ISSN: 2219-8229
E-ISSN: 2224-0136
Founder: Academic Publishing House *Researcher*
DOI: 10.13187/issn.2219-8229
Has been issued since 2010.

European Researcher. International Multidisciplinary Journal



Pedagogical science

Педагогические науки

UDC 378

Examples of Solving Physics Problems through Computer Programs

[1] Aizhan K. Salkeeva
[2] Asia S. Cusenova
[3] Alphia R. Tenthurina
[4] Gulnara B. Turebaeva

[1] Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mera St.4, 100027, Karaganda
PhD, senior teacher
E-mail: Salkeeva58@mail.ru
[2] Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mera St.4, 100027, Karaganda
PhD, senior teacher
E-mail: cusenova@mail.ru
[3] Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mera St.4, 100027, Karaganda
PhD, senior teacher
E-mail: tenthurina@mail.ru
[4] Karaganda State Technical University, Kazakhstan
Bulvar Mera St.4, 100027, Karaganda
Master, teacher
E-mail: gulnara_83.06.12@mail.ru

Abstract. The article presents the modelling of complex systems through the use of the MathCad program to clearly showcase physical processes. The article examines methods of solving boundary value problems while also talking about utilising physical models within the learning process.
Keywords: physical processes; MathCad; modelling; physical models; animation; Runge-Kutta methods; complex systems; solutions; learning process; examples of solving problems.

Введение. В последние годы компьютерная техника широко развивается, а также расширяются ее возможности. Это позволило широко использовать компьютеры в различных отраслях, в том числе и в учебном процессе. Использование компьютеров при изучении физики дает большие возможности. К примеру все больше используются компьютеры при выполнении лабораторных работ. Все больше в ВУЗах внедряется в учебный процесс так называемые виртуальные лабораторные работы. Многие программы такие, как Matcad, Matlab и другие используются для обработки полученных результатов, что приводит к сокращению времени на данные подсчет результатов и больше времени остается на более качественное выполнение лабораторной работы. Применение компьютеров в в обучении физики позволяет менять

методику преподавания, а это приводит в сторону облегчения работы преподавателя. Персональный компьютер не заменяют традиционные средства обучения, а дополняют их и вместе с ними образуют систему средств обучения, ориентированную на использование новых информационных технологий, применение которых создает условия обучения физике в учебно-информационной среде.

Лабораторные занятия (практикум) для ряда специальностей являются одной из ведущих форм работы. Главная цель практикума – экспериментально подтвердить теоретические положения изучаемой науки, обеспечить понимание обучаемыми основных закономерностей и форм их проявления, сформировать у будущих специалистов профессиональный подход к научным исследованиям, наконец, привить навыки экспериментальной деятельности.

Повышение творческого потенциала, профессиональных навыков осуществляется в полной мере только при практическом применении знаний. Лабораторный практикум способствует познанию студентами органического единства теории и практики, знакомит с направлениями развития экспериментальной науки, развивает интерес к исследовательской и самостоятельной, творческой работе.

Компьютерные обучающие системы могут широко использоваться на всех стадиях проведения лабораторных занятий: планирование эксперимента, обработка и анализ данных, оформление результатов исследований. Если компьютер не является сам объектом изучения, то его роль сводится к обеспечению проведения работ.

Одной из уникальнейших возможностей электронной техники является компьютерное моделирование физических процессов. При этом программу, имитирующую эксперимент, следует рассматривать как часть целого комплекса тесно взаимодействующих друг с другом обучающих программ.

Актуальность моделирование физических процессов обоснована тем, что в ряде случаев постановка эксперимента требует сложной техники. В то же время использование компьютерной техники открывает широкие перспективы постановки принципиально новых задач, к которым можно отнести задачи с трудными для анализа, сложными математическими выражениями и те, которые имеют только численное решение.

Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент на настоящий момент становятся новым инструментом, перспективным методом научного познания, новой технологией из-за возрастающей необходимости исследования сложных, нелинейных систем, так как “наши знания об окружающем мире линейны и детерминированы, а процессы в окружающем мире – не линейны и стохастичны”.

Преимущество компьютерных систем моделирования – их высокая интеграция интерактивность. Часто компьютерные среды функционируют в режиме реального времени, поэтому для моделирования физических процессов актуальны специальные пакеты прикладных программ, графических и табличных процессоров, визуальных и когнитивных сред, работающих в режиме реального времени.

В другом варианте компьютерная обучающая система может быть использована как средство управления и обработки данных с отображением информации о ходе опыта.

Компьютерные лабораторные работы удовлетворяют почти всем требованиям, предъявляемым физическому эксперименту, за исключением того, что они не знакомят с конкретными приборами. Далее их можно применять в дистанционном обучении. Компьютерные лабораторные работы можно применять тогда, когда реальный физический эксперимент вообще невозможен. Например, при реализации мысленных экспериментов, которые играют важную роль в развитии физики. Их можно применять также, тогда, когда материал очень сложен и для его изучения требуется повышенная наглядность. Именно компьютерные лабораторные работы обладают такой повышенной наглядностью. В ходе выполнения компьютерных экспериментов, изучаемые физические процессы визуализируются, при этом вследствие применения методов компьютерного моделирования графические символы на экране, изображающие физические объекты, движутся в соответствии с законами физики. Однако, данные компьютерные эксперименты созданы именно как интерактивные лабораторные работы, т.е. студенты в ходе их выполнения могут самостоятельно изменять значения физических параметров и проводить измерения «виртуальных» физических величин, а затем путем вычислений или построения графиков

определять другие физические величины. Все это позволяет приблизить численный эксперимент к естественному опыту. Работа с такой моделью интересна и учит студентов “чувствовать” характер важнейших уравнений физики, развивает интуицию.

Данные «виртуальные» лабораторные работы можно выполнять на ряду с обычными, они не являются альтернативными, а взаимно дополняют друг друга. В большинстве этих лабораторных работ изучаются явления, исследования которых затрудненно при помощи обычных натурных работ.

Прежде всего, чрезвычайно удобно использовать компьютерные модели в демонстрационном варианте при объяснении нового материала или при решении задач. Решение задач – необходимый элемент обучения физике и формирования творческой личности. Использование компьютера в процессе решения физических задач позволяет не только лучше усваивать физику, но и демонстрирует значение компьютера как инструмента творчества и как эффективного помощника в изучении законов природы.

Возникающие при решении физических задач математические трудности легко преодолеваются системами компьютерной математики. Наиболее удобна в этом отношении MathCAD [1].

Эта система имеет наиболее комфортный для изучающих физику интерфейс и достаточные математические возможности. Получаемые при решении физических задач результаты полезно проверять на практике. Компьютер позволяет осуществить виртуальный эксперимент.

В системе Mathcad есть возможность решать дифференциальные уравнения в частных производных и их системы. Средства Mathcad позволяют решать одномерные параболические и гиперболические уравнения (с одной пространственной и одной временной переменной). Такой, казалось бы, узкий круг решаемых задач на самом деле охватывает подавляющее большинство задач, возникающих в физике и технике.

Как пример решения дифференциальных уравнений высших порядков с помощью функции rkfixed пакета Mathcad получен график сложения двух гармонических колебаний. Для этого необходимо определять координату колеблющегося тела с частотой в десятки раз превышающей частоту исследуемых колебаний [2,3].

В общем случае, если система состоит из N обыкновенных дифференциальных уравнений, то фазовое пространство является N-мерным. При N>3 наглядность теряется, и для визуализации фазового портрета приходится строить его различные проекции. На том же рис. 1, справа, показан для сравнения результат расчета фазового портрета с большим числом шагов. Видно, что в этом случае обеспечивается лучшая точность и, в результате, решение получается более гладким. Конечно, при этом увеличивается и время расчетов. При решении систем обыкновенных дифференциальных уравнений многие проблемы могут быть устранены при помощи простой попытки увеличить число шагов численного метода. Данная ошибка может означать не то, что решение в действительности расходится, а просто недостаток шагов для корректной работы численного алгоритма. Теперь, исходя из выше изложенного, попытаемся смоделировать процесс сложения двух гармонических колебаний с различной частотой, т.е. биения, описываемое уравнением $y''+qy = a\sin wt$, изучаемые в разделе физики “Колебания и волны” [4,5].

Листинг 1. Решение задачи Коши для ОДУ второго порядка

$a := 1 \quad \beta := 1 \quad q := 1.5 \quad \omega := 5$

(1)

- матрицу производных

$$D(t,y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ -q\cdot y_1 + 5\sin(\omega\cdot t) \end{pmatrix}$$

(2)

-вектор начальных $y0 := \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$ приближений (интервалы интегрирования)

(3)

- количество шагов $M := 10($

(4)

$u := rkfixed(y0, 0, 60,$

- вектор производных (уравнение, представленные в принятой для **Mathcad** форме).

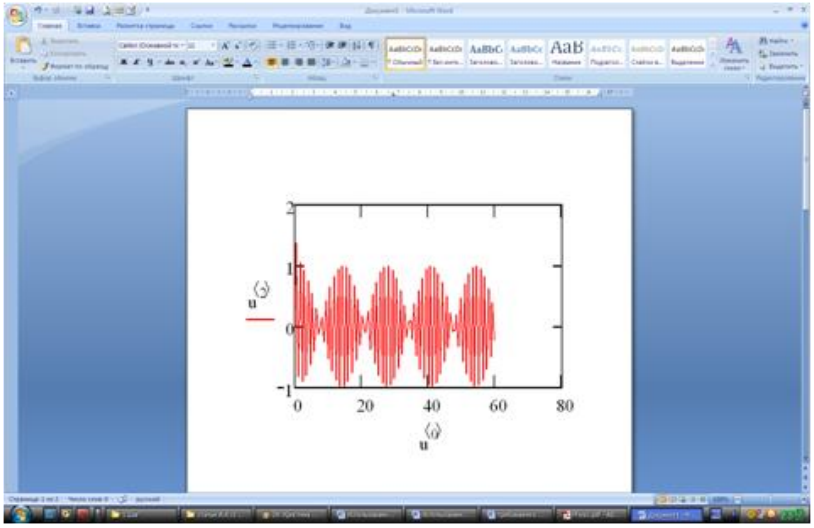


Рис. 1. График, полученный в результате сложения двух гармонических колебаний

В результате данных модельных работ, пользователь получает модель системы готовой и имеет возможность лишь произвольно задавать начальные условия и управлять всеми параметрами модели в ходе численного эксперимента. В этой разработке ставились задачи: способствовать осмыслению обучаемыми основных физических законов, их логических и причинно-следственных связей; помочь уяснить взаимосвязь различных физических характеристик, установить соответствие между натурным поведением объекта, аналитическими зависимостями и их графическим отображением. Пользователю предоставляется среда с возможностями свободных манипуляций математическими моделями физических объектов, процессов и эффектов. Обучаемые могут обращаться с моделями элементарных объектов как с конструкторским материалом, создавая модели сложных систем, не только выполнять лабораторные работы при помощи готовых схем, но и конструировать новые схемы из готовых моделей, и даже модифицировать модели [6, 7].

Устанавливая информационные связи между элементами, уясняя принципы их взаимодействия, наблюдая за реакцией системы на внешние влияния, отрабатывая методику управления комплексными системами, пользователь органично сочетает изучение физики с изучением информатики. Притом, что важно, информатика приобретает в глазах обучаемых действительно прикладной характер.

Таким образом, использование вычислительной техники позволяет получить следствия, содержащиеся в теоретических положениях, сопоставлять их с результатами опыта и корректировать исходную модель. В качестве отображения реальной системы, и с целью освоения навыков моделирования, разработан алгоритм и составлена программа решения дифференциальных уравнений высших порядков с помощью функции rkfixed пакета Mathcad, получен график сложения двух гармонических двух гармонических колебаний [8, 9].

Также пользователю предоставляется возможность на основе разработанных моделей, для различных областей физики, проводить на принципах математического моделирования не только демонстрационную, но и исследовательскую и конструкторскую работу, позволяющую организовывать создание, тестирование и доводку новых систем – механизмов, приборов и других технических устройств [10, 11].

Выводы. В работе показан пример решения дифференциальных уравнений высших порядков с помощью функции rkfixed пакета Mathcad, также получен график сложения двух гармонических колебаний. Данная модель может быть использована в учебном процессе при решении физических задач, при выполнении виртуальных лабораторных работ, также при чтении лекций как элемент информационных технологий.

Примечания:

1.Кондратьев А.С. Физика. Задачи на компьютере / А. С. Кондратьев, А. В. Ляпцев. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 400 с.

2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с.

3. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. М.: Едиториал УРСС, 2001.144 с.

4. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов. М.: МГТУ, 2001. 496 с.

5. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 2010.200 с.

6.Левицкий А.А. MATLAB 3.05, MathCAD 2.5. Практическое руководство. Красноярск, 1997. 200 с.

7. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 2010. 150 с.

8. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н. С. Бахвалов; Н. П. Жидков; Г. Н. Кобельков. М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2003. 632 с.

9. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях / Н.С. Бахвалов; А.В. Лапин; Е.В. Чижонков. М.: Высш. шк, 2000. 192 с.

10. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. М.: Высш. шк, 2000. 268 с.

11.Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике: [В 2 ч.] / Х. Гулд, Я. Тобочник. М.: Мир, 1990. Ч.1.349 с.

УДК 378

Примеры решения задач по физике с использованием компьютерных программ

[1] Айжан К. Салькеева
[2] Асия С. Кусенова
[3] Альфия Р. Тенчурина
[4] Гульнара Б. Туребаева

[1] Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
100027, Караганда, ул. Бульвар Мира, 56
Кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
E-mail: salkeeva58@mail.ru
[2] Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
100027, Караганда, ул. Бульвар Мира, 56
Кандидат химических наук, старший преподаватель
E-mail: cusenova@mail.ru
[3] Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
100027, Караганда, ул. Бульвар Мира, 56
Кандидат химических наук, старший преподаватель
E-mail: tenthurina@mail.ru
[4]Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
100027, Караганда, ул. Бульвар Мира, 56
Магистр физики, преподаватель
E-mail: gulnara_83.06.12@mail.ru

Аннотация. В статье для наглядного представления физических процессов с помощью программы MathCad приведено моделирование сложных систем. Разобраны способы решения граничных задач, а также говорится об использовании физических моделей в учебном процессе.

Ключевые слова: физические процессы; программа MathCad; моделирование; физические модели; анимация; функция Рунге-Кутта; сложные системы; способы решения; учебный процесс; примеры решения задач.