
Изучение элементов вычислительной физики в курсе общей физики технического вуза

Сухарев Евгений Михайлович

к.т.н. , доцент

Сибирский государственный университет путей сообщения

E-mail: j_sib@ngs.ru

Преподавание физики как учебной дисциплины основывается на развитии физики как науки. В настоящее время методы вычислений постепенно превращаются в отдельный раздел физики наряду с экспериментальной и теоретической физикой. Вычислительная физика как самостоятельная дисциплина присутствует в программах физических специальностей университетов. В технических вузах этот важнейший раздел физики остается за рамками изучения. В особенности, это касается программ подготовки бакалавров и специалистов с малым количеством предусмотренных учебным планом аудиторных занятий. Повсеместное присутствие компьютерных технологий в жизни человека, достаточная компьютерная грамотность студентов, позволяет считать такую ситуацию малообоснованной и временной. Современный специалист должен иметь достаточно широкий кругозор научных знаний, уметь менять направление своей деятельности, иметь высокие навыки самостоятельной работы и самообучения, обладать исследовательской компетенцией, принимать обоснованные управленческие решения. Всему этому может способствовать внедрение изучения элементов вычислительной физики в курс общей физики технического вуза для будущих инженеров и менеджеров. Кроме того, студенты могут увидеть современную науку в её реальных проявлениях, понять её тенденции, попробовать возможности. Вычислительный эксперимент, выполняемые на его основе виртуальные лабораторные работы, индивидуальные проекты дают широчайшие возможности для индивидуального подхода к формулировке и выполнению заданий.

Применение компьютеров при обучении общей физике достаточно активно обсуждается в [1]. Имеются пособия по моделированию физических процессов, например, в [2] описаны методы решения задач для учащихся физико-математических школ и классов. Анализ литературы показывает, что основы вычислительной физики предлагаются для изучения студентам и школьникам достаточно продвинутого уровня в тех случаях, когда на это имеется значительное количество времени. Возможность изучения основ вычислительной физики в технических вузах для специальностей, у которых учебным планом предусмотрено изучение физики в течение одного-двух семестров остается малоизученной.

В течение 2011-16 годов изучалась эффективность преподавания основ вычислительной физики в рамках курса физики Сибирского государственного университета путей сообщения, а также в лицейских классах ряда школы в виде части спецкурса.

Опыт работы показал, что простейшие понятия о моделировании и математических методах в физике можно изучать уже при решении простых задач кинематики. Так, решая задачу о падении тела в поле тяжести с постоянным ускорением, можно давать понятия о численных решениях дифференциальных уравнений (при этом обойтись без употребления самого этого термина). Предлагалось свести задачу к нахождению перемещения при меняющейся скорости, разбивая весь путь на малые участки, на которых скорость считалась постоянной. При достаточно большом числе таких участков задача решается только с помощью компьютера, численный ответ близок к тому, который можно получить теоретически.

Более сложная задача — о движении гармонического осциллятора. Задача чаще всего предлагалась на примере пружинного маятника. Для её решения использовался следующий алгоритм: выбирается малый интервал времени, из второго закона Ньютона вычисляется ускорение, а затем скорость (ускорение считается постоянным), после этого вычисляется перемещение (скорость считается постоянной). На следующем шаге изменилась координата тела, значит, изменилась упругая сила, а с ней и ускорение, все действия повторяются. Важно, что сам смысл действий ясен на уровне среднего школьника. На занятиях сначала предлагалось решить эту задачу, вычисляя все величины без компьютера. Очень быстро все убеждались, что попытка увеличить точность приводит к тому, что время вычислений резко возрастает.

После этого предлагалось для расчетов использовать процессоры электронных таблиц. Студенты и школьники, как правило, знакомы с такими программами и легко понимают, как их использовать. Наиболее продвинутые в компьютерном плане обучаемые предлагали использовать какие-либо известные им языки программирования. Здесь важно, что им самим приходила в голову мысль о том, что повторяющиеся процессы легко моделировать с помощью компьютера, в том числе планшетного.

В качестве следующего этапа задача решалась в специализированных пакетах MATLAB и Scilab. Обращалось внимание, что процесс решения занимает меньше времени и «пространства» (в смысле объёма программы), но освоение таких пакетов требует предварительной подготовки. Ряду студентов факультета «Управление процессами перевозок» предлагалось самостоятельное освоение основ Scilab, с чем они справлялись в течение 2-3 дней. Отметим, что речь идет о специальностях, для которых за последние годы резко уменьшилось количество часов, отводимых на физику и технические дисциплины, а средний подготовки студентов значительно ниже, чем в вузах физического профиля.

Другой пример — задача о напряжённости и потенциале системы зарядов, разных расположенных на одной прямой. Для двух зарядов эту задачу можно решить аналитически и численно. При возрастании количества зарядов, резко возрастает объём вычислений. Эта задача также может быть решена с электронных таблиц, причем как с написанием макросов, так и без этого. Как решать — выбирает сам студент. Что интересно, часть студентов брались решить её с использованием построения и калькулятора, понимая, что на это уйдет много времени. Если число зарядов мало, у кого-то из них это получалось, но если зарядов будет больше, становилось понятно, что решение труднодостижимо. Важным был этап сравнения с известными формулами для диполя и поля бесконечной нити. Меняя параметры задачи: расстояние между зарядами, расстояние до точки, где вычисляются характеристики поля, величины и знаки зарядов, можно было увидеть принципиальные изменения результата. При одних соотношениях параметров получался ответ, близкий к полю нити, при других он отличался на порядок. Аналогичная ситуация возникала с полем диполя, и понимали, что такое малые и большие числа, получали понятие о границах применимости теории.

В целом, идеи вычислительной физики воспринимались как естественные и понятные. Для усиления понимания желательно адаптировать методику для каждой группы специальностей с учетом степени подготовленности контингента. Проведенная работа позволяет сделать вывод, что изучение основ вычислительной физики на уроках в школе и занятиях со студентами нефизических специальностей вполне себя оправдывает и может быть рекомендованы для применения.

Список литературы

1. Самойленко П.И. Теория и методика обучения физике: учеб. пособие для студ. вузов. — М. :

Дрофа, 2010. — 333 с

2. Кондратьев А.С., Ляпцев А.В. Физика. Задачи на компьютере. — М.: Физматлит, 2008. — 400 с.