

**Исследование кинематики и динамики манипуляторов**

Анципорович П.П., Акулич В.К., Дубовская Е.М., Чернов В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Для манипулятора с тремя степенями свободы ( $B \perp B \parallel B$ ), работающего в ангулярной системе координат, получены дифференциальные уравнения движения звеньев в форме уравнений Лагранжа второго рода. Для этого решается прямая задача кинематики методом преобразования координат в матричной форме. Далее составляются выражения кинетической энергии звеньев манипулятора и транспортируемого объекта. Обобщенная движущая сила  $Q_i$ , соответствующая обобщенной координате  $q_i$ , складывается из обобщенной движущей силы  $Q_d$  (управляющего момента по координате  $q_i$ ), а также из слагаемых от потенциальных сил (сил тяжести). Обобщенными координатами являются углы относительного поворота звеньев. Полученная система из трех дифференциальных уравнений второго порядка путем понижения порядка приводится к системе из шести дифференциальных уравнений первого порядка. Эти уравнения могут быть использованы для решения следующих задач: 1) известны обобщенные координаты и их производные (например, из заданного закона движения схвата вдоль траектории); требуется определить движущие моменты приводных двигателей; 2) известны движущие моменты, требуется определить обобщенные координаты и их производные, а также соответствующий им закон движения схвата вдоль траектории. В первом случае решается система алгебраических уравнений, а во втором – выполняется численное интегрирование систем дифференциальных уравнений.

Рассмотрены различные трехчастковые законы движения схвата вдоль траектории. Из геометрических соотношений, вытекающих из схемы манипулятора, получены выражения для определения обобщенных координат в зависимости от текущих координат траектории схвата. Тем самым решается обратная задача кинематики манипулятора.

Задача об определении погрешностей позиционирования схвата решается в следующей последовательности: 1) определяются движущие моменты приводных двигателей путем решения задачи кинетостатического расчета манипулятора; 2) путем интегрирования системы дифференциальных уравнений движения находятся обобщенные координаты и их производные; 3) определяется траектория движения схвата путем решения прямой задачи кинематики; 4) производится оценка отклонения полученной траектории от заданной.