

Герман Хэртел,
Сениченков Юрий Борисович,
Новик Лариса Владимировна



СЭР НЬЮТОН, ЧТО ВЫ ДУМАЕТЕ О КОМПЬЮТЕРНОМ ОБУЧЕНИИ?

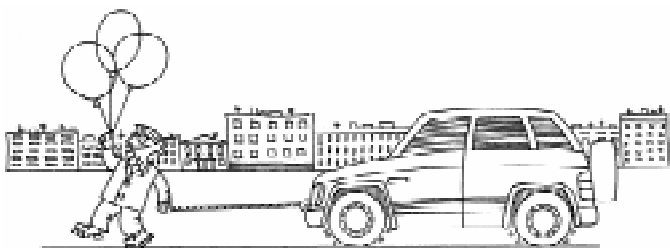
Г. Хэртел. ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Несколько лет назад члены международной ассоциации CoLoS (<http://www.colos.org>) задались вопросом, насколько хорошо учат физике в разных странах. Для сравнения была выбрана тема «Ньютоновская механика». Тестирование проводилось в Германии, Англии, Словении, Франции, Испании и в России.

Как хорошо известно, механика Ньютона пришла на смену «механике» Аристотеля. Последний знал, что в земных условиях, для того чтобы тело двигалось с постоянной скоростью, к телу должна быть приложена сила, и на основании этого факта делал вывод: движение с постоянной скоростью обусловлено приложенной постоянной силой. Хочешь ехать – запряги коня! Далее, всем известно, что каждое материальное тело обладает инертностью. Зависит ли эта инерт-

ность от скорости? «Доказательством» существования зависимости может служить жизненный опыт – сдвинуть тяжелое тело с места труднее, чем поддерживать его дальнейшее движение. Вспомните, что бывает, если вы помогаете горе-автолюбителю подтолкнуть его заглохший автомобиль. Для того чтобы сдвинуть легковой автомобиль с места, требуются как минимум два человека, а потом водитель может почти без усилий катить его по дороге в буквальном смысле «за веревочку»!

Итак, мы имеем две теории: теорию Ньютона, которой нас учат в школе, утверждая при этом, что это гениальная теория, прекрасно работающая не только в земных условиях, но и в космосе, но для ее усвоения обязательно нужно решить много непонятных задач, и повседневная, бытовая теория, которая давно уже не ассоциируется с именем Аристотеля, и, главное, для ее усвоения не требуется решения никаких заумных задач – достаточно раз в жизни подтолкнуть автомобиль. Таким образом, прочность знаний по физике проверяется очень просто: если умная теория Ньютона усвоена, то при попытке решить задачу ученик всегда будет помнить о том, что для того чтобы поддерживать движение с постоянной скоростью, не надо прикладывать силу и



...а потом водитель может почти без усилий катить его по дороге в буквальном смысле «за веревочку»!

что во всех повседневных «правдоподобных» рассуждениях попросту не учитывается сила трения. Но если умная теория Ньютона пусть даже была «выучена» на «отлично», но без вникания в ее суть, повседневный опыт сделает свое дело – мы будем жить и решать задачи по законам Аристотеля. Собственно, во всех тестах только это и проверялось: ученику на вопрос о часто наблюдаемых в повседневной жизни явлениях всегда предлагались как минимум два возможных ответа – «ньютоновский» и «аристотелевский».

Это была первая стадия международного эксперимента. Результатом ее были сравнительные таблицы, из которых следовало, что физико-математические школы в России учат физике превосходно – в среднем более 80% правильных ответов. Все остальные – достаточно хорошо, результаты российских ребят были средне-статистическими по Европе. Можно оспаривать представительность данных и другие технические детали проведения эксперимента, но проведенный опрос показал: в разных странах физике учат примерно одинаково.

На второй стадии эксперимента вопрос был поставлен по-другому. Давайте, вместо традиционного подхода, основанного на чтении учебника и решении задач у доски, предложим ребятам компьютерный учебник и компьютерный эксперимент, с помощью которого можно проверять обсуждаемые законы. Дело в том, что из школы постепенно уходит обычный физический эксперимент. Вместо того, чтобы наблюдать, сравнивать, ставить вопросы и видеть результат, «решаются» задачи: выучиваются формулы и в них подставляются данные. Компьютерный эксперимент, хоть и не эквивалентен реальному физическому эксперименту, но и он может сослужить хорошую службу.

Тему уроков выберем той же самой – «Ньютоновская механика». Компьютерный учебник был написан Г. Хэртелом

(Германия), а компьютерные эксперименты разработаны Ф. Эскьюбрэ (Испания). Предполагается, что ученики «пишут» предварительный тест, читают компьютерный учебник и тут же в дисплейном классе проводят эксперименты. После чего снова «пишут» теперь уже заключительный тест.

Мы расскажем ниже кратко о том, что представляет собой учебник, но у читателей есть возможность узнать все непосредственно у авторов эксперимента – в июне месяце (23–25) планируется выступление Г. Хэртела и Ф. Эскьюбрэ на 4-ой международной конференции «Компьютерное моделирование – 2003» (<http://dcn.nord.nw.ru> и <http://www.exponenta.ru>).

Ю.Б. Сениченков. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ВТОРОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В нашем городе проводился как первый эксперимент, так и второй. По поводу первого эксперимента можно сделать только одно уточнение. Нам удалось провести его с учениками двух классов одной и той же петербургской школы и с ребятами из разных школ, только что начавшими посещать подготовительные курсы при Санкт-Петербургском Политехническом университете. О физико-математическом лицее не упоминаю вовсе, так как аналогичных школ среди сравниваемых зарубежных не было. Так что выборка была достаточно большой и случайной.

Организовать проведение второго эксперимента оказалось много сложнее. Дело в том, что на него требуется достаточно много времени (таблица 1) и обязательно нужен дисплейный класс.

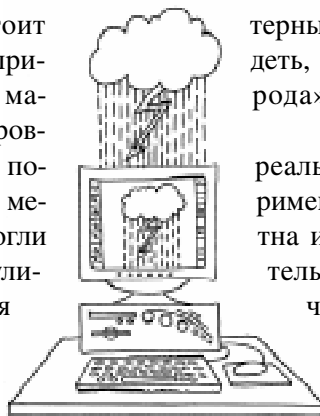
Таблица 1.

N	Вид занятий	Время (часы)
1	Предварительный тест	1
2	Урок 1: Инертность как свойство материи	2
3	Урок 2: Свободное падение	2
4	Урок 3: Движение спутников	2
2	Заключительный тест	1

Компьютерный учебник состоит из трех глав и семи приложений. В приложениях вынесен дополнительный материал, такой, как точные формулировки обсуждаемых законов, формулы и пояснения к ним. Предполагается, что механика уже изучалась, но ребята могли забыть формулы или точные формулировки, необходимые для проведения вычислительного эксперимента.

Каждая глава построена по единому сценарию. В кратком введении формулируются цели урока. Затем следует компьютерный мультфильм, в котором показывается изучаемое явление и соответствующая ему математическая модель, и приводятся два различных объяснения наблюдаемого на экране (рисунки 1 и 2).

Далее следует диалог двух учеников, сторонников того или иного объяснения увиденного. В итоге формулируются конкретные вопросы, на которые следует ответить, и предлагается провести компью-



...предлагается провести компьютерный эксперимент, чтобы увидеть, как на них отвечает «природа».

терный эксперимент, чтобы увидеть, как на них отвечает «природа».

В данном случае подмена реального физического эксперимента компьютерным корректна и, более того, – предпочтительна. Корректна – потому, что образы тел на экране, в условиях сделанных предположений, ведут себя так же, как они вели бы себя в реальном физическом эксперименте. Разве что нет погрешности измерения, но и ее можно моделировать!

Предпочтительна – потому что многие виды достаточно трудоемких работ, связанных с обработкой результатов, таких, как построение таблиц, графиков на их основе, вычисления по громоздким формулам, в компьютерном эксперименте автоматизированы. Более того, можно вы-

бирать различные формы визуализации, менять скорость течения модельного времени, быстро и легко воспроизводить эксперимент при различных наборах параметров, многократно повторять его (рисунок 3).

Каждый компьютерный эксперимент предваряется «прогнозирующими» таблицами. Ребятам предлагается сначала предсказать результаты эксперимента, а затем сравнивать свои и «природные» ответы.

Заканчивается урок проверочными вопросами.

Компьютерный учебник представляет собой HTML-странички, с ссылками на апплеты, видео- и аудио-фрагменты и приложения. Исходный текст был подготовлен с помощью программы FrameMaker и

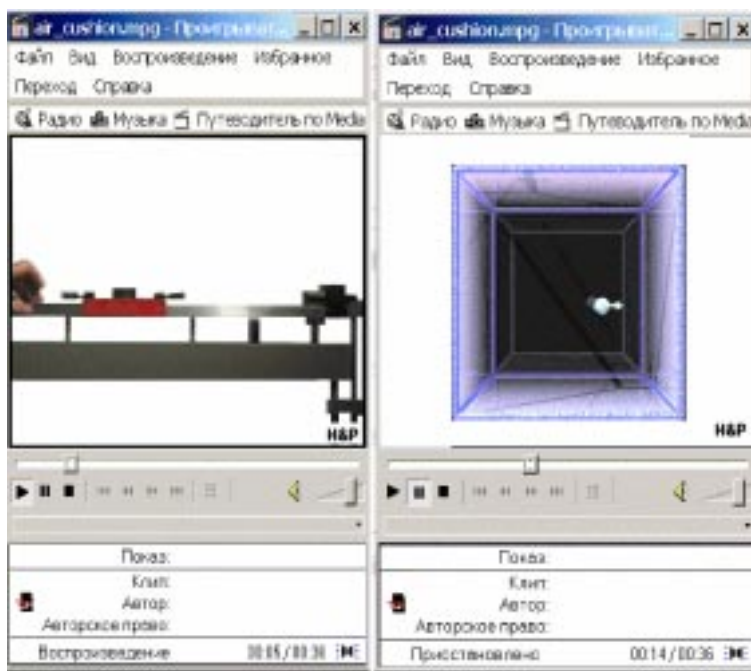


Рисунок 1. Ползунок на воздушной подушке и его модель в виде шара, движущегося в «космосе» в горизонтальном направлении с постоянной скоростью в среде без трения. Удар реального ползунка об ограничитель соответствует упругому удару шара о стенку куба.

автоматически преобразован в HTML. В каждой стране исходный английский текст был переведен на свой родной язык. Компьютерный учебник вместе со всеми видами видео- и аудио-вставок занимает 40 МВ. Для работы с ним на машине должен быть установлен Internet Explorer. Мультфильмы сопровождаются закадровым текстом, так что желательно иметь возможность его слышать. Однако воспроизведение звука в дисплейных классах не всегда осуществимо, но выход есть – на своих уроках я просил ребят угадать закадровый текст, превращая просмотр в диалог.

Л.В. Новик. ЭКСПЕРИМЕНТ ГЛАЗАМИ ШКОЛЬНОГО УЧИТЕЛЯ

Данный электронный учебник интересен не только с точки зрения изучения физики, но и как *инструмент* для проведения различных *форм* уроков. Это, в первую очередь, интегрированные уроки информатики и физики, которые можно проводить в компьютерном классе. Урок проводят два учителя: учитель физики и учитель информатики. Учитель физики работает как консультант, координирует работу групп и отдельных учащихся, помогает сделать правильные выводы на основании проведенных учащимися компьютерных экспериментов. Учитель информатики не только устанавливает программу на компьютерах и дает возможность учащимся ее изучать, но и поясняет, как можно учащимся самостоятельно создать некоторые главы своего «учебника». С точки зрения информатики особенно интересны апплеты, демонстрирующие моделирование физических процессов. Разработка фрагментов электронного учебника может

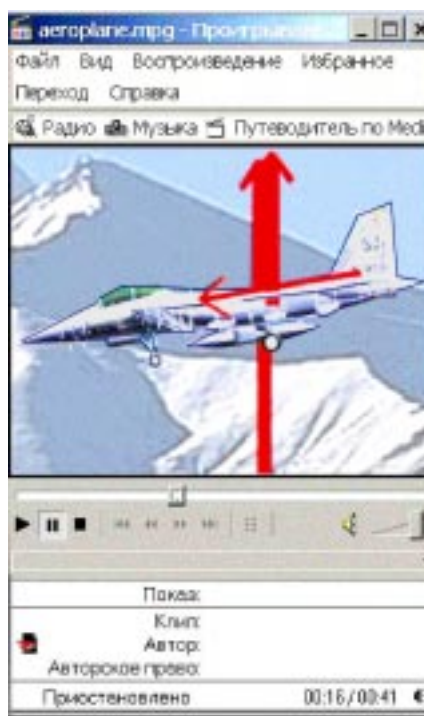


Рисунок 2. Посадка планирующего самолета. Равномерное движение тела в земных условиях с учетом основных действующих на него сил.

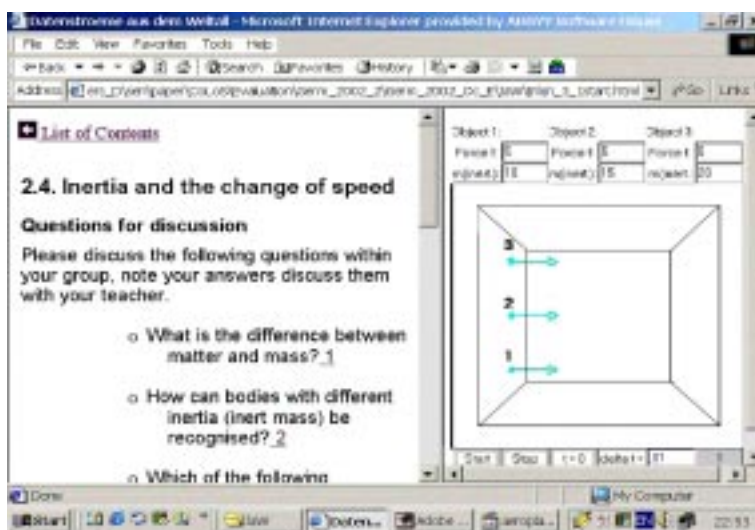
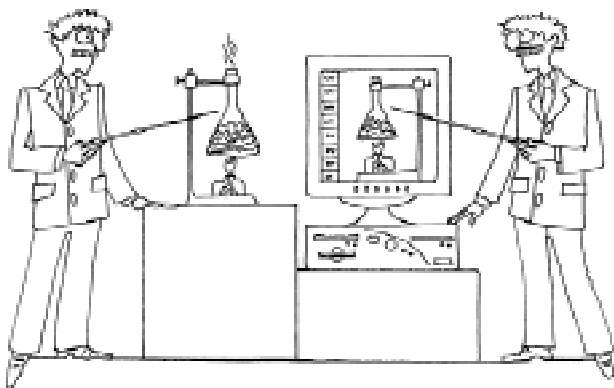


Рисунок 3. Страница компьютерного учебника с встроенным в нее апплетом. Три частицы различной массы начинают одновременно двигаться под действием единственной силы, направленной горизонтально. Какая частица достигнет финиша раньше, если величина силы одинакова для всех частиц?



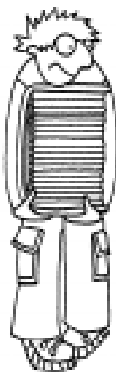
*Урок проводят два учителя:
учитель физики и учитель информатики.*

быть предложена учащимся 10–11 классов в качестве учебно-исследовательского проекта.

Учебник может быть предложен учащимся для самостоятельного изучения (например, дома или во время факультатива или консультации), а затем на уроке физики можно провести обсуждение изученных вопросов. Или, наоборот, сначала учащиеся слушают на уроке объяснение учителя, а дома с помощью данного программного продукта проводят закрепление изученного материала. Такой подход хорош для учеников, испытывающих затруднения при работе в новых условиях, дома же они могут выбрать тот темп изучения материала, который им удобен.

Наконец, фрагменты данного программного продукта полезно изучать на уроках информатики при объяснении таких тем, как моделирование, информационные технологии, программирование.

В структуре учебника заложены принципы «развивающего обучения»: сначала создается *ситуация успеха* – в компьютерном мультфильме, как правило, показывается явление, которое ребенок не раз наблюдал в жизни, например Г. Хэртел и его помощник бросают мячи с определенной высоты. А далее ставится *проблема*: «будем выяснять, почему все тела падают на



*Учебник может
быть предложен
учащимся для
самостоятельного
изучения.*

землю с одинаковой (постоянно возрастающей) скоростью, независимо от их веса (если можно пренебречь сопротивлением воздуха)... Можете ли вы сформулировать причину этого явления?» Решить проблему помогает вычислительный эксперимент. А результаты его обсуждаются в группе или с учителем.

Таким образом, при изучении материала ученик выступает не как пассивный слушатель, а как исследователь: проводит компьютерный эксперимент, анализирует результаты, сравнивает свои прогнозы с полученными результатами, сам ищет необходимые формулы и теоретическое обоснование своих ответов (например, в Приложениях).

Кроме того, в каждом уроке заложены и легко реализуются такие *приемы* обучения, как индивидуальный подход к учащемуся, работа в парах постоянного и сменного состава, работа в малых группах.

В эксперименте принимали участие 22 ученика 11 класса. После проведения уроков учащимся была предложена следующая анкета:

1. Понравилась ли Вам такая форма проведения урока?

2. Какой материал Вы понимаете лучше?

- а) когда он написан в учебнике,
- б) когда его объясняет учитель,
- в) компьютерный вариант.

3. Какие трудности испытывали Вы при изучении материала на компьютере?

- а) ничего не понимал,
- б) не успевал читать текст,
- в) не понимал связи между теорией и экспериментом,
- г) не понял, как нужно проводить эксперимент,
- д) не смог проанализировать результаты эксперимента,
- е) трудностей не испытывал,
- ж) другое.

4. Достаточно ли было Вам времени, отведенного для проведения урока, чтобы разобраться в изучаемом вопросе?

5. Смогли бы Вы самостоятельно разобраться в этом программном продукте?

6. Хотели бы Вы установить этот программный продукт дома?

7. Помогли ли Вам эти уроки лучше понять изучаемый материал?

8. Хотели бы Вы, чтобы аналогичные уроки физики (математики, биологии и т. д.) проходили в школе?

На вопросы анкеты отвечали 18 человек. Результаты анкетирования показали, что:

1. Данный программный продукт обладает дружелюбным интерфейсом, доступен для понимания: 17 из 18 учеников считают, что смогли бы разобраться в нем самостоятельно.

2. Прекрасно выполнены апплеты – все учащиеся поняли, как нужно проводить эксперимент и смогли проанализировать результаты опытов.

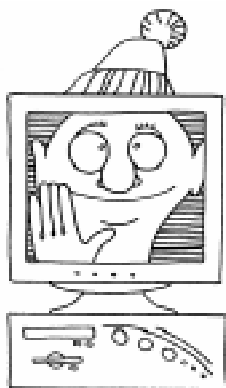
3. При изучении материала на компьютере 8 из 18 учеников не испытывали никаких трудностей. Остальные испытывали дискомфорт: некоторые не воспринимали прочитанное, жаловались на головную боль или усталость.

4. 8 учеников хотели бы установить этот продукт дома, чтобы иметь возможность повторять материал, так как им показалось, что времени, отведенного для проведения урока, было недостаточно.

5. Учащиеся не привыкли работать самостоятельно с новым материалом в новых условиях: 17 человек считают, что они лучше понимают новое, если его объясняет учитель. 8 человек говорят о том, что к объяснению учителя хорошо бы добавить компьютерный вариант, а 2 – учебник.

6. Мнения по поводу проведения аналогичных уроков в школе разделились: 9 учеников считают, что такие уроки нужны, 3 – против проведения интегрированных уроков, остальные думают, что иногда можно проводить такие уроки.

Таким образом, проведенный эксперимент показывает, что новые компью-



Данный программный продукт обладает дружелюбным интерфейсом...

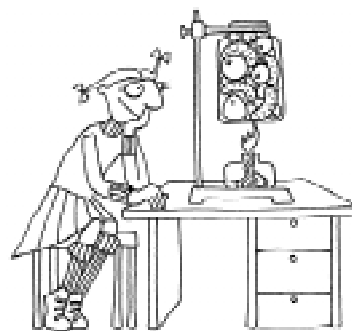
терные технологии и новые формы обучения неоднозначно воспринимаются детьми, которых в течение 11 лет учили по традиционной системе. Но, тем не менее, большинство учащихся адекватно отреагировало на попытку внести что-то новое в образовательный процесс. Некоторые отрицательные ответы на вопросы анкеты объясняются тем, что эксперимент проводился в выпускных классах, где учащиеся уже определились с выбором будущей профессии и, зная, что физика не является для них профилирующим предметом,

не хотят, например, устанавливать этот программный продукт дома. Но мы с учителями физики считаем, что постепенное знакомство с электронным учебником (по мере изучения тем в школьной программе) будет полезно учащимся.

В настоящее время программа установлена в компьютерном классе Лицея № 554. Совместно с учителями физики разрабатывается методика проведения интегрированных уроков на основе этой программы и план проведения уроков в следующем учебном году.

Ю. Б. Сениченков. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

23–28 июня 2003 года в Санкт-Петербургском Политехническом Университете состоится 4-ая международная кон-



...большинство учащихся адекватно отреагировало на попытку внести что-то новое в образовательный процесс.

ференция «Компьютерное моделирование – 2003» в рамках которой будет работать специальная секция «Компьютерное моделирование в школе» (23–25 июня). Организаторы конференции ожидают, что на конференции выступит Г. Хэртел и подробно расскажет и покажет, как пользоваться его компьютерным учебником. Одновременно Ф. Эскьюмбрэ

продемонстрирует возможности своего нового пакета EJS, предназначенного для создания приложений на языке Java, аналогичных тем, что были использованы Г. Хэртелом в компьютерном учебнике. Мы также надеемся, что к этому моменту будут обработаны результаты второго международного эксперимента и подведены его итоги.

Герман Хэртел, старший научный сотрудник Института Проблем Образования при университете г. Килья (Германия).

Сениченков Юрий Борисович, доцент кафедры Распределенных вычислений и Компьютерных Сетей, Санкт-Петербургский Политехнический Университет.

Новик Лариса Владимировна, преподаватель информатики 554 лицея, Санкт-Петербург.



Наши авторы, 2003.
Our authors, 2003.