

# Инновационный лабораторный практикум по физике для школы

**Виктор Викторович Андреев,**

доцент кафедры экспериментальной физики Российского университета дружбы народов,  
кандидат физико-математических наук

**Людмила Владимировна Коновальцева,**

старший преподаватель кафедры экспериментальной физики РУДН

**Мария Анатольевна Корнеева,**

студентка кафедры экспериментальной физики РУДН

**Виталий Олегович Литвин,**

студент кафедры экспериментальной физики РУДН

**Леонид Анатольевич Винниченко,**

студент кафедры экспериментальной физики РУДН

- прикладные информационные технологии • виртуальные лабораторные работы • физика • интерактивные программные пакеты • ПО компьютерных средств измерений • математическое моделирование физических процессов •

Структура и эволюция окружающего нас мира проявляются в виде физических законов, в точном соответствии с которыми и вершится бытие этого мира. Умение познавать окружающий мир и пребывать в равновесии с ним требует познания физических закономерностей. В современном развивающемся мире при постоянном росте информационного потока особенно необходимы углублённые знания физики. Но, увы, изучение этой науки порою становится скучным и сводится к великому множеству математических формул, за которыми сами физические законы становятся не столь очевидными, а иногда и вовсе малопонятными.

Беда подавляющего большинства современных изложений курса физики — в малой образности наиболее сложных её разделов и обилии сложных математических выкладок, за которыми часто теряется физическая суть описываемого явления. Далеко не каждому педагогу удаётся преодолеть эту коллизию в процессе преподавания. Выход может быть найден на базе

внедрения в учебный процесс современных прикладных информационных технологий.

При решении многочисленных задач, стоящих перед школьным курсом физики, особое место занимает лабораторный практикум и демонстрации. В условиях лимита времени и внушительного объёма учебной программы преподаватель поставлен в рамки применения эффективных методов проведения учебных практических и лекционных занятий с элементами демонстраций. Использование современных прикладных информационных технологий позволяет достаточно широко разнообразить процесс изучения дисциплины. Программные платформы различных производителей помогают разрабатывать или использовать различные варианты постановки виртуальных лабораторных работ и демонстраций<sup>1</sup>. Выбор пользователя определяет образовательным профилем и уров-

<sup>1</sup> «Живая Физика 4.3» — виртуальный конструктор по физике для ОС Windows // <http://www.int-edu.ru>; **Монахов В.В., Стафеев С.К.** Российский образовательный портал по физике — ресурсы для студентов и преподавателей // Компьютерные инструменты в образовании. 2004. № 4. С. 13–22.

нем преподавания физики в конкретном образовательном учреждении.

Методически грамотное использование виртуального практикума способствует формированию практических умений и активизации полученных ранее теоретических знаний, стимулированию познавательной деятельности и формированию творческого подхода к получению знаний. Его можно применять в качестве:

- введения при изучении нового раздела курса физики (мотивация учащихся);
- иллюстрации к объяснению нового материала (восприятие и осмысление);
- лабораторных работ (закрепление пройденного материала);
- рубежного контроля приобретённых знаний.

Преимущества виртуального практикума очевидны, однако не исключают при более глубоком изучении предмета проведение натурального эксперимента, что поддерживается преподавательским сообществом. Таким образом, разработка комплексных систем, объединяющих в себе преимущество виртуальных моделей и возможность реализации натурального эксперимента, является актуальной.

### Описание программного пакета

В данной статье представлен виртуальный практикум, направленный на повышение качества преподавания физики, который не исключает классических методов преподавания (живое общение обучаемого с преподавателем — лекции, семинары, лабораторные работы), а дополняет их проведением занятий в компьютерных классах с использованием интерактивных программных пакетов, включая возможность постановки натурального эксперимента при использовании внешних периферийных аппаратных средств.

Статья является логическим продолжением опубликованных ранее работ<sup>2</sup>. Широкое использование современных аналитических пакетов, пакетов поддержки современных компьютерных средств измерений и компьютерной анимации, наглядно иллюстрирующей физические процессы, позволяет улучшить образность восприятия физических явлений в их взаимосвязи с описывающими их закономерностями, включить элемент творческого подхода в процесс восприятия.

В основе виртуального лабораторного практикума лежит математическое моделирование физических процессов с возможностью последующего интегрирования в единый комплекс реального и виртуального практикумов. Такой подход эффективно сочетает доступность, удобство выполнения работы, наглядность и лёгкость восприятия материала. Практикум создан на основе программной среды LabView 8.5 и позволяет не только проводить занятия в лабораторном практикуме, но и использовать разработанные приложения в качестве лекционных демонстраций и при самостоятельной работе учащихся.

К основным преимуществам предлагаемого решения можно отнести следующее: индивидуальное выполнение заданий; возможность изменения условий и сложности проведения эксперимента; возможность самостоятельной постановки экспериментальных исследований. В разработанном практикуме предусмотрена возможность подключения периферийных устройств, позволяющих проводить натуральный эксперимент без изменения разработанного интерфейса. В таком варианте исполнения обеспечивается абсолютная безопасность выполнения лабораторных работ.

«Виртуальный лабораторный практикум» состоит из одиннадцати моделей для постановки лабораторных работ, объединённых в единую программную оболочку с интуитивно понятным интерфейсом (рис. 1). Все работы сгруппированы по разделам:

#### • *Механика:*

1. Изучение основных законов механики (законы механики, законы сохранения).
2. Исследование законов движения на машине Атвуда.

<sup>2</sup> Андреев В.В., Калашников А.В., Корнеева М.А., Умнов А.М., Чупров Д.В. Инновационный виртуальный лабораторный практикум по естественным наукам // Открытое образование. 2009. № 5 (76). С. 42–47; Андреев В.В., Ткаченко М.С., Умнов А.М. Программная среда для разработки виртуальных физических установок и проведения вычислительного эксперимента // Открытое образование. 2009. № 6 (77). С. 37–43; Андреев В.В., Оскар В.М., Калашников А.В., Корнеева М.А., Умнов А.М., Чупров Д.В. Ядро инновационного виртуального лабораторного практикума // Школьные технологии. 2010. № 4. С. 126–131.

3. Математический маятник.
4. Пружинный маятник.

• **Молекулярная физика:**

1. Изучение законов идеального газа.
2. Определение объёма твёрдого тела.

• **Электричество и магнетизм:**

1. Изучение закона Ома (параллельное и последовательное соединение, амперметр и вольтметр).
2. Изучение магнитного поля (соленоид).
3. Изучение электростатических полей при помощи зонда.

• **Оптика:**

1. Изучение явления дифракции (дифракционная решётка).
2. Изучения явления интерференции (кольца Ньютона).

Каждая из представленных в списке моделей подразумевает постановку разнообразных практических заданий. К примеру, модель математического маятника позволяет изучить законы гармонических и затухающих колебаний, определить ускорение свободного падения и др.

Лабораторные работы доступны в двух режимах: для учащегося (непосредственное выполнение работы) и для преподавателя (демонстрация и объяснение физических явлений). Режим он-лайн работы с моделью позволяет преподавателю определить вариант выполнения работы, степень её сложности и установку персональных исходных данных для её выполнения. В режиме выполнения лабораторной работы каждый учащийся делает индивидуальный вариант, выбранный случайным образом из базы данных, либо заданный персонально преподавателем. К каждой работе предоставляется теоретическое описание изучаемого явления и даны чёткие методические рекомендации к её выполнению. При проведении демонстрации преподавателю после введения пароля становятся доступны все возможные исходные параметры виртуальной установки.

Для проверки степени готовности учащегося к выполнению конкретной лабораторной

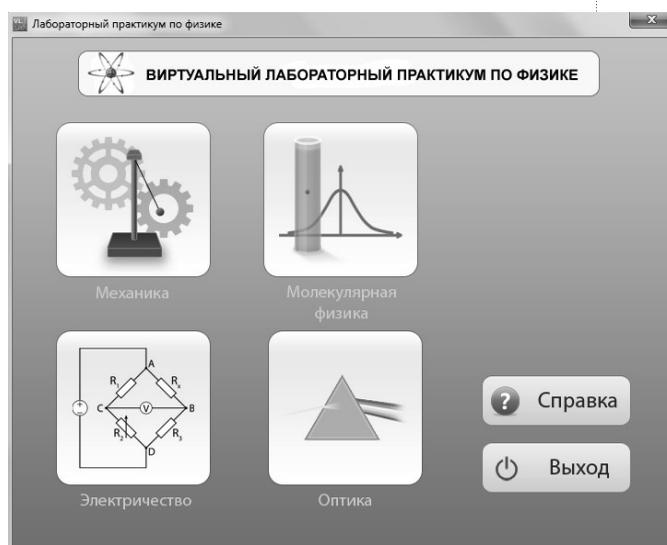


Рис. 1. Интерфейс «Виртуального лабораторного практикума по физике»

работы преподаватель может организовать автоматический допуск к лабораторным работам по результату ответов на поставленные вопросы. Перечень вопросов и уровень их сложности может быть изменён преподавателем самостоятельно и требует элементарных навыков работы с вычислительной техникой.

На рис.2 представлен интерфейс работы «Исследование параллельного и последовательного соединения в электрических цепях», поставленный на модели — Изучение закона Ома. Учащийся должен самостоятельно собрать заданную схему, используя доступные элементы (источник питания, провод, сопротивление, амперметр, вольтметр). Если схема собрана правильно, то он сможет включить источник питания, провести необходимые измерения и сохранить полученные результаты.

По окончании работы формируется отчёт с результатами измерений (рис. 3). В нём учащийся должен выполнить поставленные в работе задания, ответить на дополнительные вопросы и провести расчёты по лабораторной работе. Поскольку отчёт формируется в текстовом редакторе и не имеет ограничений по заполнению, преподаватель может дать дополнительные вопросы, ответы на которые учащийся внесёт в отчёт.

В режиме демонстрации лабораторные работы являются прекрасным инструментом

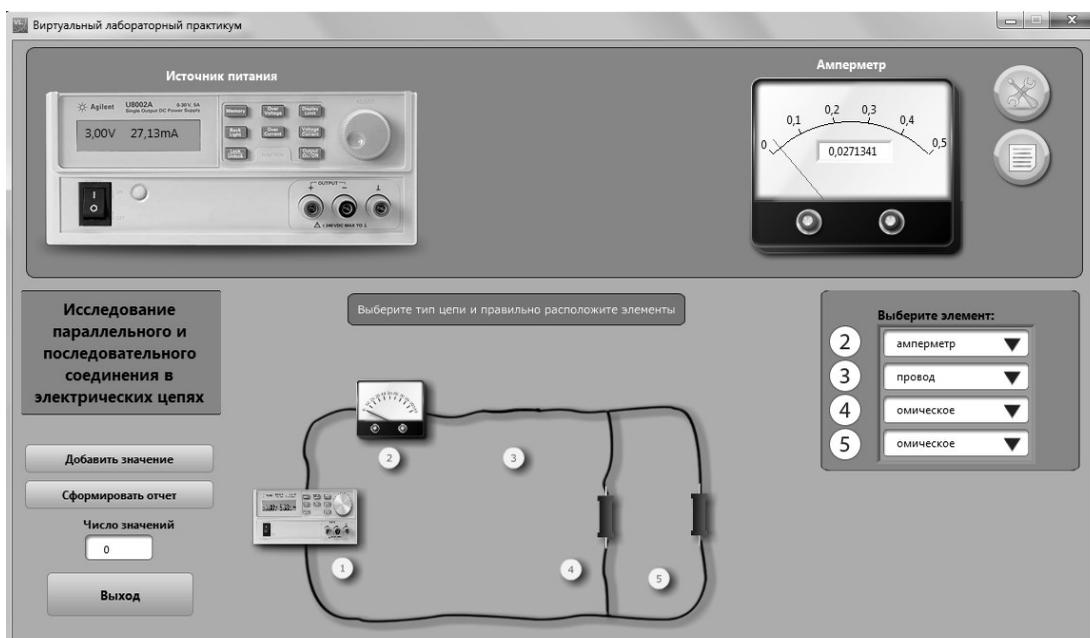


Рис. 2. Интерфейс лабораторной работы «Исследование параллельного и последовательного соединения в электрических цепях»

### Лабораторная работа

#### «Исследование параллельного и последовательного соединения в электрических цепях»

Выполнил:

Вариант №39

Экспериментальные результаты:

$U_{н.п.}, [В]$	$I_{послед.}, [А]$	$I_{паралл.}, [А]$
6,50	0,0159	0,0020

Задание:

Рассчитать величины омических сопротивлений, используя следующие выражения:

$$R_1 = U \cdot \left( \frac{I_{паралл.} + \sqrt{I_{паралл.}^2 - 4I_{паралл.} \cdot I_{послед.}}}{2I_{паралл.} \cdot I_{послед.}} \right);$$

$$R_2 = \frac{U}{I_{послед.}} - R_1;$$

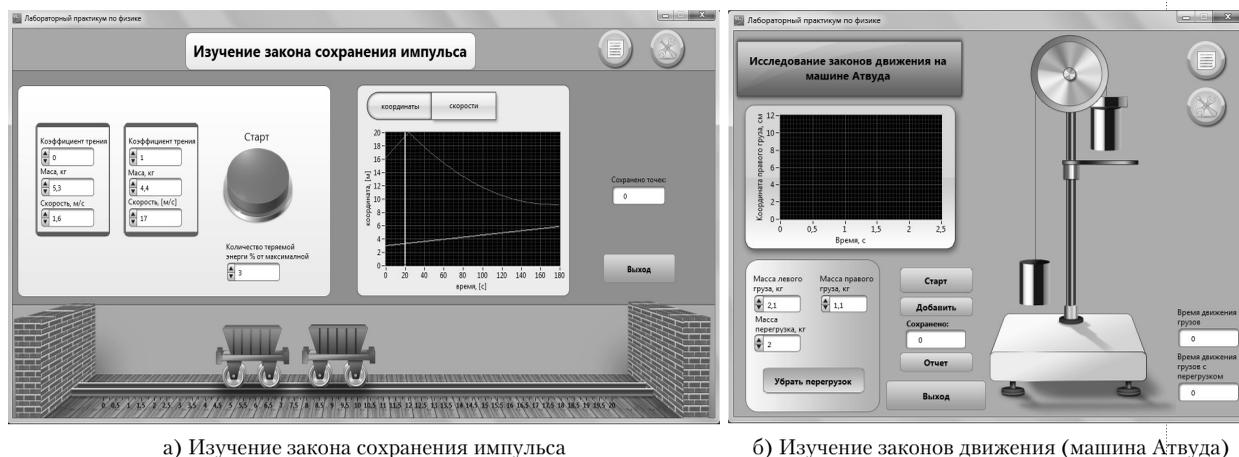
Рассчитанные величины:

$R_1, [Ом]$	$R_2, [Ом]$
0	0

Дополнительное задание:

Вывести выражения, которые вы применили при расчете омических сопротивлений

Рис. 3. Пример отчёта к лабораторной работе



а) Изучение закона сохранения импульса

б) Изучение законов движения (машина Аттвуда)

**Рис. 4. Интерфейс лабораторных работ**

для объяснения различных физических явлений и постановки интересных экспериментов. В описанной выше работе преподаватель может собирать любые схемы, укладываемые в данную модель. Меняя параметры электрической цепи, преподаватель может вносить изменения в перечень предполагаемых заданий, либо создавать собственные задачи по расчёту электрических схем. В работах по механике преподаватель может демонстрировать взаимосвязь параметров (сила трения, масса, скорость) движения. Визуальное наблюдение за изменением характера движения при изменении параметров может быть дополнено описывающими их графическими зависимостями (рис. 4). Поскольку в основе моделей лабораторных работ лежит профессиональное математическое моделирование физических процессов, количество вариантов постановки экспериментов ограничивается только фантазией пользователя.

Использование виртуального лабораторного практикума значительно увеличивает эффективность урока, даёт возможность максимально приблизить работу к условиям реального эксперимента и проверять правильность теоретических предположений. Данные работы могут быть использованы как для демонстрации (с использованием мультимедийного проектора), так и для фронтальных лабораторных работ, имеющих большое значение для формирования полной картины мира у учащихся. Практикум можно использовать как подготовку к лабораторным работам с реальным оборудованием. Используя данный лабора-

торный практикум, преподаватель может самостоятельно определять степень сложности каждой работы, что делает возможным применять лично-ориентированный подход в преподавании, учитывать уровень подготовки учащихся.

Данные лабораторные работы были апробированы во время проведения Недели науки в школе № 1747 г. Москвы, где была представлена презентация виртуального лабораторного практикума по физике для учащихся 9–11 классов. В рамках сотрудничества было предложено учащимся школы № 1747 принять участие в постановке и создании новых лабораторных работ.

Коллектив разработчиков приглашает заинтересованных лиц и организации к сотрудничеству и развитию предлагаемого практикума, включая разработку по другим естественно-научным дисциплинам, преподаваемым в объёме программ средних и средних специальных учебных заведений. □