

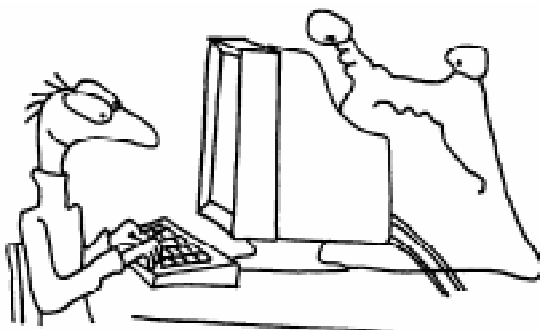
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЛИ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОНЯТЬ ПРЕДМЕТ ЛУЧШЕ?

В качестве очередного урока моделирования мы предлагаем статью нашего немецкого коллеги, д-ра Германа Хартела, одного из авторов программы хуZET, предназначенной для создания компьютерных курсов по физике.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ - ПРОБЛЕМА ДИДАКТИЧЕСКАЯ

Одна из главных задач изучения физики - добиться глубокого понимания учащимися основных концепций, с помощью которых можно объяснять или предсказывать поведение физических и технических процессов.

Математические методы играют ведущую роль при достижении этой цели, так как выводы или предсказания только тогда достоверны, когда лежащий в основе явления закон может быть сформулирован на математическом языке. Таким образом, математика - неотъемлемый инструмент обучения физике и, одновременно, источник хорошо известных всем трудностей преподавания. Для осознания нового материала, учащемуся сначала приходится осваивать новый математический аппарат, учиться его правильно использо-



Современные компьютеры позволяют показывать большинство физических явлений, пряча математику "за экраном дисплея".

вать, и это при условии, что изучаемое физическое явление ему плохо знакомо.

Современные компьютеры с их графическими возможностями позволяют моделировать и показывать в движении большинство физических явлений, пряча математику на первых порах "за экраном дисплея". Только убедившись, что требуемая глубина качественного понимания увиденного достигнута, можно и нужно продемонстрировать преимущества математической формализации, соединяя качественное и количественное описания в единое целое.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Многие убеждены, что при обучении физике можно опираться только на реальный эксперимент. Сторонники этого подхода, пренебрегающие моделированием, лишают себя возможности применять современные методы обучения.

Сторонникам проведения реальных экспериментов стоит напомнить, что и здесь возникают свои трудности. Опыт показывает, что дидактическая ценность реальных экспериментов часто переоценивается, и учащиеся при проведении экспериментов не всегда видят то, ради чего эксперимент ставился. Так происходит, если ученик заранее не знает, на что нужно обратить внимание, или результаты эксперимента кажутся ему неправдоподобными.

В таких случаях моделирование может оказаться весьма полезным в учебном

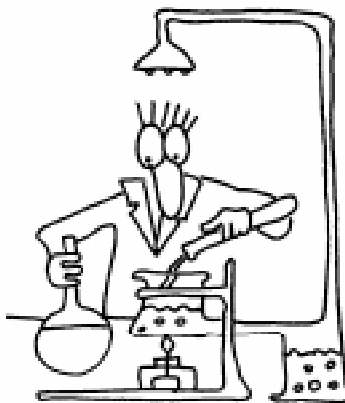
процессе. Оно позволяет заострять внимание на наиболее важных аспектах, при необходимости многократно повторять эксперимент, менять параметры модели по ходу эксперимента.

Справедливости ради, надо сказать и о недостатках, присущих моделированию. Модель, конечно же, не является реальным объектом, она может быть неправильно построена и не соответствовать предъявляемым к ней требованиям. Поэтому, если учитель использует моделирование в процессе обучения, он должен говорить об этом прямо. В его задачу входит найти убедительные аргументы в пользу того, что моделирование заслуживает доверия, и в то же время постоянно подчеркивать, что в случае возникновения каких-либо сомнений всегда следует обращаться к реальному эксперименту.

ПРОГРАММА хuZET

Программа хuZET была создана рабочей группой «Компьютерное Обеспечение Учебного Процесса» в институте «Проблем Обучения» для изучения дидактических возможностей моделирования. Из названия программы видно, что она работает с трехмерным пространством. Она позволяет визуализировать процессы, происходящие внутри куба, который можно поворачивать и рассматривать под любым углом.

Оправданность этого достаточно сложно программно реализуемого решения вытекает из наблюдения, что многие студенты не обладают достаточно развитым пространственным воображением. По-



Учащиеся при проведении экспериментов не всегда видят то, ради чего эксперимент ставился.

скольку вообразить труднее, чем увидеть, мы предоставляем студентам возможность тщательно рассматривать происходящее.

Основными элементами программы хuZET являются материальные точки, которые могут быть помещены внутри заданного куба (см. рисунки). Они могут двигаться под воздействием известных классических сил, таких как силы трения, силы упругости, кулоновские или гравитационные силы, которые могут быть заданы пользователем. Это позволяет охватить достаточно широкий спектр физических задач.

Кроме того, имеется возможность демонстрировать эффекты, описываемые законами специальной теории относительности и классической электродинамики, в частности зависимость массы материальной точки от её скорости и распространение электромагнитных волн с учетом запаздывающих потенциалов.

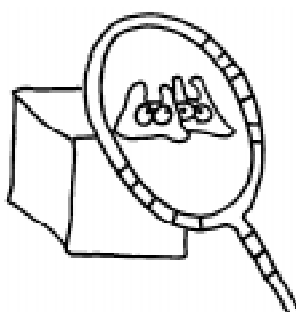
Рисунки 1-6 демонстрируют спектр возможных применений программы.

ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ

Программа хuZET была разработана в среде UNIX и X-Windows и может выполняться на персональных компьютерах, работающих под управлением либо свободно распространяемой операционной системой Linux, либо под Windows'95 с X-сервером.

Требования к Linux.

- Linux (ядро 2.0 и более поздние версии), X-Windows.
- Linux и X-Windows можно найти в сети. Однако мы рекомендуем использовать дис-



Программа хuZET позволяет визуализировать процессы, происходящие внутри куба, который можно рассматривать под любым углом.

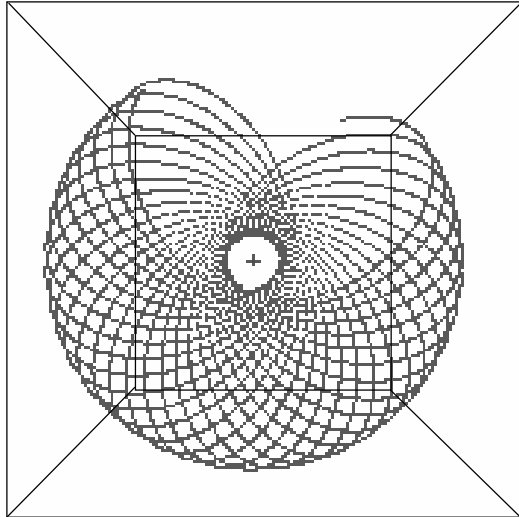


Рисунок 1. Излучение заряженной частицы, движущейся под действием центростремительных сил со скоростью, вдвое меньшей скорости света.

трибутивы, продающиеся на CD за умеренную плату, вместе с хорошей документацией, позволяющие быстро и надежно установить программное обеспечение.

Требования к Windows'95.

- Windows'95 и X-сервер.
- Бесплатные X-серверы можно получить по сети (см. страничку фирмы

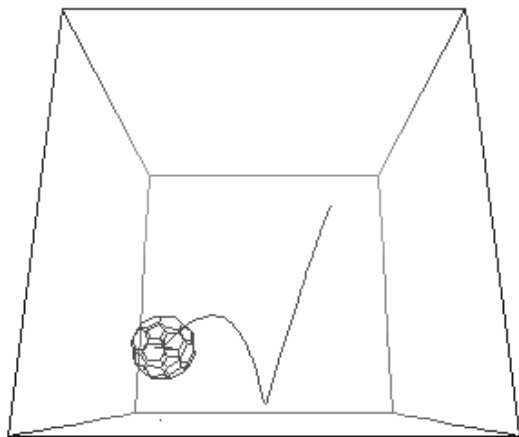


Рисунок 2. Движение упругого тела под действием гравитационного поля и траектория центра масс.

MicroImages). Мы использовали X-сервер фирмы Mummingsbird.

Требования персональному компьютеру.

- Процессор: как минимум 486, однако лучше Pentium.
- RAM: 16 MB.
- Разрешение экрана: минимум 800*600 с 256-ю цветами.
- Необходимое пространство на жестком диске: 6 MB (Linux) и 16 MB (Windows'95).

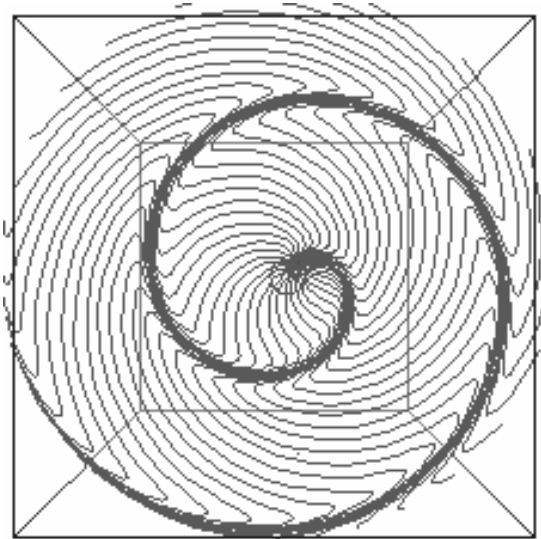


Рисунок 3. Движение двух тел в гравитационном поле, демонстрирующих изменение перигелия.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ WEB-СТРАНИЧКИ

Работая с программой хuZET, пользователь видит основное окно, где «проводится» эксперимент, панель управления и ряд всплывающих по мере необходимости панелей, позволяющих ставить новые опыты, управлять ими и модифицировать уже разработанные.

Столь сложный интерфейс может помешать учащемуся. Ученик рискует либо потерять ориентацию, либо отвлечься и не решить поставленной учебной задачи. В

качестве одного из решений указанной проблемы мы предусмотрели возможность любой интерактивный элемент сделать либо пассивным, либо невидимым. Таким образом, в зависимости от ситуации, вы можете создавать среду с требуемыми свойствами и управлять процессом обучения.

Второе, как нам кажется, более удачное решение, связано с WEB-страничками (рис. 7), где элементы управления экспериментом встроены непосредственно в текст и реализованы в виде апплетов. Апплетами называют специальные формы программ, написанные на языке Java. Возможность использовать апплеты предусмотрена самой конструкцией WEB-странички. Апплеты загружаются по сети вме-

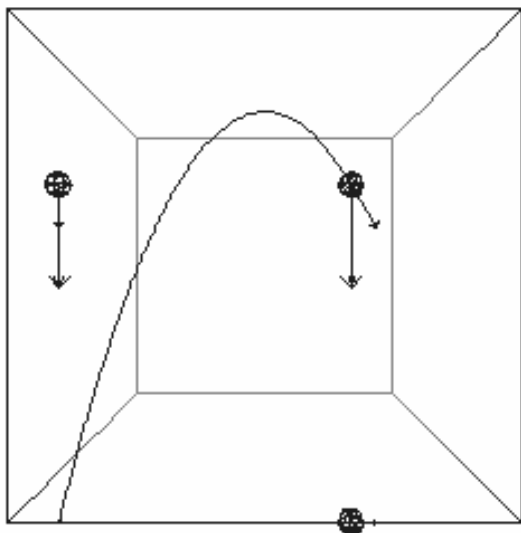


Рисунок 4. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

сте с нужной страничкой и, будучи активизированными, передают управляющие команды программе хуZET. На рисунке вы видите страничку, где управляющий элемент представлен в виде кнопки.

WEB-странички можно создавать обычным редактором, а затем практически автоматически переводить на специальный язык, обеспечивающий их работу (HTML). Столь же стандартным образом можно создавать и управляющие аппле-

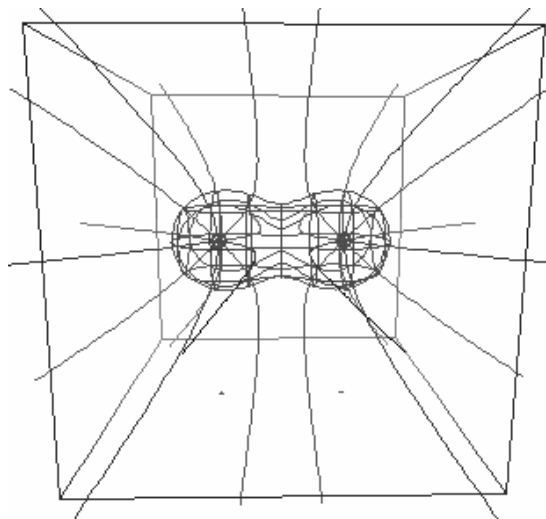


Рисунок 5. Две заряженные частицы с эквипотенциальными поверхностями и силовыми линиями создаваемого ими электрического поля.

ты. Эта технология доступна любому учителю.

Такой подход сводит к минимуму накладные расходы, связанные с проведением и управлением эксперимента, и позволяет учащемуся сосредоточиться на изучаемом материале.

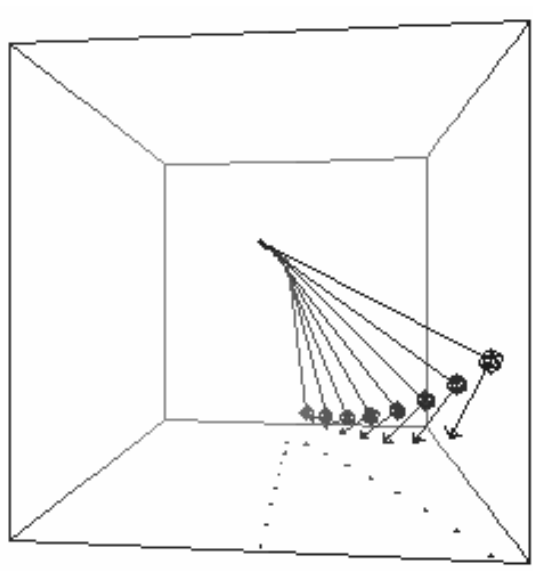
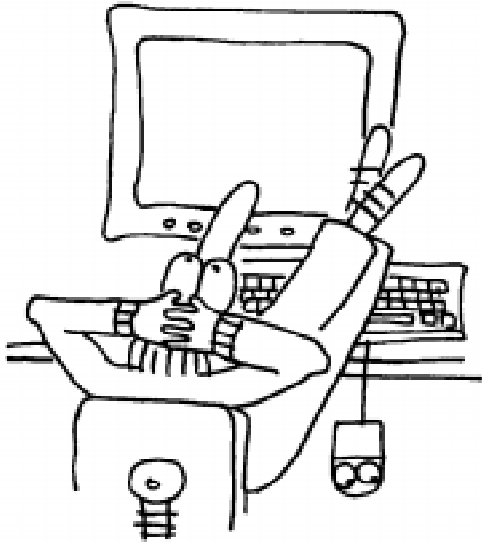


Рисунок 6. Одновременное движение нескольких маятников с различными амплитудами.



Мы предусмотрели возможность любой интерактивный элемент сделать либо пассивным, либо невидимым.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ – МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНТЕРАКТИВНОСТЬ, ГИБКОСТЬ.

Содержание курса.

Развивая предложенный подход и стараясь наилучшим образом использовать возможности моделировать, предоставляемые программой xyZET, мы разработали вводный курс по классической механике, содержащий следующие главы:

- Пространственные координаты.
- Движение по окружности.
- Скорость.
- Работа и энергия.
- Ускорение.
- Центр масс.
- Временные диаграммы.
- Действие и противодействие.
- Законы Ньютона.
- Соударения.
- Законы Гука.
- Движение на плоскости.
- Векторы.
- Гармонический осциллятор.
- Гравитация.
- Маятник.

Задачи курса.

Материал подбирался из следующих соображений:

1. Он должен охватывать традиционные темы, для которых целесообразно использовать моделирование.
2. Для его понимания необходим предварительный, качественный анализ явления.

При этом ставились требования:

3. Все должно быть разработано в соответствии с существующими стандартами.
4. Все учебные материалы должны существовать в двух формах: электронной и традиционной.

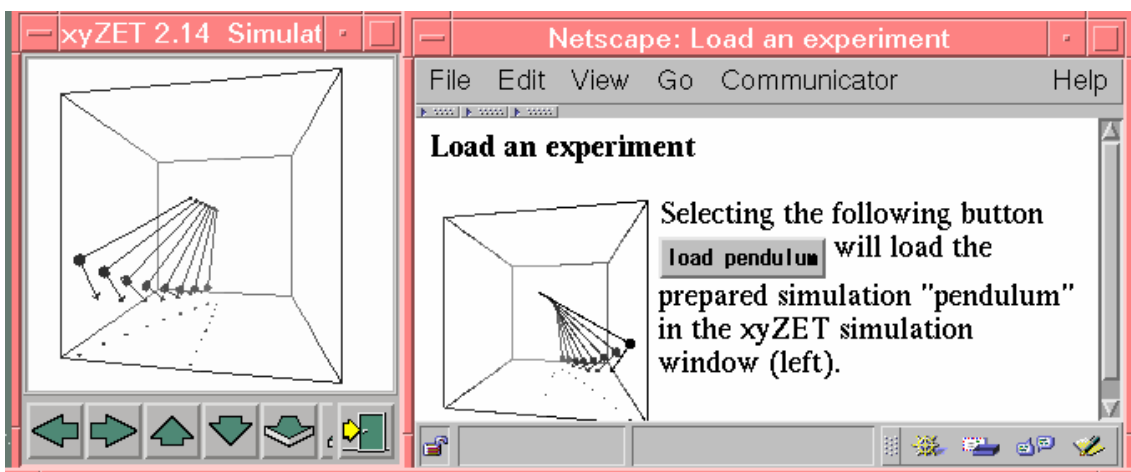


Рисунок 7. Пример Web-странички для работы с xyZET.

Структура курса.

Курс разделен на двадцать глав, доступен в pdf-формате, фон иллюстраций либо белый, либо черный, что позволяет печатать его на любом принтере. HTML-версия представляет из себя последовательность коротких файлов с цветными иллюстрациями и активными кнопками для управления программой хуZET.

В каждой главе содержится основной материал и последовательность заданий с заготовками отчетов и решениями. Существует возможность обращаться к любым другим, ранее созданным, страницам.

Большинство глав содержит задания совместно с заготовками отчетов, которые впоследствии могут печататься и изучаться отдельно. Многие главы сопровождаются специальными дополнительными заданиями, предназначенными для углубленного изучения материала.

Часть заданий, предполагающих дополнительные вычисления, сосредоточена

в конце каждой главы, их можно использовать как курсовые работы или письменные тесты. Однако основное назначение этих расчетных заданий - получить навык работы с единицами измерений, применяемых на практике. В виртуальном мире, где проводится моделирование, эти навыки не столь важны. Все ответы для расчетных заданий можно получить с помощью программы.

В течение последних двух лет мы тщательно работали с отобранным материалом, видоизменяли его, корректировали. Сейчас, как нам кажется, он легко воспринимается большинством студентов. Мы планируем опубликовать результаты сравнительного анализа нашего подхода и традиционного.

В ближайшем будущем мы хотим также исследовать возможности и требуемые для этого навыки чтения с экрана, различные формы компьютерного представления материала, формы компьютерного обучения и их эффективность.

НАШИ АВТОРЫ

Герман Хартел, сотрудник института Проблем Обучения, г. Киль (Германия), возглавляет международную ассоциацию COLOS (www.colos.ec-lyon.fr).

*Перевод с английского:
Сениченков Юрий Борисович,
Сениченков Илья Юрьевич.*