

Аннотация. Диссертационная работа посвящена математическому моделированию, численным методам и комплексам программ для интеллектуального управления роботизированными манипуляторами, функционирующими в условиях неопределенности:

1) Построена гибридная математическая модель системы управления, интегрирующая детерминированное описание траекторий на основе динамических двигательных примитивов (DMP) со стохастическими процессами оптимизации стратегий, что обеспечивает физическую интерпретируемость движений при сохранении адаптивности.

2) Разработан новый численный метод ускоренной стохастической оптимизации стратегий управления, основанный на механизме оптимального буфера воспроизведения (Optimal Replay Buffer) с вероятностной выборкой, ранжированной по величине функции вознаграждения. Экспериментально подтверждено сокращение времени сходимости алгоритма.

3) Предложен метод семантической декомпозиции задач управления для иерархических систем, формализующий преобразование высокоуровневых инструкций (от LLM/VLM) в последовательность динамических примитивов через выделение «ключевых состояний».

4) Разработан и программно реализован в среде ROS (Robot Operating System) комплекс проблемно-ориентированных модулей на языках Python. Архитектура комплекса имеет модульную структуру, включающую подсистемы сбора и фильтрации сенсорных данных, предварительной обработки траекторий, обучения нейронных моделей и генерации управляющих команд в режиме реального времени. Реализована интеграция с симуляционными средами и драйверами промышленных манипуляторов, что обеспечивает возможность эффективного переноса обученных стратегий из виртуальной среды на физическое оборудование.

5) Проведена верификация разработанных моделей и методов посредством серии вычислительных экспериментов на бенчмарке RLBench и натурных экспериментов с использованием манипуляторов KUKA iiwa и

UR3, подтвердившая эффективность предложенных подходов для решения задач нехватательных манипуляций и многошаговых операций.