баранов А.В., Борыняк Л.А., Заковряшина О.В. Виртуальные проекты студентов в физическом лабораторном практикуме профильного лицея // Открытое и дистанционное образование. 2014. №2(54). С. 40-44.
8. Баранов А.В., Волохович Е.Н., Медведева К.А., Степин Д.В. Учебный компьютерный имитационный эксперимент «Визуализация в реальном времени квантовой интерференции одиночных молекул» // Открытое образование. 2015. №3. С. 110-114.
9. Баранов А.В. Виртуальные проекты и проблемно-деятельностный подход при обучении физике в техническом университете // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18. №4. С.90-96.
10. Девяткин Е.М. Технология организации электронного обучения физике // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 1. С. 77-82

11. Девяткин Е.М. Компьютерное моделирование экспериментальных задач по общей физике // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. [Электронной ресурс]. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27189> (дата обращения: 07.11.2018).
12. Гарифуллин Р.И., Девяткин Е.М. Электронный комплекс виртуальных лабораторных установок по механике и молекулярной физике // Ломоносовские чтения на Алтае: сборник научных статей международной молодежной школы-семинара (Барнаул, 5-8 ноября, 2013). В 6 ч. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. Ч.III. С. 309-311.
13. Девяткин Е.М. Использование технологии программируемой flash-анимации для моделирования механических колебаний // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования: сборник научных статей международной конференции (Барнаул, 20-24 октября, 2015). Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. С. 917-920.
14. Виртуальные лабораторные работы по физике. [Электронный ресурс]. URL: <http://mediadidaktika.ru>. (дата обращения: 15.11.2018).