

УДК 681.3.069 : 531.36: 519.635

Д.Б.Смирнов (асп., каф. прикладной математики), Б.С.Григорьев, д.т.н., проф.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В связи с бурным развитием вычислительной техники в последнее время появилась возможность решать достаточно громоздкие и сложные системы дифференциально-алгебраических уравнений в режиме реального времени. А значит, и создавать достаточно качественные и дешевые тренажеры транспортных средств, таких как автомобили, катера, самолеты и так далее. Поэтому исследование и моделирование движения механических объектов является сейчас весьма актуальной и сложной задачей.

При численном интегрировании уравнений движения механических объектов особый интерес представляют уравнения, отвечающие за вращательную часть движения. Обычно, данные уравнения записываются через компоненты кватерниона. Однако, как правило, методы, полученные на основе данных дифференциальных уравнений, не сохраняют норму кватерниона. А это является недопустимым, поскольку, во-первых, в этом случае может произойти переполнение или вырождение машинного числа, во-вторых, операции над ненормализованными кватернионами являются более громоздкими и трудоемкими. А значит, для таких методов нужна принудительная нормировка, которая сказывается на точности вычислений. Во избежание этой проблемы была предложена методика построения численных методов на основе формул для конечного поворота. Полученные на ее основе численные методы автоматически сохраняют норму кватерниона.

В качестве тестовой задачи была рассмотрена задача о прецессии твердого тела с выходом на регулярный режим, где предложенные методы показали себя с хорошей стороны. Среди одношаговых методов лучшим оказался неявный метод средней точки, обладающий вторым порядком точности и являющийся абсолютно устойчивым. Однако использование неявных методов при моделировании движения в системах виртуальной реальности является недопустимым, так как это приводит к большому количеству обращений к функциям, вычисляющим правые части уравнений, что в свою очередь приведет к падению частоты обновления картинки. Поэтому при моделировании движения механических объектов были использованы методы типа “предиктор-корректор”, которые, хотя и не являлись чисто неявными, обладали достаточно хорошими свойствами.

На базе игрового симулятора HotChixII было произведено моделирование движение гоночного автомобиля, для которого на основе вышеуказанной методики был построен ряд численных методов. Как показали исследования, построенные методы хорошо выполняют законы сохранения движения, обладают хорошей устойчивостью и порядком точности, что позволяет брать достаточно большой шаг дискретизации по времени, а значит, поддерживать высокую частоту обновления кадров картинки.