

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Введение.

В настоящее время все большее применение для учебных целей в различных образовательных учреждениях как нашей страны, так и за рубежом, используются так называемые пакеты научного программного обеспечения (ПО). Для того, чтобы лучше понять, как можно применять в образовательном процессе различные пакеты научного ПО, рассмотрим следующее:

1. Краткий обзор научного программного обеспечения.
2. Понятие информационной и учебной информационной моделей.
3. Примеры использования Пакета Mathematica 4 для решения задач по физике.

Краткий обзор научного программного обеспечения.

В этом обзоре мы, для краткости, будем исходить из классификации научного программного обеспечения (ПО) на рынке программных средств. Обычно, к ним относят пакеты программ, позволяющие автоматизировать труд научных и инженерно - технических работников в различных областях человеческих знаний. Научное ПО, предлагаемое на рынке программных средств (см., например [1]), может быть самого различного профиля и степени специализации. Укажем наиболее известные пакеты научного ПО:

- Математическая система Maple (последняя версия Maple 6) – одна из самых мощных и универсальных программ, предназначенная для аналитических и численных расчетов, включающая более трех тысяч встроенных функций (готовых алгоритмов). Система Maple 6 имеет полнофункциональный редактор рабочих документов, мощный язык программирования и превосходную двух- и трехмерную графику.
- Mathematica 4.0 – универсальный математический пакет, предназначенный для аналитических и численных расчетов. Система Mathematica 4.0 имеет большое количество функций, многофункциональный язык программирования, удобный интерфейс, текстовый редактор. Данный пакет позволяет создавать платформенно независимые рабочие документы с представлением графиков и формул в полиграфическом формате. Разработано большое количество приложений, функционирующих в среде Mathematica, что значительно расширяет возможности этого пакета в специальных областях.
- Matlab 5.3.1 – язык технического программирования сверхвысокого уровня. Помимо обычных языковых конструкций, позволяющих выполнять процедурное, объектно-ориентированное и визуальное программирование, он содержит большое количество встроенных эффективных и точных алгоритмов, предназначенных для математических расчетов и графической

визуализации. Предназначен для профессиональных, технически сложных, высокопроизводительных приложений, требующих работы с большими массивами данных, высокой точности и надежности результатов. Обладает превосходной двух- и трехмерной графикой. Помимо выше перечисленного, пакет Matlab 5.3.1 позволяет производить аналитические вычисления. При этом используются команды и функции Maple.

- Mathcad 2000 – это многофункциональная интерактивная вычислительная система, благодаря встроенным алгоритмам позволяющая решать аналитически и численно большое число математических задач, не прибегая к программированию. Обладает удобным интерфейсом и хорошей двух- и трехмерной графикой, возможностью подключения к распространенным офисным и конструкторским программам, а также к Internet. Для пользователей Mathcad создан специализированный сайт – Collaboratory, являющийся активно обновляющейся коллекцией форумов, где любой пользователь Mathcad может задавать вопросы, списывать полезные файлы, просматривать переписку в поиске полезных советов, делиться полученными результатами.
- Statistica 5.5 – универсальная система анализа данных, предлагающая сотни типов графиков, интегрированных с разнообразными аналитическими процедурами.
- Multisim 6 – система предназначенная для конструирования электронных схем. Благодаря сочетанию, производительности и простоты является самой популярной программой для конструирования высококачественных электронных схем. Отличается интуитивно ясным способом ввода схематических данных, возможностью смешанного аналогового цифрового моделирования. Позволяет осуществлять весь цикл электронного проектирования – от спецификации до производства.
- ChemOffice – комплекс приложений для химиков или других специалистов, использующих данные в своей работе. Среди основных функций – рисование, моделирование и анализ химических соединений, накопление, поиск и управление информацией. Последняя версия – ChemOffice Pro 2000 Enhanced объединяет ChemDraw Ultra 6.0, Chem3D Pro 5.0, ChemFinder Pro 5.1 в интегрированную систему, которая полностью отвечает повседневным нуждам химиков.

Несмотря на то, что эти системы (пакеты) предназначены для серьезных научных исследований, они широко используются в учебном процессе вузов страны на самых различных стадиях учебного процесса. Возможности применения той или иной системы в учебном процессе во многом определяется ее стоимостью, кругом решаемых задач, простотой освоения и наличием справочной литературы и т.д. Большинство фирм производителей делает значительные скидки (до 70%) на свои программные продукты для образовательных учреждений. В отдельных случаях устаревшие версии, вполне пригодные для поддержки учебного процесса, могут распространяться для свободного использования. Например, фирма Maple Waterloo Inc. вскоре после выхода Maple V R5 стала распространять по сети интернет, еще не

потерявший коммерческой ценности, пакет Maple V R4. При разработке интерфейса современного ПО фирмы изготовители придерживаются единых, сложившихся к настоящему времени, стандартов. Поэтому особых трудностей при изучении правил взаимодействия с ПО научного назначения у студентов не возникает, тем более если у них имеется опыт работы с пакетами общего назначения. Быстрому освоению различных пакетов научного ПО способствует и имеющиеся справочные пособия на русском языке, например [2-11].

В данной статье остановимся на примерах применения математических систем Maple и Mathematica. Достоинствами этих систем являются - стандартный для операционной системы Windows интерфейс, их универсальность - возможность решения широкого круга задач. Математические системы позволяют выполнять сложные алгебраические преобразования, вычислять пределы, суммы, произведения, производные и интегралы, находить решения обыкновенных дифференциальных уравнений, систем дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных. С помощью этих систем можно решать задачи аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики, тензорного анализа и линейной алгебры, дискретной математики, теории групп и многое другое. Особенно следует отметить графические возможности этих систем (двух- и трехмерная графика, анимация графики), позволяющие представлять в графической форме различные данные и результаты решения задач. Использование графических возможностей систем, позволяет делать процесс изучения той или иной дисциплины более наглядным, понятным и быстрым. Из выше сказанного следует, что с помощью пакетов Maple и Mathematic'a можно осуществлять поддержку любого курса по естественно-научным дисциплинам в том числе и по физике. Кроме этого следует отметить, что системы Maple и Mathematic'a практически равноценны, хотя у каждой есть свои недостатки и свои достоинства.

Информационная и учебная информационная модели.

Приведенные далее примеры использования научного ПО, исходят из понятий информационной и учебной информационной модели. Понятия информационной модели приводится в работе В.В Лаптева и М.В. Швецкого [12], в соответствии с которой - в информационной модели можно выделить две части – собственно-информационную и часть, которая представляет совокупность различных правил и средств, позволяющих получать те или иные результаты из фактического материала. Информационная часть строится на основе фактического материала, записанного тем или иным способом.

Учебные информационные модели [12] - служат средством овладения знаниями и могут быть реализованы в виде печатной продукции, различного учебного программного обеспечения, учебной аудио- и видеопродукции.

Пакеты научного ПО могут быть использованы как для подготовки учебных материалов в форме печатной продукции, так и, благодаря мощным языкам программирования, для создания инструментальных средств обучения.

Примеры использования научного ПО.

В этой статье мы рассмотрим следующую задачу в нескольких вариантах: дифракция монохроматической световой волны от 1, 3 и 5 щелей.

В этой задаче будет произведен расчет дифракционной картины, приведены графики полученных результатов и выведен предполагаемый вид дифракционных картин. Для решения этой задачи будем использовать пакет Mathematic'a 4, хотя точно такие же результаты можно получить и с помощью пакета Maple 6.

Для решения этой задачи будем считать, что на дифракционную решетку, состоящую из 1,3 или 5 щелей, распространяется в направлении нормали к поверхности плоская монохроматическая световая волна. Уравнение этой волны можно записать как:

$$f = A \sin\left(\frac{2\pi r}{\lambda} - 2\pi \nu t\right), \text{ где}$$

A – амплитуда волны (в дальнейшем примем A=1),

λ – длина волны,

ν – частота,

r – расстояние,

t – время.

Обозначим: a – ширина щели, y – расстояние между левыми краями щелей. Далее выполним суммирование (интегрирование) вторичных волн распространяющихся под углом ϕ к нормали поверхности дифракционной решетки. При выполнении интегрирования будем учитывать разность хода световых волн, приходящих от различных участков щели (щелей), для чего запишем уравнение вторичной волны в виде:

$$F = A \sin\left(\frac{2\pi(r + x \sin(\phi))}{\lambda} - 2\pi \nu t\right),$$

где ось x – направлена вдоль поверхности решетки и перпендикулярно щелям. За нуль отсчета можно взять, например, левый край любой из щелей. На языке Математика 4 интегрирование вторичных волн для решетки из 5 щелей может выглядеть следующим образом:

$$\text{res} = \text{Integrate}[F, \{x, -2*y, -2*y+a\}] + \text{Integrate}[F, \{x, -y, -y+a\}] \\ + \text{Integrate}[F, \{x, 0, a\}] + \text{Integrate}[F, \{x, y, y+a\}] + \text{Integrate}[F, \{x, 2*y, 2*y+a\}].$$

Для случая 3-х щелей необходимо оставить 2,3 и 4 интегралы, а для случая одной щели 3-ий интеграл. После суммирования (интегрирования) и дальнейшего упрощения выражения (средствами этой же системы) для получения освещенности, создаваемой вторичными волнами, необходимо усреднить квадрат полученного результата за период колебания световой волны, а именно:

$$\text{osv} = \text{Integrate}[\text{res}^2, \{t, 0, T\}] / T, \text{ где } T \text{ – период } (T=1/\nu).$$

Для случая одной, трех и пяти щелей были получены следующие выражения:

$$\frac{\lambda^2 \text{Csc}[\phi]^2 \text{Sin}\left[\frac{a\pi \text{Sin}[\phi]}{\lambda}\right]^2}{2\pi^2}$$

$$\frac{\lambda^2 \left(1 + 2 \cos \left[\frac{2\pi y \sin[\varphi]}{\lambda} \right] \right)^2 \operatorname{Csc}[\varphi]^2 \sin \left[\frac{a\pi \sin[\varphi]}{\lambda} \right]^2}{2\pi^2}$$

$$\frac{\lambda^2 \left(1 + 2 \cos \left[\frac{2\pi y \sin[\varphi]}{\lambda} \right] + 2 \cos \left[\frac{4\pi y \sin[\varphi]}{\lambda} \right] \right)^2 \operatorname{Csc}[\varphi]^2 \sin \left[\frac{a\pi \sin[\varphi]}{\lambda} \right]^2}{2\pi^2}$$

В приведенных результатах $\operatorname{Csc}[\varphi]$ это обозначение системой Математика 4 функции $\operatorname{cosec}(\varphi)$. Полученные результаты после подстановки конкретных значений λ , a , y могут быть представлены в виде графиков с помощью функции Plot3D (Математика 4), например:

$\text{Plot3D}[\text{osv}, \{\varphi, -\text{Pi}/32, \text{Pi}/32\}, \text{PlotPoints} \rightarrow 1000, \text{PlotRange} \rightarrow \text{All}]$.

Далее приведем графики полученных результатов (рис. 1,2,3):

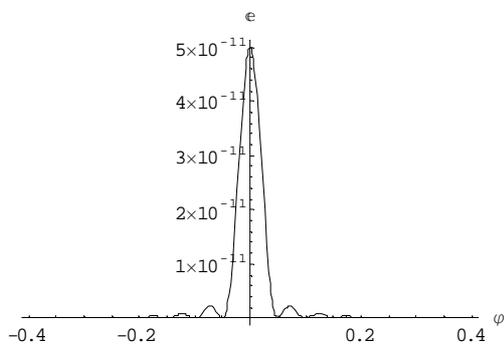


Рис. 1. Дифракция от одной щели.

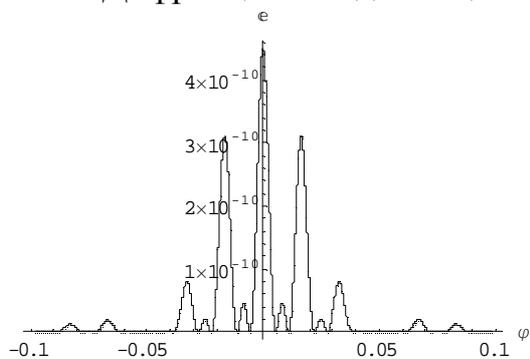


Рис. 2. Дифракция от трех щелей.

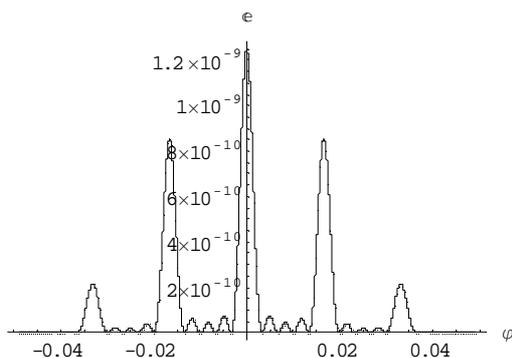


Рис. 3. Дифракция от пяти щелей.

Из приведенных графиков можно сделать вывод, что увеличение числа щелей приводит к сужению главных максимумов, увеличению их интенсивности и появлению для решетки из N щелей $N-1$ минимумов, разделенных вторичными максимумами значительно меньшей интенсивности. То есть приходим к тем же выводам, что приводятся в справочниках и в различных учебниках по общей физике. Отличием является только, то что в данном случае произведен расчет дифракционной картины, а в учебниках об этих фактах просто сообщается, либо производится качественная оценка распределения интенсивностей [13-15]. Математические системы позволяют производить подобные расчеты быстро и эффективно, причем, если невозможно получить результат в аналитическом виде, то данные математические системы позволяют производить численные расчеты. Математические системы Maple 6 и Математика 4 позволяют в данном случае вывести и предполагаемую картину того, что мы могли бы наблюдать при реальном эксперименте. Например с помощью функции `DensityPlot` (Математика 4) были получены следующие рисунки:

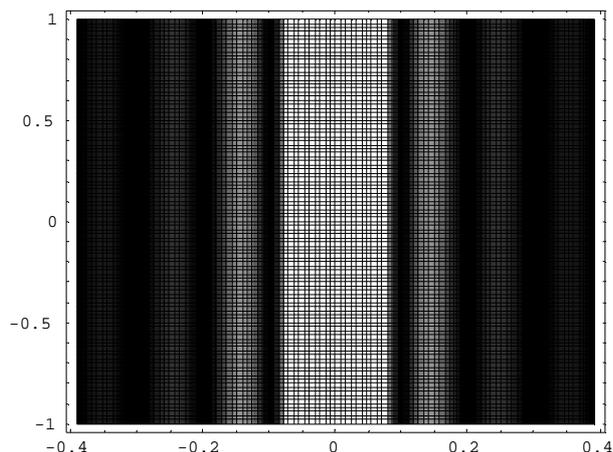


Рис. 4. Дифракция от одной щели.

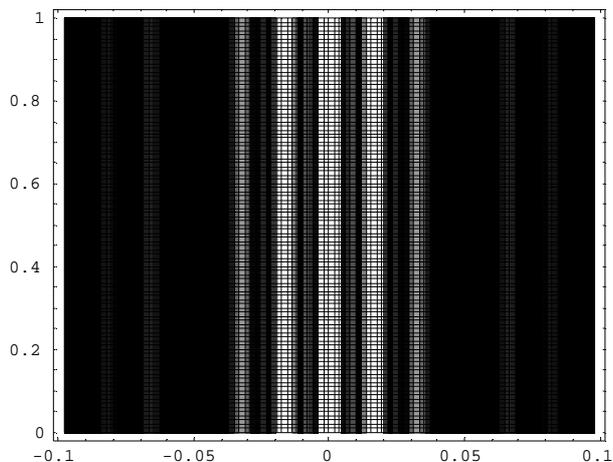


Рис. 5. Дифракция от трех щелей.

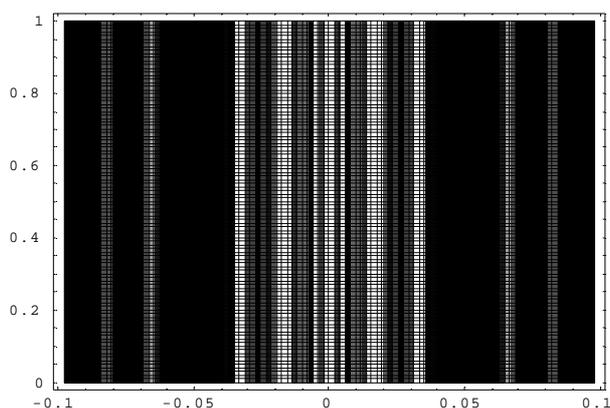


Рис. 6. Дифракция от пяти щелей.

Заключение.

Можно привести множество других примеров решения задач различной сложности по физике и математике с помощью математических систем Maple 6 и Математика 4.

Все это говорит о том, что применять математические системы для преподавания физики и математики можно на самых различных стадиях образовательного процесса в вузе и в старших классах физико-математических школ, где уровень подготовки учащихся достаточно высок. Возможности использования математических систем в образовательном процессе достаточно велики и всегда можно найти сферу их применения. Использование же математических систем позволит перейти от решения элементарных задач и объяснения материала на качественном уровне к конкретным расчетам по предлагаемым моделям и сравнения этих расчетов с экспериментом. Выполняемые расчеты, в свою очередь, могут способствовать более основательному и полному усвоению изучаемого материала.

Конечно, основным сдерживающим фактором использования вычислительной техники в учебном процессе является слабая техническая оснащенность педагогических вузов и школ. Но в настоящая время эта ситуация стала изменяться к лучшему.

Библиографический список

1. Каталог программного обеспечения Softline N4.- 2000.
2. В.П. Дьяконов. Математическая система Maple V R3/R4/R5. М.: Солон.- 1998.
3. Б.М.Манзон. Maple V Power Edition. М.: Филинь. –1998.
4. В.Н.Говорухин, В.Г.Цибулин. Г.В. Прохоров и др. Математический пакет Maple V Release 4: Руководство пользователя. Калуга, Облиздат.- 1998.
5. Воробьев Введение в систему "Математика": учебное пособие. М.:Финансы и статистика. – 1998.
6. В.П. Дьяконов Mathematica 4 с пакетами приложений. – М.: Нолидж .- 2000.
7. В.З.Аладьев, М.Л.Шишаков. Введение в среду пакета Mathematica 2.2. М.:Филинь. – 1997.
8. А.И.Плис, Н.А.Сливина Mathcad: Математический практикум для экономистов и инженеров. М.: Финансы и статистика. –1999.
9. В.П.Боровикова , Г.И.Ивченко Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows. М.:Финансы и статистика. –1999.
10. В.Ф. Очков. Mathcad 7.0 PRO для студентов и инженеров. М.: КомпьютерПресс. –1998.
11. В.Н.Говорухин, В.Г.Цибулин. Введение в Maple. Математический пакет для всех. М.: Мир.- 1997.

12. В.В.Лаптев, М.В.Швецкий. Метод демонстрационных примеров в обучении информатике студентов педагогического вуза. Педагогическая информатика, N2. -1994.
13. Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. Справочник по физике. М.:Наука.-1965.С 557-563.
14. Г.А.Зисман, О.М.Тодес. Курс общей физики, т 3 М.: Наука.-1966. С.89-99.
15. И.Б.Поройков. Краткий курс лекций по физике. М.:Высшая школа.-1965. С.329-333.