

## АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы докторанта Ph.D по специальности  
6D070200 – « Автоматизация и управление»

Әсембай Азат Әбілұлы

На тему: «Разработка моделей и алгоритмов построения  
робототехнических систем при роботизации литейных производств  
цветных металлов»

**Актуальность работы.** Анализ процессов производства товарного свинца, цинка и магния показал их достаточную сложность математического описания, схожесть процессов, но при этом и наличие значительных различий. Сложность описания данных производств обусловлена протеканием различных процессов, начиная с гидродинамики, наличием процессов теплообмена, работы карусельной разливочной машины (КРМ) или литейного конвейера (ЛК) как сложной электромеханической системы, наличия жестких требований технологического регламента ведения процессов и выполнения операций. Для описания всего многообразия протекающих процессов предложено стратифицированное представление данных производств. Проведенный анализ выявил ряд технологических операций (ТО) выполняемых вручную это: снятия оксидной пленки с поверхности металлического расплава свинца и цинка залитого в неподвижные изложницы карусельной разливочной машины, снятия оксидной пленки с поверхности магниевого расплава залитого в движущиеся изложницы оксидной пленки и перевода струи металла из одной изложницы в другую литейного конвейера.

Одним из путей сокращения доли ручного труда является применение для выполнения данных ТО промышленных роботов (ПР) и построения роботизированных технологических комплексов (РТК).

При построении РТК необходимо выполнить этапы выбора моделей серийно-выпускаемых ПР, построения компоновочных схем РТК. В данной работе рассмотрены вопросы разработки моделей и алгоритмов выбора типа серийно-выпускаемого робота с учетом жестких требований по геометрическим параметрам, таким как рабочее пространство (РП). На основе выбранной модели можно построить компоновочную схему (КС) РТК, где учитываются также и габаритные размеры ПР и решается задача их адаптации к геометрическим габаритам технологического оборудования. Данные задачи могут быть решены с применением подходов визуального моделирования, которые имеют преимущество в наглядности

результатов, однако имеют низкую точность на границах РП. Поэтому для решения данных задач предлагаются аналитические подходы с применением возможностей математического аппарата  $R$  – функций.

**Цель работы** Для построения РТК производства товарного свинца, цинка и магния предлагается разработать формализованные модели и алгоритмы выбора типа серийно-выпускаемого робота, построения КС РТК с применением математического аппарата  $R$  – функций.

**Основная идея работы.** Применение математического аппарата  $R$  – функций для формализованного описания процедуры выбора модели ПР. Реализация алгоритма выбора модели ПР в виде двухэтапной процедуры, на первом этапе осуществляется выбор по числовым параметрам, на втором этапе осуществляется выбор по РП ПР. Разработка моделей и алгоритмов формализованного описания КС при аппроксимации элементов РТК прямоугольными цилиндрами и прямоугольными призмами, с применением математического аппарата  $R$  – функций.

**Задачи исследования.** Для решения этих задач:

- разработать стратифицированное описание производств литейных производств товарного свинца, цинка и магния;
- разработать формализованную постановку задачи выбора модели ПР, при этом РП ПР описаны с применением математического аппарата  $R$  – функций;
- разработать формализованное описание и алгоритмы построения КС при аппроксимации элементов РТК прямоугольными цилиндрами, с применением математического аппарата  $R$  – функций;
- разработать формализованное описание и алгоритмы построения КС при аппроксимации элементов РТК прямоугольными призмами, с применением математического аппарата  $R$  – функций.

**Объект исследования.** Объектом исследования являются технологические процессы и операции производства товарного свинца и цинка на КРМ и производства товарного магния на ЛК.

**Методы исследований.** При решении поставленных задач были использованы: методы системного анализа, основы робототехники, многоуровневых иерархических систем, математического аппарата  $R$  – функций, технологии объектно-ориентированного программирования и т.д. В качестве инструмента моделирования использована программная среда DELPHI.

**Научная новизна работы:**

- выявлены уровни описания и разработано стратифицированное описание производства товарного свинца, цинка и магния;

- описание рабочих пространств роботов с применением математического аппарата  $R$  – функций и разработка алгоритма выбора типа роботов по рабочим пространствам;

- формализованное описание и алгоритм построения компоновочной схемы при аппроксимации элементов роботизированного комплекса прямоугольными цилиндрами с применением логических выражений  $R$  – функций.

- формализованное описание и алгоритм построения компоновочной схемы при аппроксимации элементов роботизированного комплекса прямоугольными призмами с применением логических выражений  $R$  – функций.

**На защиту выносятся следующие научные положения:**

- разработанное стратифицированное описание производства товарного свинца, цинка и магния.

- разработанное формализованное описание и алгоритм выбора типа ПР по РП, описанный с применением логических выражений  $R$  – функций.

- разработанный алгоритм построения компоновочных схем при аппроксимации элементов роботизированного комплекса прямоугольными цилиндрами и описания рабочих пространств робота с применением логических выражений  $R$  – функций.

- разработанный алгоритм построения компоновочных схем при аппроксимации элементов роботизированного комплекса прямоугольными призмами и описания рабочих пространств робота с применением логических выражений  $R$  – функций.

**Практическая значимость результатов проведенных исследований.**

Разработанное стратифицированное описание литейных производств свинца, цинка и магния могут быть применены при автоматизации и роботизации производственных процессов. Разработанные модели и алгоритмы выбора модели ПР по РП, построения КС РТК могут быть применены при построении РТК в различных отраслях промышленности. Результаты исследования, включая авторские разработки используются на лабораторных и

практических занятиях по дисциплинам кафедры: «Автоматизация типовых технологических процессов и производств», «Автоматизация и управление в технических системах». Результаты работы использованы в учебно-методических комплексах дисциплин, курсах и рабочих программах по вышеперечисленным дисциплинам.

Получен акт о внедрении полученных результатов в лаборатории «Управление технологическими процессами» в Люблинском Техническом Университете, г. Люблин (Польша).

**Конкретное личное участие автора** в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

- разработано стратифицированное представление литейных производств свинца, цинка и магния;
- разработано формализованное описание и блок-схема алгоритма выбора моделей промышленных роботов;
- разработано формализованное описание и блок-схема алгоритма построения компоновочных схем РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными цилиндрами;
- разработано формализованное описание и блок-схема алгоритма построения компоновочных схем РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными призмами;

#### **Апробация работы.**

Полученные результаты доложены на конференциях и обсуждены на научных семинарах кафедры «Автоматизация и управление», в Люблинском Техническом Университете, г. Люблин (Польша).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 12 работ.

Из них 4 статьи в научных журналах из списка ВАК РК, 3 доклада опубликованы в трудах международных научных конференций, 5 статей опубликованы в зарубежных изданиях, входящих в международную базу данных по цитируемости «Scopus».

**Структура и объем диссертации:** Диссертационная работа состоит из введения и четырех разделов, содержит 211 страницы, 116 рисунков и 1 таблицы, список используемых источников из 129 наименования и 3 приложений.