

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

Девяткин Е.М.^{1,2}, Хасанова С.Л.²

¹Московский государственный образовательный комплекс, Москва, e-mail: mediadidaktika@mail.ru;

²Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, Стерлитамак, e-mail: hasanovasl@rambler.ru

В статье рассматривается авторская методика интерактивного обучения, основанная на использовании интерактивных учебных установок, имитирующих рассматриваемый физический процесс, с возможностью вариации входных параметров. Физическая задача – это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями по физике и на развитие мышления. Одно из труднейших звеньев учебного процесса – научить учащихся решать задачи. Хотя методы решения традиционных задач хорошо известны, организация деятельности учащихся с использованием интерактивных технологий является одним из актуальных аспектов методики преподавания. В качестве демонстрации предложенной методики авторы приводят примеры решений следующих экспериментальных задач: колебания жидкости в сосудах U-образной формы с использованием учебной интерактивной установки; колебания заряженного тела в электрическом поле двух одноименно заряженных тел; колебания стрелы, лежащего на двух вращающихся в противоположных направлениях блоках. На основе представленных электронных установок можно создать обратные задачи числом, равным количеству переменных модели экспериментальной задачи. Предложенная авторами методика интерактивного обучения естественным образом вписывается в контекст электронного образования.

Ключевые слова: интерактивное обучение, электронное образование, учебная интерактивная установка по физике, решение задач по теории гармонических колебаний.

REALIZATION OF INTERACTIVE LEARNING IN SOLVING THE PHYSICAL TASKS OF INCREASED DIFFICULTY

Devyatkin E.M.^{1,2}, Hasanova S.L.²

¹Moscow State Educational Complex, Moscow, e-mail: mediadidaktika@mail.ru;

²Sterlitamak branch of the Bashkir State University, Sterlitamak, e-mail: hasanovasl@rambler.ru

The article discusses the author's methods of teaching interactive learning, based on the use of interactive educational facilities that simulate the physical process in question with the possibility of variation of the input parameters. A physical task is a situation that requires students to think and practice actions based on the laws and methods of physics aimed at mastering knowledge of physics and developing thinking. One of the most difficult parts of the educational process is to teach students to solve problems. Although the methods of solving traditional problems are well known, but the form of organizing students' activities using interactive technologies is one of the topical aspects of teaching methods. As a demonstration of the proposed methodology, the authors cite examples of solutions to the following experimental problems: fluid oscillations in U-shaped vessels using an interactive learning installation; oscillations of a charged body in the electric field of two like-charged bodies; oscillations of a rod lying on two blocks rotating in opposite directions. On the basis of the presented electronic installations, it is possible to create inverse problems with a number equal to the number of variables of the model of an experimental problem. The methods of interactive learning proposed by the authors naturally fit into the context of e-education.

Keywords: interactive learning, e-education, educational interactive facility in physics, solving problems in the theory of harmonic oscillations.

Интерактивное обучение (от англ. *interation* – «интеграция, взаимодействие») – обучение, построенное на взаимодействии учащегося с учебным окружением, учебной средой, которая служит областью осваиваемого опыта.

Термин «интерактивное обучение» (или «интерактивные технологии») появился

относительно недавно. В начале 1990-х гг. его начали применять в отношении компьютерных технологий, в том числе электронного обучения. Существуют различные версии его появления. По мнению ряда авторов, данное определение произошло от термина «интерактивность», заимствованного из социологии, и концептуальной основой интерактивного обучения является теория интеракционистской ориентации (символического интеракционизма, ролевых теорий и теорий референтной группы), которая сформировалась в 1930-х гг. Основоположником символического интеракционизма является Дж. Мид. Люди не реагируют на внешний мир и других людей непосредственно, а осмысливают реальность в неких символах и соответственно продуцируют эти символы в ходе общения. Символический интеракционизм целиком основывается на интерпретациях человеческого поведения, в котором «прочитываются» значимые символы, несущие социальную информацию.

Существует также точка зрения, что интерактивное обучение появилось на основании термина «активное обучение» (*Action Learning*), который был предложен в 1930-х гг. английским ученым Регом Ревансом.

Применение интерактивного подхода к обучению в процессе реального, непосредственного общения субъектов образовательного процесса получило широкое распространение практически только после утверждения ФГОС-3, т.е. значительно позже разработок, осуществленных в рамках активного обучения. Видимо, поэтому в интерактивном обучении (ИО) используется весь арсенал разработок сторонников активного обучения (АО) – как в теоретических вопросах, так и в технологиях, а методы АО трактуются как интерактивные. Приведенная трактовка модели активного обучения при этом очевидным образом не совпадает с позицией сторонников активного обучения, которые рассматривали все виды взаимодействия субъектов образовательного процесса как необходимую составляющую активизации, а ограничения использования тех или иных видов общения могли быть связаны исключительно с дидактическими целями занятия [1, 2].

Следует уделить особое внимание содержанию некоторых инновационных методик интерактивного обучения. Одним из эффективных методов активации процесса обучения считается метод проблемного изложения. Другим эффективным методом инновационного обучения можно назвать метод кейс-стади, или метод учебных конкретных ситуаций (УКС) [3].

Авторами предлагается инновационный метод, основанный на использовании интерактивных учебных установок, имитирующих рассматриваемый физический процесс, с возможностью вариации входных параметров.

Отдельное место в интерактивном обучении занимает электронное обучение, которое

наряду с дистанционными образовательными технологиями может применяться при реализации образовательных программ независимо от форм получения образования. В данном аспекте предложенная авторами методика интерактивного обучения естественным образом вписывается в контекст электронного образования и дистанционного обучения [4, 5].

Материалы и методы исследования

Для создания виртуальных учебных интерактивных экспериментальных установок, представляющих задачи повышенной сложности по физике, использовалась среда Macromedia Flash, включающая графический редактор и встроенный язык объектно-ориентированного программирования ActionScript 2.0. Достаточно подробная методология разработки приведена в работах [6, 7].

На первом этапе осуществлялось знакомство с физическими явлениями и реально существующими экспериментальными установками. Определялись необходимые приборы для функционирования установки. На втором этапе производилось решение прямой физической задачи, выяснялись необходимые переменные модели и предельные значения параметров величин. На базе решения прямой задачи находилось решение обратной задачи, при этом значение искомой величины задавалось с учетом погрешностей измерений и инструментальных погрешностей. На третьем этапе определялась структура интерфейса, производились разработка алгоритма и написание программного кода. На четвертом этапе осуществлялись тестирование программы и демонстрация физического процесса с заданием начальных условий экспериментальной задачи.

Результаты исследования и их обсуждение. Приведем примеры реализации метода интерактивного обучения с использованием авторских электронных установок при обучении решению задач по теории гармонических колебаний, которые вызывают у учащихся большие трудности, связанные с незнанием методики решения задач данного типа, которая заключается в обязательном использовании второго закона Ньютона для построения дифференциального уравнения гармонических колебаний указанной колебательной системы. Гармонические механические колебания происходят под действием квазиупругих сил, в качестве которой могут выступать все силы природы: тяжести, упругости, Архимеда, трения скольжения, Кулона, Ампера, Лоренца, давления, поверхностного натяжения, реакции опоры и другие [8, 9].

Примером колебаний, происходящих под действием силы тяжести, являются, например, колебания жидкости в сосудах U-образной формы.

На рисунке 1 представлена электронная экспериментальная установка, состоящая из сообщающихся сосудов U-образной формы, заполненных жидкостью с неизвестной

плотностью ρ . Массу жидкости и диаметр сосудов можно задать с помощью соответствующих элементов на панели управления. Жидкость выводят из положения равновесия, и она начинает совершать гармонические колебания. Электронная установка имеет устройство управления, содержащее кнопки «Пуск», «Пауза» и «Сброс», которые выполняют интуитивно понятные функции. После нажатия на кнопку «Пуск» включается электронный секундомер и одновременно начинается процесс колебаний жидкости в сосудах. Количество совершенных колебаний фиксируется в отдельном поле. Таким образом, зная количество колебаний, совершенных за определенный промежуток времени, можно определить период колебаний. В задаче требуется найти плотность жидкости.



Рис. 1. Электронная установка экспериментальной задачи по изучению колебаний жидкости в сосудах U-образной формы

Для решения этой экспериментальной задачи воспользуемся вторым законом Ньютона. Если уровень жидкости в одном из колен сосудов сместить на элементарную величину x (например, повысить по отношению к первоначальному положению), тогда уровень жидкости в другом колене понизится на такую же величину. Поэтому разность уровней жидкости в сосудах будет равна $2x$. В результате в том колене сосуда, в котором уровень жидкости будет выше, возникнет дополнительная неуравновешенная сила тяжести, равная весу жидкости, находящейся выше уровня жидкости в колене с меньшей высотой столба жидкости. Согласно второму закону Ньютона:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -\Delta mg$$

Здесь $\Delta m = \rho \Delta V$ – разность масс жидкости в обоих коленах в момент начала колебаний, $\Delta V = 2Sx$ – разность объемов, $S = \pi r^2$ – площадь поперечного сечения сосудов. С учетом этого $\Delta m = 2\rho\pi r^2 x$.

Дифференциальное уравнение колебаний жидкости в сообщающихся сосудах U-

образной формы будет иметь вид:
$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{2\rho\pi r^2}{m} x = 0$$

Сравнивая полученное дифференциальное уравнение с известным дифференциальным уравнением гармонических механических колебаний, получим

$$\omega_0^2 = \frac{2\rho\pi r^2}{m}$$

Откуда $\omega_0 = \sqrt{\frac{2\rho\pi r^2}{m}}$, а период колебаний связан с циклической частотой согласно

формуле $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$ и $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2\rho\pi r^2}}$.

Однако согласно определению периода колебаний $T = \frac{t}{N}$. Время, за которое совершается определенное число колебаний жидкости, находится из виртуальной интерактивной установки. Приравнивая два последних выражения, можем найти искомую величину плотности неизвестной жидкости в виде:

$$\rho = \frac{2\pi m N^2}{t^2 r^2}$$

Примером колебаний, происходящих под действием электростатической силы (силы Кулона), являются колебания заряженного тела в электрическом поле двух одноименно заряженных тел с одинаковым зарядом (рис. 2).

На краях гладкого стола длиной l жестко закреплены два тела с одинаковыми положительными зарядами q известной величины. Между этими зарядами посередине помещается бусинка массой m с положительным зарядом неизвестной величины Q . Установка позволяет изменять расстояние между зарядами (длину столика), их величину, а также массу бусинки. Если эту бусинку сместить из положения равновесия, то на нее будет действовать электростатическая сила, стремящаяся вернуть ее обратно. Колебания начинаются после нажатия на кнопку «Пуск» на блоке управления с одновременным включением секундомера. Таким способом экспериментально определяется период

колебаний бусинки. Решение данной задачи аналогично решению предыдущей задачи и сводится к получению дифференциального уравнения колебаний бусинки и периода колебаний бусинки:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 8k \frac{qQ}{ml^3} x = 0 \quad \text{и} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{ml^3}{8kqQ}}$$

Из последнего уравнения легко найти неизвестную величину задачи – заряд бусинки:

$$Q = \frac{m\pi^2 N^2 l^3}{4kqQt^2}$$



Рис. 2. Электронная установка экспериментальной задачи по изучению заряженного тела в электрическом поле

На рисунке 3 представлена виртуальная интерактивная установка по моделированию колебаний стержня, лежащего на двух вращающихся в противоположных направлениях блоках. Установка позволяет изменять расстояние между блоками, амплитуду колебаний и частоту вращения блоков. Колебания стержня возникают вследствие квазиупругой силы – силы трения. В задаче требуется найти коэффициент трения между стержнем и блоками. Задача сводится к построению дифференциального уравнения колебаний в виде

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{2\mu g}{l} x = 0, \quad \text{откуда} \quad \mu = \frac{\pi^2 N^2 2l}{t^2 g}$$



Рис. 3. Электронная установка экспериментальной задачи по определению коэффициента трения методом вращающихся блоков

Заключение

Предложенная технология разработки интерактивных виртуальных установок ложится в основу разработки учебного окружения, учебной среды, которые в процессе изучения физики повышают эффективность процесса обучения, делают его более наглядным, насыщенным, способствуют развитию у обучающихся различных общеучебных умений, повышают качество обучения. Использование электронной демонстрации физического явления, к которой обучающиеся могут возвращаться несколько раз, меняя входные параметры, способствует более прочному и глубокому усвоению материала.

На основе представленных электронных установок можно создать обратные задачи повышенной сложности числом, равным количеству переменных модели экспериментальной задачи.

Создание образовательных сред для активного обучения, повышающих мотивацию учащихся, является неотъемлемой частью успеха в стратегии развития и внедрения интерактивного обучения.

Список литературы

1. Панина Т.С., Вавилова Л.Н. Интерактивное обучение // Образование и наука. Известия УрО РАО. 2007. №6(48). С. 32-41.
2. Добрынина Д.В. Инновационные методы обучения студентов вузов как средство реализации интерактивной модели обучения // Вестник Бурятского государственного университета. 2010. № 5. С. 172-176.
3. Абдулов Р.М. Использование современных интерактивных средств обучения при

развитии исследовательских умений учащихся в обучении физике // Педагогическое образование в России. 2012. №5. С. 180-184.

4. Кочергина Н.В., Машиньян А.А. Методология построения дистанционной общеобразовательной среды // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. № 1 (103). С. 4-20.

5. Машиньян А.А., Кочергина Н.В. Принципы и механизмы построения дистанционной общеобразовательной среды // Открытое и дистанционное образование. 2016. № 2 (62). С. 19-34.

6. Девяткин Е.М., Хасанова С.Л. Интерактивные средства электронного и дистанционного обучения дисциплин естественно-научного цикла // Современные проблемы науки и образования. 2018. №6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28256> (дата обращения: 10.12.2019).

7. Девяткин Е.М. Использование технологии программируемой flash-анимации для моделирования механических колебаний // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования: сборник научных статей международной конференции (Барнаул, 20–24 октября 2015 г.). Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. С. 917-920.

8. Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны: учебное пособие. 2-е изд., перераб. СПб.: Лань, 2011. 384 с.

9. Каганов В.И. Колебания и волны в природе и технике. Компьютеризированный курс. Учебное пособие. М: Дрофа, 2015. 336 с.