

Спеціальний випуск.- 2007, -95 с. 2. Чекунова О. М. Синтез швидкодіючих систем фазового автопідстроювання частоти синтезаторів частот для впровадження заводо захищеного режиму засобів радіозв'язку. Дисс. канд. техн. наук / - Х., 2008. – 180 с. 3. Chenakin A. Frequency Synthesis: Current Solutions and Trends // Microwave Journal. -2007. -Vol. 50. -№5. -P. 256-266. 4. Рапін В. В., Федюшин А. И Математическая модель синхронизированного автогенератора //Вестник национального технического университета "ХПИ",- Сборник научных трудов. 2012. "Вып 1" – С. 55 -59. 5. Рапін В. В., Хуторненко С. В. Розробка математичної моделі автогенераторного відслідковуючого фільтру. //Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. 2005. Вип. 1 – С.75 -80.

Надійшла до редколегії 20.01.2013

УДК 621.373.072.9

**Влияние аргументной фазовой обратной связи на характеристики автоколебательной системы/ В. В. Рапін// Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПИ», – 2013. - № 4 (978). – С. 64-69. – Бібліогр.:5 назв.**

Досліджений одноконтурний автогенератор з аргументним фазовим зворотним зв'язком синхронізований на основному тоні. Приведені математичні моделі і співвідношення, що описують вплив зворотнього зв'язку на флуктуації фази сигналу автогенератора у разі гармонійної синхронізації та його вплив на другу гармоніку сигналу при полігармонійній синхронізації.

**Ключові слова:** автогенератор, синхронізація, зворотний зв'язок.

A fundamentally injected oscillator with phase feedback has been presented. Mathematical models and expressions, describing the phase feedback influence on the oscillator signal phase fluctuations for harmonic synchronization and on the second harmonic for polyharmonic synchronization have been obtained.

**Keywords:** oscillator, synchronization, feedback.

УДК 629.36

**В. М. ШУЛЯКОВ**, аспірант, ХНАДУ, Харків

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СУБТРАКТИВНОЇ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ ПРИ СТВОРЕНІ НЕЧІТКИХ РЕГУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ СЛІДКУЮЧИХ ПРИВОДІВ АВТОМОБІЛІВ**

У статті розглянута задача створення нечіткого регулятора для електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобілів з використанням методу субтрактивної кластерізації. Проведено дослідження перехідних процесів замкненої системи електрогідравлічного слідкуючого привода з нечітким регулятором, а також дослідження впливу методу субтрактивної кластерізації на якість таких нечітких регуляторів.

**Ключові слова:** нечіткий регулятор, кластерізація, електрогідравлічний слідкуючий привід, транспортний засіб.

### **Вступ**

Загальною особливістю задач нелінійного та ситуаційного керування є існування деякої залежності або відносини, що зв'язують вхідні і вихідні змінні моделі системи, яка представляється у формі так званого «чорного ящика». При цьому виявлення та визначення даної залежності в явному теоретико-множинному або аналітичному виді не представляється можливим або через недолік інформації про проблемну область, яка моделюється, або через складності обліку різноманіття факторів, що впливають на характер даного взаємозв'язку.

© В. М. ШУЛЯКОВ, 2013

## **Аналіз останніх досліджень та літератури**

Електрогідравлічні слідкуючі приводи широко використовуються в транспортних засобах. Електрогідравлічний слідкуючий привод для автомобілів, описано в роботах [1-3] та [5].

Для конструктивного рішення задач нелінійного та ситуаційного керування доцільно використовувати апарат штучних нейронних мереж (ШНМ). Достоїнством моделей, побудованих на основі ШНМ, є можливість одержання нової інформації про проблемну область у формі деякого прогнозу. При цьому побудова і настроювання ШНМ здійснюється за допомогою їхнього навчання на основі наявної і доступної інформації.

Нечіткі ШНМ або гібридні мережі покликані об'єднати в собі достоїнства ШНМ і систем нечіткої логіки. З одного боку, вони дозволяють розробляти і представляти моделі систем у формі нечітких правил, а з іншого боку, для побудови нечітких правил використовуються методи ШНМ.

За допомогою редактора ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) математичного пакету Matlab синтезовано нечіткий регулятор для електрогідравлічного слідкуючого привода з використанням методів ШНМ [5]. Проведено чисельні експерименти і отримано результати.

## **Мета досліджень, постановка проблеми**

Метою роботи є дослідження впливу методу субтрактивної кластеризації на якість роботи нечіткого регулятора. Використання інтелектуальних регуляторів дозволить підвищити енергоефективність, надійність, безвідмовність, довговічність, безпеку використання вузлів та агрегатів автомобіля.

## **Матеріали досліджень**

У кожному експерименті налаштування та тренування регуляторів проводилися за однакових умов. По-перше, обиралася запропонована навчальна вибірка. Наступним кроком обирався метод генерування нечіткої структури – Subtractive clustering (генерування системи по методу субтрактивної кластеризації). Далі обирався гібридний метод оптимізації, який поєднує метод зворотнього поширення помилки з методом найменших квадратів. Параметр «необхідної точності навчання» залишався за замовчуванням 0, і кількість епох навчання - 50.

У результаті проведених експериментів було апробовано роботу створеного нечіткого регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації. Отримані результати порівняно з результатами штатного регулятора та регулятора з трикутною функцією приналежності.

## **Результати досліджень**

На рис. 1-6 представлено перехідні процеси замкненої системи електрогідравлічного слідкуючого привода при отриманих значеннях варійованих параметрів блоку керування [4-5] для штатного регулятора (крива 1), нечіткого регулятора з трикутною функцією приналежності (крива 2), регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3).

На рис. 1 наведено перехідні процеси замкненої системи електрогідравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 10 градусів для куту повороту об'єкту керування. Для регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3) зменшення перерегулювання склало 100% по куту у порівнянні зі штатним регулятором (крива 1).

Збільшуємо вибране значення для куту повороту об'єкту керування до 15 градусів (рис. 2). Для регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3) при обраному значенні 15 градусів зменшення перерегулювання склало 100% по куту у порівнянні зі штатним регулятором (крива 1).

При обраному значенні 20 градусів для куту повороту об'єкту керування (рис. 3) спостерігається подібна ситуація до попереднього випадку. Для регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3) при обраному значенні 20 градусів зменшення перерегулювання склало 100% по куту у порівнянні зі штатним регулятором (крива 1).

При розгляді перехідних процесів замкненої системи електрогидравлічного слідкуючого привода для кутової швидкості об'єкту керування зі значенням 10 градусів (рис. 4) можна зробити висновок, що для регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3) зменшення перерегулювання склало 38% по кутової швидкості у порівнянні зі штатним регулятором (крива 1).

Перехідні процеси замкненої системи електрогидравлічного слідкуючого привода для кутової швидкості об'єкту керування зі значенням 15 градусів (рис. 5) такі, що для регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3) зменшення перерегулювання склало 45% по кутової швидкості у порівнянні зі штатним регулятором (крива 1).

Зі збільшенням значення до 20 градусів (рис. 6) бачимо такі результати роботи регулятора з використанням методу субтрактивної кластеризації (крива 3) – зменшення перерегулювання склало 46% по кутової швидкості у порівнянні зі штатним регулятором (крива 1).

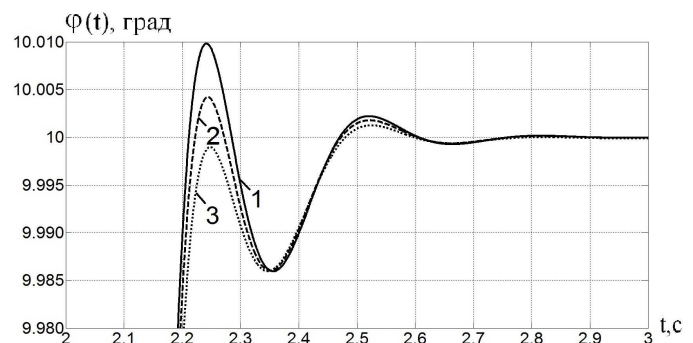


Рис. 1 - Перехідні процеси замкненої системи електрогидравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 10 градусів для куту повороту об'єкту керування: 1 – штатний регулятор; 2 – регулятор з трикутною функцією приналежності; 3 – регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації

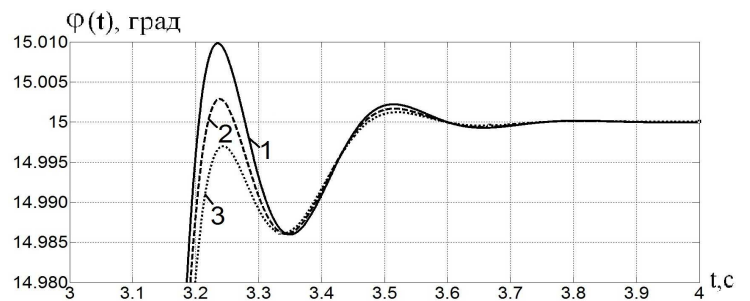


Рис. 2 - Перехідні процеси замкненої системи електрогидравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 15 градусів для куту повороту об'єкту керування: 1 – штатний регулятор; 2 – регулятор з трикутною функцією приналежності; 3 – регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації

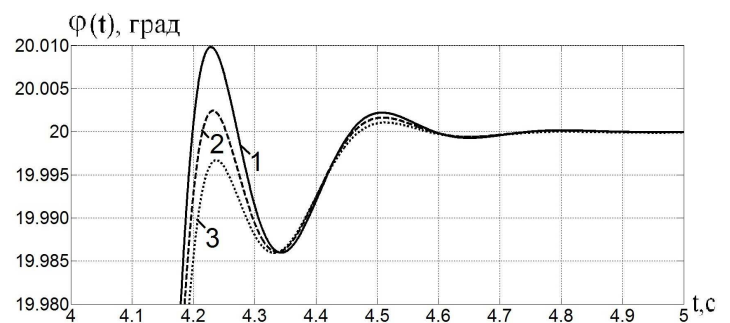


Рис. 3 - Перехідні процеси замкненої системи електрогидравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 20 градусів для куту повороту об'єкту керування: 1 – штатний регулятор; 2 – регулятор з трикутною функцією приналежності; 3 – регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації

Як видно з рис. 1-6, а також чисельних експериментів, регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації показує на всьому діапазоні експериментальних значень кращі результати, ніж штатний регулятор та регулятор з трикутною функцією приналежності. Зменшення перерегулювання склало 100% по куту повороту об'єкту керування та від 38% до 46% по кутовій швидкості об'єкту керування.

Використання нечіткого регулятора в системах електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобіля дозволяє значно покращити якість перехідних процесів при регулюванні, а саме зменшити перерегулювання до 100% по куту і до 46% по кутовій швидкості. Цих результатів вдалося досягти з використанням методу субтрактивної кластеризації. Також введення до контуру системи нечіткого регулятора дозволило розширити область стійкості системи, що в свою чергу дозволить підвищити надійність системи. Треба припустити, що значення варійованих параметрів нечіткого регулятора, які надають мінімум функціоналу якості  $I = \int_{t_1}^T |\Delta\phi(t)| dt$  [4], будуть більшими. Це дозволить зменшити час регулювання, що надзвичайно важливо для автомобілів, а також швидкохідних транспортних засобів спеціального призначення.

### Висновки

В роботі досліджено вплив методу субтрактивної кластеризації на роботу створеного регулятора для електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобілів з використанням нечіткої логіки, штучних нейронних мереж та методів еволюційного моделювання, що дозволяє підвищити енергоефективність, швидкодію, надійність, безвідмовність, довговічність, безпеку використання вищезазначених вузлів та агрегатів автомобіля.

Використання нечітких (гібридних) регуляторів доцільно при проектуванні та дослідженні електронних систем керування агрегатами, механізмами та вузлами автомобілів, електромобілів, гібридних автомобілів, а також при розробці нових

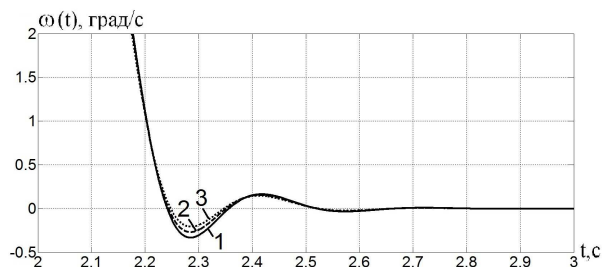


Рис. 4 - Перехідні процеси замкненої системи електрогідравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 10 градусів для кутової швидкості об'єкту керування: 1 – штатний регулятор; 2 – регулятор з трикутною функцією приналежності; 3 – регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації

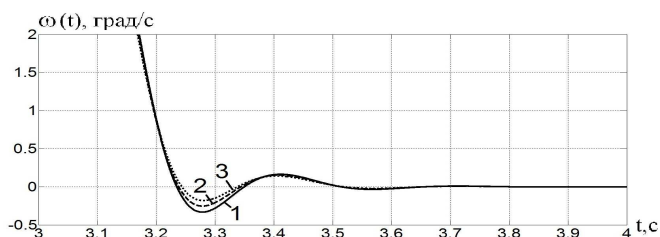


Рис. 5 - Перехідні процеси замкненої системи електрогідравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 15 градусів для кутової швидкості об'єкту керування: 1 – штатний регулятор; 2 – регулятор з трикутною функцією приналежності; 3 – регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації

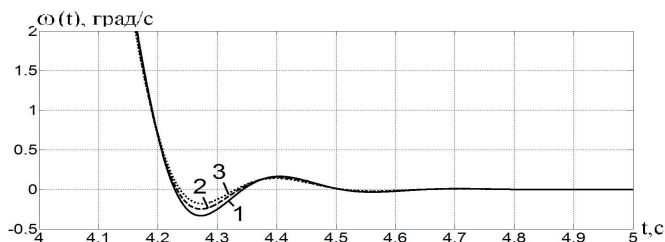


Рис. 6 - Перехідні процеси замкненої системи електрогідравлічного слідкуючого привода для вибраного значення 20 градусів для кутової швидкості об'єкту керування: 1 – штатний регулятор; 2 – регулятор з трикутною функцією приналежності; 3 – регулятор з використанням методу субтрактивної кластеризації

методів діагностування та прогнозування технічного стану засобів транспорту, що забезпечують високу ефективність їх використання та надійність роботи.

**Список літератури:** 1. *Гамынин Н. С.* Гидравлический привод систем управления / Н.С. Гамынин. – М.: Машиностроение, 1972. – 376 с. 2. *Ніконов О. Я.* Розроблення інформаційно-структурної схеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / *О. Я. Ніконов, В. Ю. Улько* // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – № 57. – С. 214–220. 3. *Ніконов О. Я.* Побудова нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / *О. Я. Ніконов, В. Ю. Улько* // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 9. – С. 108–113. 4. *Ніконов О. Я.* Параметричний синтез інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / *О. Я. Ніконов* // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 23. – С. 49–54. 5. *Ніконов О. Я.* Побудова нечітких регуляторів для електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобілів / *О. Я. Ніконов, В. М. Шуляков* // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – 2012. – № 30. – С. 49–53.

*Надійшла до редколегії 28.11.2012*

УДК 629.36

**Аналіз використання методу субтрактивної кластеризації при створенні нечітких регуляторів електрогідравлічних слідкуючих приводів автомобілів / В. М. Шуляков** // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПИ», – 2013. - № 4 (978). – С. 69-73. – Бібліогр.:5 назв.

В статье рассмотрена задача создания нечеткого регулятора для электрогидравлических следящих приводов автомобилей с использованием метода субтрактивной кластеризации. Проведено исследование переходных процессов замкнутой системы электрогидравлического следящего привода с нечетким регулятором, а также исследование влияния метода субтрактивной кластеризации на качество таких нечетких регуляторов.

**Ключевые слова:** нечеткий регулятор, кластеризация, электрогидравлический следящий привод, транспортное средство.

The problem of creating a fuzzy controller for electrohydraulic servo drive vehicles using the subtractive clustering is considered in the article. The study of transient processes of closed system electrohydraulic servo drive with fuzzy controller, and a study of the influence of the subtractive clustering method on the quality of the fuzzy controller are realized.

**Keywords:** fuzzy controller, clustering, electrohydraulic servo drive, vehicle.

УДК 004.9:528:006.06

*А. В. БЕЛЬЧЕВА*, аспірант, ХНУРЭ, Харків

## **МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ГИС-ПРИЛОЖЕНИЙ**

Предлагается модель оценки качества пространственных данных, которая полностью соответствует международным стандартам на географическую информацию и не привязана к конкретной тематической области.

**Ключевые слова:** ГИС, пространственные данные, качество, модель, нечеткая логика, международные стандарты, методика.

**Вступление.** Вопросы качества пространственных данных, объективной оценки их точности чрезвычайно важны для разработки ГИС-приложений. Особенно, когда идет речь о создании банков и баз данных национального масштаба. Стандартизация географической информации позволит системно описать требования к данным и

© А. В. БЕЛЬЧЕВА, 2013