

**ИННОВАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

УДК 37.037-053.5

DOI: 10.15507/Inted.075.018.201402.066

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА БАЗЕ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ДАННЫХ И ОБРАБОТКИ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ***А. А. Марко, И. Г. Марко**(Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)*

Описаны новые подходы к организации школьного физического эксперимента на базе компьютерных систем сбора данных и обработки результатов физических опытов с целью достижения основных требований новых образовательных стандартов. Предлагаются пути интеграции новых методов проведения физического эксперимента на основе использования цифровых датчиков в образовательном процессе по физике в классах с углубленным изучением предмета.

Ключевые слова: школьный физический эксперимент; межпредметные связи; новые технологии; универсальные учебные действия.

**INNOVATIVE APPROACHES TO PHYSICAL
EXPERIMENT AT A HIGH SCHOOL ON THE BASIS
OF SYSTEMS OF AUTOMATIC DATA COLLECTION
AND RESULTS PROCESSING***A. A. Marko, I. G. Marko (Penza state university, Penza, Russia)*

The article describes new approaches to the organization of physical experiment in a high school based on computer systems for data collection and processing with a view to meeting basic requirements of new educational standards.

Methodology and technique of realization of physical experiment in a high school are one of priority directions in the didactics of physics. Within the framework of new educational standards the search for new forms of a physical experiment is needed in the high school's educational process.

The paper examines the ways of integration covering new methods of physical experiment implementation on the basis of the use of digital sensors in an educational process in classes with concentration on physics. The proposed pedagogical approaches to education have received approval to the resultant substantial improvement of quality of teaching among high school students.

Keywords: physical experiment at a high school; interdisciplinary links; new technology; universal educational actions.

Вопросы методики и техники организации и проведения школьного физического эксперимента (ШФЭ) всегда занимали ключевые позиции в частной методике преподавания физики в школе. Аспекты рассмотрения ШФЭ разнообразны: от специфики отдельных демонстраций и используемого оборудования до дидактических задач, решаемых средствами физического эксперимента. В последнее время можно говорить о кризисе ШФЭ. Данная ситуация достаточно парадоксальна в связи с очевидными фактами:

1) неоспоримость ведущей роли физического эксперимента как метода научного познания при изучении физики в школе;

2) ШФЭ – эффективный инструмент повышения мотивации и заинтересованности предметной областью физики;

3) оснащение отечественных школ физическим оборудованием в рамках национального проекта «Образование» и программы модернизации российских школ (в Пензенской области более 50 % кабинетов физики оснащены устройствами сбора данных и системой датчиков физических величин различного качества и функционала: L-micro, AFS, Vernier).

Исследование данной ситуации позволило выдвинуть предположения о причинах низкого качества массовой подготовки



школьников по физике в целом, а в особенности к решению задач, связанных с анализом результатов экспериментов, проектированием и сборкой установок для физических опытов, проведением экспериментов и обработкой их результатов. О данных проблемах в рамках региона (как и в среднем по России) свидетельствуют низкие результаты выполнения заданий в КИМах ЕГЭ, связанных с экспериментом. В качестве примера рассмотрим качественную задачу из части С:

Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображенного на рис. 1. Пролетая сквозь закрепленное проволочное кольцо, стержень создает в нем электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

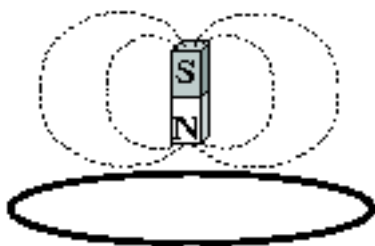


Рис. 1

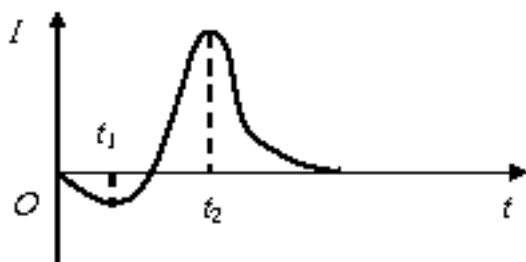


Рис. 2

Почему в момент времени t_2 модуль силы тока больше, чем в момент времени t_1 ? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

Анализ предложенных решений задачи показывает, что большинство школьников не поняли описанной ситуации. Данной ситуации можно избежать при

проведении демонстрации, иллюстрирующей возникновение ЭДС в катушке при ускоренном движении в ней полосового магнита. На рисунках 1, 2 представлены экспериментальная установка и временная зависимость напряжения на концах проводника. Отметим, что демонстрация не является временозатратной и обладает высоким дидактическим эффектом. Аналог данной демонстрации, реализованный на базе графического калькулятора Casio, описан в работе И. В. Вострокнута [2].

Еще ярче данная ситуация проявляется в низких процентах выполнения заданий экспериментальных туров олимпиад по физике (Всероссийской олимпиады школьников по физике и олимпиаде «Его величество эксперимент», проводимой нами в Пензенской области на базе физико-математического факультета Пензенского государственного университета). Приведем достаточно наглядный пример. Экспериментальная задача на исследование функциональной зависимости между физическими величинами, предложенная на муниципальном этапе Всероссийской олимпиады школьников:

Отрезок провода согнут по середине под углом φ и повешен на «гвоздь». Такая система образует физический маятник. Исследуйте зависимость периода колебаний такого маятника от величины угла «сгиба». Экспериментальные данные представьте в виде таблиц и графиков. Объясните полученные результаты (попытайтесь получить формулу периода колебаний маятника и сравнить теорию с экспериментом).

Наибольшую трудность при решении этой задачи участники олимпиады испытывали на этапе графической интерпретации результатов: построение графика зависимости и установления вида функциональной зависимости исходя из полученного графика. Возникает вопрос о причинах затруднений и самое главное о причинах типичных ошибок. К числу типичных ошибок можно отнести построение графика по экспериментальным точкам в виде ломанной или плавной кривой, проходящей через экспериментальные точки. Одна из причин этих ошибок – в формировании представлений

о графиках функций на уроках математики. Наиболее типична для учебника математики ситуация, в которой реализуется следующая последовательность: по аналитической записи вычисляются координаты точек, принадлежащие графику функции, построение точек и далее «... соединим данные точки плавной линией» [1, с. 36]. Таким образом, ученик, хорошо обученный математике, но не имеющий достаточного опыта обработки результатов эксперимента на уроках физики, обречен на описанную

выше ошибку. Участники олимпиады, избежавшие ошибок при построении графика, оказываются практически бессильными при решении задачи об установлении вида зависимости между величинами по графику. Простой тест, проводимый нами: «По предложенным графикам, установите каковы зависимости между величинами?» (рис. 3). Ответы: «А – обратная пропорциональность; Б – квадратичная зависимость». Обоснование ответа также типично: «...по форме видно!».

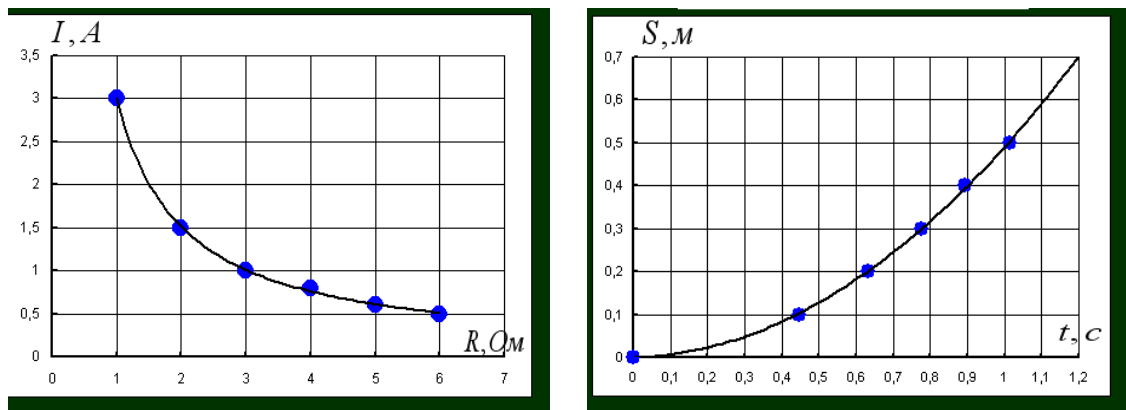


Рис. 3. Графики, аппроксимирующие экспериментальные данные

Решение описанных выше проблем мы видим в интеграции учебных предметов математики и физики на базе ШФЭ. В идеальном случае интеграция реализуется совместно учителями физики и математики через систему заданий по выявлению функциональных зависимостей между физическими величинами на базе физических опытов и заданий по обработке и интерпретации результатов. Опыт организации занятий по математике на основе актуализации предметных связей с физикой описан в работе «Эксперимент как средство актуализации межпредметных связей на уроках математики» [3].

На уроках физики анализ зависимостей физических величин является неотъемлемой частью восприятия результатов демонстрационных и лабораторных экспериментов. Устройства сбора данных позволяют учителю осуществлять сбор данных в течение промежутков времени различной длительности за достаточно малый промежуток времени, что освобождает

время урока на анализ результатов эксперимента. Для сравнения опишем процедуру установления функциональной зависимости перемещения от времени при равноускоренном движении без начальной скорости. На базе комплекта L-micro последовательность действий следующая:

- 1) измерение промежутков времени движения материальной точки, соответствующих заданным перемещениям;
- 2) перенос экспериментальных точек на координатную плоскость;
- 3) «графическая» аппроксимация экспериментальных точек кривой, форму которой предсказывает функциональная зависимость между перемещением и временем движения (полученная теоретически);
- 4) доказательство того, что график является графиком квадратичной функции.

Пп. 1, 2 требуют, даже при активном использовании программных средств и ТСО, достаточно много времени. Данный факт в рамках урока делает невозможным реализацию в полном объеме



п. 4, а п. 3 превращается в формальное построение гладкой кривой. Использование комплектов нового поколения, например устройств сбора данных Vernier, совместно с датчиком расстояния позволяет по-

лучать график зависимости перемещения от времени за несколько секунд (рис. 4). Тем самым учитель получает возможность обсуждения и формирования основных навыков анализа результатов эксперимента.

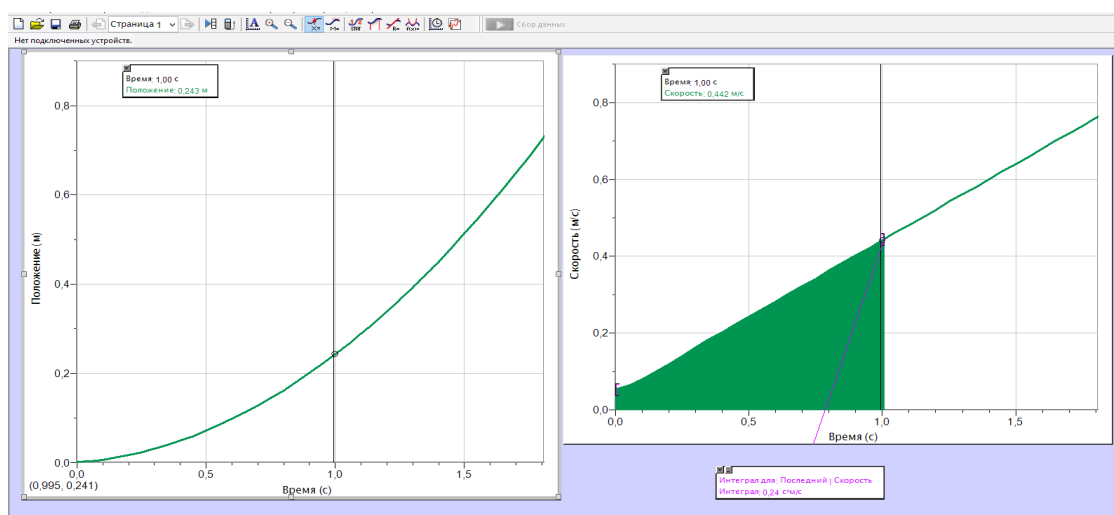


Рис. 4. Скриншот работы программы Logger PRO по обработке результатов исследования равноускоренного движения с помощью ультразвукового датчика расстояния

Описанная методика изучения равноускоренного движения на базе комплекта Vernier имеет существенный недостаток – исчезает процедура сбора экспериментальных данных и их графической обработки. Данные дидактические задачи возлагаются на исследовательский лабораторный эксперимент. Однако и здесь возникают трудности, связанные с ограниченностью учебного времени урока. Приведем пример исследовательского задания при изучении механических колебаний. Перед учащимся стоит проблема: исследование зависимости периода колебаний вертикального пружинного маятника от параметров колебательной системы. Важно, чтобы учащийся прошел весь путь исследования: выдвижение гипотезы, проектирование и сборка установки, проведение эксперимента, сбор данных и анализ результатов. Получение результата в виде графика зависимости практически невозможно за время урока при использовании традиционной технологии работы. Привлечение для обработки экспериментальных данных математиче-

ских пакетов типа MathCAD позволяет ускорить процедуру обработки, но требует наличия персональных компьютеров. Идеальное решение озвученной проблемы видится в использовании графического калькулятора Casio. Калькулятор включает в себя функции графической обработки экспериментальных данных. Внесение данных натурального эксперимента в электронную таблицу калькулятора, перенос экспериментальных точек на координатную плоскость, аппроксимация данных кривой заданного вида позволяют учащимся получить результат исследования и сделать вывод о его адекватности. Работа по оформлению отчета может быть проведена в традиционной форме или с использованием информационных технологий, описанных в работе «Инновационные процессы в образовании» [4]. Возможность сохранения таблиц и графиков на электронные носители учащихся позволяют реализовать идеи дифференциации при выполнении лабораторных заданий.

Описанные методики проведения уроков физики апробированы в классах физи-



ко-математического профиля МБОУ «Гимназия № 44» г. Пензы в 2011–2013 учебных годах. Одним из показателей успешности работы можно считать высокие результаты учащихся гимназии на экспериментальном туре регионального и заключительного этапов Всероссийской олимпиады школьников по физике. В указанные учебные годы на региональный этап отбирались 6–8 учеников физико-математического класса, что составляло 30 % от общего числа учащихся. Победителями и призерами становились 2–3 чел. Более 80 % учащихся физико-математических классов ежегодно принимают участие в олимпиаде «Его величество эксперимент», задания которой являются экспериментальными. Качество выполнения заданий учащимися экспериментальных классов составляет не менее 75 % (отношение полностью выполненных заданий к их общему количеству). В рамках урочной деятельности учащимся предлагаются контрольные работы, составленные на основе проекта контрольно-измерительных материалов по проверке экспериментальных умений учащихся в рамках ЕГЭ. По результатам работы качество знаний составляет 82 %.

Об авторах:

Марко Антон Александрович, доцент кафедры общей физики и методики обучения физике ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» (Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40), кандидат физико-математических наук, marko_anton@mail.ru

Марко Ирина Геннадьевна, аспирант кафедры алгебры и теории и методики обучения математике и информатике ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» (Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40), marko-irina81@yandex.ru

Для цитирования: Марко, А. А. Новые подходы к организации школьного физического эксперимента на базе систем автоматического сбора экспериментальных данных и обработки их результатов / А. А. Марко, И. Г. Марко // Интеграция образования. – 2014. – № 2 (75). – С. 66–71. DOI: 10.15507/Inted.075.018.201402.066

В качестве сравнения могут быть использованы результаты выполнения экспериментального задания в контрольно-измерительных материалах ГИА, которые составляют не более 60 %. Таким образом, положительная динамика отмечается в условиях повышения сложности заданий и требований к их оформлению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгебра и начала анализа : учебник для 7 класса общеобразовательных учреждений / Ш. А. Алимов [и др.]. – Москва : Просвещение, 2012. – 384 с.

2. *Вострокнутов, И. Е.* Лабораторный практикум по физике на основе цифрового измерительного комплекса EA-200 – fx-9860GII. Вып. 2. Осциллографические исследования и акустика / И. Е. Вострокнутов [и др.] – Троицк : Тровант, 2011. – 56 с.

3. *Марко, И. Г.* Эксперимент как средство актуализации межпредметных связей на уроках математики / И. Г. Марко // Интеграция образования. – 2013. – № 2. – С. 62–66.

4. *Тряпицына, А. П.* Инновационные процессы в образовании / А. П. Тряпицына, Т. Н. Беркалиев, Е. С. Заир-Бек // Развитие образования: опыт реформ и оценки прогресса школы. – Санкт-Петербург : Каро, 2007. – 144 с.

Поступила 10.01.14.

REFERENCES

1. Alimov Sh. A., Kolyagin Yu. M., Sidorov Yu. V. Algebra i nachala analiza [Algebra and beginnings of the analysis]. Moscow, Obrazovanie Publ., 2012, 384 p.

2. Vostroknutov I. E. Laboratornyj praktikum po fizike na osnove cifrovogo izmeritel'nogo kompleksa EA-200 – fx-9860GII [Laboratory practicum in physics on the basis of digital measuring complex EA-200 – fx-9860GII]. Vypusk 2 [Issue 2]. Oscillograficheskie issledovaniya i akustika [Oscillographic researches and acoustics]. Troitsk: Trovant Publ., 2011, 56 p.

3. Marko I. G. Jeksperiment kak sredstvo aktualizacii mezhpredmetnyh svyazej na urokah matematiki [Experiment as a means for actualization of interdisciplinary links in classes on mathematics]. *Integracija obrazovanija* [Integration of education]. Saransk, 2013, no. 2, pp. 62–66.

4. Tryapitsyna A. P., Berkaliyev T. N., Zair-Bek E. S. Innovacionnyye processy v obrazovanii [Innovative processes in education]. *Razvitie obrazovanija: opyt reform i ocenki progressa shkoly* [Development of education: experience of reforms and evaluation of the high school's progress.]. St. Petersburg, Karo Publ., 2007, 144 p.

About the authors:

Marko Anton Aleksandrovich, research assistant professor, Chair of general physics and methodology of teaching physics, Penza State University (40, Krasnaya Str., Penza, Russia), Kandidat Nauk (PhD) degree holder in physics and mathematics, marko_anton@mail.ru

Marko Irina Gennadievna, post graduate student, Chair of Algebra and theoretical methodology of teaching mathematics and computer science, Penza State University (40, Krasnaya Str., Penza, Russia), marko-irina81@yandex.ru

For citation: Marko A. A., Marko I. G. Novye podhody k organizacii shkol'nogo fizicheskogo jeksperimenta na baze sistem avtomaticheskogo sbora jeksperimental'nyh dannyh i obrabotki ih rezul'tatov [Innovative approach to physical experiment at a high school on the basis of systems of automatic data collection and results processing]. *Integracija obrazovanija* [Integration of Education]. 2014, no. 2 (75), pp. 66–71. DOI: 10.15507/Inted.075.018.201402.066