

Цифровые инструменты для проведения исследовательских работ по естественнонаучным предметам

Ханнанов Наиль Кутдусович
кандидат химических наук, заведующий лабораторией
Институт научной информации и мониторинга Российской академии образования.
Школьный бульвар, 1а, г. Черноголовка Московской обл., 142432, (49652)24001
khann@dio.ru

АННОТАЦИЯ

Описаны технические устройства на основе информационных технологий и программные средства, называемые цифровыми инструментами. Обобщен опыт использования, а также показаны потенциальные возможности использования этих инструментов для организации исследовательской деятельности школьников. Обсуждаются методические проблемы и способы их решения, возникающие при использовании таких инструментов.

The different digital devices and the software for the experimental data processing and design of results were specified in the course of pupils' research. Authors experience was summarized, the potential use of these tools for the organization of pupils' research was also shown. Methodological problems of using such tools and possible solutions were discussed.

Ключевые слова

проектно-исследовательская деятельность школьников, цифровые инструменты, преподавание физики;

ABSTRACT

Keywords: design and research activities at school, digital tools, a digital collection of educational resources

Введение

Ощущение человеком того, что он чему-то научился, приходит к нему только при самостоятельном выполнении определенной операции (физической или интеллектуальной). Ситуация, когда человек находится на границе неизвестного, не может опереться ни на чей опыт, ни на чьи знания, кроме своих, когда вынужден сам лично принимать решение, чрезвычайно активизирует все способности человека, о которых он, возможно, даже не знал.

В учебной деятельности такие ситуации естественным образом возникают при организации учебного исследования. При этом ученик в той или иной степени при проведении такого исследования столкнется и с поиском информации на заданную тему при огромном ее избытке, и с изложением информации незнакомым языком, стилем и с поиском информации в источниках, лишь косвенно связанных с заданной темой.

Наверное, по этой причине в условиях возрастания потоков информации в целях образовательных стандартов все чаще звучит тема обучения учащихся основам проведения исследований на заданную тему, причем такие цели закладываются даже в варианты новых образовательных стандартов для школы (см., например, Приказ Минобрнауки России №1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования», 2010 г., (<http://mon.gov.ru/files/materials/7195/1897.pdf>)).

Очевидно, что информационные технологии имеют самое широкое распространение в реальных научных исследованиях, как экспериментальных, так и теоретических. Окружающий школьника быт также все больше и больше связан с информационными технологиями (мобильная связь, цифровое телевидение, измерительные и диагностические приборы, обработка изображений и т.д. и т.п.). Поиск информации в современном мире также немислим без использования компьютера. Представление своей работы во время публичного выступления без использования компьютерной презентации также уже кажется анахронизмом. Привлечение информационных технологий на всех этапах проведения исследования школьниками является естественным процессом их приобщения к деятельности в окружающей реальности. Использование компьютерных технологий на этапе сбора информации по теме, проведения собственного исследования неизбежно создает у ребенка ощущение современного, интересного сейчас, естественного действия, связанного с жизнью, что немаловажно для появления мотивации к занятию такой непростой деятельностью, как исследовательская работа.

Теоретическая часть

Использование информационных технологий при проведении исследований по различным школьным предметам можно рассматривать как проведение работы на стыке двух школьных дисциплин: информатики и предмета, по которому делается проект, а также как осуществление деятельности, помогающей воспринять компьютер как один из инструментов для выполнения определенных задач.

В данной работе мы не затрагиваем анализ самой возможности организации исследовательской деятельности в рамках классической классно-урочной системы, в рамках преподавания предметов проектным методом и т.п. Целью работы является анализ общедоступных компьютерных программ, которые позволяют организовать творчество учителя-предметника и ученика. Почти все обсуждаемые цифровые инструменты доступны в единой цифровой коллекции образовательных ресурсов, созданных по заказу правительства РФ (www.school-collection.edu.ru), хотя фирмы, создавшие эти программы по госзаказу, продолжают совершенствовать эти программы и выпускают их коммерческие версии. В обсуждении затронем и некоторые коммерческие программы, не вошедшие в единую цифровую коллекцию и поставляемые с оборудованием для проведения экспериментальных работ.

Методические возможности этих программ еще слабо осознаны преподавателями школ и учреждений дополнительного образования.

Рассматриваемые инструменты предназначены для использования информационной техники в естественнонаучных исследованиях на различных этапах:

- 1) регистрация этапов протекания природных явлений или измерение количественных параметров в эксперименте – цифровые датчики. К ним можно отнести цифровые камеры для фиксации изображения (фотоаппарат, видеокамера, веб-камера), диктофон с микрофоном, датчики расстояния, температуры, освещенности, анализаторы химических соединений и т.д.);

- 2) обработка результатов (программы для определения относительных размеров, углов на фотографии, получения таблиц с зависимостью координат тел от времени при кадровом анализе видеофрагмента и т.п.);
- 3) установление закономерностей, взаимосвязи между измеренными параметрами процессов (редакторы таблиц, позволяющие построение графиков, сравнение экспериментальных графиков с графиками известных функций и т.д.);
- 4) моделирование процессов (моделирующие среды, позволяющие, задавая начальные условия следить за развитием процессов при заданных законах взаимодействия объектов на экране);
- 5) составление отчета (программы для сведения и сопоставления информации представленной в разном виде с включением в отчет всех видов мультимедиа от текста до видео).

Практическая часть.

Цифровые камеры.

В качестве датчика внешнего сигнала, который в конечном результате регистрируется и обрабатывается компьютером, могут быть рассмотрены устройства:

- традиционно рассматриваемые как периферийные устройства компьютера (сканер, веб-камера, микрофон);
- бытового или профессионального предназначения, существовавшие в виде устройств регистрации аналогового сигнала, а в настоящее время перешедшие в режим цифровой обработки (фотоаппарат, диктофон, весы, термометр, ультразвуковой датчик положения);
- профессионально используемые в научных исследованиях (датчики магнитного поля, напряжения, освещенности и т.д.).

Ясно, что грань между тремя категориями устройств весьма условна и достаточно быстро размывается. Многие приборы, считавшиеся еще недавно профессиональными инструментами переходят в ранг бытовых. Так, например, произошло с электронными весами и фотоаппаратом. Снижение стоимости электронных весов привело к вытеснению стрелочных механических аналогов. В случае фотоаппарата переходу его в категорию массовых бытовых приборов послужили автоматизации большинства процедур при фотосъемке, ликвидация процедуры «мокрого» проявления пленки и фотобумаги. Теперь фотоаппарат постепенно заменяет и видеокамеру. Информация с него легко перебрасывается на компьютер, фотоснимки и видеофрагменты редактируются, фотографии печатаются на принтере.

В силу ограниченности объема статьи, мы остановимся лишь на некоторых устройствах, которые можно рассматривать как доступный инструмент исследовательской деятельности.

Возможности использования *цифрового фотоаппарата* еще слабо осознаны российской педагогической наукой и практикой. В исследовательской деятельности, начиная с младших школьников, фиксирование изображения при наблюдении различных явлений может стать важным инструментом доказательности наблюдаемых явлений, даже если они не сопровождаются количественными измерениями. К такого рода фото и видео фактам исследовательской деятельности можно отнести отчеты из далеких экспедиций, экскурсий на промышленные предприятия, выставки и т.п. Имеются многочисленные примеры создания прекрасных цифровых коллекций растений и животных, произрастающих и обитающих на определенных территориях [1]. Эти результаты детских экологических экспедиций ложатся в основу создания местных «Красных книг» и мониторинга состояния окружающей среды.

На рис.1 приведены примеры отчетов о домашних экспериментах по физике у учащихся 8 класса при изучении длительных процессов (2-3 недели) [2].



Рис.1. Примеры фотографий, включенных школьниками в отчет о длительных домашних экспериментах по изучению диффузии (слева), набуханию полимеров (в центре) и выращиванию кристаллов (справа)

Фотоаппаратом можно зафиксировать и процессы, которые, наоборот, могут наблюдаться только в течение короткого времени или только при создании определенных условий (рис.2).

Качественные «фотографии» плоских предметов можно получить с помощью сканера с большим разрешением. Это могут быть детали технических устройств, твердые продукты химических реакций, части растений, кожи, шерсти и т.д.

Цифровой снимок позволяет за счет использования маленькой выдержки при съемке и за счет «цифрового увеличения» фрагментов снимков «пронаблюдать» то, что не видно невооруженным глазом. Это позволяет создавать на их основе цифровые коллекции, электронные гербарии и т.д., обсуждать и иллюстрировать сходство и отличие деталей различных объектов коллекции, что часто являлось основой школьных исследовательских работ по биологии. Кроме того, цифровая камера (фотоаппарат, видеокамера, веб-камера) позволяет объективно зафиксировать и обработать мнимое изображение в оптических системах, которое раньше подавалось лишь словесному описанию или изображению в виде рисунка, отражающего образ, возникающий в мозгу человека.

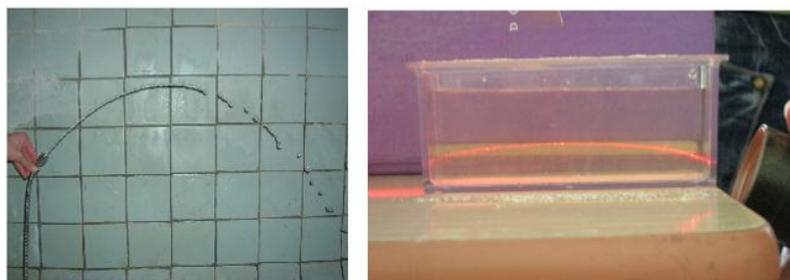


Рис. 2. Примеры фотографий эксперимента, проводимого в специальных условиях (струя воды в ванной) (слева), или условиях, реализуемых на короткое время (движение «луча» лазера по кривой в кювете на границе раствора сахара и чистой воды)

На рис.3. показаны увеличенные фрагменты фотографии струи воды и зерен пшени. В первом случае малая выдержка позволяет фиксировать на фото место где струя начинает делиться на капли, обсуждать как это связано с диаметром

и скоростью потока воды в этом месте и т.д. Во - втором – разглядеть дефекты зерен, обсуждать вопросы о среднем его размере, определить этот размер и т.д.

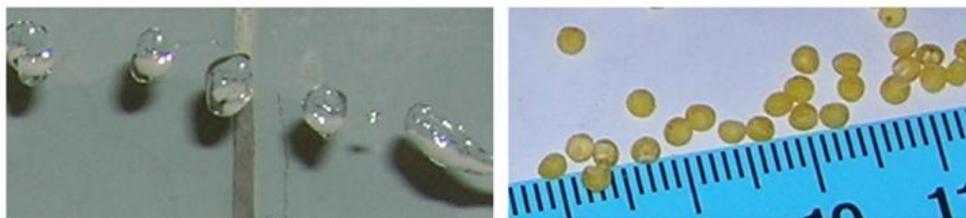


Рис. 3. Форма капель воды в летящей струе воды (слева), формы зерен пшеницы, заметные на цифровых фотографиях (справа), увеличиваемых с использованием стандартных программ (MS Word или Paint)

На рис. 4 показаны примеры цифровых снимков «мнимых изображений» получаемых при использовании рассеивающей линзы и с помощью дифракционной решетки. В первом случае обработка такого снимка позволяет получить фокусное расстояние рассеивающей линзы [3], а в другом рассчитать длины волн линий в линейчатом спектре экономной лампы [4].



Рис. 4. Фотографии мнимых изображений, получаемых с помощью фотоаппарата и оптического устройства (указано в скобках), помещенного перед объективом: слева – линии на листке бумаги (рассеивающая линза); справа – линейчатый спектр «экономной лампы» (дифракционная решетка)

Следует отметить, что в ряде случаев *веб-камера* имеет преимущество перед камерой фотоаппарата, хотя разрешающая способность ее существенно хуже.

Во-первых, программы, поставляемые с веб-камерой, позволяют запрограммировать ее так, чтобы она делала снимки через определенные моменты времени, что дает возможность создавать эффекты ускорения процессов.

Во-вторых, веб-камеры выпускаются с оснасткой, позволяющей надеть ее на объектив микроскопа или телескопа и зафиксировать фотографию или видеофрагмент, который невозможно наблюдать невооруженным глазом.

В-третьих, используя USB удлинитель, можно установить веб-камеру в местах, где присутствие человека нежелательно, и наблюдать явления, ранее недоступные для исследований школьника.

В-четвертых, матрица веб-камеры чувствительна к инфракрасному (ИК), что позволяет фиксировать изображения предметов, невидимых глазом.

В-пятых, веб-камера обычно в разы дешевле цифрового фотоаппарата.

Эти особенности веб-камеры позволяют снимать медленные физические процессы, химические реакции и биологические явления и затем просмотреть подобие видеоролика роста кристалла, выпадения осадка или прорастания семени, поворот растения за солнцем, движение усиков гороха, раскрытие, цветение и скручивание перед опадением цветка (см. например, работу [5]).

Насадка веб-камеры на окуляр или замена ею окуляра позволяет задействовать такие школьные оптические приборы как микроскоп и телескоп (рис. 5), пере-

водя их в режим близкий к современной работе профессиональных микроскопов и телескопов.

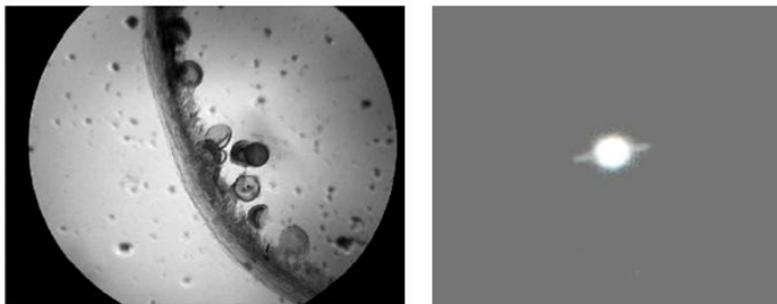


Рис. 5. Цифровые снимки, полученные учеником 7 класса с помощью веб-камеры, насаженной на объектив микроскопа – пылцы на пестике цветка (слева), на объектив телескопа – планеты Сатурн на ночном небе (справа)

Дистанционное использование веб-камеры эквивалентно съемке скрытой камерой, что позволяет, например, можно сделать фильм о поведении птенцов в гнезде птицы. Чувствительность веб-камеры к в ИК диапазоне излучений позволяет планировать работы по созданию самодельных детекторов фальшивых купюр и документов, созданию чернил, надписи которыми видны только в специальных условиях, созданию ИК фонарей съемки объектов в темноте, изучению чувствительности глаз животных в темноте и т.д.

Возможные подходы к использованию *цифрового диктофона* в организации деятельности учащихся на уроках физики описаны в [6]. Ясно, что диктофон крайне востребован в проектах по гуманитарным предметам, связанных, например, с интервьюированием людей. Однако и в проектах по биологии, связанных например, с голосами птиц он незаменим.

Информационные технологии дают существенные преимущества в систематизации таких файлов: может быть составлен каталог с гиперссылками на звуковые файлы. Кроме того с помощью таких файлов может быть проведена идентификация голосов птиц по частотной характеристике при сравнении с уже известным образцом.

Датчики физических величин.

Использование цифровых датчиков таких физических величин как напряжение, давление, индукция магнитного поля, освещенности, цифрового микрофона, оптоэлектронного датчика, ультразвукового датчика и др. невозможно без соответствующего программного обеспечения.

Примеры подходов к их использованию для организации исследовательской деятельности по физике в профильной школе и в основной школе учителями России приведены нами в работе [7] и в реализованном на основе датчиков «Архимед» и программ «MultiLab» и «1С:Измеритель» в проекте НФПК «Компьютер в системе школьного практикума по физике» [8]. Методика применения цифровых датчиков описана также в методическом пособии [9] и диссертационных исследованиях [10].

Даже если датчики используются в рамках классно-урочной системы преподавания, например, в компьютеризированном практикуме [11], то работа ученика также может строиться как «субъективное открытие» или «учебное открытие» известной в физике закономерности, а не как проверка закономерности, известной ученику на момент проведения работы (из лекции или учебника). При разработке такого иссле-

довательского практикума важно, чтобы датчик и компьютер были не просто заменой стандартных физических приборов, а давали новое качество.

Это новое качество может лежать в области получения значений величин, которые нельзя получить традиционным образом, в области упрощения техники или экономии времени проведения эксперимента, давать методические преимущества по проверке этапов работы учителем и т.п. Реализация этих принципов с созданием цикла работ, перекрывающего весь школьный курс физики возможно только при комплексном подходе в создании системы «оборудование – компьютерная программа – методика проведения».

В качестве примера получения данных недостижимых без использования датчиков здесь можно привести датчик магнитного поля, показания которого базируются на эффекте Холла и который раньше не был доступен в школьных экспериментальных работах [8].

Компьютерные редакторы таблиц и графиков.

В любом исследовании, связанном с количественными сравнениями величин, возникает вопрос об отражении обнаруженных количественных закономерностей. Отображение информации в виде ряда или столбцов чисел крайне трудно воспринимается большинством людей. Поэтому, если две отражаемые числовыми рядами величины связаны между собой, человек использует аналитическое описание чисел в двух столбцах (рядах) или графическое отображение. Графическое отражение (построение графиков) помогает более наглядно отразить взаимосвязь между величинами, представленную и в виде таблиц и в виде аналитических зависимостей.

В реальном эксперименте накапливается дискретный набор чисел, каждое из которых содержит еще и погрешность. График аналитической функции является непрерывной гладкой кривой. Таким образом, при обработке экспериментальных данных с построением графика возникает две задачи: отображение табличных данных в виде совокупности дискретных точек на графике и сопоставление этого отображения с непрерывной кривой, связанной с аналитической зависимостью $y(x)$.

Компьютерные программы, позволяющие один вид информации (таблица, график, формула) перевести в другой и сопоставить их, существуют (наиболее доступна в школе MS Excel) и называются обычно редакторами таблиц. Проведены серьезные исследования по системному использованию редактора таблиц MS Excel в физическом практикуме [12].

Однако главным в случае проведения эксперимента в виде исследования, а не проверки известной зависимости, становится не техническое использование редактора, а обучение логике подбора и выбора аналитической функции, удовлетворительно описывающей эксперимент.

Как показали наши эксперименты, если разработана простейшая инструкция по использованию редактора таблиц [8], то использование этого редактора при обработке эксперимента – это вполне посильная задача для восьмиклассников.

На рисунке 6 показана обработка одних и тех же экспериментальных данных прямой и параболой. Утверждать «на глаз», что прямая линия лучше параболы описывает наблюдаемую зависимость, вряд ли, можно. На самом деле вопрос еще сложнее, поскольку каждая точка является не точкой, а некоторым прямоугольником, который в разных точках может иметь разный размер, поскольку величины X и Y измерены с некоторой погрешностью. Если полагать, что погрешности данных величин имеет такое значение, что они не превышают размер изображенных на рисунке квадратиков, то нужно сделать вывод, что эксперимент правильно описывает скорее вторая кривая, чем первая, поскольку на первом графике два квадратика не касаются прямой. Если же погрешность измерения для величин X и Y больше, то обе зависимости одинаково подходят для трактовки.

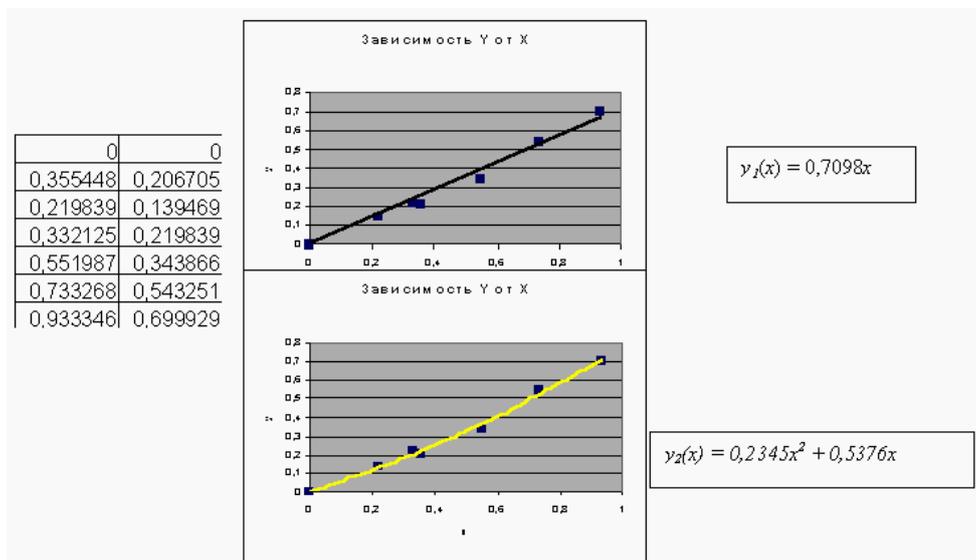


Рис.6. Аппроксимация приведенных в таблице экспериментальных данных:
 графиком прямо пропорциональной зависимости $y_1(x) = Ax$ (вверху),
 графиком параболы вида $y_2(x) = Ax^2 + Bx$ (внизу)
 (коэффициенты A и B подбирались с использованием инструментов MS Excel)

Обучение сравнению качества совпадения теоретической кривой и экспериментальных точек по статистическим характеристикам, выдаваемых компьютером, в существующих курсах физики не рассматривается. Поэтому в таких случаях учитель физики рекомендует:

- либо уменьшать погрешность измерения и отделить одну кривую от другой методом линеаризации (построением зависимости в координатах, в которых она должна описываться уравнением прямой);
- либо, если первое невозможно, испытывать зависимость на предсказание величин, при тех значениях, где можно думать, что зависимость еще должна выполняться;
- либо, если невозможно ни первое, ни второе, прибегают к «принципу простоты» или «не морочьте себе голову», выбирая наиболее простые математические зависимости, в данном случае прямую с уравнением, в котором на одно слагаемое меньше.

Второй методической проблемой является проблема «прореживания» таблицы, получаемой как результат обработки сигнала с датчиков или обработки видеоизображения. Сигнал, поступающий на компьютер с цифрового датчика, это тоже таблица цифр, только эта таблица может иметь размер в несколько тысяч строк. Поэтому важно иметь возможность получения «прореженной таблицы», которую можно перевести в форму графика, а затем анализировать «на глаз». В противном случае придется сравнивать гладкую «аналитическую» кривую с кривой, «пляшущей экспериментальной» или с «шумящей кривой» с наложением случайных рывков.

В школьных исследованиях важно, чтобы ученик научился сам отбирать нужное количество точек из представленной большой таблицы.

Ниже приведены два примера задач, при решении которой происходит отработка этого навыка, и инструмента, с помощью которого процедура прореживания и анализа графика осуществляется. Один из них является инструментом для обработки сигнала с датчика, второй – для обработки фотографий или видеофрагментов.

Пример 1. Программа обработки сигнала с оптоэлектронного датчика фирмы «Научные развлечения» [11].

Для получения экспериментальных данных в одной из работ используются грузы на нити, перекинутой через блок, в колесе которого прорезаны 10 секторов.

После запуска системы в момент времени t_0 первый раз срабатывает оптоэлектронный датчик, луч S которого идет перпендикулярно колесу блока. Грузы к этому моменту уже разгоняются до некоторой начальной скорости v_0 . Срабатывание происходит всякий раз, когда луч, двигаясь от излучателя к приемнику, пересекает границу между прозрачным и непрозрачным секторами блока. Это позволяет зафиксировать моменты времени t_1, t_2, \dots, t_n , когда колесо блока повернулось на угол, равный углу раствора одного, двух и т.д. секторов ($\frac{360^\circ}{20} = 18^\circ$, см. рис.7).

Диаметр паза для нити в колесе блока равен D , поэтому датчик фиксирует время прохождения каждым из грузов расстояния $s_1 = \frac{\pi D}{20}$, $s_2 = 2 \frac{\pi D}{20}$, ..., $s_n = n \frac{\pi D}{20}$.

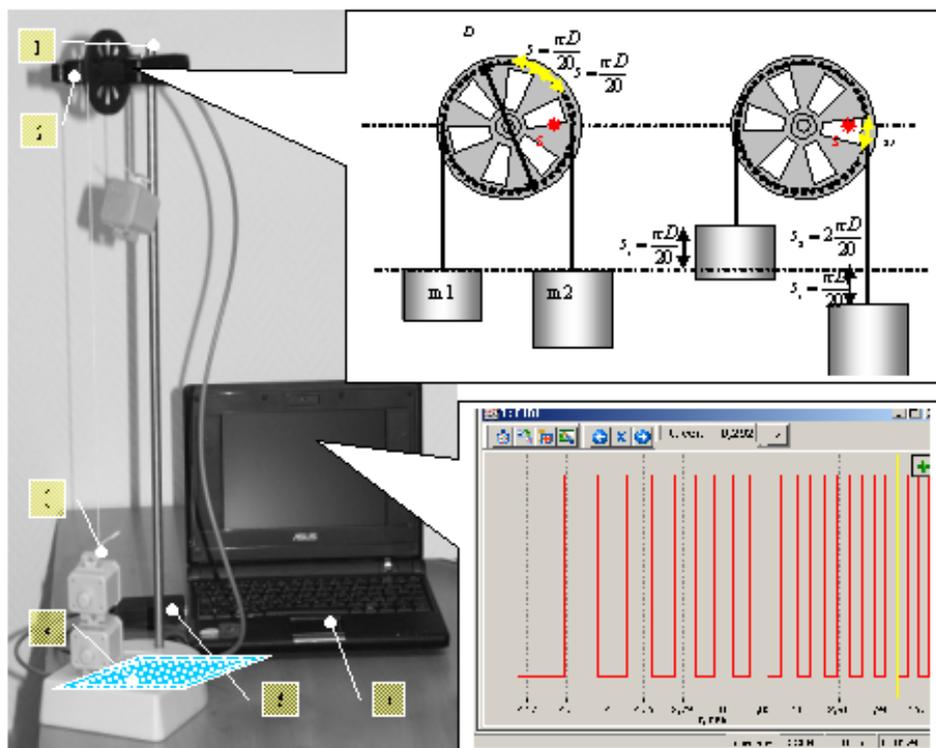


Рис.7. Инструменты: «вертикальный маркер» и «занесение момента времени под маркером в Таблицу» для отбора «нужных» моментов времени на кривой, зарегистрированной датчиком в ходе движения двух грузов на блоке

На экране компьютера возникает сигнал, показывающий, что часть времени луч в створе «оптоворот» перекрыт непрозрачным сектором колеса блока, а часть времени открыт. Этот сигнал формируется на основе счетчика времени внутри компьютера и сигнала от датчика, который поступает не реже, чем 1 раз в 1мс. Если весь массив этих данных передать на обработку ученику, то таблица будет очень длинной. Но в данном случае для обработки эксперимента нужны только моменты времени перекрывания луча оптоэлектронного датчика.

Для фиксирования этих моментов времени ученику дается инструмент «вертикальный маркер» (вертикальные зеленая и желтая прямые на рис.7) и инструмент «занесения момента времени под маркером в Таблицу» (кнопка «+», рис.7). Он устанавливает на экране зеленый вертикальный маркер, фиксирующий начало отсчета, а затем желтым маркером отмечает и переносит в таблицу моменты переходов датчика из состояния «открыт» в состояние «закрыт». Операции установки маркеров и переноса соответствующего числового значения в таблицу осуществляется одним «кликом» кнопки мыши в нужном месте экрана.

Заполнение второго столбца таблицы, с данными расстояний, на которые сместился груз за отмеченные учеником промежутки времени, осуществляется вручную или введением смещения груза от времени, отмеченного в одной строке таблицы, до времени отмеченного в следующей строке. Таким образом, программа с одной стороны экономит время на рутинных операциях, с другой стороны требует, чтобы учащийся осознавал, какому событию в реальности соответствует тот или иной момент времени на кривой, отображенной на экране. Такую заполненную сознательно и содержащую максимум 20 строк таблицу можно экспортировать во внешний редактор таблиц Excel для дальнейшей обработки.

Пример 2. Программа обработки изображения «1С:Измеритель» [12]

Изображение в компьютере также кодируется в виде череды цифр, указывающих построчно яркость и цвет точки в соответствующей строке экрана. Ясно, что эта таблица содержит сотни тысяч или миллионы чисел.

Для получения «прореженной» таблицы, которую можно обрабатывать сознательно в течение конечного времени, используются программы по обработке фото и видео. Рассматриваемая программа одна из них.

При загрузке фотографии в программу «1С:Измеритель» в ней появляется инструментарий по установке системы координат, масштаба, и установки точек (отрезков или углов) которые будут измеряться с помощью выбранной системы координат (рис.8).

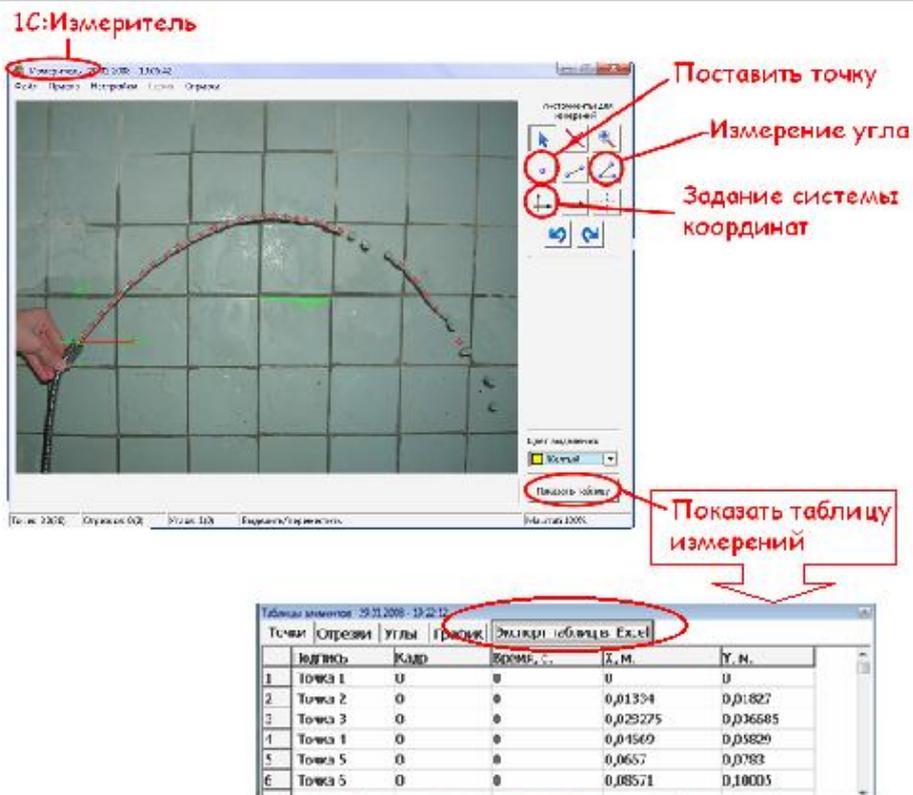


Рис. 8. Инструмент «Точка» для обработки фотографии, позволяющий координаты точек на кадре заносить в таблицу и экспортировать Таблицу в MS Excel для дальнейшей обработки

В качестве единичного отрезка можно выбрать, например, высоту кафельной плитки, растянув вдоль нее отрезок и вбив его длину в соответствующее окошко. Начало координат выбрано в начале появления струи из шланга, направление осей вертикально вверх и вправо. Клики левой кнопкой мыши (при нажатой кнопке «Точка») на точках экрана, через которые проходит изображение струи, приводит к формированию таблицы координат этих точек в выбранной системе координат. Эта таблица может быть экспортирована в Excel и уже там обработана.

Если в «1С:Измеритель» будет загружен видео файл, например с броском мяча (рис.9), то в нижней части интерфейса появится инструментарий для покадрового пролистывания видеофрагмента. Также как при обработке фотографии следует задать систему координат, растянуть масштабный отрезок (например, по росту человека в кадре) и нажать кнопку «Точка». Затем листая кадры, отмечать на них положение мяча, при этом будет формироваться таблица, в которой время отсчитывается по времени следования кадров видеофрагмента, считая от выбранного за начальный.

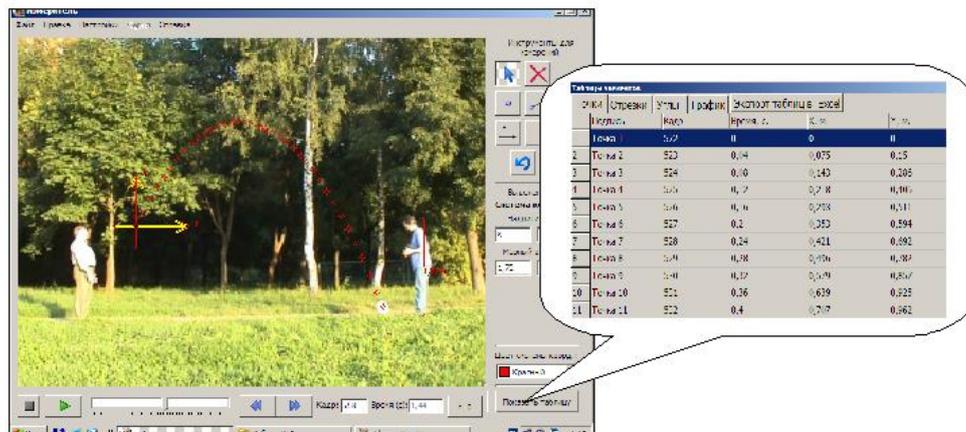


Рис. 9. Инструмент «Обработка видеофрагмента» для получения таблицы координат движущегося предмета в разные моменты времени и экспорта таблицы в MS Excel

Такую таблицу затем можно экспортировать в Excel и обработать там, получив зависимости координат мяча от времени $y(t)$, $x(t)$ или уравнение его траектории $y(x)$.

Программы по обработке изображений могут быть использованы в исследовательских работах не только по механике. В частности по физике они были использованы [2, 8, 14] работах следующей направленности:

- Измерение среднего размера пшена (изучение увеличенного фрагмента фото рассыпанного зерна на фоне линейки).
- Измерение высоты башни и ширины озера (сравнение размера озера и пирса на фото с дельтаплана, сравнение высоты башни с ростом мальчика на фото).
- Параболы вокруг нас (форма струй воды, границы пересечения конуса света с плоскостью листа, границы жидкости в конической колбе, траектории мяча, формы поверхности воды во вращающемся сосуде).
- Измерение длины волны инфракрасного излучения» (обработка кадров с ВЭБ камеры).
- Исследование поляризации света» (обработка серии фотографий с различным положением поляроида).
- Геометрия радуги» (обработка серии фотографий с преломлением света лазера на круглых границах).
- Изучение звуков музыкальных инструментов» (обработка скриншотов сигнала с микрофона).
- Определение ускорения трогаящегося транспорта (измерение угла наклона жидкости при разгоне и остановке в машине и вагоне метро).

Инструменты для компьютерного моделирования.

На российском рынке фигурирует ряд продуктов, которые можно назвать средами для моделирования. Среди наиболее часто используемых в школах России программ можно назвать «Живую физику» (локализован в России Институтом Новых Технологий, г.Москва), «Stocodile physics» (локализован в России фирмой «Новый диск», г.Москва) и отечественные разработки «Стратум» (Пермский государственный технический университет) и ряд моделей диска «Открытая Физика» (фирма «Физикон», г.Долгопрудный).

О методических возможностях этих программ можно прочитать в монографиях [15, 16] и на сайтах разработчиков. Можно выделить два направления моделирования – это визуализация протекания процесса при выборе различных начальных условий (тело, брошенное под углом к горизонту или запуск спутника вокруг Земли) и имитация лабораторных установок с показаниями приборов или воображаемых объектов (сборка электрических, оптических, акустических систем). Ряд из них можно использовать в исследовательской деятельности школьников в сочетании с реально проводимым экспериментом. В работе [15] приведено и большое число ссылок на открытые цифровые ресурсы, которые автор использовал в своей преподавательской практике.

Мы в качестве примера приведем менее известную моделирующую среду Molecular Workbench, входящую в цифровой инструмент «Десять ступеней биомолекулярной грамотности: от атомов и электронов до ДНК и Белков (10-11 классы)» [17], адаптированную для России в проекте НФПК и доступную в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов.

Эта разработка содержит инструментарий по наблюдению структуры полимерной молекулы, содержащей заряженные и незаряженные группировки, в зависимости от полярности среды. Поскольку белок также является макромолекулой, состоящей из 20 аминокислот, расположенных в определенной последовательности, то варьируя аминокислоты, содержащие полярные группы и на содержащие таковые, можно регулировать форму белковой глобулы в воде. В программе задается последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК (рис.10), затем программа по этому коду синтезирует белок из соответствующих аминокислот и учащийся наблюдает форму такой макромолекулы в воде.

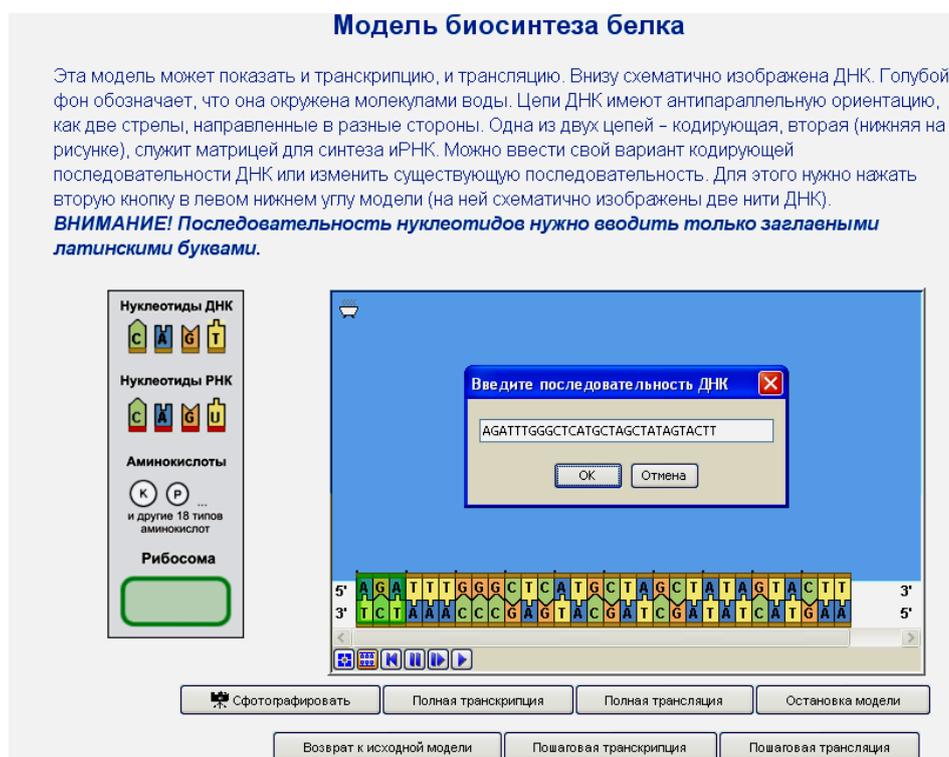


Рис. 10. Моделирование формы макромолекул белков с определенной последовательностью аминокислот

с помощью инструмента «Molecular Workbench»
(образовательный консорциум «Конкорд»)

Моделирующая среда Molecular Workbench позволяет построить огромное число работ на стыке биологии, химии, физики и информатики, которые помимо компьютерного моделирования могут включать систематизацию материалов по структуре того или иного белка, установленной другими методами, а также о функции тех или иных белков или синтетических полимеров.

Инструмент для составления электронного отчета об экспериментальной работе.

Заключительным этапом любой учебной исследовательской деятельности является подготовка отчетного документа по выполненному проекту. В настоящее время уже стало традиционным подготовка отчета по итогам естественнонаучных исследований в виде устного доклада сопровождаемого компьютерной презентацией, созданной в редакторе MS PPoint или его аналоге, или файла в виде документа MS Word.

Между тем число форм, в которых такой отчет может быть подготовлен, растет с развитием информационных технологий. Увеличилось число проектов, которые заканчиваются созданием сайта в виде набора текстовых html-страниц, с внедренными в них фотографиями, видео и анимационными фрагментами. Для этого уже не требуется знания программирования, а могут быть использованы различные конструкторы сайтов [18], включая коммерческие продукты [19] или общедоступные сервисы Google или Яндекса.

Ниже приведены примеры двух новых программ, позволяющих оформить результаты школьной исследовательской деятельности экспериментального или реферативного характера.

При использовании первого инструмента (Пример 3) в ходе выполнения экспериментальной работы у учащихся формируются навыки оформления отчета, который изготавливается и корректируется в ходе работы. Позже все графические объекты могут, естественно, при необходимости быть перенесены в презентацию или рукопись тезисов доклада.

Пример 3. Электронный отчет в рамках компьютеризированного практикума [11].

Уже упоминавшаяся выше программа фирмы «Научные развлечения» для проведения экспериментальных исследований с использованием датчиков физических величин, содержит еще один сервис, пока редко используемых в других программах. Она позволяет сохранять промежуточные экспериментальные кривые, являющиеся отображением сигналов с датчиков в зависимости от времени, в виде рисунков, сразу включая их в итоговый электронный отчет, формируемый в виде rtf-файла.

Сюда же можно автоматически перенести заполняемые в ходе обработке таблицы, построенные внутри программы графики, включить фотографию установки, на которой проводится эксперимент, сделав ее с помощью встроенной или подключенной наряду с датчиками веб-камеры. Также возможно копирование фрагментов текстов и рисунков из других документов, реализованное во всех текстовых редакторах.

Второй инструмент (Пример 4) дает возможность создать в результате проведенных исследований систематизированный и одновременно крайне разветвленный отчет. Сравнение событий в одинаковом масштабе времени позволяет сопоставлять и противопоставлять информацию о событиях, представленную в разных видах, подвергая их тщательному анализу. С помощью такого цифрового инструмента можно, напри-

мер составить отчеты об исследовательских работах, проводимым по следующим направлениям:

- Развитие геологии (фауны, флоры, экономики, культуры) Земли (страны, края, региона, местности), масштаб: тысячелетия - десятилетия;
- Портреты на фоне эпохи (история физики, химии и т.д.), масштаб: столетия - десятилетия;
- Истории создания творческих объединений, взаимосвязь особенности личности и его творчества и т.д., масштаб: столетия - десятилетия;
- Дневники походов, экспедиций. Масштаб: месяцы - дни;
- Отчет о динамике процессов (физических, химических, биологических), масштаб: столетия - миллисекунды.

Пример 4. Лента времени [20]

Компьютерная программа "ОСЗ Хронолайнер", помещенная в Единую цифровую коллекцию образовательных ресурсов (www.school-collection.edu.ru) позволяет построить многомерную мультимедиа картину развития событий в различных масштабах времени (от миллисекунд до миллионов лет). Это принципиально новое комплексное программное средство общеобразовательной направленности, предназначенное для создания, упорядочивания, визуализации и анализа иллюстративно-хронологических материалов. Оно позволяет интегрировать в единое целое разнообразные виды информации (тексты, иллюстрации, анимации, видео, и т.д.) на основе хронологических взаимосвязей.

Шкала времени растягивается и сжимается. События на ней можно представлять (рис.11 и12):

- в сжатом виде (точками с появлением краткого названия при наплывании курсора на точку);
- в развернутом виде (флажками с названиями событий);
- в подробном отображении (карточки событий с фрагментами видеоряда и более подробной информацией о событии).

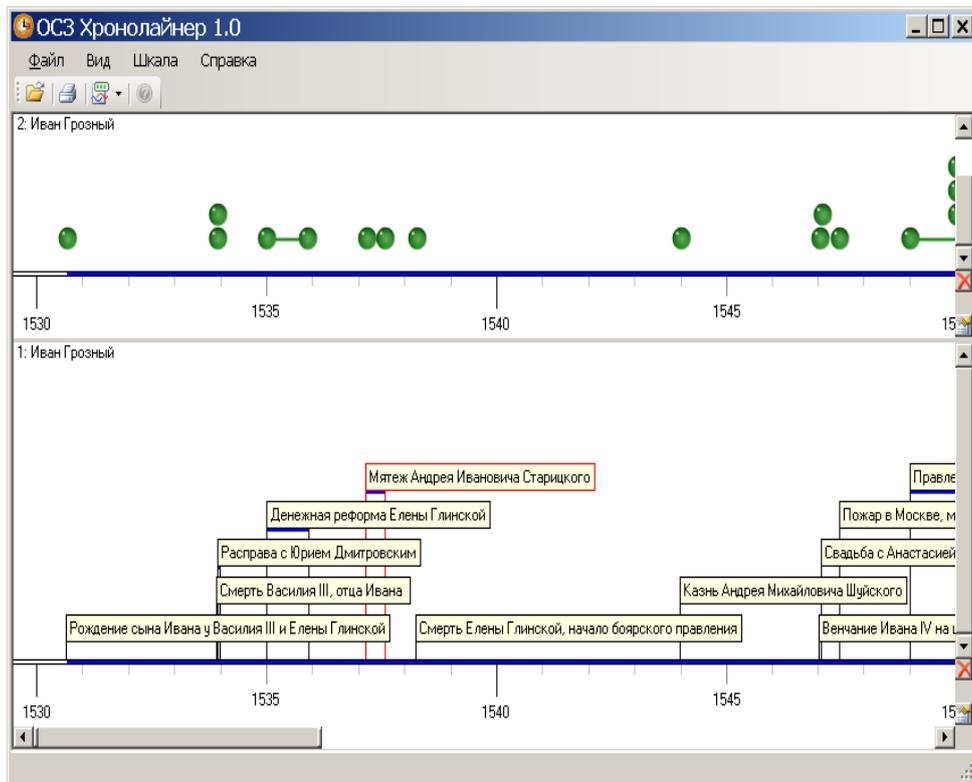


Рис. 11. Различное представление серии одних и тех же событий или их длительности на масштабируемой шкале времени (инструмент "ОСЗ Хронолайнер"):

- сжатый вид – зеленые точки и отрезки
- с появлением названия события при наведении курсора на точку (верхняя шкала);
- развернутый вид – флажки с названием событий
- с возможностью выделения флажка события цветом (нижняя шкала)

При представлении ленты времени в подробном отображении на ленте времени имеется краткое описание с иконкой. По клику на иконку карточка открывается в отдельном окне. В «Карточку события» могут быть включены рисунки, гиперссылки на источники информации в Интернет. Также по гиперссылке запускаются анимации и видео, расположенные на жестком диске.

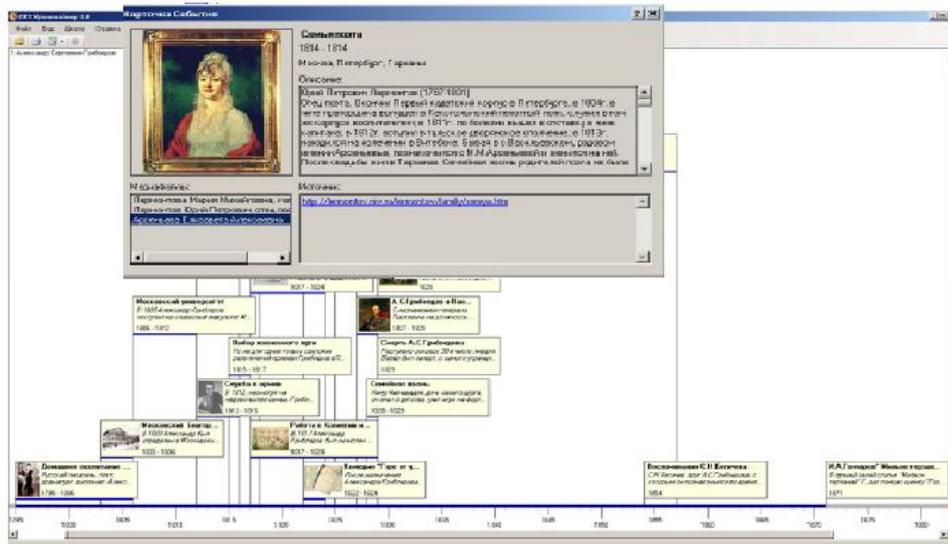


Рис. 12. Представление серии событий на шкале времени в подробном отображении в виде «Карточки события» с текстом, иллюстрацией и гиперссылками (инструмент "ОСЗ Хронолайнер")

На экране можно представить несколько шкал времени, как разносортных (например, биографии разных людей), так и односортных (различного вида события одного человека), задавая их в разной степени подробности. События на каждой из линий времени фильтруются по определенному набору свойств, заданных в карточке каждого события при ее создании. Карточка каждого события может содержать любые мультимедиа файлы (анимации, видеофрагменты, фото, рисунки, тексты, звуковые файлы), кроме того, в нее включаются прямые ссылки на ресурсы Интернет. Карточка при подробном отображении событий на Ленте времени открывается кликом кнопки мыши (рис. 12).

В заключение отметим еще один инструмент, позволяющий проводить с учениками работы самой различной предметной направленности, – «Конструктор интерактивных карт» (фирма «1С»). Имеются примеры его использования в работах школьников по прямому назначению [21]. Нами предложено использовать его как конструктор интерактивных заданий по различным школьным предметам [22], что может лежать в основе самостоятельной творческой работы школьников, а значит, и быть названо проектом по созданию нового продукта, что лежит по педагогическому эффекту крайне близко к исследовательской деятельности.

Заключение.

Таким образом, в настоящее время имеется огромный арсенал цифровых инструментов для получения и систематизации научных данных, который может вывести исследования школьников на совершенно новый качественный уровень. Его следует задействовать сначала для организации междисциплинарных работ на стыке информатики и естественнонаучных предметов, а затем и в самостоятельных работах. Как показывает практика, цифровые инструменты, задуманные и созданные как узкопредметные, по своему техническому и методическому потенциалу оказываются существенно «надпредметнее» и позволяют организовать, создавать новые объекты виртуальной реальности. Прелесть динамических объектов, создаваемых с помощью

компьютерных программ такая же, как прелесть детских стихов, сочиняемых к празднику. Комбинирование многих знакомых элементов создает базу для полета в неведомые творческие дали.

Литература.

1. Иванов Г. А. Организационно-педагогические условия полевых экологических экспедиций // Педагогические технологии. – 2005. – №4. – С. 68-77.
2. Ханнанов Н. К., Ханнанова Т. А. Использование цифровых инструментов для организации междисциплинарных исследовательских работ школьников // Информационные технологии в образовании. XVIII Международная конференция-выставка: Сборник трудов участников конференции. Ч. III. – М.: МИФИ, 2008. – С. 44-45
3. Ханнанов Н.К., Оптика. Руководство для учащихся по выполнению лабораторных работ. – М.: Научные развлечения, 2009. – 48 с.
4. Ханнанов Н. К., Поваляев О. А., Цуцких А. Ю. Изучение линейчатого спектра «экономной лампы» // Физика в школе. – 2010. – №2. – С. 51-59
5. Дмитриева Н. Нужен ли школьному биологу компьютер, или Ода компьютерной периферии // Первое сентября, – 2005, – №47, URL: <http://ps.1september.ru/article.php?ID=200505514> (дата обращения: 9.06.11)
6. Зиганов М.А., Шавкунов А.Р. О применении цифровых диктофонов на уроке физики // Физика в школе. – 2006. – №4. – С. 29-33.
7. Ханнанов Н.К. Концепция использования цифровых технологий при проведении физического практикума, Черноголовка, ИНИМ РАО, 2007, 80 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inim-rao.ru/mode.7635-item.7473-type.html> (дата обращения: 9.06.11)
8. Федорова Ю.В., Ханнанов Н.К. и др., Коллекция «Компьютер в системе школьного практикума по физике» / Единая коллекция ЦОР. URL: [http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/dc9ce146-61f6-48cb-a204-96a929add142/?interface=catalog&class\[\]=53&subject\[\]=30](http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/dc9ce146-61f6-48cb-a204-96a929add142/?interface=catalog&class[]=53&subject[]=30) (дата обращения: 9.06.11)
9. Филиппова И.Я. «Методика применения цифровой лаборатории «Архимед» в преподавании в школе, под ред. Лебедевой И.Ю. – Вып. 2. – Спб.: СПБАППО, 2008.
10. Петрова М.А. Применение цифровых лабораторий в учебном физическом эксперименте в общеобразовательной школе: Автореферат дис. кандидата педагогических наук. – Москва, 2008. – 18 с.
11. Ханнанов Н.К., Жилин Д.М., Хоменко С.В., Цуцких А.Ю., Сазонов М.М., Поваляев О.А. Проблемы создания школьного компьютеризированного практикума по физике и возможные пути их решения // Физическое образование в вузах. – 2009. – Том 15, №1. – С. 100-113.
12. Старовиков М.И. Обучение школьников экспериментальному методу в курсе физики с использованием компьютера: монография. – Бийск: БГПУ, 2006.
13. Программа «Измеритель» / Единая коллекция ЦОР. URL: <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/36982276-f7af-4e4b-a39f-814e88af8855/?interface=catalog&class=53&subject=30> (дата обращения: 18.06.11)
14. Ханнанов Н.К. Использование "1С: Измерителя" при организации проектной деятельности школьников по оптике // Научные информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 11-ой международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании: Развитие инновационной структуры образовательных учреждений с использованием технологий «1С» (1-2 февраля 2011 г.) Часть 2. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2011. – С. 302-307

15. Пигалицын Л.В. Школьный компьютерный физический эксперимент. – Дзержинск, 2009
16. Баяндин Д.В. Моделирующие системы как средство развития информационно-образовательной среды (на примере предметной области «физика»). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007, 330 с.
17. Беренфельд Б.С., Богатырева Н.С., Дэмелин Д., Иванков Д.Н., Колягин Ю.Г., Маркман Д.Л., Палант А., Ройтберг М.А. Десять ступеней биохимической грамотности / Единая коллекция ЦОР. URL: <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/4a2e0000-3c80-14ed-b980-0446118fc74b/view> (дата обращения: 9.06.11)
18. Пигалицын Л.В. Сайт учителя физики – своими руками // Физика-ПС. – 2009. – №17. – С. 16
19. Баландин Д.Л., Галушко Н.В., Кочеткова М.Н. Конструктор школьных сайтов [Электронный ресурс] // Школьный сайт: сайт. – URL: <http://www.edusite.ru> (дата обращения: 9.06.11).
20. Якушкин П.А., Назаров В.Н., Марков Я.И, Москаленко К.Л. Программный комплекс "ОС3 Хронолайнер 1.0". / Единая коллекция ЦОР. URL: <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/4a2e0000-3c80-14ed-b980-0446118fc74b/view>
21. Царегородцева Я.В., Использование конструктора интерактивных карт по географии как инструмента в подготовке к ЕГЭ по географии // Тезисы докладов конференции "Новые информационные технологии в образовании. Использование программных продуктов 1С в учебных заведениях" (Москва, 1-2 февраля 2011 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.1c.ru/rus/partners/training/edu/theses/?y=2011&s=56&t=1456>
22. Ханнанов Н.К. Использование конструктивных творческих сред как средство повышения познавательного интереса у учащихся к изучаемой дисциплине. Конструктор интерактивных заданий на основе «1С:Конструктора интерактивных карт», Тезисы конференции "Новые информационные технологии в образовании. Использование программных продуктов 1С в учебных заведениях" (Москва, 2-3 февраля, 2010 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.1c.ru/rus/partners/training/edu/theses/?y=2010&s=42&t=959>