

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 09 Volume: 89

Published: 19.09.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Azizzhon Odilovich Ataulaev
Navoi State Mining Institute

PhD, associate Professor of the Department of mechanical engineering Technology, Uzbekistan

Bakhodir Babakulovich Kayumov

Navoi branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
applicant, Navoi

Marzhona Akmal kizi Asadova

Navoi State Mining Institute
master's degree in mechanical engineering Technology, Uzbekistan

IMPLEMENTATION OF THE INTELLIGENT TRACKING SYSTEM WITH WAVE CHANNELS

Abstract: The problem of synthesis of highly efficient radio-technical tracking systems with wave channels, designed to function under the conditions of implementation of algorithms of intelligent support in automated control and management technologies, is considered. It is shown that the proposed approach to solving this problem ensures the stability of the closed-loop control system and zero static control error.

Key words: Intelligent control system, radio-technical tracking system and wave channels, system stability, dynamic and static control error.

Language: Russian

Citation: Ataulaev, A. O., Kayumov, B. B., & Asadova, M. A. (2020). Implementation of the intelligent tracking system with wave channels. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (89), 328-331.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-89-40> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.09.89.40>

Scopus ASCC: 2200.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ С ВОЛНОВЫМИ КАНАЛАМИ

Аннотация: Рассматривается задача синтеза высокоэффективных радиотехнических следящих систем с волновыми каналами, призванных функционировать в условиях реализации алгоритмов интеллектуальной поддержки в технологиях автоматизированного контроля и управления. Показано, что предлагаемый подход к решению этой задачи обеспечивает устойчивость замкнутой системы управления и нулевую статическую ошибку регулирования

Ключевые слова: Интеллектуальная система управления, радиотехническая следящая система и волновыми каналами, устойчивость системы, динамическая и статическая ошибка регулирования.

Введение

Возникновение теории нечетких множеств определило новое направление в развитии теории автоматического и автоматизированного управления. Исследования выявили реальные выгоды учета нечеткой информации, которая не может формализовываться в традиционных системах управления.

В то же время система управления, содержащая нечеткий контроллер, может рассматриваться как нечеткий аналог системы управления с обратной связью. Более того, если нечеткий контроллер имеет входной и выходной интерфейсы, то он становится практически аналогичным контроллеру, реализующему некий нелинейный алгоритм [1, 2].

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
 ISI (Dubai, UAE) = 0.829
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 8.997
 SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

В настоящей работе с помощью методов, ставших классическими, синтезирована по многим показателям традиционная следящая система с волновыми каналами. Мы исходим из посылки, что нечеткий контроллер с обратной связью реализуется известным методом, который иногда не обеспечивает желаемого управления вследствие возмущений в системе, а также неадекватности модели реальному объекту. В этом случае нам представляется целесообразным реализовать нечеткую систему, содержащую нечеткий контроллер с обратной связью.

К настоящему времени появилось много публикаций, посвященных проектированию самонастраивающихся [3], бинарных [4] и лингвистических самоорганизующихся [5÷6] систем управления. Основываясь на научных и методических принципах проектирования таких систем, мы в настоящей работе предприняли попытку (насколько известно нам, одну из первых) синтезировать нечеткую следящую систему с волновыми каналами. Предлагаемый подход обеспечивает устойчивость замкнутой системы управления и нулевую статическую ошибку регулирования.

Рассмотрим объект, динамика которого описывается дифференциальным уравнением:

$$y^{(n)} = f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}) + U, \quad (1)$$

где y – выходной сигнал; U – управляющий сигнал; $f(\cdot)$ – нелинейная или линейная функция.

Целью синтеза является определение управляющего сигнала, который обеспечивает выполнение следующего условия:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} |e(t)| = 0, \quad (2)$$

где $e(t) = y^0 - y(t)$; y^0 – желаемый выход.

Введем функцию $S(e)$ в следующем виде:

$$S(e) = \sum_{k=0}^{(n-1)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^k e}{dt^k}, \quad (3)$$

где λ – постоянный коэффициент ($\lambda > 0$);

$$C_n^k = \frac{(n-1)!}{k!(n-1-k)!}.$$

Для достижения условия (2) необходимо определить сигнал управления так, чтобы $S(e) = 0$,

т. е. $S(e) \dot{S}(e) < 0$. Это означает, что

$$\dot{S}(e) < 0, \text{ если } S(e) > 0; \dot{S}(e) > 0, \text{ если } S(e) < 0. \quad (4)$$

Выражение для полной производной от функции $S(e)$ может быть записано в виде:

$$\dot{S}(e) = \sum_{k=0}^{(n-1)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} = \sum_{k=0}^{(n-2)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} = \lambda^{n-1} \frac{d^n e}{dt^n}, \quad (5)$$

которое с учетом $e(t) = y^0 - y(t)$ примет следующий вид:

$$\dot{S}(e) = \sum_{k=0}^{(n-2)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} - \lambda^{n-1} f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}) - \lambda^{n-1} U, \quad (6)$$

Условие (4) с учетом (6) имеет вид:

$$\begin{cases} \sum_{k=0}^{(n-2)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} - \lambda^{n-1} [f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}) + U] < 0 \text{ при } S(e) > 0, \\ \sum_{k=0}^{(n-2)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} - \lambda^{n-1} [f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}) + U] > 0 \text{ при } S(e) < 0, \end{cases} \text{ или} \quad (7)$$

$$U > \frac{1}{\lambda^{n-1}} \sum_{k=0}^{(n-2)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} - \lambda^{n-1} [f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}) + U] \text{ при } S(e) > 0$$

или

$$U < \frac{1}{\lambda^{n-1}} \sum_{k=0}^{(n-2)} C_{n-1}^k \lambda^k \frac{d^{k+1} e}{dt^{k+1}} - \lambda^{n-1} [f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}) + U] \text{ при } S(e) < 0$$

$$U > U_{\max} \text{ при } S(e) > 0; U < U_{\min} \text{ при } S(e) < 0.$$

Управляющий сигнал определяется следующим образом:

$$U = \begin{cases} U_{\max} \text{ при } S(e) > 0, \\ U_{\min} \text{ при } S(e) < 0. \end{cases} \quad (8)$$

На основе (8) можно построить нечеткий регулятор с одним входом и одним выходом. В качестве входного сигнала используется величина $S(e)$. Выходным сигналом регулятора является управляющее воздействие U .

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

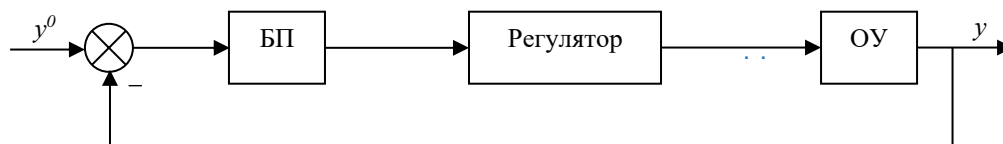


Рис. 1. Структурная схема системы управления: БП – блок преобразования; ОУ – объект управления.

Структурная схема системы управления представлена на рис. 1.

В зависимости от значения $S(e)$ управляющий сигнал принимает значения $\{U_{\max}, 0, U_{\min}\}$. Для $S(e)$ и U принимаем три лингвистических значения: N – «отрицательное»; ZE – «нуль»; P – «положительное»,

характеризующая функциями принадлежности, которые представлены на рис. 2.

Для формирования управляющего сигнала используются следующие правила:

- $R_1: IF S(e) \text{ is } N \text{ Then } U \text{ is } N;$
 $R_2: IF S(e) \text{ is } ZE \text{ Then } U \text{ is } ZE;$
 $R_3: IF S(e) \text{ is } P \text{ Then } U \text{ is } P.$

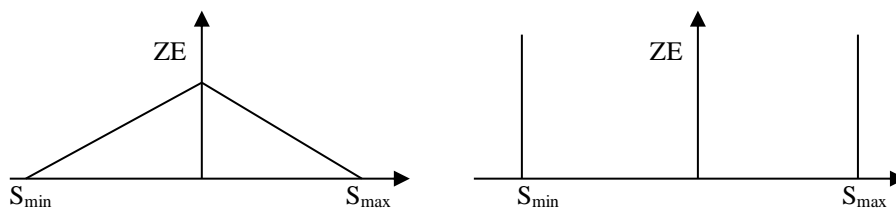


Рис. 2. Функции принадлежности.

Задача синтеза сводится к определению численных значений λ , U_{\max} для конкретного объекта управления. Отметим, что при отсутствии полного математического описания необходимо сначала решать задачу идентификации объекта. Решение этой задачи возможно с помощью нейросетевой технологии.

Рассмотрим случай, когда функция $S(e)$ состоит из двух первых членов, т. е.

$$S(e) = e + \lambda \dot{e}. \quad (10)$$

Решение уравнения $S(e) = 0$ при нулевых начальных условиях дает:

$$y = y^0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right) \right). \quad (11)$$

Из (11) следует, что качество переходного процесса зависит от значений λ . Поэтому вид переходного процесса можно задавать путем вариации λ .

Решение уравнения (1) относительно U дает:

$$U = d^n \frac{y}{dt^n} - f(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}), \quad (12)$$

где $y = y^0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right) \right); \dot{y} = y^0 \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right);$

$$\ddot{y} = y^0 \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right); \dots, y^{(n)} = \bar{\lambda}^{n-1} y^0 \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right). \quad (13)$$

Управляющий сигнал U с учетом (13) принимает вид:

$$U = (-1)^{n-1} y^0 \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right) - f\left(y, \dot{y}, \dots, y^{(n-1)}\right). \quad (14)$$

Исследование функции (13) на экстремум дает значения U_{\min} и U_{\max} .

Обратимся к модельному численному примеру. Пусть динамика объекта задается уравнением:

$$\ddot{y} = y - \dot{y} + U. \quad (15)$$

Управляющий сигнал запишем в следующем виде:

$$U = \left(-\frac{1}{\lambda^n} + \frac{1}{\lambda} + 1 \right) y^0 \exp\left(-\frac{t}{\lambda}\right) + y^0. \quad (16)$$

Из (16) получим:

$$U_{\max} = \frac{1}{\lambda^n} + \frac{1}{\lambda}; U_{\min} = -y_0. \quad (17)$$

Из приведенных переходных процессов можно сделать вывод о работоспособности синтезированной нечеткой следящей системы с

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

волновыми каналами. Простота в реализации и высокое качество регулирования дают основание рекомендовать данную систему широкому применению предложенного нечеткого регулятора в системах управления сложными нелинейными динамическими объектами.

Таким образом, сформулированы концептуальные основы интеллектуальной поддержки в следящих системах с волновыми каналами и обоснована схема взаимодействия средств интеллектуализации в радиотехнических системах при построении гибких, адаптивных систем, способных к обучению и самообучению, самонастройке и оперативной перестройке, принимающих решения и оценивающих их достоверность.

Выполнена содержательная постановка и решена задача оперативного прогнозирования в условиях априорной неопределенности математической модели исследуемого объекта, предполагающая нахождение оценок параметров управляемого процесса с произвольно заданным интервалом упреждения адаптивного фильтра

Колмановского типа при использовании предиктора любого порядка.

Обоснована базовая структура нечеткой следящей системы с волновыми каналами и сформулированы задачи фаззификации и дефаззификации сигналов, возникающие при синтезе интеллектуальных систем управления. Раскрыт механизм дискретизации, нормализации универсума, нечеткого разделения пространства входов и выходов, определения функций принадлежности нечетких множеств при проектировании баз данных и баз знаний в нечетких системах управления. Дана сравнительная оценка потенциальных возможностей различных стратегий дефаззификации при отображении допустимого пространства нечетких управляющих воздействий в пространство четких управляющих воздействий.

Реализован подход к решению задачи синтеза нечетких следящих регуляторов, обеспечивающих заданную устойчивость замкнутой системы управления и нулевую статическую ошибку регулирования сложных нелинейных динамических объектов.

References:

1. (2014). *Mathematical Methods in Engineering/* Nuno Miguel, Fonseca Ferreinra, Jose Antonio, Tenreiro Machado, (pp.910-921). Springer.
2. Rybalev, A.N. (2016). Komp'uternoe modelirovanie netipovyh zakonov regulirovaniya dlja programmiruemyh logicheskikh kontrollerov. *Zhurnal. «Informatika i sistemy upravlenija»* №4, pp. 33-43.
3. Jysupbekov, A.N., & Ataullaev, A.O. (2011). Zadacha sinteza uglomernogo ustrojstva sistemy azimutal'nogo slezhenija za podvizhnym ob#ektom. *Mezhdunarodnyj nauchno-tehnicheskij zhurnal «Himicheskaja tehnologija. Kontrol` i upravlenie»*, Tashkent, №5, pp.52-55.
4. Ataullayev, A.O. (2015). Control of Support-rotating Device of Antenna. Special issue International Scientific and Technical Jurnal «Chemical technology. Control and management». *Jointly With the «Journal of Korea Multimedia Society»*, South Korea, Seoul - Uzbekistan, Tashkent, № 3-4, pp. 172-175.
5. Yusupbekov, A.N., Ataullayev, A.O., & Ruziev, U.A. (2016). Synthesis Azimuth Tracking Device. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, April, Volume 3, Issue 4, pp. 1786-1791.
6. Guljamov, Sh.M., Jysupbekov, A.N., Ataullaev, A.O., & Abdullaeva, K.R. (2016). Nekotorye voprosy sinteza sledjashhih sistem s volnovymi kanalami. *Zhurnal «Avtomatizacija i sovremennye tehnologii»*, Moskva, № 1, pp. 37-42.
7. Yusupbekov, A.N., Gulyamov, Sh.M., Ataullayev, A.O., & Shamsutdinova, V.H. (2015). Synthesis of the Sepvo System with Wave Channels. *Journal of the Technical University of Gabrovo*, Bulgaria, Gabrovo, Volume 51', pp. 56-60.
8. Aliev, R. A., Zaharova, Je. G., & Ul'janov, S. V. (1991). Nechetkie reguljatory i intellektual`nye promyshlennye sistemy upravlenija. *Itogi nauki i tehniki. Serija «Tehnicheskaja kibernetika»*, t.32, , Moscow: VINITI.
9. Fodor, J. C. (1991). On fuzzy implication operators, *Fuzzy Sets and Systems*, 41.