

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева»

УДК 621.865.8

На правах рукописи

ЕРБОСЫНОВА АНАРГУЛЬ СЕРИККАЗИНОВНА

**Модели, метод и алгоритмы планирования траекторий
манипуляционного робота**

6D070200 – Автоматизация и управление

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор
А.А. Бейсембаев

доктор технических наук,
профессор
П.Н. Павленко

Республика Казахстан
Алматы, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ПРИМЕНЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ ДЛЯ РОБОТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И ПРОЦЕССОВ.....	15
1.1 Анализ существующих методов описания рабочих пространств манипуляционных роботов.....	17
1.2 Анализ методов планирования программных траекторий по степеням подвижности манипуляционного робота.....	22
1.3 Литературный обзор методов снятия оксидных пленок с поверхности расплавов свинца, цинка и магния.....	30
1.4 Обоснование и постановка задачи исследования.....	33
Выводы по разделу.....	35
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДА АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА, В ВИДЕ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ	36
2.1 Методика описания рабочих пространств манипуляционных роботов.....	36
2.2 Формирование графического образа рабочего пространства манипуляционного робота, имеющего семь степеней подвижности.....	45
2.3 Аналитическое описание рабочего пространства манипуляционного робота, имеющего семь степеней подвижности.....	49
2.4 Моделирование рабочего пространства манипуляционного робота, имеющего семь степеней подвижности	53
Выводы по разделу.....	59
3 ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ ТРАЕКТОРИЙ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА ДЛЯ СНЯТИЯ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТОВАРНОГО СВИНЦА, ЦИНКА.....	60
3.1 Разработка кинематической структуры манипуляционного робота с прямоугольной системой координат для снятия оксидной пленки с поверхности расплавов свинца и цинка.....	60
3.2 Планирование программных траекторий манипуляционного робота с прямоугольной системой координат для снятия оксидной пленки с поверхности расплавов свинца и цинка.....	63
3.3 Моделирование программных траекторий манипуляционного робота с прямоугольной системой координат для снятия оксидной пленки с поверхности расплавов свинца и цинка.....	68
3.4 Разработка циклограммы манипуляционным роботом с прямоугольной системой координат для снятия оксидной пленки с поверхности расплавов свинца и цинка.....	74
3.5 Разработка кинематической структуры манипуляционного робота со сферической системой координат для снятия оксидной пленки с	