

УДК 531.32 (07)

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Д.А. Кабанов

Научные руководители – к.т.н., доцент Т.В. Селенская,  
к.т.н., доцент Е.И. Селенский

Брянский государственный технический университет

Цель исследования состоит в разработке полной динамической модели механической части и приводов автоматизированной манипуляционной системы, формировании номинальной траектории схвата и программного управления робота по заданному закону движения этого схвата, а также проведении силового анализа пространственного исполнительного механизма робота.

Рассмотрен пример синтеза управления манипуляционного робота с тремя степенями подвижности типа «Версатран». Рабочими движениями этого робота являются поворот колонны, вертикальное перемещение траверсы и выдвижение руки, несущей схват с рабочим объектом, движущийся по заданной пространственной траектории.

Манипуляционная система состоит из механической части и приводов. Первая степень подвижности обслуживается электродвигателем постоянного тока, а вторая и третья степени подвижности – гидроприводами с поступательным движением поршней. Математические модели приводов заданы в виде дифференциальных уравнений второго и третьего порядка с нелинейными функциями типа амплитудного ограничения входных управляющих воздействий: напряжения на якоре двигателя и тока в катушке следящего золотника гидропривода.

С использованием матриц перехода составлены дифференциальные уравнения движения в форме уравнений Лагранжа – Максвелла, описывающие динамику робота и процессы, протекающие в приводах. В предположении малости приращений механических обобщенных координат робота и связанных с ними приращений декартовых координат его схвата за достаточно малый интервал времени организован вычислительный процесс синтеза номинальной динамики манипуляционного робота и кинетостатический расчет его механизма. В результате по рассчитанным номинальным траекториям находятся номинальные законы изменения всех трех обобщенных координат, а также их первые и вторые производные по времени. С помощью дифференциальных уравнений движения в дискретные моменты времени вычисляются обобщенные силы и программные управления, обеспечивающие движение схвата манипулятора по желаемой траектории в условиях отсутствия возмущений и отклонений от номинального начального состояния, а также реакции в кинематических парах механизма робота.

В соответствии с изложенным алгоритмом разработана специальная программа «Robot» синтеза номинальной динамики и силового расчета механизма манипулятора типа «Версатран» среде программирования Borland Pascal 7.0.

Выполнен демонстрационный пример формирования номинальной траектории и программного управления манипуляционного робота, в котором схват робота должен был двигаться между точками  $A$  и  $B$  пространства по прямой с ускорением  $a$  постоянной амплитуды, которое за время движения только один раз меняет знак. Предусмотрен графический анализ полученных результатов.