

# TECHNOLOGY OF DEVELOPMENT OF THE APPARATUS AND SOFTWARE COMPLEX ACS TP

Poberezhny I.A.<sup>1</sup>, Sviridov A.N.<sup>2</sup> (Russian Federation)

Email: Poberezhny435@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Poberezhny Ivan Alexandrovich - Master Student;

<sup>2</sup>Sviridov Aleksey Nikolayevich - Master Student,

DEPARTMENT OF AUTOMATIC CONTROL AND MONITORING SYSTEMS,  
INSTITUTE OF MICRODEVICES AND CONTROL SYSTEMS  
NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY MOSCOW INSTITUTE OF ELECTRONIC TECHNOLOGY,  
MOSCOW

**Abstract:** the main problems arising in the design and simulation of robotic systems, as well as the main directions of solutions of these problems with the development of the hardware and software complex of the automated process control system, are considered in the article. Introduction of automated control systems of technological processes depending on the speed of evaluation, processing and delivery of information. Therefore, the development and study of the structures and modes of the OS ACS TP is an urgent task.

**Keywords:** robotics, synthesis, analysis, control.

# ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АСУ ТП

Побережный И.А.<sup>1</sup>, Свиридов А.Н.<sup>2</sup> (Российская Федерация)

<sup>1</sup>Побережный Иван Александрович – магистрант;

<sup>2</sup>Свиридов Алексей Николаевич – магистрант,

кафедра систем автоматического управления и контроля,

Институт микроприборов и систем управления

Национальный исследовательский университет Московский институт электронной техники,  
г. Москва

**Аннотация:** в статье рассматриваются базовые задачи, возникающие при проектировании и моделировании робототехнических систем, а также основные направления решения этих задач посредством разработки аппаратно-программного комплекса АСУ ТП. Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами приобретает особое значение в связи с ростом требований к скорости вычисления, переработки и выдачи информации. Поэтому разработка и исследование структур и режимов функционирования АСУ ТП являются актуальной задачей.

**Ключевые слова:** робототехника, синтез, анализ, управление.

Грандиозные технологические достижения XX в. стали возможны благодаря тому, что ученые и инженеры научились проводить математическое моделирование огромного числа физических и химических процессов. Активное применение математического моделирования, а в последние десятилетия – информационных технологий, преобразило нашу реальность.

Создание новых робототехнических систем (РТС) происходит при сокращении сроков, отводимых на их разработку. Одновременно увеличивается сложность проектируемых систем. Все это приводит к необходимости широкого применения информационных технологий в этом процессе.

Процесс использования информационных технологий может быть формализован следующим образом.

Будем считать, что исследуемый объект находится в трехмерном евклидовом пространстве  $R^3$ . Тогда подмножество  $R_C \subset R^3$ , на котором размещаются РТС, объекты манипулирования и различное оборудование, назовем рабочей средой. Пространство, в котором может находиться исполнительный механизм РТС или МС в процессе функционирования, назовем рабочим пространством РТС и МС:  $R_U \subseteq R_C$ . Пусть исполнительный механизм (ИМ)  $r$  РТС и состоит из множества звеньев  $r_i$ . Обозначим через  $R_t$  подмножество, занимаемое РТС в момент времени  $t$ . Для  $R_t$  справедливо условие  $R_t \subset R_C$ .

Во время выполнения операций объекты манипулирования могут перемещаться с помощью различных автоматических транспортных средств (транспортные роботы, конвейеры и т.д.).

Подмножество трехмерного пространства, занимаемое объектом манипулирования в момент времени  $t$ , будем обозначать  $M_t$ .

Оборудование, находящееся в рабочей среде, накладывает ограничения на свободу перемещения РТС, и рассматривается как препятствия при выполнении заданных операций. Пусть  $P_t \subset R_C$  -

подмножество рабочей среды, занятое препятствиями в момент времени  $t$ , расположенными в рабочей среде.

Пространственное положение РТС и МС характеризуется набором значений обобщенных координат  $(q_1, \dots, q_N) \in Q$ , где  $N$  - количество звеньев исполнительного механизма УМС;  $Q$  - множество состояний РТС.

Можно выделить три основных направления использования информационных технологий в этой области – синтез, анализ и управления РТС.

**Синтез РТС.** Задача синтеза состоит в том, чтобы на основе заданного набора ограничений предложить проектировщику набор конструкций, удовлетворяющих заданным требованиям.

Пусть РТС состоит из  $m$  компонентов ( $k_i \in K, i = 1, 2, \dots, m$ ). Каждый компонент  $k_i$  обладает набором параметров  $p$ . Среди  $p$  параметров  $k_i$ -го компонента выделено подмножество параметров, значения которых могут выбираться из заданного множества фиксированных значений

$$k_i \in \{k_i^{(1)}, k_i^{(2)}, \dots, k_i^{(m)}\}$$

или диапазона значений

$$k_i^{(p_jmin)} \leq k_i^{(p_j)} \leq k_i^{(p_jmax)}$$

где  $k_i^{(p_j)}$  –  $j$ -й параметр  $k_i$  компонента;  $k_i^{(p_jmin)}$ ,  $k_i^{(p_jmax)}$  – минимальное и максимальное значения  $j$ -го параметра  $k_i$  компонента.

В общем случае задача синтеза механизма сводится к задаче отыскания таких параметров синтезируемого механизма, при которых выполняются принятые ограничения, а целевая функция имеет экстремальное значение.

Для синтеза пространственных механизмов, как правило, используется метод многопараметрической оптимизации. Одним из возможных методов решения, позволяющих значительно уменьшить число перебираемых вариантов, является использование агрегатно-модульного подхода. Синтез исполнительных механизмов управляемых механических систем агрегатно-модульного типа имеет следующие особенности [1]:

1. Синтезируемые механизмы являются пространственными механизмами.
2. Синтез механизмов выполняется на основе заданного множества модулей.
3. Ограничения, накладываемые на синтез механизма, кроме ограничений, накладываемых выполняемой технологической операции, включают ограничения внешней среды в виде препятствий в рабочей зоне РТС.
4. Знания носят часто эвристический и неопределенный характер и представляются в декларативной или процедурной форме.

Таким образом, задачу проектирования РТС можно решить или поиском готового прототипа по заданным значениям поисковых ключей, или синтезом структуры РТС по заданным характеристикам.

В первом случае поиск готового прототипа ведется по предварительно подготовленной базе данных РТС. Поиск выполняется по совокупности значений ключей:  $K: \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ , для каждого из которых может быть установлен критерий поиска:  $k_i < k_i^{(j)}, k_i < k_i^{(j)}, k_i \leq k_i^{(j)}, k_i \geq k_i^{(j)}, k_i \neq k_i^{(j)}$ , где  $k_i$  – заданное значение  $k_i$  ключа,  $k_i^{(j)}$  –  $j$ -е значение  $k_i$  ключа.

Во втором случае решение задачи выполняется экспертной системой (ЭС) [2]. Достоинство применения ЭС заключается в возможности применения в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее неизвестен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений из БЗ, причем в условиях неполноты, недоверности, многозначности исходных данных. Экспертная система позволит быстро подобрать множество вариантов структуры РТС, удовлетворяющих заданным ограничениям.

Экспертная система проектирования РТС включает в себя: базу данных (БД), базу знаний (БЗ), интерфейс, машину вывода, правила задания неопределенности.

Одной из составляющей ЭС является база знаний (БЗ) - формализованное представление знаний, описание объектов предметной области и их взаимосвязей, действий над объектами, неопределенностей. С помощью механизма вывода из БЗ формирует конкретный алгоритм решения задачи. Для объектно-ориентированного представления знаний характерно применение механизма наследования атрибутов, когда знание атрибутов передается по иерархии от вышестоящих классов к нижестоящим.

Основными факторами, учитываемыми при синтезе РТС, являются выполняемая операция, количество и тип звеньев, грузоподъемность, точность позиционирования, типы приводов, зона обслуживания и т.д. Образами будут являться структуры данных из фактов в рабочей памяти, образцами - правила продукции.

Результатом работы экспертной системы является синтезированный исполнительный механизм, удовлетворяющий заданным ограничениям [3].

Зачастую для того чтобы проверить соответствие синтезированного варианта требованиям проектировщика, необходимо использовать методы математического моделирования.

**Заключение.** В статье предлагается формальное описание основных задач, связанных с проектированием, моделированием и управлением РТС. Реализация этих задач позволит значительно снизить время проектирования РТС, оптимизировать функционирование эксплуатируемых РТС за счет оптимизации алгоритмов управления на моделях РТС и сократить время простоя РТС при смене технологического процесса за счет применения офлайн программирования РТС.

#### *Список литературы / References*

1. *Горитов А.Н.* Построение плана траектории промышленного робота в условиях неполной информации о внешней среде // Мехатроника, автоматизация, управление, 2009. № 10. С. 25-29.
2. *Змитрович А.И.* Интеллектуальные информационные системы. Минск: ТетраСистемс, 1997. 368 с.
3. *Юревич Е.И.* Основы робототехники. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.

#### *Список литературы на английском языке / References in English*

1. *Goritov A.N.* Postroenie plana traektorii promyshlennogo robota v usloviyah nepolnoj informacii o vneshnej srede [Construction of a trajectory plan for an industrial robot in conditions of incomplete information about the external environment] // Mekhatronika avtomatizaciya upravlenie [Mechatronics, automation, control], 2009. № 10. P. 25-29 [in Russian].
2. *Zmitrovich A.I.* Intellekturnye informacionnye sistemy [Intelligent Information Systems]. Minsk, 1997. P. 368 [in Belarus].
3. *Yurevich E.I.* Osnovy robototekhniki [Basics of Robotics], Saint Petersburg, 2005. P. 416 [in Russian].