

Григорьев В.А., Лебедев В.В., Хабаров А.Р. Синтез параметрических систем управления нестационарными динамическими объектами. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 78-81.

УДК 681.51

## СИНТЕЗ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, А.Р. Хабаров

## SYNTHESIS OF PARAMETRIC CONTROL SYSTEMS FOR NON-STATIONARY DYNAMICAL OBJECTS

V.A. Grigoriev, V.V. Lebedev, A.R. Khabarov

**Аннотация.** Рассматривается задача синтеза параметрических систем управления нестационарными динамическими объектами при внешних координатных и параметрических воздействиях.

**Ключевые слова:** управление нестационарными системами, параметрические системы управления.

**Abstract.** Consider the problem of control non-stationary dynamical systems with external coordinate and parametric effects.

**Keywords:** management of non-stationary systems, parametric control system.

Под  $A$ -алгоритмом управления будем понимать соотношения, определяющие преобразование информации  $I$  об ошибке системы  $x_1(t)$  в управляющее воздействие  $U(t)$ . При рассмотрении  $A(q)$ -алгоритмов управления будем учитывать число  $q$  – количество компонент вектора состояния системы управления  $\bar{x}(t)$ , используемых в контуре координатной обратной связи (КОС) [1]. При введении координатно-операторной обратной связи (КООС) обозначим  $A(q)$ -алгоритмы как  $A_\mu(q)$ -алгоритмы управления, а регулируемую  $S(q)$ -систему – соответственно как  $S_\mu(q)$  систему.

Задача автоматического выбора оператора алгоритма управления  $R_u$  контура КОС из параметрического семейства операторов  $R_u(k)$  заключается в следующем: в соответствии с возникшей динамической ситуацией при помощи операторной переменной  $\lambda(t)$  необходимо выбрать конкретного представителя заранее заданного класса операторов КОС в соответствии с фактическим состоянием системы управления, зависящим от действующих на систему как координатных  $f(t)$ , так и параметрических  $\bar{a}(t)$  возмущений.  $R_u^1 \dots R_u^N$  – конечный набор операторов алгоритмов управления (АУ), входящих в параметрическое семейство операторов некоторого класса  $R_u(k)$ , где  $k$  – параметр, характеризующий тип оператора АУ.

В случае отсутствия параметрических возмущений оператор  $R_u$ , как правило, постоянен, однозначно определяется оператором  $P_u$  и классом внешних координатных возмущающих воздействий  $f(t)$ .

При значительных операторных (в частности, параметрических) возмущениях  $\bar{a}(t)$ , в ряде случаев возникает необходимость в использовании соответствующих

им  $A_\mu$ -алгоритмов управления, отличающихся не только видом, но и типом оператора  $R_u$ .

На этапе синтеза системы формируется некоторый класс операторов,  $R_u \in D_R^i$ ,  $i \in 0, 1, \dots, N$ , где  $N$  – количество  $A_\mu$ - алгоритмов данного класса. Автоматизация выбора оператора  $R_u^k$  из параметрического семейства операторов  $R_u(k)$ , контура КОС на основе принципа регулирования по отклонению позволяет перейти к многорежимному управлению.

Многорежимный алгоритм управления с автоматическим выбором оператора  $R_u^k$  контура КОС состоит из набора субрегуляторов (операторов  $R_u$ ), каждый из которых призван обслуживать соответствующий режим, и контроллера режимов (контур КООС, задатчик динамических ситуаций  $S_x^\lambda$ , оператор КООС  $R_2$ ), анализирующего текущую динамическую ситуацию и обеспечивающего требуемую стратегию выбора операторов  $R_u^1 \dots R_u^n$ .

Эффективным средством повышения качества функционирующих систем автоматического управления являются нелинейные алгоритмы формирования управляющего воздействия  $U(t)$  в виде разрывной функции фазовых координат в контуре координатной обратной связи (КОС). Смена структуры или изменение параметров таких алгоритмов управления осуществляется операторной переменной  $\mu(t)$ , формируемой контуром КООС.

Анализ известных параметрических  $A_\mu$ - алгоритмов управления [1] позволяет выделить отличительные признаки, дающие возможность выполнить их классификацию. В зависимости от особенностей формирования управляющего воздействия  $U(t)$  оператора КОС  $R_u(k)$  разобьем алгоритм управления на классы – К, подклассы – Р и группы – G. В свою очередь, каждый уровень классификации разделим на типы и виды.

Процедура выбора составляющих  $A_\mu$  -алгоритма управления контура КОС из параметрического семейства уровня  $R_u(k)$  является первым важным шагом при синтезе алгоритма управления. Поэтому при выборе конкретного представителя из параметрического семейства будем учитывать следующие отличительные признаки:  $q$  – количество компонент вектора состояния системы  $\bar{x}(t)$ , участвующих в формировании закона управления контура КОС; режим работы (с использованием разрывных управлений или скользящих режимов работы); введение операторных связей; способ формирования составляющих результирующего воздействия.

По параметру  $q$  будем рассматривать два класса алгоритмов управления. При  $q=1$  в  $A(1)$  – алгоритме управления используется сигнал ошибки, т.е.  $U(\bar{x}(t)) = U(x_1, t)$ , а при  $q=2$  в  $A(2)$ -алгоритме используются соответственно две первые компоненты вектора  $\bar{x}(t)$ , т.е.  $U(\bar{x}(t)) = U(x_1, x_2, t)$ .

По режиму работы алгоритмы управления могут быть отнесены к алгоритмам с использованием вырожденных движений (скользящие режимы) и без использования вырожденных движений (режимы переключений). Последние являются более предпочтительными для систем управления сложными динамическими объектами из-за условий работы исполнительных механизмов.

По введению дополнительных операторных и координатных обратных связей будем различать следующие группы алгоритмов: с введением координатно-

операторных, операторно-операторных и операторно-координатных (соответственно КООС, ООС, ОКОС) обратных связей.

По способу формирования составляющих управляющего воздействия  $U(t)$  будем различать алгоритмы, построенные на базе использования линейных аналогов (кусочно-линейные), и алгоритмы, в которых используется запоминание составляющих управляющего воздействия. Пример введения координатно-операторной обратной связи (КООС) представлен в [1].

#### Библиографический список

1. Емельянов С.В. Избранные труды: в 2-х т. – Т. 1. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2009. – 560с.

**Григорьев Вадим Алексеевич**  
Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия

**Grigoriev Vadim Alekseevich**  
Tver State Technical University,  
Tver, Russia

**Лебедев Владимир Владимирович**  
Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия  
E-mail: [Lebedev\\_vl.69@mail.ru](mailto:Lebedev_vl.69@mail.ru)

**Lebedev Vladimir Vladimirovich**  
Tver State Technical University,  
Tver, Russia

**Хабаров Алексей Ростиславович**  
Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия  
E-mail: [al\\_xabarov@mail.ru](mailto:al_xabarov@mail.ru)

**Khabarov Alexey Rostislavovich**  
Tver state Technical University,  
Tver, Russia