

УДК [378.016:53]:[378.147.88:004]

**Баранов А. В.**

**ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ  
ЦИФРОВОЙ ДИДАКТИКИ**

*Александр Викторович Баранов*

*кандидат физико-математических наук, доцент*

*baranov@corp.nstu.ru*

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,*

*Россия, Новосибирск*

**VIRTUAL PHYSICS LABORATORIES AS A TOOL FOR DIGITAL  
DIDACTICS**

*Alexander Viktorovich Baranov*

*Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk*

***Аннотация.** В статье анализируется применение в образовательном процессе виртуальных лабораторий физики в качестве инструментов цифровой дидактики. Учебная физика является дидактической моделью физической науки и включает лабораторный практикум как обязательный компонент работы с реальностью. Виртуальные лаборатории не должны полностью заменять реальный эксперимент, а должны служить дополнительным средством, расширяющим дидактические возможности лабораторного практикума курса физики.*

***Abstract.** The article analyzes the use of virtual physics laboratories in the educational process as tools of digital didactics. Educational physics is a didactic model of physical science and includes a laboratory practice as an indispensable*

*component of working with reality. Virtual laboratories should not completely replace a real experiment, but should serve as an additional tool that expands the didactic capabilities of a laboratory physics course.*

**Ключевые слова:** *цифровая дидактика, инструменты цифровой дидактики, виртуальные лаборатории физики.*

**Keywords:** *digital didactics, digital didactic tools, virtual physics laboratories.*

Педагогический дискурс, инициированный внедрением цифровых технологий в образовательный процесс, привел к развитию концепций цифровой дидактики [1–5]. Последняя опирается на основные понятия и принципы традиционной дидактики, изменяя их применительно к условиям цифровой среды [4]. А цифровые технологии рассматриваются и выступают как средства и инструменты достижения дидактических целей в обучении.

Безусловно, возможности и способы применения доступных цифровых технологий определяются, в том числе, и содержанием конкретной предметной области организуемого образовательного процесса.

Одним из обязательных учебных предметов *в технических университетах* является физика, изучение которой знакомит обучающихся с представлениями науки о фундаментальных основах реальности и служит для студентов базой при освоении курсов профессионального цикла.

В силу особой роли предмета, при внедрении в курс физики цифровых технологий необходимо помнить, что «учебная физика представляет собой дидактическую модель физической науки» [6]. Как наука содержит теоретический, экспериментальный и дидактический компоненты, учебная физика включает учебную физическую теорию, учебный физический эксперимент и методику их изучения [6, 7]. Учебная физическая теория может быть обоснована учебным физическим экспериментом и в области своей применимости полностью объясняет результаты всех учебных физических экспериментов, а

методика обеспечивает изучение предмета в рамках существующей системы физического образования [6, 7].

Как следует из вышесказанного, неотъемлемой составляющей организации курса физики в технических университетах является *лабораторный практикум*. Именно лабораторные эксперименты знакомят обучающихся с *реальными физическими явлениями, процессами и системами*. В лабораторном практикуме студенты знакомятся с измерительными приборами, методами проведения измерений и способами обработки результатов экспериментов. Именно в лабораторном практикуме активизируется когнитивная деятельность обучающихся, связанная с критическим анализом результатов, полученных в реальном эксперименте. Проведение натуральных лабораторных работ позволяет организовать образовательный процесс в контексте научного метода, в познавательном цикле которого эксперимент играет решающую роль *как средство проверки теоретических представлений и как источник новых фактов реальности* [7].

С внедрением компьютеров и других цифровых технологий в образовательный процесс стали разрабатываться и использоваться в лабораторных практикумах школ и вузов виртуальные лаборатории физики. Современная виртуальная лабораторная работа представляет собой интерактивную симуляцию физического эксперимента, реализованную в интерфейсе с применением динамической 3D графики, позволяющей визуализировать моделируемые системы, явления и процессы. Наличие интерактивных элементов управления позволяет изменять параметры систем и контролировать процессы (например, ускорять или замедлять, используя концепцию виртуального времени). Наличие в интерфейсе виртуальных приборов и конструктивных элементов исследуемых систем позволяет интерактивно имитировать сборку экспериментальных установок. Наличие виртуальных таймеров, линеек, амперметров, вольтметров и других средств измерения позволяет интерактивно имитировать измерительные процедуры.

Графические средства виртуальных лабораторных работ позволяют создавать динамические наглядные изображения моделируемых систем и процессов. В ряде случаев такого рода изображения относятся к разряду «ненаблюдаемых» в реальности или требующих достаточно сложного и дорогостоящего оборудования для наблюдения. В качестве примеров могут служить изображения линий и векторных характеристик полей (гравитационного, электрического, магнитного), электронных «облаков», статистических распределений дифрагирующих частиц (фотонов или электронов) и т. п.

Совершенно очевидно, что применение виртуальных лабораторий как *дополнительного дидактического средства* открывает новые возможности для более полного восприятия обучающимися основополагающих концепций физической науки, представленных в курсе учебной физики.

Но если натурный лабораторный эксперимент может быть связан с опытной проверкой истинности наших *модельных теоретических представлений* о реальности, то в основание виртуальных экспериментов как раз и заложены математические модели, опирающиеся на такие представления [8, 9]. Поэтому, проведение виртуальных экспериментов с симуляторами реальности ни в коей мере не позволяет обучающимся провести анализ результатов в контексте цикла научного метода познания [7]: «предсказания теоретической модели — экспериментальная проверка поведения реальности».

Поэтому, наряду с самой виртуальной лабораторной работой, важнейшим элементом её практического использования становится инструкция-описание, составленная в контексте «*виртуальный эксперимент — это работа с математической моделью реальности*».

Как показывает наш опыт и анализ, такая инструкция должна включать в себя следующие компоненты:

- Цель выполнения виртуальной лабораторной работы в контексте проверки работы модели и результатов её предсказаний.
- Описание математических моделей симулируемых физических процессов и физических концепций, лежащих в основании этих моделей. Такое

описание должно дать понять обучающимся, что наблюдаемые на экране монитора динамические изображения объектов и происходящие с ними изменения являются лишь симуляциями поведения реальных объектов и процессов, опирающимися на наши теоретические представления и принятые допущения.

- Описание математических методов и демонстрация решений модельных уравнений, используемых для визуальной симуляции поведения объектов и процессов. Если методы решения модельных уравнений является аналитическими, то возможные ограничения для реализации динамических процессов в симуляциях преимущественно могут быть связаны лишь с используемыми технологиями визуализации. Если методы являются численными, то дополнительно возможные ограничения могут быть связаны с погрешностями и устойчивостью численных алгоритмов.

- Описание изображенного графического интерфейса виртуальной лабораторной работы, включающего основное окно с 3D объектами, дополнительные окна с необходимыми графиками и окно-панель с управляющими элементами. В окнах графического интерфейса должны быть предусмотрены виртуальные аналоги измерительных приборов (таймеры, линейки, пространственные масштабные сетки, амперметры, вольтметры и т. п.).

- Описание действий обучающегося, требуемых для достижения поставленной цели выполнения виртуальной лабораторной работы.

- Правила оформления отчета по выполненной виртуальной работе с акцентом на характере *формулируемого вывода*, связанного с анализом работы модели, её возможностями и предсказанными результатами.

В Новосибирском государственном техническом университете (НГТУ НЭТИ) автором организована проектно-исследовательская деятельность студентов, связанная с компьютерным моделированием физических процессов и систем. Одним из направлений этой деятельности является разработка командами студентов виртуальных лабораторий [10–12]. Многолетний педагогический эксперимент автора показывает, что студенты, имеющие опыт работы

с языками, средствами программирования и визуализации, способны создавать достаточно качественные программные продукты при условии, что они предварительно ознакомлены с хорошими образцами и требованиями, предъявляемыми к виртуальным лабораторным работам.

Виртуальные лаборатории, разработанные студентами Факультета прикладной математики и информатики НГТУ НЭТИ, находят своё применение в лабораторном практикуме физики для дистанционной поддержки обучения [13] и находятся в свободном доступе на сайте университета.

### *Список литературы*

1. *Чошанов, М. А.* Е-дидактика: Новый взгляд на теорию обучения в эпоху цифровых технологий / М. А. Чошанов. Текст: непосредственный // Образовательные технологии и общество. 2013. Т. 16, № 3. С. 684–696.

2. *Печников, А. Н.* Е-дидактика: кому, зачем и в каком виде она нужна / А. Н. Печников. Текст: непосредственный // Образовательные технологии и общество. 2013. Т. 16, № 4. С. 326–345.

3. *Сергеев, С. Ф.* Ещё раз про Е-learning дидактику: острые углы методологического круга / С. Ф. Сергеев. Текст: непосредственный // Образовательные технологии и общество. 2015. Т. 18, № 1. С. 589–599.

4. *Блинов, В. И.* Цифровая дидактика профессионального образования и обучения (ключевые тезисы) / В. И. Блинов, Е. Ю. Есенина, И. С. Сергеев. Текст: непосредственный // Среднее профессиональное образование. 2019. № 3. С. 3–8.

5. *Проект* дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения / В. И. Блинов, М. В. Дулинов, Е. Ю. Есенина, И. С. Сергеев. Москва: Перо, 2019. 72 с. Текст: непосредственный.

6. *Майер, В. В.* Учебная физика как дидактическая модель физической науки / В. В. Майер. Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. 2012. № 11-6. С. 1386–1389.

7. *Разумовский, В. Г.* Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. Москва: ВЛАДОС, 2004. 463 с. Текст: непосредственный.

8. *Баяндин, Д. В.* Дидактические аспекты применения интерактивных компьютерных технологий в лабораторном практикуме / Д. В. Баяндин. Текст: непосредственный // Образовательные технологии и общество. 2015. Т. 18, № 3. С. 511–533.

9. *Аношина, О. В.* Виртуальный лабораторный практикум: преимущества и недостатки / О. В. Аношина. Текст: непосредственный // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2019. № 2. С. 46–52

10. *Баранов, А. В.* Проектная разработка виртуальных лабораторных работ по физике для электронной среды обучения / А. В. Баранов. Текст: непосредственный // Единая образовательная среда: направления и перспективы развития электронного и дистанционного обучения: материалы IX Международной научно-практической конференции-выставки, Новосибирск, 22–24 сентября 2010 г. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. С. 71–73.

11. *Baranov, A.V.* Virtual Students' Laboratories in the Physics Practicum of the Technical University / A. V. Baranov // Proceedings of the 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE), 2016. Novosibirsk: NSTU NETI, 2016. Vol. 1. p. 326–328. DOI: 10.1109/APEIE.2016.7802287.

12. *Baranov, A.V.* Students' project developments of wave optics virtual labs / A. V. Baranov // Proceedings of the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE), 2018. Novosibirsk: NSTU NETI. 2018. Vol. 1. p. 240–242. DOI: 10.1109/APEIE.2018.8545025.

13. *Баранов, А. В.* Дистанционная поддержка обучения в лабораторном практикуме курса физики технического университета / А. В. Баранов, В. В. Давыдков. Текст: непосредственный // Открытое образование. 2014. № 5 (106). С. 35–40.