

Матвеев Виталий Леонидович

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТОРА МОДЕЛЕЙ «ЖИВАЯ ФИЗИКА»

ВИЗИТНАЯ КАРТОЧКА ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА

Название ЦОР: ЖИВАЯ ФИЗИКА
(Interactive Physics 2000) (рис. 1).

Тип электронного образовательного ресурса: моделирующее средство.

Системные требования: Windows 9*/NT4/2000/XP; процессор Pentium; 12 МБ оперативной памяти; 80 МБ свободного пространства на жестком диске (имеется версия для установки на компьютерах с ОС MacOS).

Разработчик: MSC.Software, США; русская версия – Институт Новых Технологий, Россия.

Соответствие электронного образовательного ресурса требованиям, предъявляемым к программным продуктам этого класса¹:

Дидактические компоненты программного продукта	Процент соответствия программного средства критериальным требованиям
Нормативный	73%
Психолого-педагогический	69%
Содержательный	85%
Инструментальный	88%
Процессуальный	80%



Рис. 1. Главное окно программы и внешний вид упаковки установочного компакт-диска

¹ По результатам экспертизы ЦОР, проведенной Комитетом по образованию Санкт-Петербурга в 2007 году, УМК «Живая физика» вошел в тройку программных продуктов по физике, рекомендованных образовательным учреждениям города.

Категория учащихся:

Рекомендуется для сопровождения школьного курса физики (7–11 классы), помогает ученикам лучше понять теорию, решить задачу, осмыслить лабораторную работу.

В комплект поставки входят:

- установочный CD-ROM,
- карточка регистрации программного продукта,
- лицензионное соглашение,
- полное руководство пользователя (печатная версия – 428 с.),
- набор компьютерных экспериментов и методических материалов по различным разделам школьного курса физики (на CD и в печатных брошюрах).

Руководство пользователя содержит все необходимые сведения об инструментарии программы, о способах разработки и проведения экспериментов, а также о вычислительном методе, лежащем в основе программы.

Установка программного обеспечения возможна как на отдельный компьютер, так и на класс компьютеров, объединенных в локальную сеть.

При установке ПО требуется ввод пароля.

Характеристика электронного образовательного ресурса: Живая Физика – виртуальная физическая лаборатория, позволяющая создавать и исследовать модели движения и взаимодействия тел. Предназначена для изучения механики (а также отдельных вопросов электростатики и магнетизма) в средней школе и вузе. Модели тел и экспериментальных установок создаются при помощи панели инструментов и стандартного графического редактора. Параметры эксперимента отображаются при помощи видимого движения объектов, векторов, графиков, таблиц, звука. Данные компьютерного эксперимента могут экспортироваться в другие программы – электронные таблицы. Возможен импорт данных из электронных таблиц, что позволяет использовать в компьютерных исследованиях результаты натуральных экспериментов,

в частности, имеется опыт совместного использования «Живой физики» и цифровой лаборатории «Архимед».

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

Итак, представление состоялось. Теперь попробуем подробнее разобраться с тем, что может и чего не может Живая Физика, как все это работает и в чем особенность этого УМК. Начнем с последнего.

В настоящее время на рынке цифровых образовательных ресурсов представлено достаточно много продуктов для обучения физике в общеобразовательной школе. Все они могут быть классифицированы по различным критериям. Наиболее информативна классификация, в которой рассматриваются совокупности педагогических задач, решение которых должен обеспечить определенный тип программного продукта в образовательном процессе.

В соответствии с этой классификацией, ЦОР могут представлять собой, например, электронное учебное пособие, контролирующее средство, демонстрационное средство, моделирующее средство, инструментальное средство, тренажер, информационный источник и др. Большинство ЦОР являются электронными учебными пособиями, демонстрационными средствами (библиотеками ЦОР) или тренажерами (что объективно в условиях перехода к сдаче экзаменов в формате ЕГЭ).

Объект нашего рассмотрения – моделирующее средство. Следует отметить, что программных продуктов указанного вида крайне мало не только в обучении физике, но и в целом в общем образовании. Чаще всего можно говорить лишь о возможности использования отдельных модулей комплексных электронных образовательных ресурсов. Например, есть много полезных и функциональных, с точки зрения педагогической деятельности, моделей физических явлений и процессов в электронном учебнике «Открытая физика» компании «Физикон». Но возможности работы с готовыми моделями ограни-

чены теми начальными условиями и диапазонами изменения переменных параметров модели, которые заложены разработчиками данного продукта.

Таким образом, при использовании модели как иллюстрации конкретного физического процесса (задачи) учитель чаще всего должен скорректировать задачу так, чтобы модель могла воспроизвести описываемый в задаче процесс. Например, позволяла установить модуль и направление вектора начальной скорости, высоту, с которой производится бросок тела при рассмотрении задачи о движении тела в однородном гравитационном поле.

Понятно, что создать универсальные модели, применимые для решения всех задач, даже в рамках задач одного типа практически невозможно. И вот здесь на помощь творческому учителю и должны прийти такие средства, которые предполагают не только работу с уже готовыми моделями, но и позволяют создавать собственные модели. Этим возможностям в значительной мере отвечает учебно-методический комплект Живая Физика. Как

это может быть осуществлено на практике, познакомимся на примере одной физической задачи, смоделированной средствами конструктора Живая Физика.

Маленький заряженный шарик массой 50 г, имеющий заряд 1 мкКл, движется с высоты 0,5 м по наклонной плоскости с углом наклона 30°. В вершине прямого угла, образованного высотой и горизонталью, находится неподвижный заряд 7,4 мкКл. Какова скорость шарика у основания наклонной плоскости, если его начальная скорость равна нулю. Трением пренебречь.

Анализ задачи показывает, что движение шарика происходит под действием переменной результирующей силы, что не позволяет решить ее на школьном уровне динамическим методом. Решение с использованием закона сохранения энергии предполагает знание формулы потенциальной энергии взаимодействия точечных зарядов, что в соответствии с действующим образовательным стандартом доступно только учащимся, изучающим физику на профильном уровне.

На рис. 2 смоделирована ситуация, описанная в задаче. Моделирование чис-

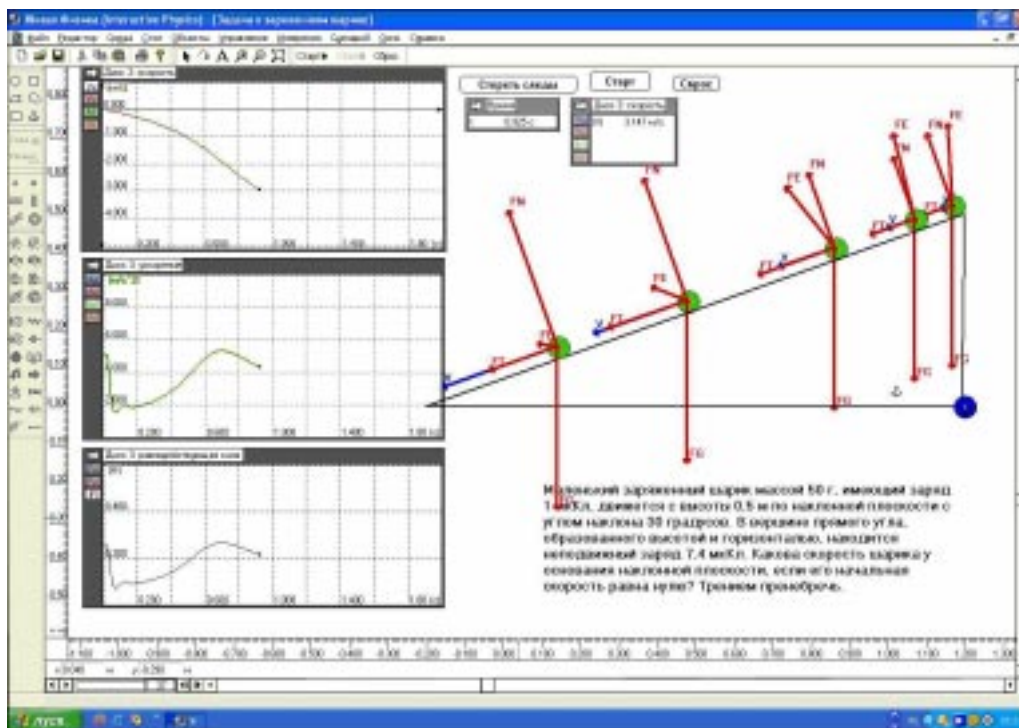


Рис. 2. Моделирование числовой задачи

ловой задачи позволяет не только наглядно проиллюстрировать причину изменения равнодействующей, что видно из рисунка, но и определить значения интересующих нас физических величин в нужные моменты времени. Для этого имеется возможность включения любых измерителей, доступных для данного объекта модели. В приведенной модели для шарика, скатывающегося по наклонной плоскости, включены измерители скорости, ускорения и равнодействующей силы, которые представляют информацию в графическом виде. Есть возможность отображения информации измерителей в числовом выражении: таковы измеритель времени и еще один измеритель скорости, помещенные в верхней части рабочего поля модели.

Там же мы можем обнаружить кнопки, позволяющие организовать работу с моделью без использования главного меню программы, расположенного в верхней строке окна. Кнопки позволяют не только упростить управление моделью, что само по себе, безусловно, полезно, но и использовать защищенный режим работы модели – режим наблюдения. В этом режиме становятся недоступны панели инструментов и большая часть команд главного меню. Редактирование объектов модели в режиме наблюдения становится невозможным. Эту защиту трудно переоценить, поскольку умения и навыки современных учащихся в области компьютерных технологий несравнимы с теми же их показателями в предметных областях.

Элементы модели «рисуются» при помощи набора инструментов, находящихся в левой части окна программы. Полный набор инструментов показан на рис. 3. При первоначальном знакомстве с конструктором нет необходимости рассматривать все доступные инструменты, но возможности конструктора поддаются оценке даже по названию этих инструментов.

Начальный этап работы с моделью по своей технологии очень по-

хож на работу в простейшем графическом редакторе. Сначала выбираем нужный инструмент (щелчок левой кнопкой «мыши»), затем переходим в область рабочего поля и рисуем элемент, двигая «мышь» при прижатой левой кнопке. Таким способом при помощи инструмента «диск» в нашей модели были нарисованы шарики.

Шарики в рассматриваемой задаче должны обладать рядом свойств, от которых зависит результат ее решения. Как задать массу, начальную скорость, электрический заряд? Делаем двойной щелчок левой кнопкой мыши по объекту и получаем окно его свойств (см. рис. 4). Теперь можно точно задать координаты объекта модели, проекции векторов скоростей на оси ox и oy в начальный момент времени, электрический заряд, массу, коэффициенты трения и др.

Полезной особенностью Живой Физики является возможность изображения векторов сил, скоростей, ускорений. Создателю модели не нужно их рисовать. Достаточно указать, какие именно векторы должны изображаться: выделяем объект (делаем по нему щелчок), переходим в меню *управление – векторы*, получаем список векторов, которые доступны для выделенного объекта.

Снова перейдем к рис. 2 и обратим внимание на то, что мы наблюдаем состояние модели в момент времени 0,925 с, когда шарик еще не скатился с наклон-



Рис. 3. Инструменты Живой Физики

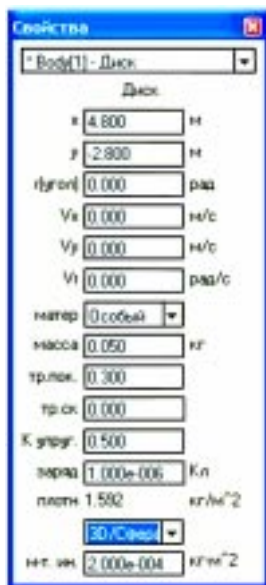


Рис. 4. Окно свойств

ной плоскости. Но на экране показано пять положений шарика, и для каждого построена группа векторов (силы тяжести FG , реакции опоры FN , электростатического взаимодействия FE , равнодействующая сила FT и вектор скорости V). Преподаватель физики без труда оценит эту полезную возможность конструктора. Ведь при «меловом» решении задач, связанных с движением тел, зачастую приходится выполнять несколько рисунков, поясняя при-

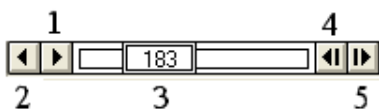


Рис. 5. Пульт времени

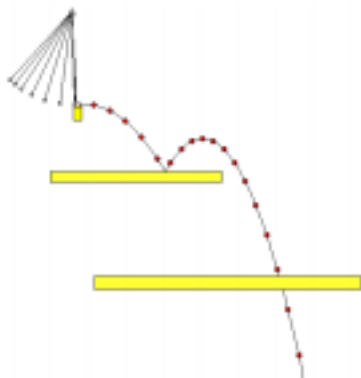


Рис. 6. Пример некорректного моделирования

чину изменения равнодействующей силы, отвечающей (вместе с начальными условиями) за характер движения тела. Использование подобных моделей на уроках решения задач позволит учителю наглядно, точно и без лишних слов объяснить всю динамику процесса.

Осталось добавить, что отображение нескольких положений тела, или состояний системы, при демонстрации модели осуществляется просто, как, впрочем, и все в Живой Физике: переходим в меню *среда* – *показать следы*, далее выбираем частоту показа фиксированных состояний. Например, каждый кадр, каждый 2-й, 4-й, 8-й или произвольный, по нашему усмотрению.

В нижней части окна модели (см. рис. 2) мы можем увидеть элемент управления, который не вызывает вопросов о своем назначении. Скорее всего, мы бы его назвали полосой прокрутки. В терминологии Живой Физики это пульт времени (рис. 5). Основное назначение пульта времени заключается в том, чтобы дать пользователю возможность наблюдать результат работы модели на любом этапе: сделать паузу на нужном кадре, а затем продолжить воспроизведение (1), просмотреть работу модели в обратном порядке, от конца к началу (2), перейти на кадр назад (4) или вперед (5), увидеть показания счетчика кадров (3). Интересное кино, не правда ли? Аналогия возникает не случайно. Программа действительно сначала просчитывает, а затем прорисовывает отдельные кадры модели. Но если в кино частота смены кадров постоянна, то при моделировании физических процессов частота расчета состояний модели определяется быстротой протекания самого процесса.

На рис. 6 показан пример некорректного моделирования процесса взаимодействия тел при столкновениях. Шарик, подвешенный на нити, отводят в сторону и отпускают. При своем движении по дуге окружности он сталкивается с другим таким же шариком, расположенным на горизонтальной подставке. В результате об-

мена импульсами шар на нити останавливается, а шар на подставке приходит в движение в гравитационном поле, испытывая столкновения с горизонтальными «ступеньками». И если первое столкновение происходит в полном соответствии с законами физики, то второе – просто отсутствует: ступенька оказывается для шарика прозрачной, он ее просто не замечает.

В большинстве случаев подобные ошибки устраняются достаточно просто. Перейдем в меню *среда – точность*. Откроется окно, показанное на рис. 7. Видим, что шаг по времени составляет всего 8 кадров в секунду, что явно недостаточно для данного моделирования. Можно попробовать установить большее значение, например 20 кадров в секунду или изменить метод интегрирования с точного на быстрый.

Создателя модели могут подстергать и другие опасности. Например, при одних начальных условиях модель работает корректно, при других – наблюдаются сбои, в начальном временном интервале работы результаты хорошие, а в дальнейшем – неудовлетворительные. Нас не должно это удивлять. Ведь мы имеем дело не с готовой моделью, разработанной квалифицированным программистом, а с программой, которая проводит сложные математические расчеты в режиме реального времени. Ошибки здесь неминуемы.

Поэтому важным этапом работы с моделью является проверка ее работоспособности в разных режимах. В подавляющем большинстве случаев ошибки устраняются достаточно просто. Один из способов мы уже рассмотрели. Другой заключается в том, что можно принудительно ограничить время работы модели при достижении некоторого условия. Войдем в меню *среда – паузы*, вы-



Рис. 7. Настройка модели

берем из списка условие «Остановить, если...» и установим момент времени, по истечении которого работа модели прекратится (в поле ввода появится запись «time > 1.0», которую при необходимости нужно скорректировать).

Еще одна возможность избежать ошибок при работе модели – ограничить диапазон изменения тех параметров, которые при работе должны регулироваться. Мы уже говорили о том, что учащимся нужно предлагать работу с подготовленными моделями в защищенном режиме – режиме наблюдения, когда что-либо изменить в модели практически невозможно. А если такое изменение необходимо по условиям решаемой задачи? Обратимся к рис. 8, на котором показана задача «попади в цель». Чтобы попасть в цель, необходимо менять начальную скорость снаряда и угол, под которым снаряд вылетает из орудия. Поэтому на рабочем поле помещены два соответствующих ре-

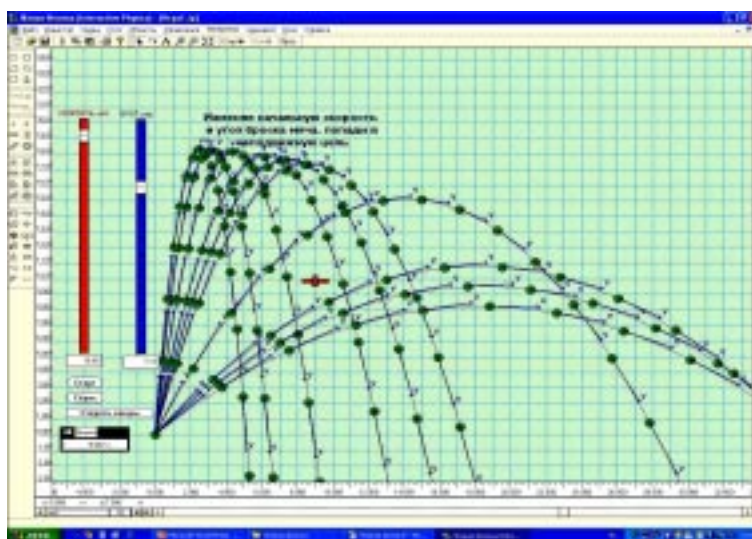


Рис. 8. Пример модели с регуляторами

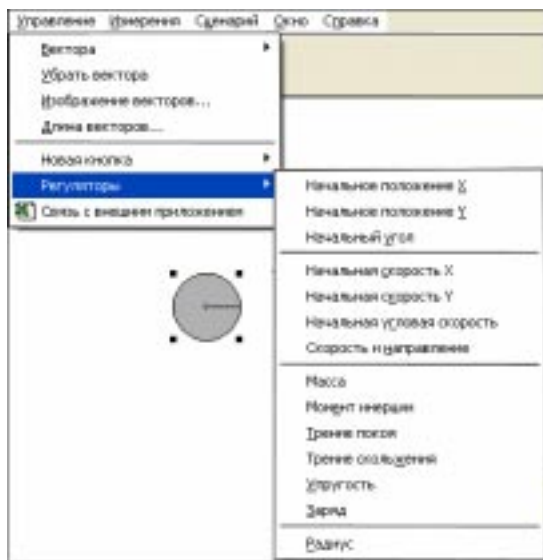


Рис. 9. Создание регулятора

гулятора, для которых установлен диапазон значений, которые они могут принимать. Изменение значений происходит при помощи плавного перемещения ползунков, хорошо заметных на фоне двух цветных вертикальных полос. Принимаемые числовые значения величин отображаются в окнах, расположенных под регуляторами.

Создание регулятора для объекта модели производится по тому же алгоритму, что и обозначение векторов. Выделяем

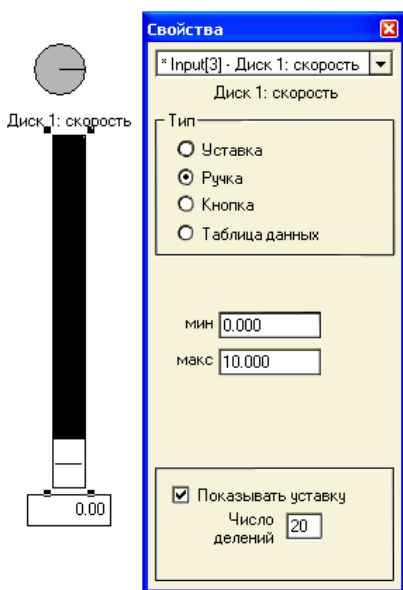


Рис. 10. Настройка регулятора

объект (диск), входим в меню *управление – регуляторы*, затем в появившемся окне выбираем нужный регулятор, который должен появиться на рабочем поле (рис. 9). При необходимости добавления других регуляторов для этого же объекта операция повторяется. Чтобы настроить регулятор, его необходимо выделить и перейти в меню *окно – свойства* (рис. 10). Тип регулятора, необходимого нам для изменения значений вручную, оставляем по умолчанию – ручка. Далее изменяем минимальное и максимальное значения, которые может принимать регулируемая величина. Флажок у опции «показывать уставку» не снимаем: уставка – это окно под регулятором, в котором показывается текущее значение регулятора. Число делений нужно устанавливать таким, чтобы при перемещении ползунка (ручки) регулятора дискретные значения изменяемой величины были удобны для работы.

Кроме взаимодействий тел (объектов модели) друг с другом, можно прикладывать к ним внешние силы, осуществлять подвес при помощи нити (троса), жесткого стержня, пружины или использовать другие *связи*, представленные на рис. 3. По умолчанию все объекты модели находятся в гравитационном поле Земли, но можно смоделировать и другие условия или совсем отключить гравитацию. Эти возможности, а также задание сопротивления среды, включение электростатического взаимодействия между заряженными телами осуществимы при помощи меню *среда*.

У читателя могло создаться впечатление, что рассматриваемая виртуальная физическая лаборатория позволяет моделировать физические задачи только применительно к разделу «Механика». На самом деле моделированию доступны практически любые процессы, в которых рассматривается движение и взаимодействие тел (частиц) в рамках классической физики. Можно создавать модели, демонстрирующие диффузию и броуновское движение, рассматривать системы заряженных частиц и опыт Резерфорда по зондированию атома, смоделировать однород-

ное электрическое поле конденсатора и многое другое.

Единственное принципиальное ограничение конструктора – это моделирование на плоскости, двумерность среды. Что касается школьной физики, это ограничение не является серьезной помехой, поскольку в подавляющем большинстве случаев мы рассматриваем тела, движущиеся в пределах одной плоскости.

Модели Живой Физики можно условно разбить на две группы¹.

1. Компьютерные эксперименты:

– исследование явлений (процессов), объектов (устройств) на качественном уровне;

– количественные исследования (измерения и выявление зависимостей);

– упражнения;

– тренажеры;

– лабораторные работы.

2. Самостоятельные работы учащихся:

– моделирование явлений;

– учебные проекты;

– лабораторные работы с элементами игр;

– моделирование мысленных экспериментов;

– самопроверка.

Речь идет о том, что учащиеся могут работать с моделями, подготовленными учителем, а могут и сами создавать их на компьютере. Вы могли убедиться в том, что создание моделей в Живой Физике не требует знания языков программирования, записи текста программы модели. Работа по созданию модели интуитивно понятна и учителю, и ученику. Тем не менее, модельный конструктор имеет собственный язык формул, позволяющий строить сложные модели.

Не стоит забывать и о комплекте компьютерных экспериментов, входящем в состав УМК. На рис. 1 представлены некоторые темы (на сегодняшний день их больше), которые сопровождаются рабочими моделями и методическими рекомендациями для учителя. К сожалению, не все

модели УМК работают одинаково хорошо, некоторые требуют доработки, касающейся, в основном, проверки работоспособности модели в разных условиях. Но для учителя или ученика, начинающих осваивать Живую Физику, они могут послужить хорошей отправной точкой. Многие модели можно брать за основу и дорабатывать в соответствии с решаемыми учебными и педагогическими задачами.

УМК может быть использован не только на уроках физики, но и на элективных курсах предпрофильной и профильной подготовки, ориентированных на предметы образовательной области «Естествознание», а также на уроках информатики и ИКТ для поддержки темы «Компьютерное моделирование».

Наибольшую эффективность в применении УМК можно ожидать при интерактивном режиме работы учащихся на персональных компьютерах, в малых группах или индивидуально. Но и режим демонстрации модели на уроке при помощи одного компьютера и проектора на весь класс тоже эффективен при правильной организации работы с моделью.

ПОДВЕДЕМ НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

Виртуальная физическая лаборатория Живая Физика – одно из немногих доступных учителю и учащимся средств, позволяющих не просто исследовать поведение предлагаемых разработчиком ЦОР физических моделей, но создавать собственные модели. Моделирование производится в соответствии с указанными параметрами среды (наличие или отсутствие физических полей) и свойствами тел (масса, размеры, наличие электрического заряда и т. д.). Задаваемая точность обсчета позволяет моделировать конкретные физические задачи с числовыми значениями, что может быть полезно на уроках физики в классах профильного и углубленного уровня подготовки.

¹ Классификация предложена В.В. Бронфманом и С.М. Дуниным в методических рекомендациях Живая Физика™ в 7 классе. Комплект компьютерных экспериментов. М.: ИНТ

Работа с лабораторией не требует от учащихся и учителя знания языков программирования, но требует времени на освоение оболочки и возможностей инструментария. Поэтому на начальном этапе работы с программой можно рекомендовать подготовку моделей учителем для работы в демонстрационном или интерактивном режиме (в зависимости от целей и задач урока, а также возможностей кабинета). В дальнейшем можно привлекать учащихся для создания собственных моделей. Кроме этого, возможно применение и редактирование готовых моделей, поставляемых вместе с дистрибутивом.

ОСОБЕННОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ КОНСТРУКТОРА МОДЕЛЕЙ ЖИВАЯ ФИЗИКА

1. Плоский мир среды.
2. Простота подготовки несложных моделей, доступность для учащихся и учителей, не владеющих программированием.

Информационные ресурсы

1. <http://www.int-edu.ru/object.php?m1=3&m2=120&id=202> – web-страница официального поставщика продукта в РФ – Института Новых Технологий
2. <http://interactivephysics.design-simulation.com/> – сайт компании-разработчика, англоязычный ресурс. Все о последних версиях и возможностях программы.
3. <http://www.ito.su/2003/II/1/II-1-2861.html> – приводится классификация новых возможности программы Живая Физика (Interactive Physics 2000), описывается, как эти особенности расширяют возможности пользователей.
4. <http://fiz.1september.ru/articlef.php?ID=200501103> – о совместном использовании Живой Физики и цифровой лаборатории «Архимед».
5. «Живая Физика™». Руководство пользователя. М.: ИНТ.
6. Цифровая лаборатория «Архимед». Методические материалы к цифровой лаборатории по физике. М.: ИНТ.

3. Реалистичность механических моделей, возможность учета многих параметров.

4. Удобное средство для записи учебных моделей в avi-формате (например, можно записать ход модельного эксперимента в видеофрагмент, внедряемый в учебную презентацию).

5. Возможность применения собственного формульного языка среды (не для начинающих).

6. «Некорректное поведение» моделей может быть связано с непониманием принципов работы программы.

7. Возможность и простота обмена данными (например, с цифровой лабораторией «Архимед»).

Автор надеется, что представленный материал об УМК Живая Физика показал некоторые возможности этого программного продукта и методы работы над созданием модели. Всех, кого заинтересовала данная тема, ждем на форуме пользователей Живой Физики в Интернете: <http://forum.intoks.ru/index.php>



Наши авторы, 2008.
Our authors, 2008.

*Матвеев Виталий Леонидович,
методист кабинета физики
Санкт-Петербургской академии
постдипломного педагогического
образования (СПбАППО).*