

## Оценка точности идентификации кинематических параметров плоского антропоморфного манипулятора

Пашкевич А.П., Климчик А. С.  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

Управление современными промышленными роботами осуществляется без обратной связи по положению исполнительного органа, поэтому точность позиционирования зависит от соответствия математической модели реальной. Плоский антропоморфный манипулятор описывается системой уравнений вида:

$$x = \sum_{i=1}^n (l_i^0 + \Delta l_i) \cos\left(\sum_{j=1}^i q_j^0 + \sum_{j=1}^i \Delta q_j\right),$$

$$y = \sum_{i=1}^n (l_i^0 + \Delta l_i) \sin\left(\sum_{j=1}^i q_j^0 + \sum_{j=1}^i \Delta q_j\right),$$

где  $n$  – количество звеньев  $l_i^0$  – номинальные длины;  $\Delta l_i$  – отклонения длин;  $q_j^0$  – углы поворота;  $\Delta q_j^0$  – смещения нуля.

Оптимальный план должен удовлетворять условиям:

$$\sum_{i=1}^m c_{ji} = 0; \quad \sum_{i=1}^m s_{ji} = 0; \quad \sum_{i=1}^m c_{pi} = 0; \quad \sum_{i=1}^m s_{pi} = 0,$$

где  $c_{pi} = \cos\left(\sum_{k=1}^i q_{ki} - \sum_{h=1}^r q_{hi}\right)$ ,  $s_{pi} = \sin\left(\sum_{k=1}^i q_{ki} - \sum_{h=1}^r q_{hi}\right)$ .

Тогда точность идентификации определяется как

$$H(q_i) = \frac{\sigma}{\sqrt{m} \cdot l_i}; \quad H(l_i) = \frac{\sigma}{\sqrt{m}}; \quad i = \overline{1, n},$$

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что точность идентификации кинематических параметров манипулятора зависит от точности измерительного инструмента и от количества точек эксперимента. Так для достижения точности идентификации длины звеньев 0,01 мм при точности измерительного механизма  $\sigma = 0,1$  мм необходимо провести 100 экспериментов. Точность идентификации угловых величин так же обратно зависит от линейного параметра звена.