



Новиков Андрей Валерьевич

*Почётный работник общего образования,
учитель физики Лицея-интерната естественных наук
при Саратовском государственном аграрном университете
им. Н.И. Вавилова.*

Компьютер как инструмент физического эксперимента

Одной из составных частей современного образования является самостоятельная исследовательская работа школьников. Это особенно важно при изучении предметов естественно-научного цикла, таких как физика, химия, биология.



В основе любого естественно-научного исследования находится эксперимент, сопровождающийся измерением различных величин. Его проведение невозможно без наличия в школе соответствующих измерительных приборов. Однако, хотя в настоящее время и выпускаются специальные приборы, предназначенные для выполнения ученических исследовательских работ, высокая стоимость делает их недоступными для большинства школ.

Решением данной проблемы может быть использование IBM-совместимого персонального компьютера, имеющегося практически в любом учебном заведении, в качестве системы сбора и обработки информации о различных физических процессах.

Практически в любом компьютере имеется стандартная звуковая плата, которая позволяет наблюдать переменные процессы, превратить компьютер в осциллограф и анализатор спектра с параметрами, вполне достаточными для школьных нужд.

С помощью звуковой платы можно измерять переменное напряжение с частотой от 20 Гц до 20 кГц в диапазоне от 5 мВ до 1 В.

Следует учесть, что обычная звуковая плата не позволяет измерять постоянные напряжения из-за наличия на входе разделительного конденсатора. Однако это препятствие несложно обойти, путем преобразования постоянного сигнала в переменный. Например, пропустив измеряемый сигнал через транзисторный ключ, управляемый переменным напряжением.

Для подсоединения к разъёмам звуковой платы понадобятся два штекера, разводка которых показана на рис.1. Входной сигнал подаётся на разъём «Line In» (или «Mic In»), а выходной сигнал снимается с разъёма «Line Out».

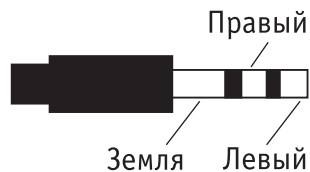


Рис. 1.

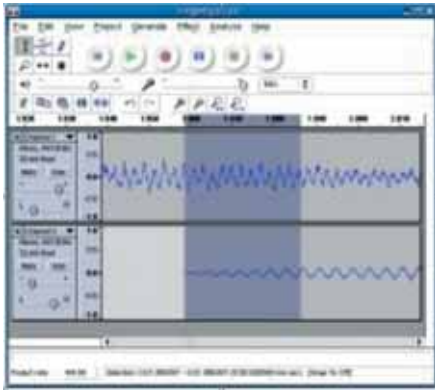


Рис. 2.



Для записи и просмотра сигналов можно рекомендовать Audacity — бесплатный и простой в использовании звуковой редактор (рис. 2).

Несмотря на бесплатность, это мощный редактор со многими возможностями. В Audacity дорожки могут выглядеть не только как обычные волновые формы, но и в виде спектрограмм. Встроенный анализатор спектра позволяет не только увидеть спектр сигнала, но и записать результаты анализа в текстовый файл. Его можно загрузить со страницы разработчиков: <http://audacity.sourceforge.net/download/>.

С помощью программы Winscop (рис.3) компьютер превращается в осциллограф. Установив программу Frequency Counter (рис. 4), вы получаете частотомер, а используя SinWave – функциональный генератор (рис.5). Все эти программы бесплатные и лёгкие в использовании. Их можно легко найти в интернете.

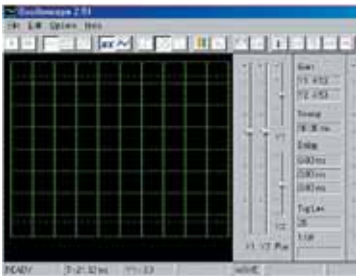


Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

Таким образом, персональный компьютер превращается в мощный измерительный прибор, который можно перепрограммировать для конкретных задач.

В качестве примера рассмотрим, как можно использовать компьютер для измерения ускорения свободного падения.

Для проведения опыта потребуется деревянная бельевая прищепка, в которую ввёрнуты два шурупа так, чтобы их шляпки находились во внутренней части прищепки. Они будут являться размыкаемыми контактами в электрической цепи, показанной на рис. 6. Если прищепкой зажать металлический предмет (например, монету), контакты будут замкнуты и звонок, включённый в цепь, будет звенеть. Сжатие прищепки освобождает предмет, и он начинает падать. Одновременно прекращает звенеть звонок. Звук звонка и удар упавшего предмета записываются компьютером с помощью аудиоредактора

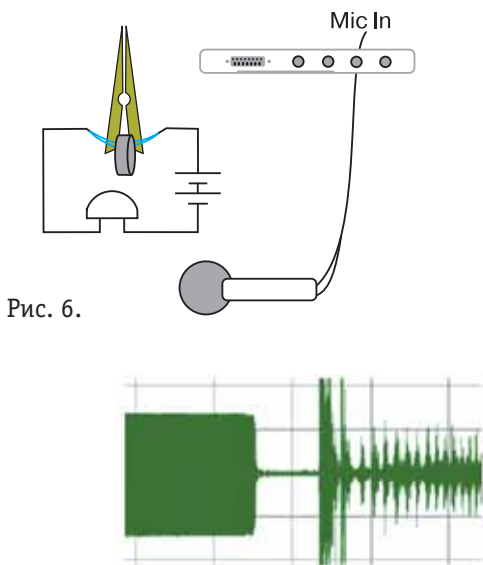


Рис. 6.

Audacity. Затем по сделанной записи измеряется время между звонком и ударом (рис. 7). Это и есть время падения тела. Зная его и измерив высоту падения, можно с высокой точностью определить ускорение свободного падения.

Используя программы спектрального анализа звука (рис. 8), можно выполнить целый ряд интересных исследований акустики музыкальных инструментов и речевых сигналов.

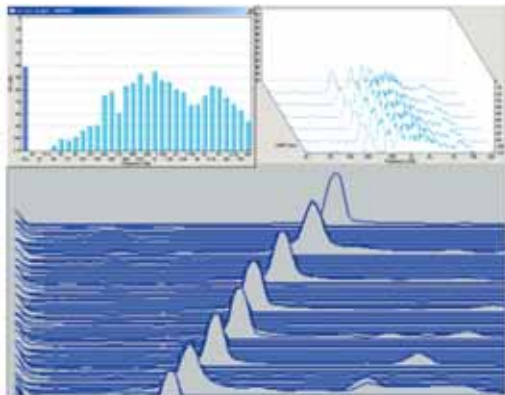


Рис. 8.

Отметим также, что результаты измерений необходимо накапливать и обрабатывать, для чего, при ручных измерениях, их приходится специально заносить в компьютер. При использовании виртуальных приборов полученный сигнал уже находится в компьютере и, следовательно, не требуется дополнительной пересылки данных.

Другой вариант использования компьютера в школьном физическом эксперименте – это регистрация недоступных для измерения другими средствами физических явлений и процессов с помощью видеосъёмки и последующей обработки полученных изображений на компьютере.

Для этого необходимо напрямую подключить к компьютеру цифровую видеокамеру или установить недорогую плату ввода изображения с аналоговой видеокамеры.

Использование видеоанализа позволяет сделать изучение механики более наглядным и интересным. Метод видеоанализа прост. Движущееся тело снимается видеокамерой и полученная запись вводится в компьютер. Цифровая видеозапись разбивается на отдельные кадры, для каждого из которых с помощью мышки определяются координаты движущегося тела.

Полученные данные заносятся в электронную таблицу парами «время – координата» и далее могут обрабатываться для получения графиков зависимости от времени координаты, скорости и ускорения тела, траектории движения тела, фазовых диаграмм и т.п. (рис. 10). Простота получения данных позволяет ученику сосредоточиться на объяснении полученных результатов, т. е. собственно на физике процесса.

Методика проведения видеоанализа в курсе изучения физики требует соблюдения трёх основных этапов:

1. На первом этапе (при изучении раздела «кинематика») проводятся прямые измерения параметров простых видов движения с использованием электромеханических часов и измерительной ленты. При этом учащиеся знакомятся с принципами измерения координаты и времени, причинами и возможными значениями погрешностей, графиками зависимости от времени координат и скорости.

2. На втором этапе (в курсе «динамика») учащиеся знакомятся с причинами изменения параметров движения (при изучении законов Ньютона) и физическими величинами, зависящими от движения тела (энергия, импульс).

3. На третьем этапе учащиеся знакомятся с принципом видеоанализа, узнают о возможности измерения параметров движения, которые были неизмеримыми предыдущими методами. После этого производится исследование движения какого-либо тела (падение и подскоки теннисного шарика, колебания маятника и т.п.). Можно выполнить во время занятия съёмку только одного вида движения и полученные данные раздать для обработки всем ученикам, однако лучше, чтобы каждый ученик (или пара учеников) исследовали свой вид движения. Для этого можно предложить школьникам выполнить небольшой исследовательский проект по физике и представить полученные результаты всему классу.

Видеоанализ может использоваться при изучении следующих тем:

- сила, как причина ускорения тел;
- импульс, закон сохранения импульса;
- механическая энергия, закон сохранения механической энергии;
- механические колебания и волны.

Видеоанализ может использоваться и при выполнении более развёрнутых исследовательских проектов, таких как «Физика и спорт», «Силы в природе», «Законы физики в технике».

Но использование видеокамеры в сочетании с компьютером не ограничивается только исследованием механического движения тел. Благодаря наличию точного преобразователя интенсивности излучения в электрический сигнал, камера сама по себе является измерительным прибором для регистрации изображения. С помощью программы ImageAnalyzer распределение яркости изображения можно получить в виде двумерной или трёхмерной диаграммы, либо в виде файла, содержащего числовые значения уровней яркостей как отдельно по трём основным цветам, так и в сумме. На рис. 11 пока-

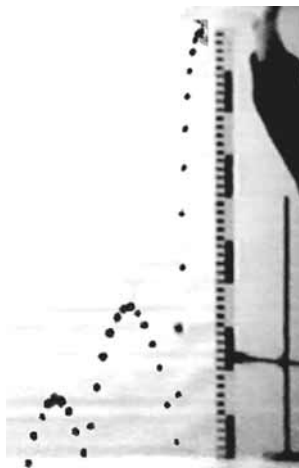


Рис. 9.

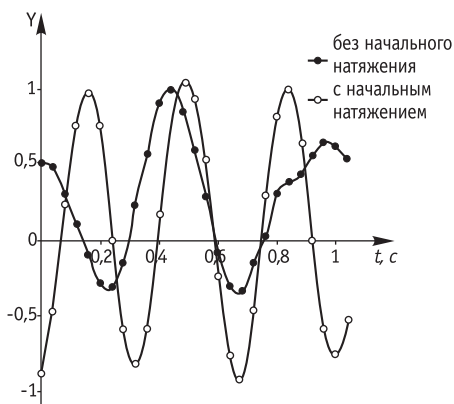


Рис. 10.

зан результат обработки дифракционной картины, полученной с помощью видеокамеры.

Необходимо учитывать, что бытовая видеокамера обладает устройствами автоподстройки уровня яркости и цветового баланса, которые могут влиять на результаты измерений. Чтобы избежать этого, при проведении эксперимента видеокамеру нужно перевести в режим ручного управления яркостью и цветовым балансом.

Кроме того, чувствительность преобразователя видеокамеры неодинакова в разных участках спектра, поэтому для измерения уровней излучений с разной длиной волны необходима предварительная калибровка видеокамеры.

В заключение можно сказать, что использование компьютера в физическом эксперименте не только является методом измерения, но и позволяет существенно изменить и дополнить процесс обучения:

- учащиеся исследуют не простейшие модели, а реальные явления, происходящие в окружающем их мире, что невозможно при других методах измерений;
- появляется возможность исследовать весь ход быстропротекающего процесса, а не только наблюдать его конечный результат;
- за счёт упрощения измерений учащиеся концентрируются на самом физическом явлении, а не на процессе получения данных;
- изучение реальных процессов, происходящих в окружающем мире, повышает интерес учащихся к изучению физики.

