

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"

ВІСНИК

НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"

Серія: Інформатика та моделювання

№ 32 (1141) 2015

Збірник наукових праць

Видання засновано у 1961 році

Харків
НТУ "ХПІ", 2015

Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Серія: Інформатика та моделювання. — Харків: НТУ "ХПІ". — 2015. — № 32 (1141). — 180 с.

Державне видання

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України

КВ № 5256 від 2 липня 2001 року

Збірник виходить українською та російською мовами.

Вісник Національного технічного університету "ХПІ" внесено до "Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук", затвердженого постановою президії ВАК України від 26 травня 2010 р. № 1 – 05/4. (Бюлетень ВАК України № 6, 2010 р., стор. 3, № 20).

Серія "Інформатика та моделювання" Вісника НТУ "ХПІ" включена в наукометричні бази Copernicus (Польща), Elibrary (РІНЦ), DOAJ (Швеція), Google Scholar і базу даних Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

Координаційна рада:

Л.Л. Товажнянський, д-р техн. наук, проф. (**голова**);

К.О. Горбунов, канд. техн. наук, доц. (**секретар**);

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.; Є.І. Сокол, чл.-кор. НАН України, д-р. техн. наук, проф.; А.В. Бойко, д-р техн. наук, проф.; Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; М.Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.; А.І. Грабченко, д-р техн. наук, проф.; В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.; В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.; Ю.І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.; П.О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.; С.І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; В.І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.; Г.В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.; О.К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.; Є.Є. Олександров, д-р техн. наук, проф.; П.Г. Перерва, д-р техн. наук, проф.; В.О. Пуляєв, д-р техн. наук, проф.; М.І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

Редакційна колегія серії:

Відповідальний редактор: В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний секретар: С.Ю. Леонов, д-р техн. наук, доц.

Члени редколегії: А.Г. Гурін, д-р техн. наук, проф.; Л.В. Дербунівич, д-р техн. наук, проф.; Є.Г. Жиликов, д-р техн. наук, проф.; П.О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; М.І. Корсунов, д-р техн. наук, проф.; О.С. Логунова, д-р техн. наук, проф.; В.І. Носков, д-р техн. наук, проф.; А.І. Поворознюк, д-р техн. наук, проф.; Г.А. Самігуліна, д-р техн. наук, проф. (Казахстан); О.А. Серков, д-р техн. наук, проф.; А.Г. Трифонов, д-р техн. наук, проф. (Белорусь); Ханлар Гамзаєв, д-р техн. наук, проф. (Азербайджан); Б.А. Худаяров, д-р техн. наук, проф. (Узбекистан); Ihor Zanevsky, PhD, prof. (Polska).

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ "ХПІ"

Протокол № 5 від 15.05.2015 р.

© Національний технічний університет "ХПІ", 2015

УДК 004.896: 681.51

О.В. МНУШКА, ас., ХНАДУ, Харків,

О.Я. НІКОНОВ, д-р техн. наук, проф., зав. каф., ХНАДУ, Харків,

В.М. САВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

АДАПТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОЗИЦІОНУВАННЯМ СУПУТНИКОВОЮ АНТЕНОЮ

В роботі розглянуті традиційний і адаптивний ПІД-регулятори для системи керування позиціонуванням супутникової антени, яка встановлюється на транспортному засобі. Проведено імітаційне моделювання розробленого адаптивного ПІД-регулятора з нечітким контролером типу *Takagi-Sugeno-Kang* в *Matlab / Simulink*, показано, що він має малу чутливість до завад в контурі керування і кращу продуктивність для реалізації алгоритму покровового стеження в порівнянні з традиційними ПІД-регуляторами. Лл.: 5. Бібліогр.: 10 назв.

Ключові слова: нечіткий контролер, *Takagi-Sugeno-Kang*, адаптивна система керування, позиціонування, супутникова антена, алгоритм покровового стеження.

Постановка проблеми. Системи цифрової супутникової телекомунікації (СЦСТ) порівняно до аналогічних систем наземного базування дозволяють забезпечити якісними послугами абонентів у будь-якій точці земної поверхні за умови забезпечення прямої видимості телекомунікаційного супутника. Найбільш актуальними такі системи є для малонаселених територій, на яких економічно не вигідно розбудовувати наземні системи телекомунікацій, а також для мобільних абонентів, коли обладнання для прийому (та/або передавання) встановлюють на рухомі транспортні засоби (ТЗ) – пасажирські автобуси, судна, поїзди, тощо. Підвищення якості послуг у СЦСТ пов'язане із збільшенням діапазонів частот, які використовуються, що обумовлює перехід з *Ku*-діапазону до *Ka*-діапазону та підвищення вимог до точності позиціонування антенних установок (АУ) абонента, завадостійкості систем, вдосконалення апаратури та алгоритмів стеження за джерелом сигналу. Одним із шляхів удосконалення існуючих АУ є вдосконалення систем керування (СК) позиціонуванням їх антени з метою забезпечення покращених характеристик АУ та реалізації алгоритмів стеження за джерелом сигналу під час руху транспортного засобу [1, 2].

Аналіз літератури. Встановлення АУ на рухомий ТЗ має на меті забезпечити безперервне надання послуг кінцевому абоненту як під час руху, так і під час стоянки. Як показано у [3], простим та ефективним алгоритмом стеження є алгоритм покровового стеження (*step-tracking*)

algorithm, STA), що не вимагає складних конструктивно-технологічних рішень. Зважаючи на те, що під час руху АУ ТЗ працює під впливом випадкових завад, традиційні системи керування не завжди в змозі забезпечити якісне позиціонування антени, тому доцільним є використання нечітких або нейромережних СК [4 – 7]. В [4] запропоновано СК із нечітким регулятором ПД-типу. Показано, що при реалізації *STA* за рівнем прийнятого сигналу продуктивність СК істотно залежить від рівня сигналу, при цьому для каналу прийнятого сигналу, за умови $1/T \leq 1$, де T – постійна часу, доцільним є використання нечіткого регулятора, за інших умов – традиційного, наприклад ПІ. В [5] для АУ з двома степенями свободи проведено порівняння традиційного та нечіткого ПІД-регуляторів в системі керування модифікованої антени *SeaTel 1898*. Показано, що застосування нечіткого ПІД-регулятора дозволяє досягти заданих технічних характеристик, а його продуктивність є вищою у порівнянні із традиційними контролерами. В [6] проведено порівняльний аналіз різних варіантів реалізацій СК позиціонуванням АУ за азимутом. Показано, що в цілому нечіткі контролери (і *Mamdani*, і *Takagi-Sugeno*) мають переваги над традиційними ПІД-контролерами при наявності завад випадкового характеру у колі керування. В [7] наведено результати аналізу впливу виду функції приналежності та кількості правил нечіткого логічного висновку на параметри СК позиціонуванням за азимутом. Показано, що доцільним є використання нечітких контролерів з мінімальним набором правил та функціями приналежності простого виду (трикутних) і запропоновано адаптивну СК із нечіткими контролерами у колах контролю похибки та її похідної за часом.

Аналіз літературних джерел показує, що: 1) не має однозначних рекомендацій щодо застосування нечітких регуляторів у СК позиціонуванням АУ; 2) для забезпечення високої заданої продуктивності СК під впливом зовнішніх факторів доцільним є аналіз можливості використання СК на основі нечіткої логіки шляхом імітаційного моделювання, тому задача розробки таких систем та їх імітаційних моделей є актуальною.

Метою статті є розробка та імітаційне моделювання адаптивного ПІД-регулятора для системи керування позиціонуванням антени у складі АУ рухомого ТЗ.

Адаптивна система керування позиціонуванням супутникової антени. Розроблено адаптивну СК, в якій нечіткий контролер *Takagi-Sugeno-Kang (TSK)* використовується для регулювання коефіцієнтів ПІД-регулятора. Адаптивну систему керування виконано за класичною

схемою (рис. 1, [8]) і вона містить: 1) узагальнений об'єкт керування (УОК), який складається з антени (навантаження), двигуна та редуктора та описується передатною функцією $W(p) = \frac{2083}{s^3 + 101.7s^2 + 171s}$ [6]; 2) традиційний ПД-регулятор; 3) ланку зворотного зв'язку (сенсор); 4) нечіткий контролер (НК), на входи якого подають сигнал помилки $e(t) = r(t) - y(t)$ та його похідну. На виході НК формуються величини K_p , K_d та K_i , які використовують для корегування відповідних коефіцієнтів ПД-регулятора та величини сигналу керування $u(t)$.

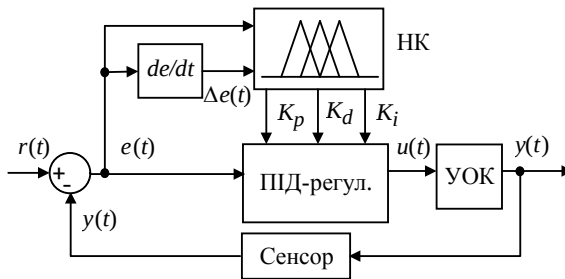


Рис.1. Адаптивна СК із ПД-регулятором

Нечіткий блок адаптивного регулятора виконано по схемі ПД+І регулятора [9, 10] з метою зменшення бази правил та підвищення продуктивності СК (рис. 2). Коефіцієнти підсилення K_{ie} , K_e , $K_{\Delta e}$, K_u та відповідні коефіцієнти пропорційної, інтегруючої та диференціюючої ланок ПД-регулятора $K_p = K$, $K_i = KT_i^{-1}$, $K_d = KT_d$ пов'язані співвідношеннями (1) [10]:

$$K_p = K_u K_e, \quad 1/T_i = K_{ie} K_e, \quad T_d = K_{\Delta e} K_e. \quad (1)$$

Функція керування ПД-регулятора

$$u(t) = K \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de}{dt} \right)$$

в дискретній формі в кожний дискретний момент часу k має вигляд

$$u(k) = K \left(e_k + \frac{1}{T_i} \sum_{j=0}^k e_j + T_d \Delta e_k \right) \quad (2)$$

або у паралельній рекурентній формі

$$u_k = u_k + K_1 e_k + K_2 e_{k-1} + K_3 e_{k-2}, \quad k = \overline{1, N}, \quad (3)$$

де $K_1 = K_p + K_d + K_i$, $K_2 = -K_p - 2K_d$, $K_3 = K_d$ – параметри регулятора, що налаштовуються; N – число відліків часу. Підставляючи (1) в (2) або (3) та задавшись величиною $K_e = \max(e_k)$, отримують відповідні коефіцієнти нечіткого регулятора.

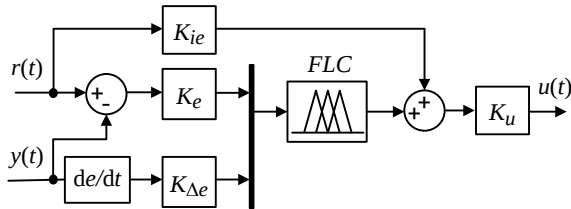


Рис. 2. Структура нечіткого ПД+І контролера

З метою реалізації (2) та (3) було визначено діапазони зміння вхідних та вихідних величин, сформовано базу правил з урахуванням: 1) для великих значень e_k : K_p – велике, K_d – мале, $K_i \rightarrow 0$; 2) для середніх значень e_k : K_p – мале, а K_d та K_i обирають відповідно до вимог забезпечення мінімального перерегулювання; 3) для малих значень e_k : K_p та K_i – великі, а K_d обирають відповідно до величини Δe_k з метою запобігання коливальному процесу (Δe_k – велике (мале), K_d – мале (велике)).

Для реалізації нечіткого контролера *TSK* визначимо лінгвістичні змінні $E(e_k)$ та $dE(\Delta e_k)$ на множині {"додатний", "від'ємний"} із

гаусовою функцією приналежності виду $\mu_G(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}$, де b – координата максимуму; c – коефіцієнт концентрації. Лінгвістичну змінну $U(u_k)$ визначимо на множині константних значень $\{-U_{\max}, 0, +U_{\max}\}$. Вхідна та вихідна змінні зв'язані наступними правилами:

1. Якщо E є від'ємною і dE є від'ємною, то U дорівнює $-U_{\max}$.
2. Якщо E є від'ємною і dE є додатною, то U дорівнює 0.
3. Якщо E є додатною і dE є від'ємною, то U дорівнює 0.
4. Якщо E є додатною і dE є додатною, то U дорівнює $+U_{\max}$.

Розроблено імітаційну модель адаптивної СК (рис. 3) та проведено імітаційне моделювання її параметрів. Результати отримано для часу дискретизації $T_s = 0.01$ с. Попереднє налаштування ПД-регуляторів виконано за методом Ziegler-Nichols, $K_p = 2.32$, $K_i = 0.29$, $K_d = 0.82$.

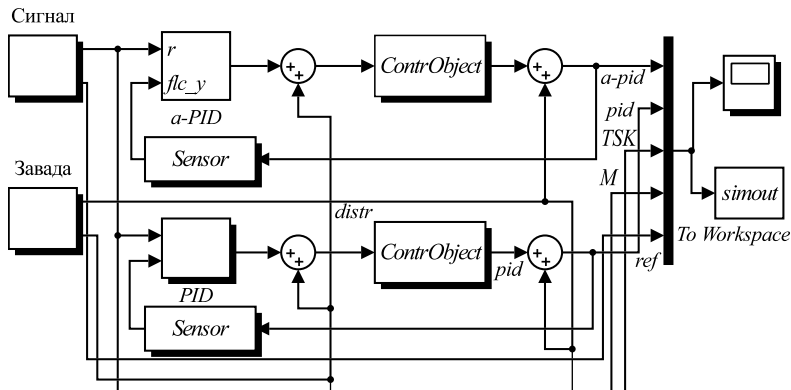


Рис. 3. Імітаційна схема СК у Simulink (фрагмент)

Аналіз перехідної характеристики показує, що адаптивний регулятор у порівнянні з традиційним має менші час встановлення та перерегулювання (рис. 4 *a*), а також швидше реагує на завади в контурі керування (білий шум в момент часу $t = 7$ с, рис. 4 *б*).

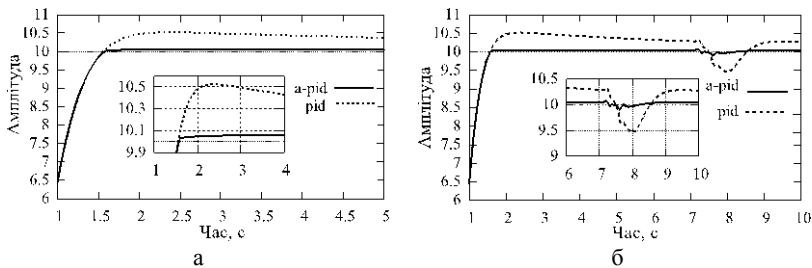


Рис. 4. Перехідна характеристика СК

Для оцінки режиму спостереження на вхід було подано сигнал ступінчастої форми еквівалентний оберненню антени на $\pm 180^\circ$ з амплітудою ступені 1 В та тривалістю 3 с (рис. 5 а) та пілоподібний сигнал з амплітудою ± 3 В та періодом, що приблизно дорівнює часу встановлення системи (рис. 5 б). Адаптивний регулятор має менші похибки на будь-якому кроці, на відміну від традиційного (рис. 5 а), такі ж самі висновки можна зробити щодо режиму захоплення джерела сигналу (рис. 5 б).

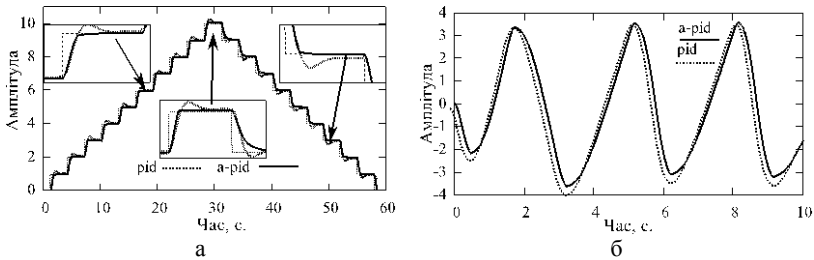


Рис. 5. Робота СК в режимі покрокового стеження

Висновки. Проаналізовано способи реалізації ПІД-регуляторів для системи керування позиціонуванням супутникової антени, яку встановлюють на транспортний засіб. Розроблено адаптивний ПІД-регулятор з нечітким контролером типу *Takagi-Sugeno-Kang*. Проведено порівняльне імітаційне моделювання адаптивного та традиційного регуляторів в *Matlab / Simulink*. Показано, що адаптивний регулятор має малу чутливість до впливу завад на контур керування та більшу продуктивність для реалізації алгоритму покрокового стеження (рис. 4 б, 5). В цілому, результати моделювання добре корелюються з результатами, отриманими в [7] для іншої моделі адаптивної СК. Додаткового вивчення вимагає питання оптимізації параметрів адаптивної СК для великих варіацій вхідного сигналу, що має місце при встановленні початкового кутового положення антени (рис. 5 б). Результати роботи можуть бути використаними для аналізу та синтезу адаптивних СК кутовим положенням антени та в інших подібних застосуваннях.

Список літератури: 1. Corazza G. Digital Satellite Communication / G. Corazza. – Springer, 2007. – 535 p. 2. Hao L. SPSA-based Step Tracking Algorithm for Mobile DBS Reception / L. Hao, M. Yao // Simul. Modell. Pract. and Theory. – 2011. – Vol. 19. – Is. 2. – P. 837-846. 3. Мнушка О.В. Системы управления позиционированием и слежением мобильных спутниковых антенных установок / О.В. Мнушка / Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 5. – № 9 (65). – С. 39-45. 4. Lin J.-M. Intelligent PD-type

Fuzzy Controller Design for Mobile Satellite Antenna Tracking System with Parameter Variations Effect / *J.-M. Lin, Po-K. Chang* // IEEE Sym. on Comp. Intel. in Contr. and Autom. – 2011. – P. 1-5. **5.** *Kim J.-K.* Simplified Fuzzy-PID Controller of Data Link Antenna / *J.-K. Kim, S.-H. Park, T. Jin* // Int. Conf. PRICAI 2006, LNAI. – Springer, 2006. – P. 1083-1088. **6.** *Mnushka O.* Simulation of the Antenna Azimuth Position Control System with Fuzzy PID-like Controller / *O. Mnushka* // Int. Conf. TCSET'2014. – Lviv, 2014. – P. 162-163. **7.** *Okumus H.I.* Antenna Azimuth Position Control with Fuzzy Logic and Self-Tuning Fuzzy Logic Controllers / *H.I. Okumus; E. Sahin; O. Akyazi* // Int. Conf. ELECO'2013. – 2013. – P. 477-481. **8.** *Мухайленко В.С.* Методы настройки нечеткого адаптивного ПИД-регулятора / *В.С. Мухайленко, В.Ф. Ложечников* // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2009. – № 2. – С. 174-179. **9.** *Jantzen J.* Foundations of Fuzzy Control: a Practical Approach / *J. Jantzen*. – Wiley, 2013. – 325 p. **10.** *Xu J.X.* Parallel Structure and Tuning of a Fuzzy PID Controller / *J.X. Xu, C.C. Hang, C. Liu* // Automatica. – 2000. – Vol. 36. – P. 673-684.

Bibliography (transliterated): **1.** *Corazza G.* Digital Satellite Communication / *G. Corazza*. – Springer, 2007. – 535 p. **2.** *Hao L.* SPSA-based Step Tracking Algorithm for Mobile DBS Reception / *L. Hao, M. Yao* // Simul. Modell. Pract. and Theory. – 2011. – Vol. 19. – Is. 2. – P. 837-846. **3.** *Mnushka O.V.* Sistemy upravleniya pozitsionirovaniem i slezheniem mobil'nykh sputnikovykh antenykh ustanovok / *O.V. Mnushka* // Vostochno-evropeiskii zhurnal peredovykh tekhnologii. – 2013. – T. 5. – № 9 (65). – S. 39-45. **4.** *Lin J.-M.* Intelligent PD-type Fuzzy Controller Design for Mobile Satellite Antenna Tracking System with Parameter Variations Effect / *J.-M. Lin, Po-K. Chang* // IEEE Sym. on Comp. Intel. in Contr. and Autom. – 2011. – P. 1-5. **5.** *Kim J.-K.* Simplified Fuzzy-PID Controller of Data Link Antenna / *J.-K. Kim, S.-H. Park, T. Jin* // Int. Conf. PRICAI 2006, LNAI. – Springer, 2006. – P. 1083-1088. **6.** *Mnushka O.* Simulation of the Antenna Azimuth Position Control System with Fuzzy PID-like Controller / *O. Mnushka* // Int. Conf. TCSET'2014. – Lviv, 2014. – P. 162-163. **7.** *Okumus H.I.* Antenna Azimuth Position Control with Fuzzy Logic and Self-Tuning Fuzzy Logic Controllers / *H.I. Okumus, E. Sahin, O. Akyazi* // Int. Conf. ELECO'2013. – 2013. – P. 477-481. **8.** *Mikhailenko V.S.* Metody nastroyki nechetkogo adaptivnogo PID-regulyatora / *V.S. Mikhailenko, V.F. Lozhechnikov* // Avtomatika. Avtomatizatsiya. Elektrotekhnicheskie komplekсы i sistemy. – 2009. – № 2. – S. 174-179. **9.** *Jantzen J.* Foundations of Fuzzy Control : a Practical Approach / *J. Jantzen*. – Wiley, 2013. – 325 p. **10.** *Xu J.X.* Parallel Structure and Tuning of a Fuzzy PID Controller / *J.X. Xu, C.C. Hang, C. Liu* // Automatica. – 2000. – Vol. 36. – P. 673-684.

Надійшла (received) 31.03.2015

Статтю представив д.т.н., проф. Харківського національного автомобільно-дорожнього університету Бажинов А.В.

Mnushka Oksana, postgraduate student
National Automobile and Highway University
Str. Petrovskogo, 25, Kharkiv, Ukraine, 61002
Tel.: (067) 5767863, e-mail: mnushka@live.com
ORCID ID: 0000-0001-7756-9260

Nikonov Oleg, Dr. Sci. Tech, Professor
National Automobile and Highway University
Str. Petrovskogo, 25, Kharkiv, Ukraine, 61002
Tel.: (050) 7505010, e-mail: oj_nikonov@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-6588-7760

Savchenko Volodymyr, Cand. Sci. Tech
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
Str.Frunze, 21, Kharkiv, Ukraine, 61002
Tel.: (067) 5767864, e-mail: savchenko@live.com
ORCID ID: 0000-0001-6548-0891

УДК 004.896: 681.51

Адаптивна система керування позиціонуванням супутниковою антеною / Мнушка О.В., Ніконов О.Я., Савченко В.М. // Вісник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2015. – № 32 (1141). – С. 120 – 127.

В роботі розглянуті традиційний і адаптивний ПІД-регулятори для системи керування позиціонуванням супутникової антени, яка встановлюється на транспортному засобі. Проведено імітаційне моделювання розробленого адаптивного ПІД-регулятора з нечітким контролером типу *Takagi-Sugeno-Kang* в *Matlab / Simulink*, показано, що він має малу чутливість до завад в контурі керування і кращу продуктивність для реалізації алгоритму покрокового стеження в порівнянні з традиційними ПІД-регуляторами. Іл.: 5. Бібліогр.: 10 назв.

Ключові слова: нечіткий контролер, *Takagi-Sugeno-Kang*, адаптивна система керування, позиціонування, супутникова антена, алгоритм покрокового стеження.

УДК 004.896: 681.51

Адаптивная система управления позиционированием спутниковой антенны / Мнушка О.В., Никонов О.Я., Савченко В.М. // Вестник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2015. – № 32 (1141). – С. 120 – 127.

В работе рассмотрены традиционный и адаптивный ПИД-регуляторы для системы управления позиционированием спутниковой антенны, устанавливаемой на транспортном средстве. Проведено имитационное моделирование разработанного адаптивного ПИД-регулятора с нечетким контроллером типа *Takagi-Sugeno-Kang* в *Matlab / Simulink*, показано, что он имеет малую чувствительность к помехам в контуре управления и лучшую производительность для реализации алгоритма пошагового слежения по сравнению с традиционными ПИД-регуляторами. Ил.: 5. Библиогр.: 10 назв.

Ключевые слова: нечеткий контроллер, *Takagi-Sugeno-Kang*, адаптивная система управления, позиционирование, спутниковая антенна, алгоритм пошагового слежения.

UDC 004.896: 681.51

Satellite antenna position control with adaptive controller / Mnushka O.V., Nikonov O.Ya., Savchenko V.M. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2015. – №. 32 (1141). – P. 120 – 127.

The paper deals with satellite antenna position control system for the vehicle, which controlled by using conventional proportional-integral-derivative (PID) controllers and adaptive controller with Takagi-Sugeno-Kang type fuzzy logic controllers, which was developed. In order to obtain performance of the step-tracking algorithm and system response to various external perturbations the simulation model was developed in Matlab / Simulink environment. In the considered systems, adaptive controller is more suitable for the implementation of the step-tracking algorithm and it is more robust to external perturbations in comparison with conventional PID-controllers. Figs.: 5. Refs.: 10 titles.

Keywords: fuzzy logic controller, *Takagi-Sugeno-Kang*, adaptive controller, position control, satellite antenna, step-tracking algorithm.

Зміст

Размещение Вестника НТУ "ХПИ" серии "Информатика и моделирование" в международных наукометрических базах, репозитариях и поисковых системах	3
Антонова И.В., Чикина Н.А. Применение методов фрактального анализа к исследованию временных рядов	4
Барило Г.І., Вірт В.В., Готра З.Ю., Івах М.С., Кожухар О.Т. Створення моделі інформаційно-обчислювальної системи для пристроїв неінвазивної діагностики	11
Бойко Д.А., Филатова А.Е. Метод повышения качества визуализации рентгенологических изображений	19
Вавіленкова А.І. Умови тотожності логіко-лінгвістичних моделей простих речень природної мови	27
Даниленко А.Ф., Дьяков А.Г., Ребенок Н.И., Низий А.В. Определение позиции образца в ЯМР-спектрометре	36
Дмитриенко В.Д., Леонов С.Ю., Главчев Д.М. Нейронная сеть, распознающая группы изображений	42
Дмитриенко В.Д., Хавина И.П., Бречко В.А. Применение нейронной сети многослойной ассоциативной памяти для оптимального выбора оборудования технологического процесса	51
Дорош О.І. Медичний мобільний пристрій на базі ОС ANDROID ...	60
Зленко С.М., Навроцька К.С., Коваль Л.Г. Автоматизована система для дослідження та прогнозування когнітивної поведінки людини під час екстремальних ситуацій	69
Зыков И.С., Лейбенко Г.Ю., Лейбенко Е.И. Исследование HUD-подобных интерфейсов	79
Калюжный Н.М., Галкин С.А., Коржуков К.Н., Семенов Г.Н., Чернов А.Б. Выбор методов оценивания потерь и разработка программных моделей для оценивания электромагнитной доступности средств радиомониторинга	86
Карасюк В.В., Иванов С.Н. Исследование информационной модели образовательного пространства студента при изучении гуманитарных дисциплин	97

Козловская В.А., Котова А.Б. Системный подход к проблеме разработки программного обеспечения для оценки психического статуса здоровья	104
Коцун В.І. Моделювання процесу розповсюдження світла в планарних рідкокристалічних структурах	113
Мнушка О.В., Ніконов О.Я., Савченко В.М. Адаптивна система керування позиціонуванням супутниковою антеною	120
Пасічник В.В., Шестакевич Т.В. Моделювання паралелізму в освітніх процесах осіб з особливими потребами	128
Тимашова Л.А., Витковски Т. Технология интеллектуального производственного моделирования виртуальных предприятий	136
Ткачева Е.Б., Саад Иссам, Джамал Салим Мохаммед Применение аппарата Е-сетей для решения задач анализа и верификации программно-конфигурируемых сетей	148
Реферати, рефераты, abstracts	160

НАУКОВЕ ВИДАННЯ
ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"Харківський політехнічний інститут"

Збірник наукових праць
Серія
Інформатика та моделювання
№ 32 (1141)

Науковий редактор д.т.н. Дмитрієнко В.Д.
Технічний редактор д.т.н. Леонов С.Ю.
Відповідальний за випуск к.т.н. Обухова І.Б.

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ: 61002, Харків, вул Фрунзе, 21, НТУ "ХПІ".
Кафедра обчислювальної техніки та програмування,
тел. (057) 7076198, E-mail: serleomail@gmail.com

Обл. вид. № 27 – 15

Підп. до друку 25.05.2015 р. Формат 60х84 1/16. Папір Copy Paper.
Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 9,8. Облік. вид. арк. 10,0.
Наклад 300 прим.
Ціна договірна

НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Видавничий центр НТУ "ХПІ"
Свідоцтво ДК № 116 від 10.07.2000 р.

Отпечатано в типографии ООО «Цифра Принт»
на цифровом комплексе Xerox DocuTech 6135.
Свидетельство о Государственной регистрации А01 № 432705 от 3.08.2009 г.
Адрес : г. Харьков, ул. Данилевского, 30. Телефон : (057) 7861860.