

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ДИНАМИКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ССКА КИДИМ**

**Малахова А.С., Андреев Ю.М.**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков*

В докладе освещается продолжение работ [1] по усовершенствованию реализованных в специальной системе компьютерной алгебры (ССКА) КиДиМ [2] алгоритмов аналитического вывода и численного интегрирования дифференциальных уравнений движения пространственно движущихся систем твердых тел на основе векторно-матричной формы общего вариационного уравнения механики.

Показано, что более выгодным является использование обычных 3-хмерных матриц поворота вместо использовавшихся ранее 4-хмерных матриц преобразования координат. При этом для исключения повторных выражений в генерируемых компьютером формулах необходимо вводить промежуточные переменные компонент матриц поворота и векторов сдвига систем координат. То есть, если ранее элементами матриц являлись математические выражения, то сейчас предлагается в качестве элементов этих матриц иметь переменные, формулы для которых есть указанные математические выражения. Это позволит сэкономить при повторных вычислениях этих выражений, так как каждая переменная в КиДиМе имеет флаг [2], показывающий, вычислялась ли она уже или нет. Таким образом исключается повторный счет этих выражений.

Вполне логичным оказалось разделение записи положения связанных со звеньями систем координат и положения и ориентации главных центральных систем координат в этих связанных системах. Таким образом, отдельно задаются положения начал и направления осей систем координат звеньев, и положение их центров, главных осей и тензора инерции в этих системах. Использование постоянства последних параметров упрощает формулы для вычисления скоростей и ускорений точек и звеньев робототехнических систем.

Приведены результаты оценки числа математических операций в уравнениях движения, полученных в КиДиМе, и времени интегрирования в задачах динамики различных систем, в том числе робототехнических.

### **Литература:**

1. Малахова А.С. Ускорение численного интегрирования уравнений динамики механических систем использованием DLL-процедуры расчетов правых частей / А.С. Малахова, Ю.М. Андреев // Информ.техн. : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжн.наук.-практиконф. MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. I – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 83.
2. Андреев Ю. М. Разработка специальной системы компьютерной алгебры динамики машин в объектно-ориентированной среде BORLAND BUILDER C++ / Ю. М. Андреев // Вісник Хмельницького національного університету : Технічні науки. — Хмельницький : Хмельницький національний університет. — 2005. — Ч. 1. — Т. 2. — С. 36—41.