

**ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ КОЛЕБАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНО
РАЗРАБОТАННОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРУЮЩИХ ПРОГРАММ****Е.И. Бутиков***Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург*e-mail: butikov@spb.runnet.ru

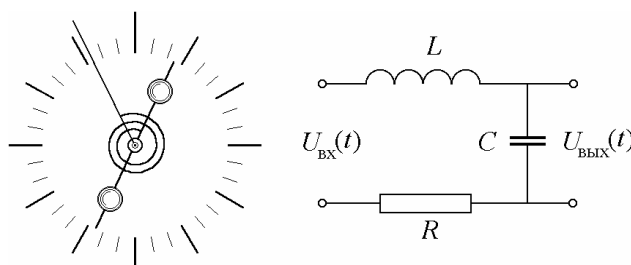
Более десяти лет мы используем комплекс учебных материалов и моделирующих программ «ФИЗИКА КОЛЕБАНИЙ» (<http://www.ifmo.ru/butikov/Oscillations>) для преподавания соответствующего раздела курса общей физики студентам Санкт-Петербургского университета информационных технологий, механики и оптики и студентам физического факультета СПбГУ. Наш опыт свидетельствует о высокой эффективности комплекса для проведения различных видов учебных занятий и лабораторных работ, а также для организации самостоятельной работы студентов. Учебные моделирующие компьютерные программы – это не просто дополнение к традиционному учебнику, а по существу своего рода настольная лаборатория для индивидуальной интерактивной работы учащегося с математической моделью изучаемого физического явления. В этом отношении моделирующие программы принципиально отличаются от традиционных компьютерных обучающе-контролирующих программ, так как именно при моделировании физических явлений по-настоящему используются предоставляемые компьютером уникальные возможности.

Подчеркнем, что речь идет о программах, предназначенных для изучения физики, а не информатики. Для работы с ними не нужно уметь программировать. Если проводить параллель с экспериментальной физикой, то этим программам можно сопоставить уже готовые и тщательно отлаженные экспериментальные установки. При работе на них важно лишь понимать, как и что именно измеряет тот или иной прибор, и совсем не обязательно знать детали его внутреннего устройства. Так и с нашими программами: поскольку вся работа по программированию уже выполнена заранее, студент может сосредоточиться на физике изучаемых явлений, не отвлекаясь на чисто технические проблемы моделирования.

Работа с моделирующими программами по своему характеру во многом сходна с небольшим научным исследованием, в котором студент играет активную роль. При пассивном поглощении информации на лекциях студенты быстро устают и теряют интерес к предмету. Интерактивность несомненно следует рассматривать как определенное достоинство компьютерного моделирования. Необходимость управлять программой и реагировать на ее запросы способствует лучшему усвоению материала. Но в то же время интерактивная программа должна быть хорошо структурирована, чтобы студент в ней не «заблудился» и не потерял из виду конечную цель изучения.

Компьютерный эксперимент выполняет также и функции контроля за усвоением теоретических знаний и практических навыков: полученные при самостоятельном решении задач результаты студент проверяет в эксперименте, а не по готовому ответу. Как показывает наш опыт, такой подход значительно усиливает эмоциональную сторону учебного процесса и стимулирует познавательный интерес.

Для компьютерного моделирования в рассматриваемых программах выбраны механические колебательные системы, потому что их движение можно непосредственно отобразить на экране (рис. 1).

**Рис. 1. Пример моделируемой механической системы и ее электромагнитный аналог**

Комплекс «ФИЗИКА КОЛЕБАНИЙ» состоит из семи лабораторных работ, в которых моделируются разные способы возбуждения колебаний (собственные, вынужденные, параметрические колебания) в сравнительно простых линейных и нелинейных механических системах и их электромагнитных аналогах.

Моделирование позволяет получить наглядные, запоминающиеся иллюстрации изучаемых физических явлений во всей их динамике, воспроизвести тонкие детали явлений, ускользающие при непосредственном наблюдении. Можно по своему усмотрению изменять временной масштаб, варьировать параметры системы и условия эксперимента, моделировать ситуации, недоступные для изучения в натурном эксперименте. Программы позволяют строить графики временной зависимости описывающих систему переменных, фазовую траекторию, отображать энергетические превращения при колебаниях. Графический способ отображения результатов моделирования облегчает усвоение больших объемов получаемой информации. Графики зависимости всех переменных от времени выводятся на экран одновременно с отображением движения самой системы. Это придает графикам особую наглядность и облегчает понимание закономерностей изучаемых процессов. С помощью моделирования можно проникнуть в суть изучаемых явлений значительно глубже, чем только на основе описывающих их уравнений.

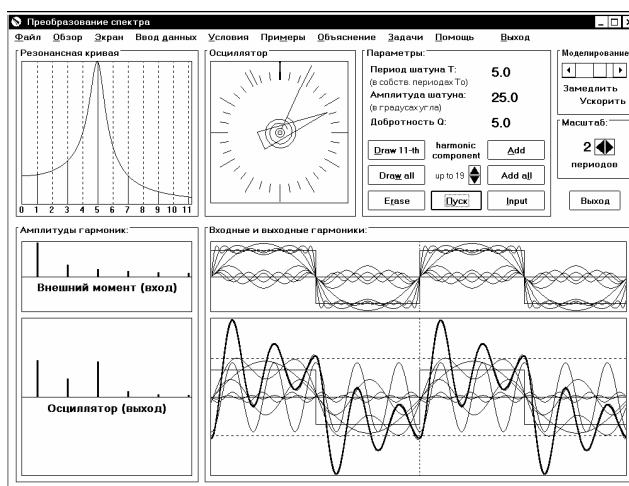


Рис. 2. Экран программы, отображающий преобразование спектра колебаний

Некоторое представление о характере программ комплекса дает приводимая на рис. 2 копия экрана, где показано, как осциллятор преобразует спектр входного воздействия с прямоугольной зависимостью от времени в спектр установившихся вынужденных колебаний на выходе системы.

Во входящем в комплекс учебном пособии приводятся краткие теоретические сведения по изучаемым физическим явлениям, подробно описывается принятая математическая модель явления и условия ее применимости к реальным системам. В пособии предлагается широкий спектр теоретических задач для предварительного решения, и формулируются конкретные задания для экспериментальной работы на компьютере. При выполнении лабораторной работы студент имеет возможность варьировать параметры моделируемой физической системы и выбирать наиболее подходящие в каждом случае способы представления информации, получаемой в процессе моделирования. Пособие содержит также материал, на основе которого преподаватель может формировать для студентов конкретные индивидуальные задания учебного и исследовательского характера.

После выполнения каждой лабораторной работы студент составляет отчет, в котором требуется отразить цель лабораторной работы с кратким описанием изучаемого явления, моделируемой физической системы и ее математической модели, дать ответы на вопросы для самоконтроля (сформулированные в сопровождающих работу методических рекомендациях), привести теоретическое решение задач, предложенных преподавателем в качестве индивидуального задания, и результаты самостоятельной проверки решений с помощью моделирующего эксперимента. Программы дают возможность распечатки полученных при моделировании графиков и фазовых траекторий для включения в отчет.

Структура учебного пособия и компьютерных программ допускают разную глубину изучения материала – от ознакомительного с динамическими иллюстрациями, имеющими цель развить физическую интуицию, до углубленного, приближающегося к небольшому научному исследованию, с самостоятельным выполнением теоретических заданий и постановкой вычислительного эксперимента на компьютере. Этим обеспечивается возможность адаптации курса к разным условиям в зависимости от подготовленности студентов и имеющегося учебного времени.

Использование компьютерного моделирования позволяет значительно расширить круг изучаемых вопросов и сделать более современным содержание курса физики за счет включения проблем, не допускающих решения традиционными аналитическими методами. В теории колебаний это относится, прежде всего, к большому числу нелинейных задач, важных как в принципиальном отношении, так и для многих практических приложений.