

УДК 372.853

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ, СВЯЗАННОЙ С ВЫПОЛНЕНИЕМ НАТУРНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

© 2013 г.

Е.И. Вараксина, В.В. Майер

Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко

varaksina_ei@list.ru

Поступила в редакцию 12.06.2013

Показано, что успешность обучающего проекта, связанного с натурным компьютерным экспериментом учащихся, обеспечивается тремя основными факторами: созданием условий для продуктивной деятельности школьников на каждом занятии; тщательной предварительной подготовкой содержания и методики выполнения индивидуальных учебно-исследовательских проектов; достаточной экспериментальной подготовленностью учителя физики.

Ключевые слова: деятельность, организация, учебно-исследовательский проект, натурный компьютерный эксперимент.

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта [1] проектная исследовательская деятельность школьников является обязательным элементом учебно-воспитательного процесса. В настоящей работе принята концепция проектной деятельности, представленная в монографии А.М. Новикова и Д.А. Новикова [2]. Индивидуальный ученический проект по физике предполагает учебное исследование конкретного физического явления. Чтобы выяснить, какие условия необходимы для успешного выполнения требований стандарта, мы провели специальный педагогический эксперимент, в котором приняли участие школьники, интересующиеся физикой.

Гипотеза педагогического эксперимента: если в предварительной подготовке создать условия, необходимые для продуктивной деятельности школьников в проектировочной, технологической и рефлексивной фазах обучающего проекта, связанного с натурным компьютерным экспериментом, то окажется возможным самостоятельное выполнение ими в рамках этого проекта учебного исследования физического явления, изучение которого предусмотрено школьной программой, но не обеспечено современным учебным физическим экспериментом.

К продуктивной относится учебно-познавательная деятельность, интеллектуальный и материальный результаты которой характеризуются по крайней мере субъективной новизной. Под обучающим мы понимаем такой проект, для самостоятельного выполнения которого

необходимо предварительное обучение школьника ранее неизвестным ему знаниям и приемам работы; а современным считаем такой натуральный эксперимент, который реально в отечественной школе в прошлом веке не мог быть поставлен.

Фаза проектирования содержит мотивационную и информационную стадии, а также стадию планирования. На стадии мотивации у ученика возбуждается интерес к проблеме, формируется представление о полезности ее решения и выгоде, которую он может получить. Информационная стадия предполагает поиск, изучение и систематизацию информации, необходимой для решения проблемы. На стадии планирования выдвигается идея проекта, формулируется цель и составляется план реализации проекта.

Технологическая фаза включает организационную, ориентировочную и исполнительскую стадии. На стадии организации осуществляются отбор участников проекта, обеспечение материальных ресурсов и определение времени выполнения проекта. Ориентировочная стадия заключается в определении совокупности и последовательности действий, необходимых для выполнения проекта, а также в контроле за результатами осуществления этих действий. Исполнительская стадия включает выполнение обозначенных действий, получение и проверку достоверности результата.

Рефлексивная фаза состоит из аналитической, оформительской и презентационной стадий. Аналитическая стадия предполагает анализ полученного результата, теоретическое объяс-

нение его и сопоставление результата с целью проекта. Оформительская стадия состоит из описания полученного результата, дополненного графическими и фотографическими иллюстрациями. Презентационная стадия включает выступление по выполненному проекту, наглядные материалы, характеризующие проект, и дискуссию по проекту.

Натурный компьютерный эксперимент в качестве объекта учебно-исследовательских проектов школьников выбран потому, что для успешного выполнения таких проектов учащиеся в ограниченный промежуток времени должны узнать немало нового для себя, самостоятельно изготовить непростые для них электронные приборы и выполнить экспериментальное исследование неизвестного им явления. Это обеспечивает чистоту педагогического эксперимента, планируемого с целью проверки сформулированной выше гипотезы.

Учебно-исследовательская деятельность школьников была организована на базе кафедры физики и дидактики физики Глазовского пединститута. В ней приняли добровольное участие учащиеся 9–10 классов школ г. Глазова, с которыми были проведены 7 занятий продолжительностью по 2 астрономических часа каждое. Таким образом, объем аудиторной работы школьников составил 19 академических часов; подготовка этой работы заняла примерно в три раза больше времени. На первое занятие пришли 22 школьника, которые были разбиты на 11 звеньев. На второе занятие явились 17 учащихся, которые составили 9 звеньев. Завершили учебные исследования 16 школьников, полностью выполнившие 9 проектов. Это неожиданно высокий положительный результат педагогиче-

ского эксперимента, поскольку никаких специальных действий мотивационного характера не проводилось.

На первом занятии был проведен кратковременный письменный опрос, в котором учащимся предлагалось указать школьные предметы, на которых используется компьютер, опыты по физике с применением компьютера, условные обозначения изучаемых на уроках элементов электрических цепей. Опрос показал практически полное отсутствие у школьников представлений, касающихся предстоящей работы. Последующие наблюдения также свидетельствовали о новизне для учащихся всех решаемых ими задач. На этом же занятии школьники впервые увидели принципиальные схемы приборов, которые им предстояло изготовить, начали составлять монтажные схемы и разрабатывать печатные платы на компьютере (рис. 1). Так как учащимся были предложены приборы разной сложности, то к концу занятия определились условные лидеры. В дальнейшем каждое звено продвигалось вперед по индивидуальному маршруту с оптимальной для себя скоростью, что существенно облегчило организацию проектных исследований.

Основная задача, которую мы считали важным решить начиная с первой встречи с учащимися, – это достижение продуктивного характера их работы. Уже на втором занятии большая часть школьников приступила к пайке прибора (рис. 2, 3), а на третьем – завершила, испытала изготовленный прибор и получила печатное руководство по исследованию физического явления. Таким образом, каждый школьник на каждом занятии ощущал, что он заметно продвигается вперед в выполнении



Рис. 1. Разработка школьниками монтажной платы электронного устройства на компьютере



Рис. 2. Подготовка пластинки фольгированного стеклотекстолита к травлению печатной платы



Рис. 3. Формирование технических умений при изготовлении учащимися электронных устройств

проекта. В конце каждого занятия он получал практически значимый результат, который был достигнут его собственными усилиями, являлся воплощением вновь приобретенных знаний и умений и который с гордостью можно было показать друзьям, родителям, учителям. Одним из стимулов стремления к результативности работы неожиданно оказалась рекомендация школьникам фотографировать на мобильные телефоны все промежуточные результаты своей деятельности.

Решение указанной выше основной задачи оказалось возможным при подробном анализе каждого проведенного занятия и тщательной подготовке каждого последующего с учетом выполненного анализа. Готовились инструменты, материалы, электроизмерительные приборы, компьютеры, программное обеспечение и другое оборудование. Однако основное внимание уделялось моделированию деятельности учащихся с целью определения условий, обеспечивающих ее продуктивность. Одновременно в лаборатории работали 14–16 школьников, которые вначале ничего не умели, с трудом представляли себе конечный результат исследования, зачастую не владели физическими понятиями, без которых невозможно осуществление проекта. Поэтому, несмотря на то что проектная учебно-исследовательская деятельность по определению должна быть творческой, в нашем эксперименте необходимым ее компонентом явилось обучение школьников и планирование их деятельности на занятии. Мы реализовали этот компонент, используя помимо личного общения индивидуальные печатные руководства, каждое из которых включало: 1) краткое изложение сущности физического явления и рекомендации по изучению относящихся к нему понятий и законов из школьного учебника; 2) принципиальную схему электронного уст-

ройства с обозначениями и цоколевками всех элементов, с рекомендациями по изготовлению прибора; 3) задания по изучению физических принципов, лежащих в основе прибора, и серию заданий по компьютерному исследованию физического явления.

На занятиях со школьниками мы еще раз остро ощутили, насколько необходима достаточная экспериментальная подготовленность руководителя проектной деятельностью учащихся. Решению этой проблемы посвящен ряд наших работ [3; 4], в которых убедительно показано, что подготовка будущего учителя физики к совместной со школьниками экспериментальной деятельности может и должна проводиться в педагогическом вузе. Возможности для этого имеются как на аудиторных, так и на внеаудиторных занятиях. Например, в одной из работ [5] раскрыты содержание и методика формирования экспериментальной подготовленности студентов в рамках учебной дисциплины «Общая и экспериментальная физика».

Коротко представим содержание исследовательских проектов, выполненных школьниками в процессе проведенного педагогического эксперимента.

1. *Электронный стробоскоп с компьютерным управлением для получения траекторий с временными метками.* Изготовлен усилитель на двух транзисторах [6], на вход которого подается регулируемое по частоте и длительности импульсов напряжение с аудио-выхода персонального компьютера, а нагрузкой служит сверхъяркий светодиод. Получены стробоскопические фотографии [7] тела, движущегося по окружности в вертикальной плоскости, свободно падающего, брошенного под углом к горизонту и т.д. Выполнены расчеты скоростей и ускорений тела по фотографиям.

2. *Исследование модели гейзера посредством компьютерного термоэлектрического измерителя температуры.* Изготовлены термопара медь-константан и усилитель постоянного тока. Выполнена градуировка термопары с усилителем. Собрана модель гейзера [8; 9]. Выполнено исследование колебаний температуры воды в гейзере. Графики зависимости температуры от времени получены на дисплее компьютерного осциллографа [10].

3. *Исследование явления электромагнитной индукции в натурном компьютерном эксперименте.* Собран усилитель постоянного тока с выходом на цифровой и аналоговый вольтметры, светодиодный индикатор и компьютерный осциллограф [11]. Проведены качественное и количественное исследования ЭДС электромаг-

нитной индукции, возбуждаемой в витке из проводника.

4. *Исследование явления самоиндукции в натурном компьютерном эксперименте.* Изготовлен генератор прямоугольных импульсов на таймере NE555 [12], выполняющий функцию периодически включающегося и выключающегося источника напряжения. С помощью компьютерного осциллографа исследованы изменения напряжения и силы тока, вызванные явлением самоиндукции в катушках разной индуктивности (рис. 4).

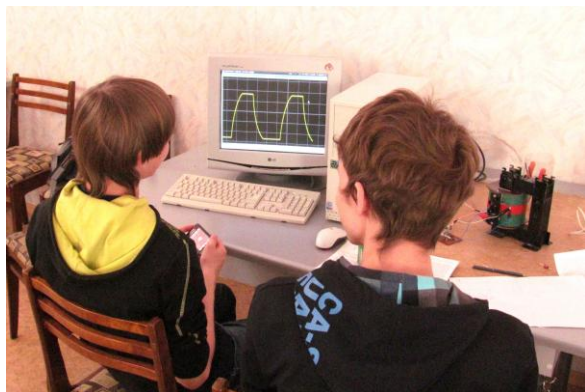


Рис. 4. Выполнение натурального компьютерного эксперимента по исследованию явления самоиндукции

5. *Использование компьютерного измерителя заряда в опытах по электростатике.* Изучен и изготовлен электронный измеритель заряда (рис. 5) на основе операционного усилителя [13]. Освоен компьютерный осциллограф, с помощью которого исследованы электрические заряды разных тел, электрофор, делимость заряда.

6. *Исследование магнитных полей посредством компьютерного измерителя с датчиком Холла.* Исследован полупроводниковый датчик Холла и на его основе собран электронный измеритель магнитной индукции [14]. На мониторе компьютера получены графики индукции магнитного поля постоянных стальных и керамических магнитов.

7. *Исследование перезарядки конденсатора посредством компьютерного осциллографа.* Изготовлено устройство сопряжения датчика физической величины с СОМ-портом компьютера, включающее два операционных усилителя и аналого-цифровой преобразователь [10]. Получены и исследованы зависимости от времени напряжения и силы тока при заряде и разряде конденсатора от батареи гальванических элементов.

8. *Исследование колебаний пружинного маятника посредством компьютерного осцилло-*

графа. Собрано устройство сопряжения датчика физической величины с СОМ-портом компьютера. Изготовлен потенциометрический датчик вертикальной координаты [15]. Получены и исследованы осциллограммы колебаний пружинного маятника.

9. *Исследование равновесия левитирующего тела в натурном компьютерном эксперименте.* Изготовлено устройство безопорного подвеса магнита в поле электромагнита с оптоэлектрическим датчиком положения левитирующего тела [16]. Работа устройства исследована посредством компьютерного осциллографа.

Из приведенного перечня видно, что в процессе работы над индивидуальным проектом каждый школьник освоил чтение принципиальных и составление монтажных схем; компьютерную технологию изготовления печатных плат; травление, облуживание, пайку деталей; монтаж, налаживание и исследование электронного устройства; сборку экспериментальной установки и компьютерный учебный эксперимент по исследованию физического явления. Проекты носили обучающий характер, так как школьники по готовым принципиальным схемам, пользуясь примером, показанным преподавателем, самостоятельно собирали приборы и изучали сущность явлений по школьному курсу физики. Исследовательский компонент работы учащихся состоял в создании конструкций приборов и использовании их для выполнения заданий по исследованию физических явлений. Варианты выполнения этих заданий предварительно были мысленно смоделированы преподавателем, но в реальности никогда ранее не проверялись и не описаны в литературе.

В заключение школьники подготовили компьютерные презентации выполненных проектов, снабженные фотографиями изготовленных приборов, экспериментальных установок, результатов опытов (рис. 6), полученных осциллограмм, графиков и расчетов. Занятия завершились выступлениями учащихся (рис. 7) и вручением каждому школьнику именного сертификата, подписанного ректором института.

Проведенный педагогический эксперимент подтвердил основные положения сформулированной выше гипотезы, согласно которой успешность проектной деятельности учащихся обеспечивается тремя важнейшими факторами: 1) продуктивным характером деятельности школьников на каждом занятии; 2) тщательной предварительной подготовкой содержания и методики выполнения учебно-исследователь-

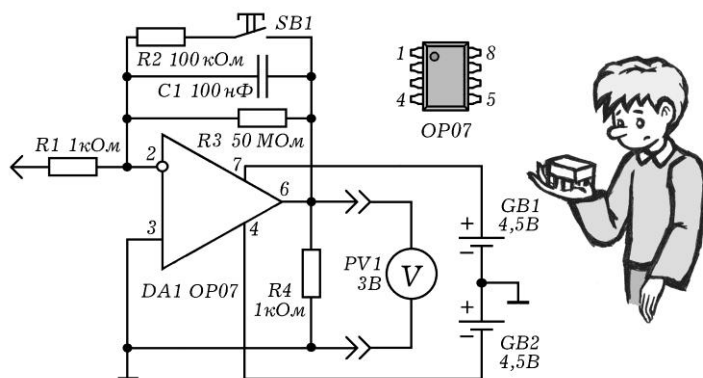


Рис. 5. Принципиальная схема измерителя электрического заряда, собранного школьниками

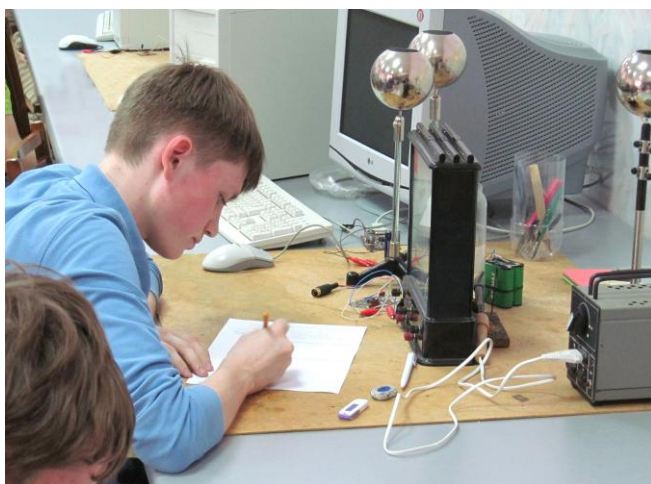


Рис. 6. Описание условий и результата выполненного эксперимента, заполнение анкеты



Рис. 7. Выступление с презентацией и опытами, выполненными в исследовательском проекте

ских проектов; 3) экспериментальной подготовленностью учителя физики.

В заключение мы выражаем благодарность Ю.В. Иванову, создавшему условия для выполнения этого исследования, а также И.М. Гуляеву, Н.А. Корневу и В.М. Стрелкову, оказавшим непосредственную помощь в работе.

Данное исследование выполнено в рамках программы поддержки работы со школьниками фонда «Династия», проект Р13-082 «Учебная физика: Теория. Эксперимент. Интеллект».

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования. – Режим доступа: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=6408> (дата обращения: 13.04.2013).
2. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: СИНТЕГ, 2007. 668 с.
3. Варакина Е.И. Теория и методика учебного эксперимента с упругими волнами: Монография. Глазов: ГГПИ, 2009. 208 с.
4. Варакина Е.И. Самосовершенствование будущего учителя в учебных исследованиях по дидак-

- тике физики // Высшее образование сегодня. 2009. № 4. С. 78–81.
5. Вараксина Е.И. Совершенствование методики формирования основной компетенции будущих учителей физики // Фундаментальные исследования. 2012. № 11. Ч. 6. С. 1356–1359.
6. Вараксина Е.И., Гуляев И.М. Базовые умения натурального компьютерного эксперимента // Физика в школе и вузе: Международный сборник научных статей. Вып. 14. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. С. 20–23.
7. Майер В.В., Вараксина Е.И. Стробоскопический метод в кинематике // Потенциал. 2010. № 12. С. 65–71.
8. Майер В.В., Вараксина Е.И. Гейзер и парореактивный движитель // Потенциал. 2012. № 5. С. 63–72.
9. Майер В.В., Вараксина Е.И., Исакова М.Л. Презентация проблемы исследовательского проекта на уроке по кипению жидкости // Физика в школе. 2013. № 2. С. 10–14.
10. Вараксина Е.И., Рудин А.С. Формирование умений компьютерного исследования механических колебаний: Учебное пособие / Под ред. В.В. Майера. Глазов: ГГПИ, ООО «Глазовская типография», 2012. 64 с.
11. Майер В.В., Рудин А.С. Применение компьютера для исследования электромагнитной индукции // Проблемы учебного физического эксперимента: Сб. научных трудов. Вып. 23. М.: ИСМО РАО, 2006. С. 68–70.
12. Майер В.В., Вараксина Е.И. Электронные стробоскопы для учебных опытов // Потенциал. 2010. № 11. С. 68–76.
13. Майер В.В., Вараксина Е.И. Экспериментальное исследование электрофора // Потенциал. 2012. № 2. С. 71–79.
14. Майер В.В., Вараксина Е.И. Датчик Холла и электромагнитный левитрон // Потенциал. 2011. № 5. С. 69–77.
15. Майер В.В. Гармонические колебания. 11 класс // Физика-ПС. 2011. № 14. С. 41–44.
16. Майер В.В., Вараксина Е.И. Левитация в поле электромагнита // Потенциал. 2011. № 4. С. 69–76.

RESEARCH OF THE PROCESS OF ORGANIZING PROJECT ACTIVITY OF PUPILS RELATED TO FULL-SCALE COMPUTER EXPERIMENT

E.I. Varaksina, V.V. Mayer

It is shown that the success of a training project, which is related to full-scale computer experiment done by pupils, is provided by the three major factors: creating conditions for the productive activity of school students at each class; careful preliminary preparation of the contents and techniques for carrying out individual educational-research projects; sufficient experimental readiness of the physics teacher.

Keywords: activity, organizing process, educational-research project, full-scale computer experiment.