

«Высшее образование сегодня», № 2, 2005 г.

## **Моделирование движения космических тел**

Е.И. Бутиков, профессор Санкт-Петербургского государственного университета.

На основе астрономических наблюдений Тихо Браге Иоганн Кеплер открыл основные законы движений планет, которые затем объяснил Исаак Ньютон. Это был поистине поразительный прорыв в понимании Природы. Но и поныне движения небесных тел – малых и больших планет Солнечной системы, их спутников, комет, астероидов, а также космических кораблей и искусственных спутников – дают наиболее впечатляющие опытные подтверждения законов классической ньютоновской механики. Разумеется, проводить с ними «живые» эксперименты невозможно, но компьютерное моделирование позволяет с абсолютной достоверностью не только воспроизводить эти процессы, но и манипулировать ими. Такую возможность предоставляет программно-методический комплекс (ПМК) «Движение космических тел» – новый продукт, разработанный автором настоящей статьи и выпущенный известным производителем обучающих систем и образовательных программ для школ и вузов компанией ФИЗИКОН.

Комплекс «Движение космических тел» представляет собой своего рода настольную исследовательскую лабораторию компьютерного моделирования, дополняющую традиционные формы преподавания (лекции, семинары, лабораторные работы и т.п.) курсов физики и астрономии. Компьютерные эксперименты дают возможность студентам освоить фундаментальные принципы и исследовать явления, изучение которых традиционными методами затруднительно или вообще невозможно. Структура программ и учебных материалов допускает разную глубину изучения предмета в зависимости от доступного учебного времени и математической сложности курса.

Во всех программах комплекса движение небесных тел моделируется с помощью численного решения дифференциальных уравнений, описывающих движения небесных тел под действием сил тяготения. Изучаемое движение планет и спутников можно наблюдать непосредственно на экране компьютера в определенном масштабе времени. Одновременно программы строят траекторию исследуемого движения. Компьютерное моделирование создает наглядную, легко запоминающуюся динамическую картину изучаемых явлений и описывающих их законов.

Некоторые из моделей дают лишь динамические иллюстрации основных законов небесной механики, однако большинство включенных в комплекс программ сравнительно сложны и представляют собой настольную лабораторию для индивидуальной интерактивной работы. С их помощью студенты могут самостоятельно выполнять разнообразные небольшие проекты исследовательского характера, самостоятельно делать необходимые расчеты, выбирая нужный режим работы и вводя значения тех или иных параметров моделируемой системы. Можно, например, спроектировать экспедицию космического аппарата к удаленной планете и его возвращение к Земле, и с помощью ПМК проверить свои расчеты в моделирующем эксперименте. Можно даже самостоятельно сконструировать реальную или воображаемую

планетную систему, состоящую из звезды, множества планет со спутниками, комет и астероидов.

Для лучшей интеграции «Движения космических тел» в учебный процесс вуза, комплекс включает обширный перечень методических и вспомогательных теоретических материалов и снабжен большим набором готовых примеров, которыми можно воспользоваться перед тем, как приступить к самостоятельной экспериментальной работе. Эти примеры можно также использовать для лекционных демонстраций. Кроме того, комплекс содержит набор вопросов и практических задач по различным разделам небесной механики (три закона Кеплера, годограф вектора скорости, баллистические снаряды и спутники, активные маневры на космических орбитах, прецессия экваториальной орбиты, точные частные решения задачи трех тел), помогающих студентам лучше осваивать теорию и осуществлять проверку знаний.

Англоязычная версия комплекса в 2004 году стала победителем Европейского международного конкурса образовательных компьютерных программ «European Academic Software Award».