

УДК 372.853

А. И. Гиголо¹, М. А. Бражников²

¹gigolo_ai@mail.ru

Московский авиационный институт (национальный университет), Москва, Россия

²birze@inbox.ru

Федеральный исследовательский центр химической физики

им. Н. Н. Семенова Российской академии наук, Москва, Россия

ПРОВЕРКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ В ЦИФРОВОМ ИНСТРУМЕНТАРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ПО ФИЗИКЕ *

В исследовании рассматриваются вопросы конструирования моделей экспериментальных заданий в рамках общих подходов к цифровизации инструментария для оценки учебных достижений по физике. Предлагаются различные подходы к проверке экспериментальных умений, в т. ч. требующие проявления цифровых компетенций – использование современных виртуальных лабораторий и компьютерных датчиков.

Ключевые слова: цифровой физический эксперимент, предметные результаты по физике, оценка учебных достижений, физическое моделирование, цифровые датчики, модели заданий.

Anton I. Gigolo¹, Michael A. Brazhnikov²

¹gigolo_ai@mail.ru

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

²birze@inbox.ru

N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

TESTING OF EXPERIMENTAL SKILLS IN DIGITAL TOOLS FOR EVALUATING ACADEMIC ACHIEVEMENTS IN PHYSICS

The research examines the issues of constructing models of experimental tasks within the framework of general approaches to the digitalization of tools for assessing educational achievements in physics. We propose various approaches to testing experimental skills, including those that require the demonstration of digital competencies: the use of modern virtual laboratories and computer sensors.

Keywords: digital physical experiment, educational achievements in physics, assessment of educational achievements, physical modeling, digital sensors, task models.

© Гиголо А. И., Бражников М. А., 2021

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14216 «Проектирование структуры и содержания цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике в системе общего образования».

Неотъемлемой частью школьного физического образования является проведение качественного и наглядного эксперимента, а также выполнение учащимися лабораторных работ и практикумов. Демонстрации физических явлений и законов позволяют не просто поверить учителю на слово, а наглядно убедиться в справедливости получаемых уроках в школе физических знаний, которые, являясь новыми для учащегося, далеко не всегда бывают интуитивно понятными. Роль лабораторной работы в процессе физического познания переоценить просто невозможно, поскольку ничто не может лучше убедить в справедливости нового физического закона, чем проведенный собственными руками опыт. Еще одна важная составляющая физических лабораторных работ – это формирование начальных инженерных навыков. Проведение различных измерений и исследований позволяет не только лучше понять и усвоить теоретический материал, но и увидеть, как это применяется в окружающих нас технических устройствах и может быть использовано в повседневной жизни [1].

В настоящее время происходит эволюционный переход от технологии проведения школьного физического эксперимента, базирующегося на аналоговых измерительных приборах, ручной записи и обработке получаемых данных, к цифровым способам: моделирования физических процессов, постановки и проведения эксперимента, регистрации и обработки информации, иными словами, к цифровой технологии учебного эксперимента. Рассмотрим различные способы цифровой трансформации экспериментальных заданий, которые должны быть неотъемлемой частью любых оценочных процедур, в частности всероссийских проверочных работ (ВПР).

Первым шагом в цифровой трансформации является использование «электронного отчета» о выполнении задания, которое проводится при помощи стандартного лабораторного оборудования и аналоговых приборов. Сделанные и прикрепленные к электронному отчету фотографии лабораторной установки не только заменят рисунок или схему эксперимента, но и проиллюстрируют учителю, насколько правильно была собрана установка. Фотографии шкал приборов, измеряющих физические величины, позволят при проверке верифицировать полученные учащимся значения. Возможность внесения в электронные таблицы полученных в ходе эксперимента данных позволяет построить графики зависимостей физических величин на экране компьютера, и на основании этих графиков делать выводы о характере зависимостей величин от исследуемых параметров, сразу увидеть явные промахи. Эти возможности позволяют разумно автоматизировать рутинные процедуры заполнения таблиц, выполнение однотипных расчетов, построение графиков. Использование при выполнении эксперимента смартфона или планшета позволяет на совершенно ином уровне подойти к оформлению результатов как при проведении обычных лабораторных работ при прохождении школьной программы по физике, так и при выполнении экспериментальных заданий ВПР. Все необходимые экспериментальные результаты можно собирать

в электронных таблицах или формах и передать для дальнейшей проверки, полностью исключая использование бумажных бланков, необходимость их дальнейшего сканирования и распознавания, а значит, и появление неизбежных ошибок при этом. Появление электронного отчета позволит перевести школьный физический эксперимент на новый качественный уровень. Электронный отчет подразумевает фиксацию, хранение и обработку экспериментальных данных, а также дистанционную проверку. Его можно рассматривать не только как первый шаг к цифровизации школьного физического эксперимента, но и как «первый цифровой ресурс».

Вторым цифровым ресурсом может стать виртуальная физическая лаборатория, позволяющая организовать проведение опытов и лабораторных работ на виртуальном рабочем столе в облачном приложении [2]. Подобные виртуальные лаборатории позволяют дистанционно проверять гипотезы, экспериментировать, исследовать, подтверждать реальность физических законов; формировать у школьников исследовательские навыки; дистанционно контролировать качество и полноту полученных знаний и сформированность умений; свободно моделировать «реальный физический мир» и взаимодействие с объектами с использованием набора трехмерного лабораторного оборудования и измерительных приборов при отсутствии ограничений на количество одновременно используемых объектов; корректно рассчитывать взаимодействие измерительных приборов с исследуемыми объектами, с помощью встроенной математической модели, в которую заложены реальные ошибки и погрешности, возникающие в ходе наблюдений и измерений.

Массовый переход на дистанционное обучение, с которым столкнулось образование в связи с ограничениями, вызванные пандемией, показал, что больше всего страдает именно практическая деятельность учащихся, поскольку организовать полноценный эксперимент в домашних условиях не представляется возможным. Использование подобных виртуальных лабораторий позволяет педагогу организовать виртуальные лабораторные работы в рамках дистанционного обучения. Конечно, заменить «живой» эксперимент и работу с реальным лабораторным оборудованием не сможет никакая программа виртуальной реальности, но в условиях дистанта подобные цифровые ресурсы в достаточной степени могут стать хорошей альтернативой. Их можно успешно использовать для домашней работы учеников, для предварительной подготовки лабораторных экспериментов, чтобы в классе действия учащихся были более осознанны, заранее продуманы и подготовлены.

Виртуальные лаборатории могут использоваться в качестве оценочного инструментария в тех случаях, когда проведение реального эксперимента невозможно. Например, стандартное оборудование для учебного эксперимента не дает возможность исследовать зависимость теплопередачи посредством излучения от различных параметров. При помощи виртуальной лаборатории в этом случае успешно оцениваются умения плани-

ровать ход исследования, определять изменяемые и неизменные параметры или по предложенной установке определять проверяемую в исследовании гипотезу и т. д.

Третьим ресурсом является переход к цифровым измерительным приборам. Традиционными средствами измерения, которыми пользуется школьник при выполнении «классических» лабораторных, уже много десятилетий являются линейка или измерительная лента, секундомер, рычажные весы и разновесы, мензурка, динамометр, термометр, стрелочные амперметр и вольтметр. Использование цифровых датчиков позволяет на совершенно другом качественном уровне производить измерения времени, расстояния, иметь возможность регистрировать и наблюдать изменение во времени таких физических величин, как температура, электрическое напряжение, сила тока. Эти возможности позволяют с высокой точностью измерить мгновенную скорость тела, движущегося неравномерно, исследовать изменение температуры с течением времени в процессе установления теплового равновесия, наблюдать в динамике явление электромагнитной индукции, возникновение и изменение индукционного тока, исследовать электромагнитные колебания. С использованием традиционных «аналоговых» средств подобные измерения выполнить невозможно. В качестве примера можно привести действующую цифровую лабораторию по физике от компании «Научные развлечения» [3, 4]. При конструировании экспериментальных заданий по механике используются цифровые датчики положения, силы, абсолютного давления, угловой скорости и ускорения. Датчики температуры и влажности позволяют провести измерения при выполнении экспериментов по тепловым явлениям, а в исследованиях электромагнитных явлений помогут цифровые амперметр, вольтметр и многоканальный осциллограф. Для коммуникации цифровых датчиков, записи и хранения информации, полученной с их помощью, применяется специальное программное обеспечение, установленное на смартфон, планшет или компьютер.

Цифровой осциллографический датчик позволяет перевести эксперименты по электромагнитным явлениям на совершенно иной качественный и количественный уровень, особенно в том случае, когда дело доходит до исследований нестационарных процессов, таких как исследование явления электромагнитной индукции, электромагнитных колебаний и цепей переменного тока. Традиционно такое явление, как электромагнитная индукция, демонстрируется на качественном уровне, показывается зависимость силы и направления индукционного тока, возникающего в катушке, при изменении скорости внесения магнита или его полярности. Но при использовании стрелочного амперметра невозможно получить временную зависимость силы тока, можно лишь говорить факте появления тока, но никак не охарактеризовать его количественно. При пролете магнита сквозь катушку изменяется магнитный поток, возникает явление электромагнитной индукции, и в катушке протекает импульс тока. Использование цифрового осциллографического датчика позволяет зарегистрировать времен-

ную зависимость возникающего индукционного тока, которая записывается в память компьютера. Можно не только наблюдать само явление, но и получить количественные временные характеристики ЭДС индукции и индукционного тока, строить графики изменения индукционного тока в зависимости от различных условий проведения эксперимента. Например, отпускать магнит с разной высоты, меняя тем самым скорость изменения магнитного потока во времени, изменять полярность магнита, запуская магнит северным или южным полюсом вниз, получать разное направление индукционного тока, запуская магниты разной длины или различной величины индукции магнитного поля. Все эти исследования позволят наглядно увидеть закономерности и понять факторы, от которых зависит явление электромагнитной индукции, проверить закон Фарадея для электромагнитной индукции и пронаблюдать справедливость правила Ленца.

Еще один цифровой прибор, который входит в состав ноутбука, планшета или смартфона, это цифровая видеокамера. Использование программы видеозахвата и дальнейшей обработки фотографий и видеофайлов позволяет устанавливать систему координат, производить измерения координат точек в кадре, расстояния между ними, производить покадровые измерения, а также переносить данные в электронные таблицы. Цифровая видеокамера – это новый измерительный прибор, открывающий принципиально новые возможности при проведении эксперимента. Например, использование программы покадровой обработки видеофайла позволяет определить зависимость координаты движущегося шарика математического маятника от времени. Подобные возможности позволяют предлагать экспериментальные задания по исследованию механических колебаний на совершенно новом качественном и количественном уровне. Появляется возможность построить временные зависимости координаты, скорости, достоверно определить амплитуду колебаний. Подобные измерения традиционным визуальным способом, используя только секундомер и линейку, выполнить невозможно.

Таким образом, предлагается три ресурса для разработки экспериментальных заданий для цифрового инструментария по физике: замена бумажного отчета электронной формой с фотографиями экспериментальной установки и проведенных измерений; конструирование заданий на базе виртуальных лабораторий и выполнение экспериментальных заданий с использованием цифровых датчиков для регистрации физических величин. Внедрение цифровых технологий в экспериментальные задания повысит их актуальность и привлекательность в сознании современного школьника. Один из вопросов разработки «методики переходного периода» состоит в том, в какой последовательности и на каких этапах обучения физике задействовать указанные выше ресурсы цифровизации.

Список литературы

1. Гиголо А. И., Бражников М. А., Повалев О. А. Проектирование цифровых компетенций в области физики // Материалы IV международной конференции «Ин-

форматизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании». Красноярск, 6–9 октября 2020: в 2 ч. / под общ. ред. М. В. Носкова. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. С. 78–83.

2. Виртуальная лаборатория по физике [Электронный ресурс]. URL: www.vt-labs.ru.

3. Поваляев О. А., Ханнанов Н. К., Хоменко С. В. Цифровая лаборатория по физике. Базовый уровень: метод. пособие. 4-е изд. М.: Де`Либри, 2020. 108 с.

4. Гиголо А. И., Поваляев О. А. Возможности оценки экспериментальных умений по физике с использованием цифровых технологий // Педагогические измерения. 2020. № 2. С. 102–108.