

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В. В. Андреев, зав. кафедрой теоретической физики, д-р физ.-мат. наук, доц.

*О. М. Дерюжкова, доц. кафедры теоретической физики, канд. физ.-мат. наук, доц.
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины*

Современное высшее образование немислимо без использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые позволяют не только повысить качество обучения, но и способствуют росту информационной компетентности, раскрытию творческого потенциала, проявлению интеллектуальных способностей и, в целом, всестороннему развитию личности студента.

Под ИКТ понимают процессы и методы взаимодействия с информацией, которые осуществляются с применением устройств вычислительной техники, а также средств телекоммуникации и обеспечивают решение важных задач обучения и воспитания [1]. ИКТ включают в себя компьютеры, программное обеспечение и средства электронной связи. Они подразумевают экономию времени, труда и материальных ресурсов. Использование ИКТ в учебном процессе дает возможность проведения виртуальных лекционных и семинарских занятий в реальном времени, осуществления оперативного консультационного общения, расширения доступа к учебной, методической и научной информации, а также моделирования научной и исследовательской деятельности. Средства ИКТ по методическому назначению делятся на обучающие, тренажеры, справочные и информационно-поисковые, демонстрационные, имитационные, лабораторные, моделирующие, расчетные и учебно-игровые.

Рассмотрим использование моделирующих ИКТ, которые дают возможность построить модель объекта, явления с целью его изучения и исследования. Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения физических систем. Если реальные эксперименты невозможны или затруднены по каким-либо причинам, то компьютерные модели в силу их логичности и формальности позволяют провести аналитические вычисления, выявить основные свойства и исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения ее параметров и начальных условий. В этом случае применяют методы и средства компьютерной алгебры. Программное обеспечение компьютерной алгебры (аналитических вычислений) уже оказало существенное влияние на то, как преподается физика и проводятся научные исследования. Хотя компьютеры не могут заменить мышление, они значительно расширяют возможности решения задач, возникающих у студентов, преподавателей и ученых, устраняя утомительные монотонные и относительно несложные, но громоздкие расчеты. По мере того, как компьютеры становятся более мощными и доступными, масштаб проблем, решаемых как в исследовании, так и в преподавании чрезвычайно расширяется. Этому также способствует гибкость системы Mathematica при работе с аналитическими, численными и графическими выражениями.

Лучший способ продемонстрировать возможности системы Mathematica – это решить ряд физических задач, показав способности этой системы отображать выходные данные во многих формах. Значительным преимуществом системы Mathematica является легкость, с которой результаты можно визуализировать. Эта функция делает физические проблемы «живыми», при этом студент (и не только он) может взаимодействовать и экспериментировать с решениями: можно изменять параметры и сразу же наблюдать за последствиями, тем самым получая более глубокое понимание физики решения. Вместо того чтобы тратить время на громоздкие, но уже ставшие привычными расчеты, необходимые для получения ответа, Mathematica позволяет сосредоточить внимание на понимании и анализе решения [2].

Рассмотрим визуализацию фигур Лиссажу с помощью средств Wolfram Mathematica [3]. Фигуры Лиссажу представляют собой замкнутые траектории, прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Вид фигур зависит от соотношения между частотами, фазами и амплитудами обоих колебаний.

Наиболее естественным математическим выражением для кривой Лиссажу является функция, заданная параметрически:

$$lis(x, y) = \begin{cases} x(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \delta_1) \\ y(t) = A_2 \sin(\omega_2 t + \delta_2) \end{cases}$$

Wolfram Mathematica позволяет строить такого рода графики с помощью функции ParametricPlot[{x[t],y[t]}, {t, tmin, tmax}]. На рисунке 1 представлен результат построения фигуры Лиссажу по заданным параметрам колебаний.

Статическая картина достаточно легко может быть преобразована в виртуальную лабораторную работу по исследованию влияния различных комбинаций параметров колебаний (частоты, фазы) на форму фигур Лиссажу. Для этого используется оператор Manipulate [expr, {x, xmin, xmax, step}] и ряд основных команд, таких как Table (создание таблицы) и Plot (построение графика).

Команда Manipulate позволяет создавать интерактивные приложения всего несколькими строками ввода. Использование Manipulate не требует изучения каких-либо сложных новых концепций и никакого понимания идей для программирования пользовательского интерфейса.

Результат, полученный с помощью команды Manipulate, представляет собой интерактивный объект, содержащий один или несколько элементов управления (ползунки и т.д.), которые можно использовать для изменения значения одного или нескольких параметров. Результат очень похож на небольшой апплет: это не просто статический результат, это работающая программа, с которой вы можете взаимодействовать.

На рисунке 2 представлен полный код интерактивного объекта «Фигуры Лиссажу». Результатом работы такой программы является объект, который позволяет получать различные фигуры Лиссажу при сложении двух колебаний (1).

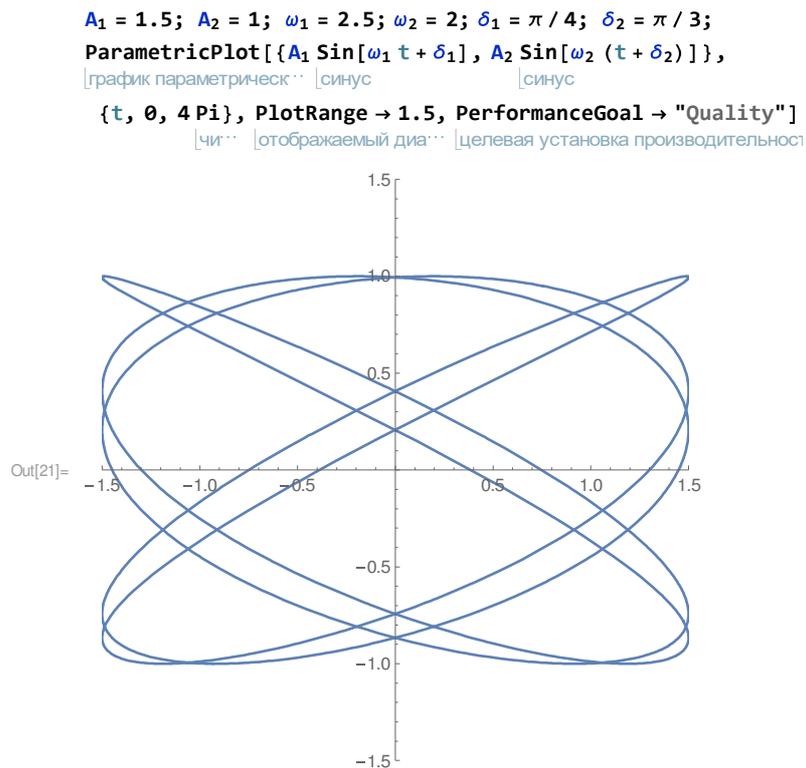


Рисунок 1. – Построение фигур Лиссажу по заданным параметрам колебаний

```

In[6]= Manipulate[
|варьировать
ParametricPlot[{A1 Sin[ω1 (t + δ1)], A2 Sin[ω2 (t + δ2)]}, {t, 0, 20 Pi},
|график параметрическ... |синус |синус |число π
PlotRange → 1, PerformanceGoal → "Quality"],
|отображаемый ... |целевая установка производительности
Dynamic[ParametricPlot[{A1 Sin[ω1 (t + δ1)], t}, {t, 0, 2 Pi},
|динами... |график параметрическ... |синус |число π
ImageSize → 100, AspectRatio → 1, PlotRange → {{-1, 1}, {0, 2 Pi}}]],
|размер изображения |аспектное отношение |отображаемый диапазон графика |число π
{{ω1, 1, "Частота ω1"}, 1, 4}, {{A1, 1, "Амплитуда A1"}, 0, 1},
{{δ1, 0, "Фаза δ1"}, 0, 2 Pi}, Delimiter,
|чи... |разделительная линия
Dynamic[Plot[A2 Sin[ω2 (t + δ2)], {t, 0, 2 Pi}, ImageSize → 100,
|динами... |график... |синус |чи... |размер изображения
AspectRatio → 1, PlotRange → 1]], {{ω2, 5 / 4, "Частота ω2"}, 1, 4},
|аспектное отношение |отображаемый диапазон графика
{{A2, 1, "Аплитуда A2"}, 0, 1}, {{δ2, 0, "Фаза δ2"}, 0, 2 Pi},
|число π
ControlPlacement → Left]
|расположение элемен... |слева

```

Рисунок 2. – Программный код интерактивного объекта «Фигуры Лиссажу»

Отметим, что созданный программный объект (рис. 3) может быть преобразован в специальный файл с расширением cdf. С помощью специального бесплатного «проигрывателя» CDF этот объект можно использовать как самостоятельную анимационную программу (без Wolfram Mathematica).

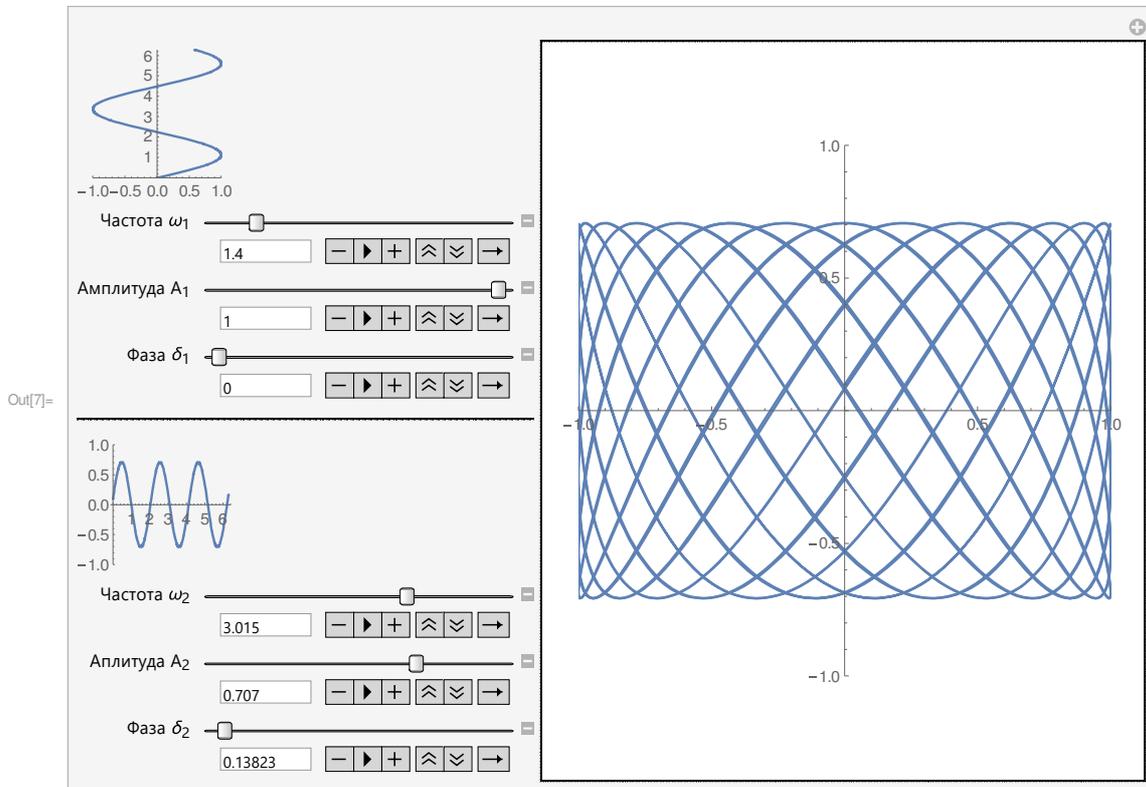


Рисунок 3. – Анимация фигур Лиссажу с помощью Wolfram Mathematica

Таким образом, использование информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе позволяет развивать творческий подход и креативные способности студента, самостоятельность в подборе и поиске необходимой информации, критичность мышления и познавательную активность, умение моделировать и визуализировать сложные физические явления и процессы, формировать общую и информационную культуру студента.

Список использованных источников

1. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / И.Г. Захарова. – М. : Академия, 2003. – 192 с.
2. Zimmerman, R.L. Mathematica for Physics / R.L. Zimmerman, F.I. Olness. – Second edition edition. – Addison-Wesley, 2002. – 646 pp.
3. Wolfram, S. The Mathematica book / S. Wolfram. – Addison-Wesley, 1999. – 359 pp.