



Монахов Вадим Валерьевич

WWW-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ И ТЕСТОВ ПО ФИЗИКЕ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в сети Интернет существует множество демонстраций и виртуальных лабораторий по различным темам, от демонстрации простого механического движения до квантовой механики, от простых статических картинок, иллюстрирующих текстовый материал, до сложных мультимедийных презентаций и виртуальных лабораторий с развитыми возможностями управления.

В данной статье приведены примеры используемых в WWW технологий для создания таких сайтов, а также дано описание достоинств и недостатков этих технологий. Все описываемые технологии и программные продукты являются в соответствующих областях стандартами «де факто», поэтому их упоминание не может рассматриваться как какая-либо форма рекламы.

САЙТЫ БЕЗ ИНТЕРАКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

В качестве примера моделей без интерактивного управления можно привести американский сайт Glenbrook South High School in Illinois www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/mmedia/index.html. Он с помощью анимированных GIF-файлов [1] в юмористической форме знакомит школьников с законами физики.

Эта технология позволяет в одном файле хранить последовательность картинок, сменяющих друг друга через определенные промежутки времени (которые указываются при создании файла), тем самым создается видимость движения или перемещения. На сайте представлены почти все разделы школьной программы по физике. Каждая демонстрация сопровождается подробным текстом, который популярно объясняет суть явления. Из минусов этой технологии можно отметить то, что пользователь является простым наблюдателем, а не участником эксперимента, то есть он никак не может повлиять на исход событий. Из положительных сторон следует отметить небольшой объем анимированных GIF-файлов, по сравнению с видео роликами, о которых речь идет ниже.

Американский сайт North Carolina State University Demo Room demoroom.physics.ncsu.edu/movies.html содержит набор демонстраций по физике, состоящий из видеофрагментов в формате *QuickTime* [1], сопровождаемых пояснениями. Видеофрагменты (мультимедийные клипы) являются записью с помощью видеокамеры реальных демонстраций и экспериментов на лабораторном оборудовании. На сайте представлены 82 демонстрации из различных разделов физики, включая механику, электро- и магнитостатику, электрические цепи, оптику и другие.

У этой технологии тот же недостаток, что и у анимированных GIF-файлов: пользователь может только наблюдать проводимый эксперимент, но не может принять в нем участия. Кроме того, видеофрагменты имеют большой объем (сотни килобайт), поэтому работа с ними через медленный канал в Интернет представляет большую проблему. Для просмотра файлов предварительно надо установить на компьютере программу-проигрыватель файлов *QuickTime*.

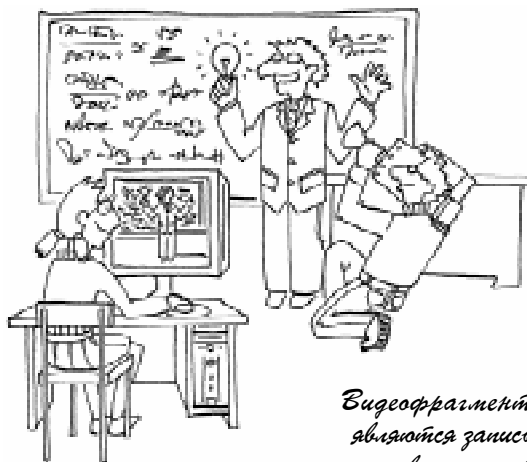
www.apple.com/quicktime/download/.

Отметим, что мультимедийные проигрыватели занимают много места – от нескольких мегабайт до десятков мегабайт. Поэтому загружать их через Интернет не всегда целесообразно.

САЙТЫ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ CGI

CGI – устаревающая технология для обработки данных со стороны сервера [2], хотя десять лет назад она была базовым средством для работы в WWW. Основа технологии – передача на пользовательский компьютер HTML-документа с полями для ввода информации и пунктами выбора.

После заполнения пользователем документа он отсылается на сервер и обрабатывается с помощью специального серверного программного обеспечения. Недостатком является сильная загрузка сервера, длительность отклика на действия пользователя, невозможность проверки правильности ввода непосредственно на компьютере пользователя, отсутствие возможностей управления графикой. Однако эта технология не ориентирована на наличие у пользователей каких-либо программных средств, кроме браузера (программы просмотра HTML-документов), но гарантирует защиту результатов от просмотра



Видеофрагменты являются записью с помощью видеокamеры реальных демонстраций и экспериментов на лабораторном оборудовании.

ра и обеспечивает регистрацию на сервере всех действий пользователя. Поэтому до сих пор многие системы, связанные с тестированием, выполняются на ее основе.

На сайте rostest.runnet.ru Российского образовательного сервера тестирования представлены тесты по основным дисциплинам средней школы и, в частности, по физике.

Тест по физике состоит из 40 заданий, либо с выбором верного ответа из 5 предложенных (рисунок 1), либо требующих ввода числового ответа. Тест включает

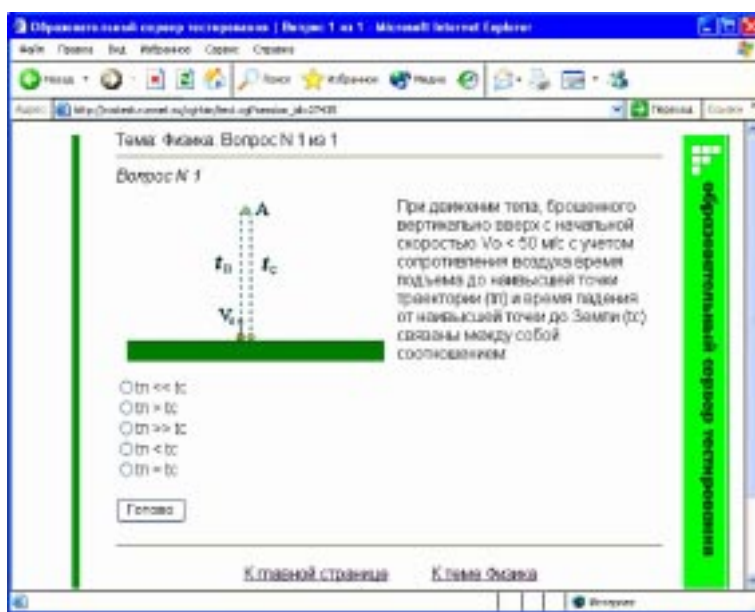


Рисунок 1. Пример теста по механике.

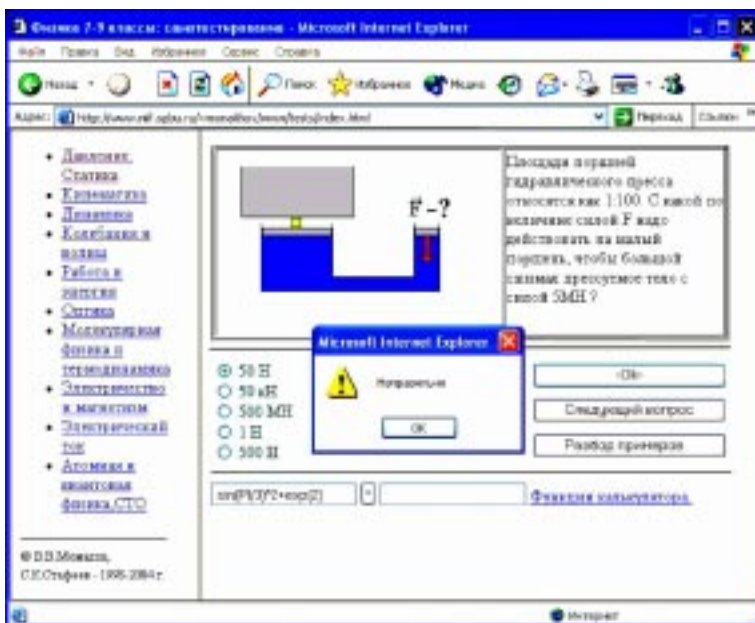


Рисунок 2. Пример теста по статике.

Примером использования языка *JavaScript* может служить система самотестирования знаний по физике на сайте www.niif.spbu.ru/~monakhov/www/tests/index.html (рисунок 2). Это набор вопросов, который сопровождается статическими картинками. Пользователь должен выбрать правильный ответ на поставленный вопрос; сценарий на *JavaScript* обрабатывает результат, не посылая его на сервер, и сообщает пользователю, правильный ли ответ был выбран.

ет в себя вопросы по всем основным темам школьного курса физики.

После выбора ответа на заданный вопрос учащийся отправляет свой ответ на сервер, откуда потом приходит оценка ответа.

В настоящее время технология *CGI* вытесняется аналогичными по сути, но более эффективными в плане разработки программ и их выполнения технологиями. Одной из наиболее распространенных является технология *PHP* [3]. С ней соперничают *ASP*, *JSP* и многие другие.

Основным недостатком серверных систем является невозможность их использования на клиентском компьютере. В результате такие системы оказываются громоздкими, сложными, плохо переносимыми с одного сервера на другой. Для их обслуживания требуется квалифицированный персонал.

САЙТЫ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА JAVASCRIPT

Язык *JavaScript* [4] органично связан с языком *HTML* [1; 2]. В настоящее время он является основным средством для обработки действий пользователя на *WWW*-странице без отсылки результатов на сервер после каждого действия.

У этого метода есть безусловный минус: любой более-менее знающий язык *JavaScript* человек может «подсмотреть» правильный ответ в исходном коде, несмотря на то, что часть кода *JavaScript* скрыта в отдельных файлах. Однако система самотестирования рассчитана на то, чтобы пользователь мог найти правильный ответ путем простого перебора вариантов. Поэтому в ней указанный недостаток не имеет значения.

Сайты с приложениями языков трехмерной графики

Язык *VRML* (*Virtual Reality Modelling Language* – язык моделирования виртуальной реальности) являлся аналогом языка *HTML*. Но с его помощью задавался не вид *WWW*-страниц, а вид трехмерных объектов. Вплоть до 1998 года были большие надежды на этот язык, но затем его перестали развивать, и в настоящее время этот язык больше никем не поддерживается.

Аналогичные, но более развитые возможности по сравнению с *VRML* обеспечивает технология *Viewpoint* (прежнее название *MetaStream*) – www.viewpoint.com/pub/products/platform.html. Информация в файлах *Viewpoint* содержится в заархивированном (сжатом) виде, поэтому в этом формате файлы оказываются гораздо компактнее,

чем в VRML. Для просмотра файлов Viewpoint первоначально следует загрузить дополнительные программы для браузера, так называемые Plug-In. Примеры изображений Viewpoint можно найти на сайте www.railway.te.ua/meta_gb.htm.

Технология Viewpoint хороша для отображения объектов со сложной трехмерной структурой, например – молекул. Специальная программа-проигрыватель позволяет рассматривать виртуальные объекты с разных сторон путем плавного вращения, увеличивать/уменьшать их. Но она не обладает истинной интерактивностью, не позволяет управлять экспериментом, поэтому для моделирования физических процессов не слишком подходит. Из плюсов этой технологии можно отметить сравнительно небольшой объем передаваемой по сети информации – файлы Viewpoint очень компактны.

САЙТЫ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ MACROMEDIA

Macromedia Flash и Macromedia Shockwave – это сравнительно новые технологии, сочетающие в себе векторную графику, видео, звук и возможность интерактивного управления. Они являются платформонезависимыми – файлы могут запускаться под разными операционными системами при наличии на компьютере свободно загружаемой программы-проигрывателя. Объемы передаваемых по сети данных не слишком велики из-за использования внутреннего сжатия.

Можно отметить довольно интересную виртуальную лабораторию – Visual Quantum Mechanics – расположенную на сайте phys.educ.ksu.edu/vqm/index.html Kansas State University (США), выполненную с помощью технологии Shockwave. В ней представлены 23 демонстрации, каждая из которых имеет пошаговые инструкции. Эта виртуальная лаборатория выделяется на фоне других оригинальным исполнением (рисунок 3).



Рисунок 3. Демонстрация дифракции электронов на двойной щели.

Одним из достоинств технологий Flash и Shockwave является возможность сопровождения моделей звуком.

Средства программирования приложений Flash рассчитаны на создание анимаций (мультипликаций), и для этих целей подходят очень хорошо. Но если нужны относительно сложные математические расчеты, программирование становится весьма трудоемким, если вообще возможно. Дело в том, что языком программирования Macromedia Flash служит диалект JavaScript, и этот язык не был рассчитан на такую область применения. Тем не менее, в настоящее время значительное количество сайтов с виртуальными лабораториями по физике используют приложения Flash. Это средство стало даже более популярным, чем Java.

Приложения Shockwave разрабатываются с помощью более экзотического средства – среды визуального программирования Macromedia Director, где язык программирования как таковой отсутствует, а имеется набор пиктограмм, обозначающих алгоритмы. Для программирования сложных алгоритмов это средство еще менее подходящее.



Технология Viewpoint хороша для отображения объектов со сложной трехмерной структурой...

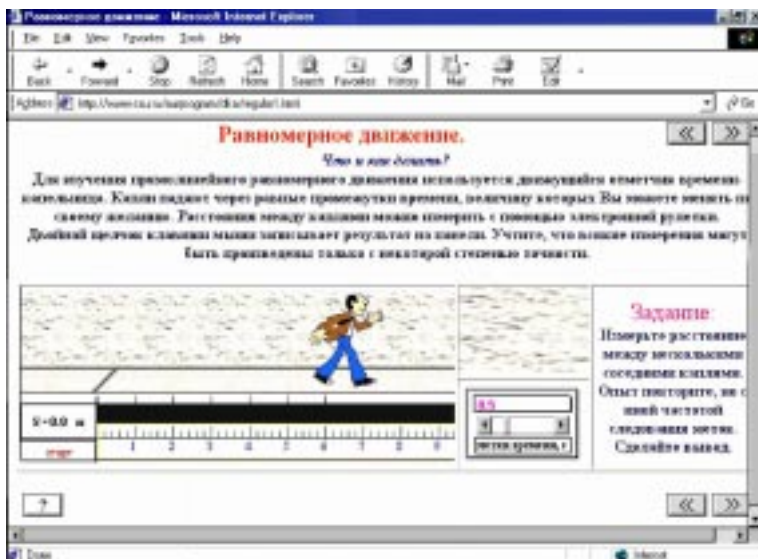


Рисунок 4. Демонстрация равномерного движения.

Еще одной серьезной проблемой указанных технологий является отсутствие поддержки русского языка при выводе на экран.

САЙТЫ С АППЛЕТАМИ JAVA

На сайте Челябинского Государственного Университета www.csu.ru/ourprogram/dka/mechanic.html представлено 12 демонстраций по механике. Демонстрации выполнены в виде *Java*-апплетов [5] и содержат описание с заданием для выполнения (рисунок 4).



Данная технология позволяет не только наблюдать за опытом, но и задавать начальные параметры для его проведения.

Данная технология позволяет не только наблюдать за опытом, но и задавать начальные параметры для его проведения. Однако на примере данного сайта легко заметить проблемы несовместимости апплетов *Java* – работоспособность страниц с заданиями очень разная. Все зависит от того, какая *Java*-машина (программа, позволяющая просматривать апплеты *Java*) установлена на компьютере, а также из-под какого браузера осуществляется просмотр.

Авторы сайта «Interactive Physics & Math with *Java*» www.physics.otago.ac.nz/Physics100/simulations/Gamelan/ Татьяна и Сергей Киселевы разработали пакет из 25 *Java*-апплетов по физике и математике на английском языке. Работы выполнены достаточно качественно (рисунок 5): хорошая интерактивность, везде определена цель работы, к каждой демонстрации приводится вся необходимая теория по данной теме.

Сайт www.spin.nw.ru/, разработанный на физическом факультете СПбГУ с поддержкой института «Открытое Общество» (рисунок 6), содержит краткие теоретические справки, тесты и демонстрации по ме-

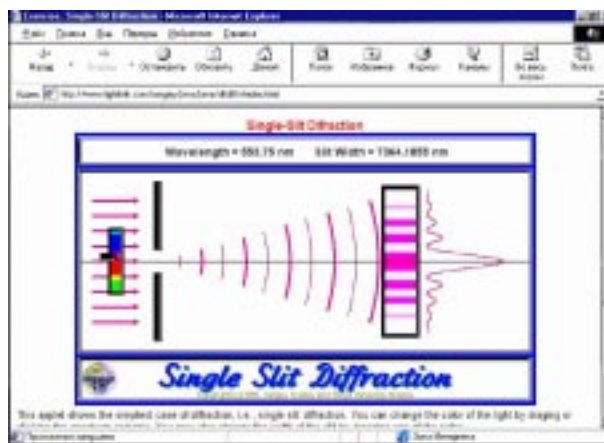


Рисунок 5. Демонстрация дифракции на щели.

ханике и теории относительности. По разделу «Термодинамика» есть лишь задачи и тесты, по электричеству – задачи для школьников. Демонстрации выполнены в виде апплетов *Java*, которые запускаются в двух отдельных окнах.

Представленные на сайте виртуальной физической лаборатории факультета физики в National Taiwan Normal University www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/ *Java*-апплеты (на английском языке) охватывают все основные разделы физики. Несмотря на несколько архаичный дизайн, эти демонстрации интересны с точки зрения физики. Из недостатков кроме дизайна можно отметить отсутствие базовой теории.

Апплеты *Java* позволяют достичь высокого уровня интерактивности и использовать сложную графику, а также проводить сложные математические расчеты. Пользователь становится не пассивным зрителем, а участником эксперимента. Возможность работы с графическими примитивами (точками и линиями) позволяет рисовать картинки и анимацию «с нуля» – хотя и с большими трудностями, чем с помощью *Macromedia Flash* или *Shockwave*.

САЙТЫ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ BARSIC

Разрабатываемый под руководством автора программный комплекс *BARSIC* [6–8] (www.niif.spbu.ru/~monakhov/www/applicat_r.html) позволяет сочетать возможности программ, работающих на локальных компьютерах, и программ, работающих в WWW. Во многих отношениях программы-приложения *BARSIC* напоминают программы *Java* или *Flash*. Они работают под управлением исполняющей среды («проигрывателя»), который должен быть предварительно установлен на компьютере. Это можно сделать непосредственно из Интернет с сайта www.niif.spbu.ru/~monakhov/www/download_r.html.

На основе среды *BARSIC* разработана виртуальная лаборатория по физике (www.niif.spbu.ru/~monakhov/www/lab1108/index.html), о которой кратко упоминалось в статье автора, посвященной Российскому



Рисунок 6. Сайт «Физика для школьников через Интернет».

Естественнонаучному образовательному порталу [9]. На рисунке 7 приведен пример одной из программ этой виртуальной лаборатории. У всех программ хорошая интерактивность, везде определена цель работы. К каждой лабораторной работе приводится необходимая теория по данной теме.

Язык программирования *BARSIC* обладает достаточно мощными математическими и графическими возможностями, не уступающими лучшим математическим пакетам [8]. Поэтому с его помощью оказывается возможным создавать весьма качественные и сложные программы.

Малый размер таких программ позволяет осуществлять их быструю передачу через Интернет в режиме онлайн. Например, размер программы лабораторной работы «Оборотный маятник» составляет менее 50 Кб.

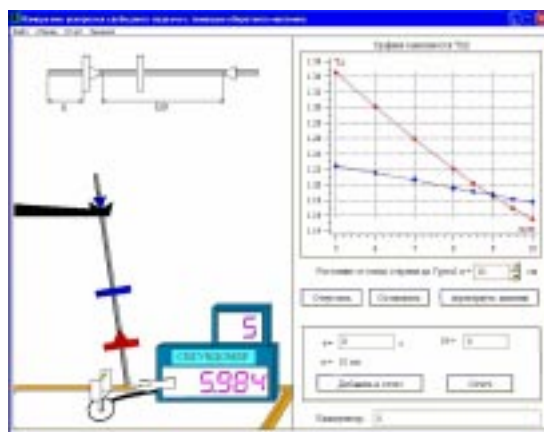


Рисунок 7. Лабораторная работа «Оборотный маятник» виртуальной лаборатории по физике.

Еще одним преимуществом программ, написанных на языке *BARSIC*, является возможность простой интеграции в них браузера и проигрывателя мультимедийных файлов. В результате удается обеспечивать навигацию по документам *HTML* (в том числе *web*-навигацию) стандартными средствами. Программы *BARSIC* имеют средства анализа загруженных браузером документов. Это позволяет программно генерировать в окне программы *HTML*-документы, а затем обрабатывать результаты действий пользователя без встраивания кодов *JavaScript* в документ и без привлечения без необходимости серверной обработки.

На рисунке 8 приведен пример тестов, созданных сотрудниками СПбГУ и СПбГУ ИТМО с использованием данной методики. Несколько примеров выложено на Естественнонаучный образовательный портал en.edu.ru/images/pubs/2004/12/27/0000041841/tester1_3.html.

Важным преимуществом такого подхода является возможность запуска тестов как на локальном компьютере, так и через Интернет. Кроме того, результаты тестирования при необходимости без проблем мо-



Они работают под управлением исполняющей среды («проигрывателя»), который должен быть предварительно установлен на компьютере.

гут быть отосланы на сервер. В ближайшее время мы более подробно опишем систему подготовки тестов и проведения тестирования с использованием программ-приложений *BARSIC*.

ВЫВОДЫ

Тестовые системы по физике в основном реализуются с использованием технологии *CGI* с регистрацией результатов на сервере и оформлением страниц в виде простейших *HTML*-документов, иллюстрированных рисунками. Создание таких систем не представляет особых трудностей, но они плохо переносимы с сервера на сервер и не могут использоваться на локальных компьютерах.

Из представленных в *WWW* виртуальных лабораторий по физике лишь некоторые выделяются своей четко разработанной концепцией и самими демонстрациями. Большинство из них реализованы в виде *Java*-апплетов, а также файлов *Shockwave* или *Flash*. Сложность создания виртуальных лабораторий по физике связана с необходимостью использования в них программируемой поточечной (пиксельной) или векторной графики, а также программ-конструкторов с наличием свободы в действиях пользователя и достаточно сложными математическими алгоритмами. Кроме того, желательно построение достаточно качественных графиков функций для зависимостей физических величин, что само по себе является нетривиальной проблемой. Из широко распространенных средств для работы в *WWW* только приложения *Flash* и апплеты *Java* могут в принципе обеспечить такие возможности. Однако создание

Из представленных в *WWW* виртуальных лабораторий по физике лишь некоторые выделяются своей четко разработанной концепцией и самими демонстрациями. Большинство из них реализованы в виде *Java*-апплетов, а также файлов *Shockwave* или *Flash*. Сложность создания виртуальных лабораторий по физике связана с необходимостью использования в них программируемой поточечной (пиксельной) или векторной графики, а также программ-конструкторов с наличием свободы в действиях пользователя и достаточно сложными математическими алгоритмами. Кроме того, желательно построение достаточно качественных графиков функций для зависимостей физических величин, что само по себе является нетривиальной проблемой. Из широко распространенных средств для работы в *WWW* только приложения *Flash* и апплеты *Java* могут в принципе обеспечить такие возможности. Однако создание

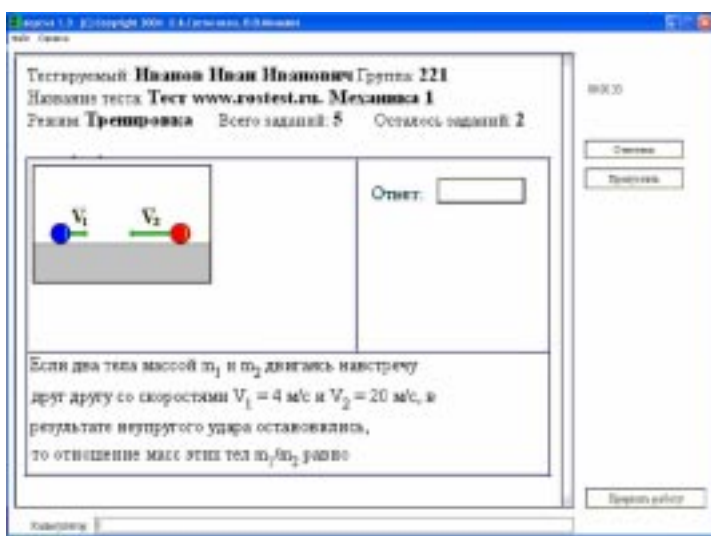


Рисунок 8. Тестирование через Интернет в среде *BARSIC*.8.

с их помощью виртуальных лабораторий весьма трудоемко. Поэтому неудивительно, что качественно выполненных виртуальных лабораторий по физике довольно низкое, и многие программы требуют значительной доработки.

Программное обеспечение, написанное с использованием разрабатываемого под руководством автора программного комплекса *BARSIC*, вполне может конкурировать с *Flash* и *Java*, обеспечивая ряд преимуществ по сравнению с ними.

Хочется отметить еще одну проблему WWW: многие открытые ресурсы по мере достижения качества, необходимого

для реального использования, становятся платными. Автор считает, что такого рода практика препятствует как развитию образовательных ресурсов, так и их использованию. Более целесообразным представляется оплата разработки учебных ресурсов с условием выкладывания их в открытый доступ. Сам автор придерживается именно такой системы.

Несмотря на указанные проблемы, многие ресурсы WWW являются полезными для использования в учебном процессе. Автор надеется, что проведенный обзор поможет как пользователям, так и будущим разработчикам учебных ресурсов WWW.

Литература

1. *Кенцл Т.* Форматы файлов Internet / Пер. с англ. СПб: ПИТЕР, 1997.
2. *Фролов А.В., Фролов Г.В.* Сервер Web своими руками. Язык HTML, приложения CGI и ISAPI, установка серверов Web для Windows. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1998.
3. *Фролов А.В., Фролов Г.В.* Практика применения PERL, PHP, APACHE и MySQL для активных Web-сайтов. М., 2002.
4. *Федоров А.* JavaScript для всех. М.: КомпьютерПресс, 1998.
5. *Нотон П.* Java. Справочное руководство/ Пер.с англ. М.: Восточная книжная Компания, 1996.
6. *Монахов В.В., Кожедуб А.В.* Интегрированная среда для научных вычислений. В тез. докл. междунар. конф. «Теоретическая, прикладная и вычислительная небесная механика». СПб, 1993. С.68–70.
7. *Монахов В.В., Кожедуб А.В.* Программный комплекс BARSIC. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001611610, 2001.
8. *Монахов В.В., Кожедуб А.В., Евстигнеев Л.А., Науменко П.А., Солодовников Д.В., Крукелис М.В.* Использование программного комплекса BARSIC для разработки научного и учебного программного обеспечения в области физики. В трудах VII междунар. Конф. ФССО-2003. Т. 1. С. 91–93.
9. *Монахов В.В., Стафеев С.К.* Российский образовательный портал по физике – ресурсы для студентов и преподавателей. Компьютерные инструменты в образовании, 2004, № 4. С. 13–22.

*Монахов Вадим Валерьевич,
кандидат физ.-мат. наук,
доцент кафедры вычислительной
физики СПбГУ.*



Наши авторы, 2005.
Our authors, 2005.