

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХОДЬБЫ АНДРОПОДОБНОГО РОБОТА РЕШЕНИЕМ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС**

**Ярошенко А.А., Андреев Ю.М.**

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

В работе предложена реализация решения комплексной задачи проектирования процесса ходьбы андроподобных роботов путем расчета сначала по характеристикам ходьбы (длине и высоте шага, скорости ходьбы и др.) следовой дорожки, затем определения по модели обратного маятника [1] («тележечной модели») закона движения центра масс робота и, на основе этого, расчета необходимых для осуществления такой ходьбы законов изменения обобщенных координат модели – углов поворота звеньев в сочленениях робота.

Решение первой из указанных задач опирается на выделении в структуре ходьбы периодических составляющих и представления их повторения с помощью реализации в числах с плавающей точкой математической операции остатка от деления. При этом задается, собственно, не сама следовая дорожка, а траектория точки нулевого момента [2] (ZMP в англоязычной транскрипции).

Вторая задача решается с помощью представления частного решения дифференциальных уравнений рядом Фурье с удалением линейного тренда на временном участке, соответствующем небольшому числу шагов с начальной и конечной фазами, когда известны краевые условия координат центра масс робота. Удаление линейного тренда из правой части дифференциальных уравнений обратного маятника с последующим возвратом его в решение повышает точность представления частного решения рядом Фурье.

Третья из указанных задач представляет собой обратную задачу кинематики роботов, когда по заданному закону движения выходных звеньев – двух стоп и центра масс таза методом Ньютона определяются законы движения всех звеньев нижних конечностей робота. При этом начальное приближение для искомых законов движения звеньев известно, а для каждого последующего шага по времени используется достаточно близкое найденное решение для предыдущего момента времени. Использование метода Ньютона позволяет решать всю поставленную задачу в реальном времени.

В докладе демонстрируются результаты расчетов одной из походок андроподобного робота с 12 степенями свободы нижних конечностей.

### **Литература:**

1. S.Kajita, F. Kanehiro, K. Kaneko et al., “Biped Walking Pattern Generation by using Preview Control of Zero-Moment Point,” Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.1620-1626, 2003.
2. Вукобратович М. Шагающие роботы и антропоморфные механизмы. / М. Вукобратович — М.: Мир, 1980. — 544 с.