

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

**Курасов Д.А.**, к.т.н., доцент

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

**Минеев Ф.Д.**, аспирант

Московский университет СИНЕРГИЯ, г. Москва, Россия

**Аннотация.** В работе исследован широкий спектр систем компьютерного проектирования и платформ для самостоятельной разработки программного обеспечения для промышленных роботов. Эти инструменты обеспечивают возможности по созданию трёхмерных моделей, выполнению предварительного анализа работы через методы компьютерного моделирования в условиях виртуальной реальности, а также по усовершенствованию маршрутов движения и стратегий управления промышленными робототехническими системами.

**Ключевые слова:** платформа Стюарта, гексапод, 3D технологии, проектирование и анализ.

В процессе создания робототехнических систем применяется комплексный подход к программированию за счет использования специальных инструментов для трехмерного моделирования и динамических симуляций рабочих процессов.

Составные элементы современных многофункциональных систем автоматизированного проектирования [1] охватывают три ключевых области: проектирование (CAD), изготовление (CAM) и инженерный анализ (CAE).

В области программирования роботов [2] различают две основные категории систем. Первая категория включает в себя автономные системы программирования, предназначенные для работы с определенным типом роботов. Примеры таких систем: VAL, Sigla, AML, MCL и ACRAMITIC. Вторая категория охватывает системы, которые интегрированы в архитектуру комплексных или специализированных инструментов САПР/САТПП для робототехники как независимые модули. В эту категорию входит ряд широко распространенных автономных систем программирования, активно применяемых для верификации алгоритмов управления в области робототехники, включая такие программные пакеты как Tecnomatix ROBCAD, RobotStudio, CimStation, IGRIP, Robotworks, ROBOMAX и FAMOS robotic.

После создания компьютерной модели и выбора идеального пути движения для робота, его инструкции должны быть перекодированы в формат, понятный контроллеру реального устройства для исполнения задачи. Современные автоматизированные системы программирования обладают функционалом для постобработки данных и генерации управляющих программ (УП) в различных программируемых языках, различных для разных моделей роботов. Однако, множество ведущих производителей в области робототехники предпочитают разрабатывать уникальные языки программирования и специализированное ПО, что создает сложности при попытке адаптировать программу под управляющую систему аппарата другого производства. Программное обеспечение для роботов включает в себя языки программирования различных уровней сложности: языки интерфейса для взаимодействия человека с роботом через AI; специализированные языки для детализации технологических процессов в координатах робота (Autopass, LM-GED, Robex); языки программирования, специализированные для управления движением робототехнических устройств; языки программирования для базовых моторных функций (SIGLA, EMILY, RCL, RPL, ANORAD); языки для контроля специфичных двигателей.

Таким образом, offline-программирование [3] в робототехнике значительно уменьшает или даже полностью устраняет необходимость в остановках производственных линий для обновления программного обеспечения роботов по сравнению с традиционными методами программирования. Использование решений для автономного программирования и симуляции позволяет решать ряд ключевых задач: эффективную настройку расстановки производственного оборудования, выбор подходящих роботов и инструментов, анализ возможности роботами достигать предполагаемых точек, проверку соответствия циклов работы заложенным временным рамкам, оптимизацию маршрутов перемещения робота в рабочем пространстве, распределение задач между роботами для повышения эффективности работы, оценку потенциальных статических и динамических столкновений в рабочей зоне, калибровку виртуальных моделей в соответствии с фактическими характеристиками и расположением оборудования после его производства и установки.

В заключении надо отметить, что область виртуального моделирования и

кодирования встречается множество нерешенных вопросов: неточное или упрощённое представление робота, что может вызывать нарушения функционирования; трудность в оптимизации пути движения с учетом различных критериев и позиционирования рабочего органа; недоступность определенных типов манипуляторов в каталогах имеющихся программных решений; трудности в оценивании совместных операций между людьми, роботами, и позиционными устройствами; проблемы разработки и настройки программного обеспечения для контроллера управления роботом; трудности переноса кода из среды автономного программирования в контроллеры реальных роботов.

## Литература

1. Горячев, В. А. Робот-манипулятор с технологией "машинного" зрения / В. А. Горячев, А. В. Одинцев, В. Ю. Незнамов // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2021. – № 1-1. – С. 111-114.
2. Kurasov, D. Calculation and design of mechanical transmissions with the help of various computer-aided design in conditions of educational process / D. Kurasov. - Direct text // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Sevastopol. - 2020. - 032098.
3. Kurasov D.A. Digital technologies Industry 4.0 // CEUR Workshop Proceedings. - 2021. - 2843.