

А.В. Баранов, Л.А. Бoryняк, О.В. Заковряшина
Новосибирский государственный технический университет
МБОУ «Инженерный лицей НГТУ», г. Новосибирск

ВИРТУАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ СТУДЕНТОВ В ФИЗИЧЕСКОМ ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПРОФИЛЬНОГО ЛИЦЕЯ

Рассматриваются основные принципы организации проектной деятельности студентов технического университета по разработке программных продуктов учебного назначения, моделирующих физические процессы и позволяющих в интерактивном режиме проводить имитационный виртуальный эксперимент. Студенческие программные разработки могут быть использованы в лабораторном практикуме университета и профильного лицея как дополнительное дидактическое средство.

Ключевые слова: общее образовательное пространство, обучение физике, имитационный компьютерный эксперимент, проблемно-проектная деятельность, виртуальный проект.

Важнейшим аспектом, связанным с реализацией современной концепции непрерывного образования, является задача обеспечения преемственности методик, технологий и требований, применяемых в системах среднего и высшего образования.

Понимание актуальности решения такой задачи и анализ современного состояния школьного и вузовского образования вызвали появление нового научного направления в педагогике, связанного с исследованием *потенциала взаимодействия вузов и школ с целью модернизации системы образования* [1, 2]. В качестве одной из перспективных целей данное направление выдвигает *становление инновационных образовательных сообществ и интеграцию ресурсов разных ступеней системы образования* [1].

Для достижения поставленной цели используется экспериментальная площадка, в качестве которой наиболее оптимальным вариантом представляется система «университет – профильная школа». Взаимодействие между ними уже имеет достаточно показательную историю и большой накопленный опыт совместной деятельности. Учет всех значимых составляющих этого опыта, реалий современной образовательной системы, требований общества к субъекту и результату образовательного процесса позволит минимизировать временные и прочие затраты для решения задач по достижению цели.

Как показывает анализ, в последние годы наблюдается значительное снижение качества школьного и вузовского образования в сфере физико-математических дисциплин [2]. Последнее вызывает большую озабоченность педа-

гогического сообщества, поскольку именно эти дисциплины оказывают наиболее существенное влияние на формирование аналитического мышления обучаемых. Для любого развивающегося общества научно-технический прогресс, связанный с использованием новых технологий, просто немислим в отсутствие большого количества специалистов с хорошей физико-математической подготовкой. Совершенно очевидно, что на сегодняшнем этапе развития системы образования имеется насущная потребность в разработке и совершенствовании методик, способных *мотивировать* современных школьников и студентов к изучению физики и математики.

В этой связи в рамках упомянутого научного направления проводятся специальные исследования потенциала взаимодействия вузов и школ при обучении физике [Там же]. Приведенные в [2] результаты анализа экспертных высказываний представителей среднего и высшего образования позволили выяснить, что наряду с уже внедренными в жизнь принципами взаимодействия имеются практически неиспользуемые ресурсы: *совместные исследовательские проекты школ и вузов, совместная деятельность школьников и студентов*.

Такое взаимодействие могло бы привести к появлению *дополнительной мотивации* обучаемых к исследовательской деятельности и к изучению соответствующих учебных предметов. Одновременно это способствовало бы формированию *общего открытого образовательного пространства в системе «школа–вуз»* [Там же]. Формирование подобного пространства является актуальной задачей в контексте идеи непрерывного обра-

зования. Реализация данной задачи позволит объединить образовательные ресурсы и технологии, обеспечивая плавный и согласованный переход «школа–вуз» в системе непрерывного образования.

В рамках отдельной предметной области общее образовательное пространство может представлять собой как пересечение, так и объединение разноуровневых информационных пространств вуза и школы. Но для решения задачи формирования такого пространства в любом случае требуется особый подход, учитывающий одновременно конкретное содержание предметных областей, дидактические и психологические аспекты процесса обучения на разных стадиях, современный уровень требований к результатам образовательного процесса.

При формировании общего образовательного пространства для такого предмета, как физика, необходимо учитывать одну из особенностей процесса обучения данной дисциплине, связанную с наличием важнейшего и обязательного компонента – *лабораторного практикума*. Практикум дает возможность учащимся самостоятельно наблюдать и исследовать физические процессы и явления, знакомит их с методами проведения и обработки результатов экспериментов. Наряду с традиционными средствами физического эксперимента в современном лабораторном практикуме школ и вузов все большее распространение находит *виртуальный эксперимент*, применяемый в качестве *дополнительного дидактического средства*. Сочетание реального и виртуального экспериментов является хорошим мотивационным фактором для учащихся и дает новые возможности при обучении физике. Но такое сочетание требует тщательного анализа и методической проработки в применении к конкретному учебному процессу [3–6].

Один из вариантов включения виртуального эксперимента в школьный лабораторный практикум заключается в использовании готовых компьютерных интерактивных моделей для проведения имитационного компьютерного эксперимента наряду с реальным физическим экспериментом [6, 7]. Интегрирование двух разновидностей эксперимента позволяет существенно расширить возможности для наблюдения, исследования и понимания физических процессов, активизировать деятельность учащихся по анализу фактов и выдвижению гипотез.

Как показано в [6], интеграция имитационного виртуального и натурального экспериментов позволит обеспечить *современное качество образования* только при выполнении ряда *дидактических условий*:

- включение моделирования в содержание обучения физике;
- системное использование интерактивных моделей, связанное с продвижением ученика от работы по инструкции к исследовательской форме выполнения эксперимента;
- увеличение доли проблемного, исследовательского и проектного методов обучения.

В данном интегральном варианте эффективность и целесообразность проведения виртуального эксперимента во многом определяются *сочетаемостью интерактивной компьютерной модели и реальной физической установки*, используемой в лабораторном практикуме школы. Не всегда (и не только в визуальном плане) удается добиться взаимно однозначного соответствия реальной и виртуального экспериментов. Поэтому, несмотря на большое количество уже существующих компьютерных интерактивных моделей, разработка программных средств, соответствующих и дополняющих парк реальных лабораторных установок, остается достаточно актуальной задачей. Зачастую сами учителя физики решаются на разработку собственных программ с целью решения стоящих перед ними конкретных дидактических задач [5]. Такой подход является весьма трудоёмким и требует не только больших временных затрат, но и хороших знаний информационных технологий.

Другой вариант включения виртуального эксперимента в лабораторный практикум связан с проведением учащимися *вычислительных экспериментов* с использованием самостоятельно разработанных компьютерных программ на основе выбранных математических моделей физических процессов. Если в школьном практикуме проведение самостоятельных вычислительных экспериментов имеет достаточно ограниченный характер, связанный с отсутствием необходимых знаний по целому ряду дисциплин [6, 7], то в технических университетах такая практика вполне возможна и уже получила определенное развитие [8, 9].

Как показывает наш опыт, студенты младших курсов *технического университета* могут быть вовлечены в *проблемно-проектную деятель-*

ность по проведению виртуальных физических экспериментов с разработкой собственных программных продуктов [9]. Организация такой деятельности имеет несколько позитивных моментов для образовательного процесса университета: выполнение виртуального проекта носит творческий и межпредметный характер, способствуя формированию целого спектра профессиональных компетенций; разработчики получают опыт создания программного продукта, что оказывается сильным побудительным мотивом для участников проектов [9, 10]. В качестве «побочного» результата проектной деятельности студентов появляются достаточно качественные программные разработки, которые могут быть использованы в физическом лабораторном практикуме как вуза, так и школы. Это значит, что при соответствующей проблемной постановке задач компьютерного моделирования студенты, участвующие в проектной деятельности, могут активно формировать общую информационно-образовательную предметную среду в системе «школа–вуз». Привлечение к постановке задач и руководству проектами преподавателей технического университета совместно с учителями профильных школ будет способствовать становлению инновационного образовательного сообщества и интеграции образовательных ресурсов.

На кафедре общей физики Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) проводится педагогический эксперимент, связанный с внедрением в учебный процесс проблемно-проектных компьютерных технологий обучения [9]. В эксперименте на добровольных началах принимают участие студенты второго курса факультета прикладной математики и информатики НГТУ, уже имеющие определённые навыки программирования.

Одним из направлений студенческих проектных разработок является создание программных продуктов, представляющих собой интерактивные компьютерные модели, позволяющие проводить имитационный эксперимент, связанный с существующими натурными прототипами – конкретными лабораторными установками. Такая компьютерная модель при её использовании должна расширить рамки реального физического эксперимента за счет возможностей дополнительной визуализации и увеличения диапазонов изменения параметров, определяющих особен-

ности физических процессов.

Над реализацией одного виртуального проекта обычно трудится бригада, состоящая из трех-четырёх студентов. Преподаватель при этом играет роль постановщика проблемы, консультанта и помощника. Процесс работы над проектом предполагает самостоятельное решение студентами целого ряда задач [9]:

1. Выбор и математическая формализация модели физического процесса.
2. Выбор метода решения уравнений модели.
3. Разработка эскиза графического интерфейса.
4. Разработка блок-схемы алгоритма.
5. Программная реализация.
6. Проведение тестовых виртуальных экспериментов.
7. Анализ результатов проведенных экспериментов.
8. Анализ собственных действий.
9. Составление отчета.
10. Презентация и защита проекта (готового программного продукта).

В качестве примера рассмотрим реализованный бригадой студентов НГТУ (группа ПМ-84, студенты Нартова О.Ю., Свитлик Т.Ю., Шовкопляс Е.А.) виртуальный проект «Дифракция света на N щелях». Разработанный программный продукт выполнен в виде оконного Windows-приложения с удобным и простым пользовательским интерфейсом. Для создания продукта использовались:

- среда быстрой разработки Embarcadero RAD Studio C++ Builder 2010, в том числе компоненты TMainMenu (создание меню);
- библиотеки и компоненты AlphaControls (дизайн);
- технология OpenGL (3D-модель);
- объектно-ориентированный язык программирования C++ (программа).

На рис. 1 изображена заставка компьютерной программы, появляющаяся на экране монитора при активизации соответствующего исполняемого файла. На заставке присутствуют название виртуальной лабораторной работы, информация о разработчиках, логотипы НГТУ и кафедры общей физики.

На рис. 2 изображено главное окно программы с графическим интерфейсом пользователя.

Стилизованное 3D-изображение эксперимен-



Рис. 1. Заставка компьютерной программы «Дифракция света на N щелях»



Рис. 2. Главное окно программы «Дифракция света на N щелях» с интерфейсом пользователя

тальной установки включает в себя источник монохроматического излучения, препятствие в виде экрана с системой параллельных щелей и экран для наблюдения дифракционной картины. Световой луч, идущий от источника, и соответствующее перераспределение светового потока, возникающее после препятствия, изображаются в цветовой гамме видимого диапазона излучения в соответствии с выбранной длиной волны. Слева

от установки воспроизводятся 2D-изображение дифракционной картины и график распределения интенсивности, соответствующий данной картине.

Для удобства пользователя присутствует интерфейс, с помощью которого можно менять основные характеристики установки, а также регулировать настройки анимации (отображать график интенсивности, измерительную сетку, дифракционную

картину, использовать интерактивную линейку, масштабировать изображения).

Интерфейс позволяет *интерактивно управлять процессом* путем изменения нескольких характерных параметров: длина волны излучения, количество щелей, ширина щели, расстояние между щелями и расстояние от препятствия до экрана для наблюдения. Соответствующие изменения визуализируются изменением цвета, перераспределением интенсивности дифракционной картины и пространственным перемещением препятствия (удаляется или приближается к экрану для наблюдения). Все элементы управления располагаются в правой части окна и имеют удобную форму реализации в виде бегунков и чекбоксов (флажков).

Реализуемый с помощью мыши инструмент «интерактивная линейка» позволяет производить измерение характерных расстояний между максимумами и минимумами дифракционной картины аналогично тому, как это происходит в реальном физическом эксперименте

Применение данной компьютерной программы в сочетании с натурным экспериментом позволяет переходить от лабораторного эксперимента «Дифракция света», возможности которого по ряду характеристик ограничены, к имитационному виртуальному эксперименту, выполнение которого существенно расширяет диапазон изменения параметров, привносит дополнительные элементы наглядности и делает проводимое учебное лабораторное исследование с дидактической точки зрения более полноценным [6].

Подобные студенческие разработки включают и используются в электронной образовательной среде НГТУ и Инженерного лицея НГТУ. В ряде случаев студенты, работающие над виртуальными проектами, сами являются выпускниками лицея. В результате организованной проектной деятельности студентов технического университета закладываются основы для формирования *общей информационно-образовательной предметной среды по физике*. Совместная постановка преподавателями университета и учителями лицея проблем и задач для компьютерного моделирования позволяет конкретизировать содержательную сторону студенческих проектных разработок так, чтобы готовый программный продукт вписывался в общее информационное образовательное пространство «профильный лицей–университет».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Прозументова Г.Н.* Потенциал взаимодействия классического университета с инновационными школами для модернизации системы образования // Дискурс университета: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: Изд. центр БГУ, 2011. – С. 203–210.
2. *Румбешта Е.А., Червонный М.А.* Использование потенциала взаимодействия вузов и профильных школ г. Томска для повышения качества обучения физике // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – Вып. 358. – С. 191–194.
3. *Толстик А.М.* Некоторые методические вопросы применения компьютерного эксперимента в физическом образовании // Физическое образование в вузах. – 2006. – Т. 12, № 2. – С. 76–84.
4. *Ларионов В.В., Зеличенко В.М.* О новом подходе к принципу наглядности в проблеме соотношения виртуальных и материальных носителей дидактических средств в методике обучения физике // Вестник ТГПУ. – 2006. – Вып. 6 (57). – С. 120–124.
5. *Ким В.С.* Виртуальные эксперименты в обучении физике. – Уссурийск: Изд. филиала ДВФУ в г. Уссурийске, 2012. – 184 с.
6. *Заковряшина О.В.* Дидактические условия интеграции виртуального и натурального эксперимента // Физика в школе. – 2012. – № 7. – С. 23–29.
7. *Заковряшина О.В.* Имитационный физический эксперимент с помощью интерактивной компьютерной модели и личностные результаты // Профильная школа. – 2012. – № 2. – С. 18–24.
8. *Зеличенко В.М., Ларионов В.В., Мансуров Е.В.* Информационно-образовательная среда вуза по физике: от задач к формированию заданий на уровне проекта // Вестник ТГПУ. – 2009. – Вып. 10(88). – С. 106–110.
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. *Баранов А.В.* Компьютерное моделирование как средство мотивации при обучении физике в техническом вузе // Труды 8-й Международной научно-практической интернет-конференции «Преподаватель высшей школы в XXI веке»: Сб. 8, часть 1. – Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2010. – С. 201–205.

A.V. Baranov, L.A. Borynyak,
O.V. Zakovryashina

Novosibirsk State Technical University Engineering Lyceum NSTU, Novosibirsk, Russia

STUDENT'S VIRTUAL PROJECTS IN THE PHYSICS LABORATORY PRACTICUM OF THE SPECIALIZED LICEUM

Keywords: common educational space, teaching physics, computer simulation experiment, problem-project activities, virtual project.

The article discusses the organization of students' project activities in the development of the educational software for the common educational space "Lyceum – University".

Second-year students of Novosibirsk State Technical University (NSTU) take part in creating virtual projects. The students create virtual labs for modeling physical processes. Virtual experiments are widely used in modern educational physical laboratories. The combination of real and virtual experiments is a good motivator for students which provides new opportunities for teaching physics. The students' programs can find its application in the laboratory practicum of NSTU and specialized lyceums as an additional didactic tool.

Usually a team of three or four students is working on a virtual project. The teacher plays the role of an advisor. The students have to solve a number of problems in the process of creation of the project: mathematical formalization of the physical process model, choice of a method for solving the model equations, design of basic algorithm, development of the graphic interface, software implementation, program testing, analysis of the results, analysis of their own activity, presentation of the project.

As an example we consider the virtual lab "Light diffraction at N slits" designed by three second-year students of the Department of Applied Mathematics and Computer Science of NSTU. The program was created with object-oriented language C++ and Open Graphics Library (Open GL).

In the main programming window there is the 3D image of the optical system that includes the source of monochromatic radiation, the obstacle with parallel slits (the grating) and the screen for observation of a diffraction pattern. The light beam coming from the source and the light flux redistribution are visualized in colors of the visible range in accordance with the chosen wavelength.

The user interface makes it possible to interactively control the process by changing some characteristic parameters: the wavelength, the number of slits, the slit width, the distance between the slits and the distance from the obstacles to the screen. All the changes are visualized by changing color, redistribution of the diffraction pattern and the obstacle spatial movement.

This virtual lab is used in laboratory practicum together with the real optical system for studying the phenomenon of light diffraction.

Similar student software is used in the e-learning environment of NSTU and Engineering Lyceum of NSTU. Sometimes the students who are working to create virtual labs are themselves the graduates of Engineering Lyceum.

REFERENCES

1. *Prozumentova G.N.* Potencial vzaimodeistviya klasicheskogo universiteta s innovacionnymi shkolami dlya modernizatsii sistemy obrazovaniya // Diskurs universiteta: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Minsk: Izd. centr BGU, 2011. – S. 203–210.
2. *Rumbeshta E.A., Chervonnii M.A.* Ispol'zovanie potentsiala vzaimodeistviya vuzov i profil'nykh shkol g.Tomska dlya povysheniya kachestva obucheniya fizike // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. – Vyp. 358. – S. 191–194.
3. *Tolstik A.M.* Nekotorye metodicheskie voprosy primeneniya komp'yuternogo eksperimenta v fizicheskom obrazovanii // Fizicheskoe obrazovanie v vuzah. – 2006. – T.12. – №2. – S. 76–84.
4. *Larionov V.V., Zelichenko V.M.* O novom podhode k principu naglyadnosti v probleme sootnosheniya virtual'nykh i material'nykh nositeley didakticheskikh sredstv v metodike obucheniya fizike // Vestnik TGPU. – 2006. – Vyp. 6 (57). – S. 120–124.
5. *Kim V.S.* Virtual'nye eksperimenty v obuchenii fizike. – Ussuriysk: Isd. filial DVFU v g.Ussuriyske, 2012. – 184 s.
6. *Zakovryashina O.V.* Didakticheskie usloviya integratsii virtual'nogo i naturnogo eksperimenta // Fizika v shkole. – 2012. – № 7. – S. 23–29.
7. *Zakovryashina O.V.* Imitatsionniy fizicheskiy eksperiment s pomoshch'yu interaktivnoy komp'yuternoy modeli i lichnostnye resul'taty // Profil'naya shkola. – 2012. – № 2. – S. 18–24.
8. *Zelichenko V.M., Larionov V.V., Mansurov E.V.* Informatsionno-obrazovatel'naya sreda vuza po fizike: ot zadach k formirovaniyu zadaniy na urovne proekta // Vestnik TGPU. – 2009. – Vyp. 10 (88) – S. 106–110.
9. *Baranov A.V.* Virtual'nye proekty i problemno-deyatelnostnyy podhod pri obuchenii fizike v tehnichestkom yuniversitete // Fizicheskoe obrazovanie v vuzah. – 2012. – T. 18. – № 4. – S. 90–96.
10. *Baranov A.V.* Komp'yuternoe modelirovanie kak sredstvo motivatsii pri obuchenii fizike v tehnichestkom vuze // Trudy 8-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii «Prepodavatel' visshei shkoly v XXI veke». Sb. 8, chast' 1. – Rostov n/D: Rost. gos. un-t putey soobshchenia, 2010. – S. 201–205.