

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Не вызывает сомнения тот факт, что совершенствование информационных технологий продуцирует интенсивно растущий интерес к возможности их использования в ходе обучения и самообучения, удовлетворяя тем самым постоянный рост интереса к приобретению знаний с помощью компьютеров и повышая качество получаемых знаний.

Введение в образовательный процесс учебных модулей, построенных с использованием компьютерных технологий, связано с разработкой образовательных информационных систем и организацией адекватного, подчиняющегося современной гуманистической образовательной парадигме, взаимодействия обучающихся с этими системами. Достаточно широкое применение в настоящее время рассматриваемый подход нашел при обучении физике, различным техническим дисциплинам как в высших учебных заведениях, так и в средней школе.

Так, при изучении ряда разделов физики, в том числе, механики, используется замена традиционных лабораторных работ виртуальными экспериментами, осуществляемыми с помощью компьютерного моделирования. Такое моделирование чаще всего применяется в лабораторных работах по физике и достигается путем введения виртуальных экспериментов, реализуемых по схеме сложного автоматизированного реального эксперимента [1].

Например, по этой схеме функционируют компьютерные эксперименты в хорошо известном интерактивном курсе «Открытая физика», разработанном под руководством профессора МФТИ С.М. Козела.

Однако при всей потенциальной перспективности, распространенные в настоящее время информационные системы несут на себе и ряд ограничений. В частности, их недостаток состоит в том, что описываемая организация виртуального эксперимента не раскрывает глубинной сущности физического явления. Нельзя оставить без внимания и тот факт, что они не всегда удовлетворяют принципу развития творческой активности обучаемого, так как его реальное участие в подобных виртуальных экспериментах чаще всего сводится лишь к вводу исходных данных в заранее запрограммированную систему взаимодействия ограниченного числа тел и последующему наблюдению результатов. В этой ситуации обучаемый не имеет реальной возможности как-либо видоизменить исследуемую физическую систему, например, вводить новые тела, менять виды и условия взаимодействия между ними и т.д.

Сегодня не вызывает сомнения, что качество обучения зависит от уровня развития нескольких аспектов образовательного процесса, среди которых выделяют: 1) функции обучающегося; 2) свойства среды – источника информации; 3) взаимодействия обучающегося и среды [2].

Оптимизация образовательного процесса может идти как по пути воздействия на все перечисленные аспекты, так и на каждый из них в отдельности. Если предположить, что начальная подготовка обучающихся может быть различной (т.е. исключить первый из указанных аспектов), то определяющее влияние на качество обучения будут оказывать второй и третий из них. В работах [1, 3] предложен и обоснован новый подход к осуществлению взаимодействия обучающегося и виртуальной среды (т.е. третий из указанных выше аспектов), заключающийся в реализации принципа реальности измерений в виртуальном физическом эксперименте.

В данной работе сделана попытка по-новому представить и второй из указанных аспектов, характеризующих качество обучения. Для его реализации разработана информационная система, в которой с помощью известных модельных представлений (классических законов механики) осуществлена формализация реального мира, позволяющая представить его в виде виртуального: реализованы различные виды взаимодействия тел и поверхностей (соударения, трение, гравитация), а также законы сохранения (энергии, импульса, момента импульса).

Данная информационная система создана с помощью Microsoft Visual Studio .Net 2003, Microsoft DirectX 9.0, и графического пакета Maya 4.5. Для измерения параметров поведения объектов при воспроизведении сформированных эпизодов в систему введен набор виртуальных измерительных инструментов (секундомер, линейка, транспортёр), описанных в [1].

Моделирование состояния системы объектов осуществляется последовательными итерациями (состояние системы в момент времени $t + dt$ вычисляется с помощью параметров состояния системы в момент времени t , где dt – некоторый малый конечный промежуток времени).

Для удобства описания поведения отдельного тела вводится так называемый вектор состояния тела $\mathbf{S}(t) = \{\mathbf{r}(t), \mathbf{v}(t), \mathbf{R}(t), \boldsymbol{\omega}(t)\}$, где $\mathbf{r}(t)$ – радиус-вектор центра масс тела, $\mathbf{v}(t)$ – вектор линейной скорости тела, $\mathbf{R}(t)$ – вектор, описывающий поворот тела (направление вектора описывает ось вращения, а его модуль – угол поворота), $\boldsymbol{\omega}(t)$ – вектор угловой скорости тела.

Вектор состояния тела $\mathbf{S}(t)$ описывается дифференциальным уравнением вида

$$\frac{d\mathbf{S}}{dt} = \{\mathbf{v}(t), \mathbf{a}(t), \boldsymbol{\omega}(t), \mathbf{a}_{ang}(t)\},$$

где $\mathbf{a}(t)$ – вектор линейного ускорения тела, $\mathbf{a}_{ang}(t)$ – вектор углового ускорения тела.

Для решения этого уравнения необходимо знать ускорения тел (или силы, которые их вызывают) на каждом шаге итерации, задаваемой значениями dt .

В данной системе учитываются следующие типы сил, действующих на тела:

- 1 Силы, вызываемые внешними полями (сила тяжести, вызывающая ускорение свободного падения).
- 2 Силы, которые действуют между телами из-за наличия связей (гравитационные и упругие силы).
- 3 Силы, вызванные контактами тел.

В рассматриваемой модели используются абсолютно жесткие тела, а свойство упругости учитывается за счет введения коэффициента восстановления.

В то же время при столкновении абсолютно жестких тел функция состояния имеет разрыв, и описанное выше уравнение при этом условии не имеет решения. Для учета подобных взаимодействий введен пересчет скоростей тел на основе законов сохранения (энергии, импульса, момента импульса).

За счет введения в информационную систему редактора объектов и параметров предусмотрена возможность моделирования виртуального мира (его свойств, находящихся в нем объектов, вида их взаимодействия и т.п.). Это создает возможность «создания» изучаемого мира самим обучаемым.

Предлагаемый подход позволяет решать принципиально новые учебные задачи, выводя данную информационную систему на качественно новый уровень по сравнению с существующими, в которых модельные эпизоды (компьютерные эксперименты) программируются создателями системы на этапе ее разработки и не могут подвергаться редактированию без изменения кода программы.

Гибкость системы при формировании эпизодов делает ее своеобразным виртуальным «конструктором», с помощью которого обучаемый может самостоятельно изучать закономерности физических явлений, модернизируя виртуальное окружение и исходя из появляющихся в процессе обучения потребностей.

В описываемой информационной системе также предусмотрена возможность сохранения и воспроизведения любого из ранее созданных эпизодов, а также последующей модернизации исследуемой физической модели (введение новых объектов, усложнение физических взаимодействий).

Таким образом, создаваемые возможные модели виртуального мира во всем разнообразии его объектов и характерных для них взаимодействий реализуют эффект непосредственного участия и способствуют активизации мышления обучаемого, что может обеспечивать более качественное усвоение изучаемых физических взаимодействий. Это, в свою очередь, обеспечивает построение учебного процесса с учетом принципа поэтапности обучения, т.е. постепенного перехода обучаемого к решению более сложных учебных задач. Кроме того, определенным достоинством данной информационной системы является то, что обучаемый может работать в режиме «мягкого» перехода от относительно грубых физических моделей ко все более сложным, приближающимся к реальному миру.

Предложенная информационная система может найти применение в дистанционных курсах физики, допуская самостоятельное моделирование обучающимся разнообразных физических систем.

В перспективе планируется добавить в эту информационную систему возможность моделирования других законов, таких как законы электромагнетизма, гидродинамики, оптики и др. Это позволит моделировать физические состояния системы тел, в которой одновременно проявляются гравитационные, электромагнитные и упругие силы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Негров Д.В. Реальные измерения в виртуальном физическом эксперименте // Труды ТГТУ. Тамбов, 2003. Вып. 14. С. 293 – 296.
- 2 Приобретение знаний: Пер. с япон. / С. Осуга, Ю. Сэки, Х. Судзуки и др.; Под ред. С. Осуги, Ю. Сэки. М.: Мир, 1990. 304 с.
- 3 Негров Д.В. Информационная система организации виртуального физического эксперимента // Новые информационные технологии. Разработка и аспекты применения: Сб. науч. трудов Всероссийской науч. конф. с междунар. участием. Таганрог, 2003. С. 87 – 89.

Кафедра «Информационные системы»