

## **КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ СПЛАЙНОВЫХ СЕТЕЙ**

**Страх К.Ю.**

**Научный руководитель – Кожевников М.М., к.т.н., доцент  
Могилевский государственный университет продовольствия  
г. Могилев, Республика Беларусь**

Промышленные роботы-манипуляторы находят все более широкое применение и внедряются в различных областях промышленности для автоматизации технологических процессов погрузки-разгрузки, упаковки и окраски. Поэтому актуальной становится задача разработки систем и методов контроля состояния таких роботов-манипуляторов, основанных на средствах микропроцессорной техники и современном математическом аппарате. Применение таких систем и методов позволит повысить надежность и качество работы роботизированных технологических комплексов.

Высокая эффективность применения сплайновых сетей для решения задач контроля состояния промышленных роботов-манипуляторов показана в ряде работ отечественных и зарубежных исследователей. Большинство алгоритмов адаптации параметров сплайновых сетей, предложенных в этих работах, основаны на градиентных процедурах поиска. Такой подход не учитывает специфику динамики современных роботизированных технологических комплексов, а именно устойчивость замкнутой процедуры адаптации и сходимости идентификационных алгоритмов.

В данной работе предложен новый алгоритм к решению задачи контроля переменных состояния промышленного робота-манипулятора, который в отличие от известных, гарантирует асимптотическую устойчивость схемы идентификации робота в целом, а также сходимость алгоритма настройки параметров сплайновой сети. Рассмотрены две реализации предложенного алгоритма с использованием многослойной сплайновой сети с сигмоидальными функциями и двухслойной сети с радиальными базисными функциями. Эти сплайновые структуры комбинируются с динамическими элементами, в форме устойчивых фильтров, для получения рекуррентных процедур идентификации законов изменения скорости движения сочленений робота-манипулятора. Показано что предложенный алгоритм гарантирует устойчивость системы при наличии измерительного шума от датчиков скорости. Исследовано также свойство робастности разработанной модели.

Представлены результаты моделирования, иллюстрирующие возможности предложенного алгоритма для контроля состояния и диагностики двухзвенного робота манипулятора в реальном режиме времени. Показано, что предложенный алгоритм позволяет эффективно идентифицировать, как номинальную динамическую модель робота, при наличии измерительного шума, так следующие виды неисправностей робота-манипулятора: остановка звена, свободные колебания звена, насыщение и не аддитивные изменения в динамике звеньев робота.

Эффективность предложенного алгоритма контроля состояния подтверждается рядом примеров практического применения в системах управления промышленными роботами-манипуляторами РМ-01 и КР-125.