

## **ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ**

**Лоборева Л.А.**

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

На предприятиях пищевой промышленности роботы используют в процессах фигурной резки, фасовки, упаковки, паллетирования и на вспомогательных операциях, что обеспечивает высокую производительность и соблюдение санитарно-гигиенических показателей.

Одной из трудоемких задач является автоматическое управление роботом в рабочей среде с препятствиями и технологическими ограничениями при соблюдении точности относительной ориентации рабочего инструмента и объектов манипулирования. Предлагается использовать усовершенствованный численный подход для синтеза трехмерного конфигурационного пространства робота-манипулятора на основе его трехмерной САД модели и алгоритм планирования траекторий робота, основанный на детерминистической дискретизации конфигурационного пространства.

Сначала необходимо разработать нейросетевую модель столкновения для робота-манипулятора на основе его трехмерной САД модели и векторную модель рабочего пространства манипулятора. По точным трехмерным геометрическим моделям строится сопряженная векторная модель препятствий. Затем на их основе создается дискретная модель трехмерного конфигурационного пространства робота-манипулятора. Такой способ обеспечивает быстрое преобразование препятствия в трехмерное конфигурационное пространство и учитывает реальную форму звеньев манипулятора, технологического инструмента и препятствий.

Разработанный усовершенствованный алгоритм управления роботом-манипулятором в рабочей среде с препятствиями базируется на двухслойной нейросетевой модели конфигурационного пространства, которая представляет собой множество нейронов, распределенных над областью  $n$ -мерного конфигурационного пространства робота. На первом этапе подбирается шаг с малым параметром дискретизации конфигурационного пространства. Затем проводится поиск траектории без столкновений с учетом допустимых углов ориентации инструмента и звеньев робота-манипулятора. Если траектория не найдена, то параметр дискретизации увеличивается и поиск траектории продолжается.

Исследование эффективности алгоритма проводилось в среде САПР ROBOMAX. Вероятностные алгоритмы управления PRM и QRM требуют меньше тестов на столкновение, но подобранные траектории имеют большое количество движений. В отличие от известных усовершенствованный нейросетевой алгоритм обеспечивает свойство «полноты» решения, оптимальность по критерию «дисперсия» при приемлемом для практики числе тестов на столкновение и позволяет учесть технологические требования по точности позиционирования, ограничения на подход, ориентацию и форму технологического инструмента, а также форму звеньев робота. При этом улучшается «качество» траекторий.