

**СИНТЕЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО
МІКРОКОНТРОЛЕРА ДОЗУВАННЯ РЕАГЕНТІВ
ПРИ ВОДОПІДГОТОВЦІ СТІЧНИХ ВОД**

***О.І. Ряба, кандидат історичних наук
В.М. Штепа, кандидат технічних наук***

Розроблено алгоритм та синтезовано програмне забезпечення для промислового мікроконтролера дезактивації стічних вод птахівничих комплексів.

Нечітка логіка, гіпохлорування, мікроконтролер.

Серед промислових об'єктів, стосовно скиду небезпечних для навколишнього природного середовища стічних вод, окремо виділяються птахівничі комплекси. Оскільки в їхніх, як правило, недостають очищених стічних водах містяться високі концентрації вірусів, мікробів та бактерій [5].

Як засіб доведення до регламентованих граничнодопустимих концентрацій параметра Coli-index, комплексного для встановлення вірусно-мікробно-бактеріальної безпеки води, вибрали гіпохлорування. При цьому врахували його технологічну дослідженість та те, що обробляти потрібно не питну, а стічну воду.

Однак, функціональним недоліком типових гіпохлораторів є неефективність їхньої роботи при постійній нелінійній зміні вхідних параметрів (об'єм, температура, тиск), які мають місце на працюючих птахівничих комплексах [2]. Тому, для синтезу відповідної автоматичної системи регулювання (САР) застосували математичний апарат нечіткої логіки, який показує достатню ефективність у таких робочих умовах [1–4].

Мета досліджень – підвищення ефективності хлорпоглинання на пункті гіпохлорування стічних вод ЗАТ “Комплекс Агромарс” (торгова марка “Гаврилівські курчата”).

Матеріали та методика досліджень. Хлорпоглинання, головним чином, залежить від об'єму (1000 – 1400 м³/год) та температури (16 – 21 °С) стічних вод. Перша величина нормується СНіП 2.04.02-84, останній аспект був досліджений академіком Л.А. Кульським [2]. Об'єми стічних вод залежать від забрудненості господарських приміщень, сезонних температур тощо. Температура стічних вод у свою чергу залежить від температури навколишнього середовища, тобто теж присутній елемент невизначеності. Суттєво ускладнює завдання нелінійність об'єкта [1].

У нашому випадку система управління буде розімкнутою (рис. 1). Неможливість створення замкнутої САР викликана відсутністю сприймаючих елементів, які б у режимі реального часу здійснювали точне вимірювання вмісту хлору у воді (аналізували хлорпоглинання) при таких

великих об'ємах води. Для цього адекватно використовуються лише лабораторні методи.

Алгоритм роботи САР на основі нечіткої логіки складатиметься з кількох етапів. Інформацією, яка надходитиме на вхід системи будуть: витрати води, температури води та швидкості її зміни. Останній параметр нам необхідний для покращання якості управління (тим більше, що процес нагріву та охолодження води містить значну інерційність).

Величини, які вимірюватимуться відповідатимуть реальним значенням змінних процесу керування. Інформація на виході являтиме собою управляючу змінну (значення напруги), що надходитиме через периферійне обладнання на дозуючий насос.

Значення для терм-множин нами взято з досліджень академіка Л.А. Кульського, вимог СНіП 2.04.02-84 і даних ЗАТ "Комплекс Агромарс" (торгова марка "Гаврилівські курчата").

Результати досліджень. При виборі керуючого пристрою ми перш за все врахували необхідність програмної реалізації регулятора на нечіткій логіці.

Цим вимогам відповідає мікроконтролер фірми ICP DAS ICPCON i-8447 (рис. 1).

Він підтримує середовище розробки IsaGraf, описане у стандарті IEC 1131-7, де можна використати мову програмування FCL (Fuzzy Control Language).

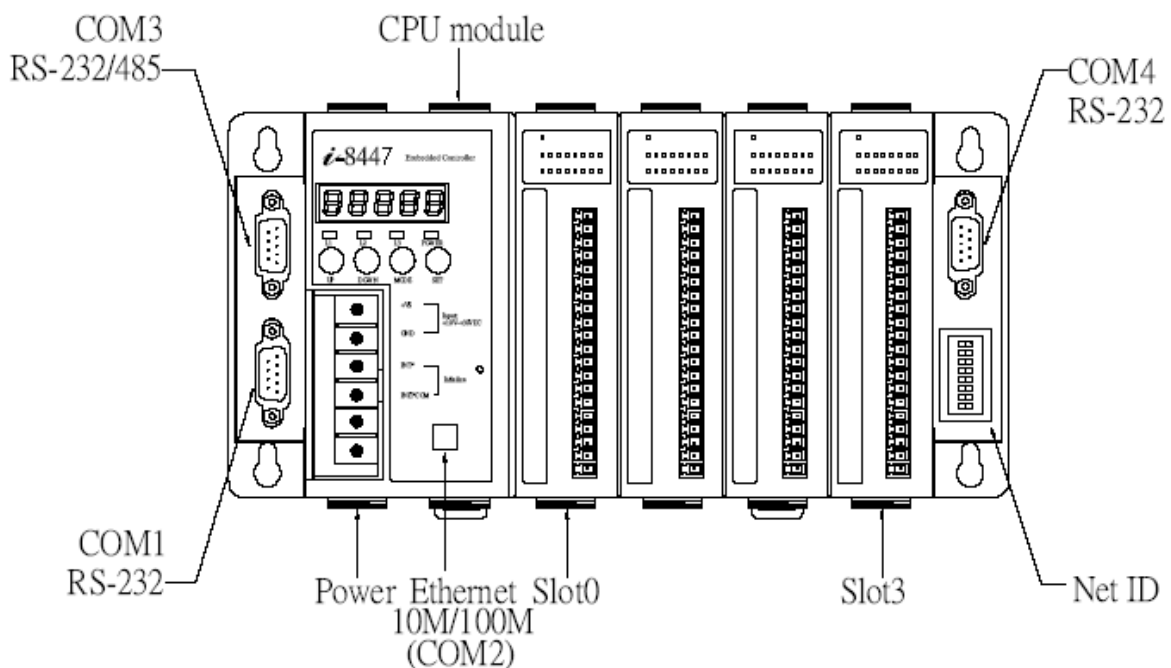


Рис. 1. Зовнішній вигляд контролера i-8447

Сам контролер має 4 слоти розширення введення/виведення для модулів 8000 і 87К серій. Джерело живлення контролера постійного струму напругою від +10 В до +30 В нерегульоване.

Взаємодія алгоритму нечіткого керування з середовищем програмування, у нашому випадку з ISaGRAF-ом, повинна бути прихована від інших програм цього середовища. Саме тому реалізація алгоритму виконана нами функціональним блоком у мові FBD/LD. У цій мові надається можливість працювати з динамічними змінними (температура води, її витрати).

Блок-схема алгоритму роботи програмного забезпечення наведена на рис. 2.



Рис. 2. Блок-схема алгоритму роботи програмного забезпечення нечіткої САК гіпохлорування

Програма на мові FCL виконувалась згідно з алгоритмом нечіткого виведення Мамдані (рис. 3–5). На рис. 3 наведено параметри настроювання функціонального блока нечіткого керування у SCADA-системі “IsaGRAF”.

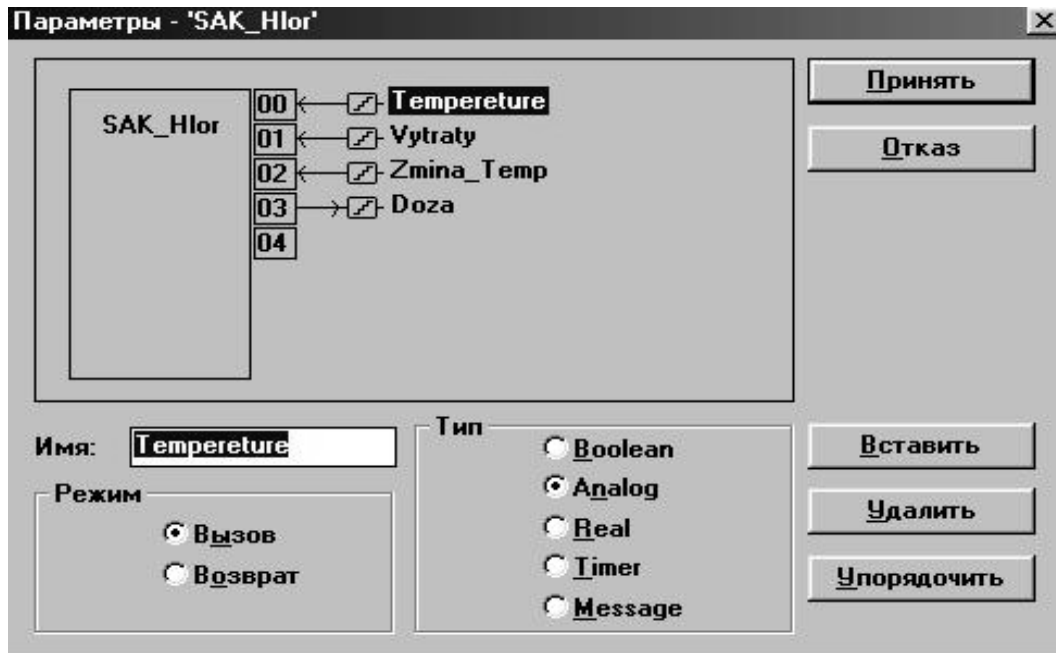


Рис. 3. Параметри настроювання функціонального блока нечіткого керування

```

FUNCTION_BLOCK Dozator_
VAR_INPUT
    T_ : REAL;
    S_T : REAL;
    V_ : REAL;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    D_ : REAL;
END_REAL
FUZZIFY T_
    TERMS := (6.5, 1) (14, 0)
    TERM Z := (10.5, 0) (20, 1) (29, 0)
    TERM PS := (25, 0) (33, 1)
END_FUZZIFY
FUZZIFY S_T
    TERMS := (-1.5, 1) (-0.8, 0)
    TERM Z := (-0.9, 0) (0, 1) (0.8, 0)
    TERM PS := (0.8, 0) (1.5, 1)
END_FUZZIFY

```

Рис. 4. Програмний модуль ініціалізації змінних та нечітких термножин процесу гіпохлорування

На рис. 5 зображена програмна реалізація системи керування гіпохлоруванням на мові діаграм FBD/LD. Вона включає функціональний блок нечіткого регулятора та блок для отримання похідної від

температури (швидкість її зміни). Змінні “Pochatok” і “Timer” забезпечують роботу блока диференціювання (“derivate”), вони – допоміжні змінні. “Command” – керуючий вплив нечіткого регулятора.

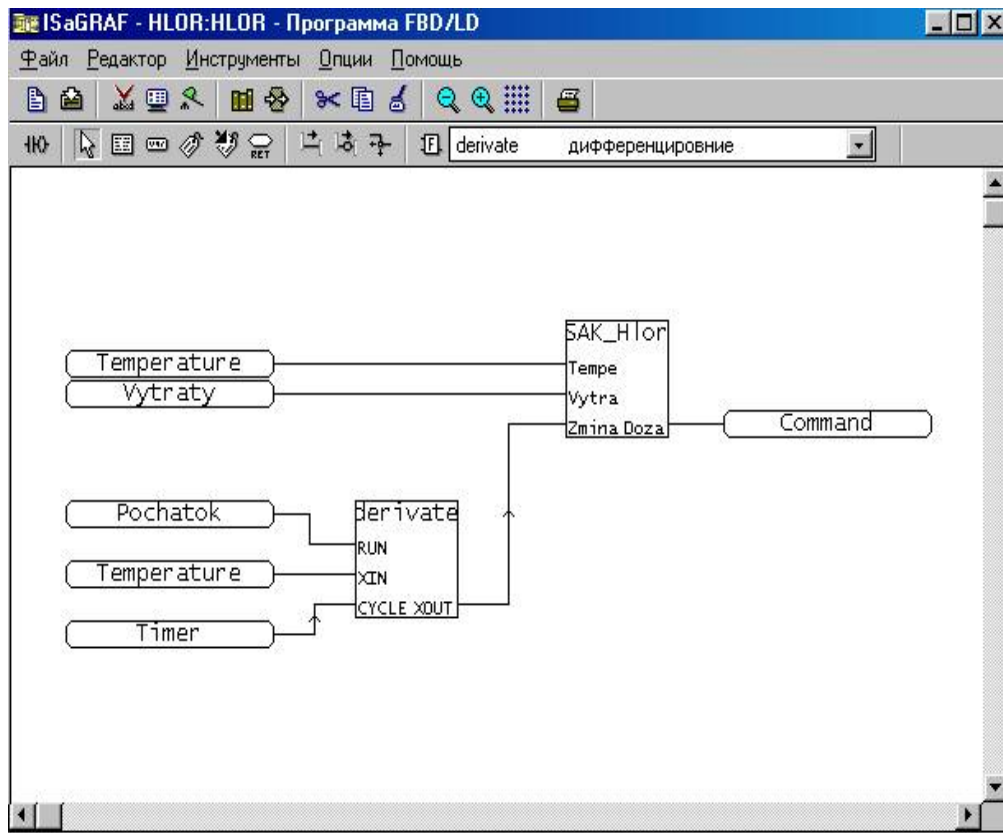


Рис. 5. Реалізація САК хлорування на мові FBD/LD

Для перевірки якості роботи програмного забезпечення у пакеті розширення “Simulink” MatLAB, використавши стандартні функціональні елементи його бібліотек, проведемо процес демонстраційного моделювання. При порівнянні показників роботи програмного забезпечення регулятора на нечіткій логіці з традиційними регуляторами, пропорційно-інтегрально-диференційним (ПІД), ми візьмемо один технологічний параметр – витрати води.

У нашому випадку завдання імітаційного моделювання полягатиме у виборі параметрів настроювання нечіткого та ПІД регуляторів, при яких перехідний процес виходитиме одночасно на усталене значення та порівнянні при цьому за перерегулюванням та максимальним динамічним відхиленням якості регулювання (рис. 6). Для спрощення використаємо умовний діапазон регулювання [-1, 1].

Проаналізувавши за максимальним динамічним відхиленням та перерегулюванням якість роботи обох регуляторів можна зробити висновок, що нечіткий регулятор має кращі показники.

1. Перерегулювання: ПІД-регулятор – 12 % (за верхнім значенням) та 5 % (за нижнім значенням); нечіткий регулятор – 0 %

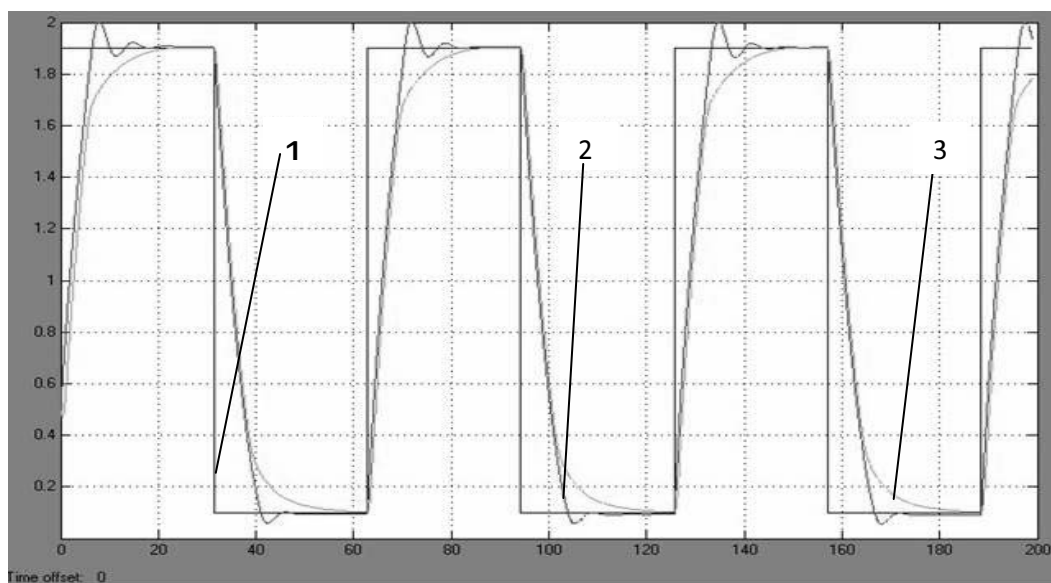


Рис. 6. Графіки перехідних процесів при порівнянні нечіткого регулятора та ПІД-регулятора: 1 – значення вхідної змінної; 2 – розгінна характеристика при роботі ПІД-регулятора; 3 – розгінна характеристика при роботі нечіткого регулятора

2. Максимальне динамічне відхилення: ПІД-регулятор – 0,11 (за верхнім значенням) та 0,05 (за нижнім значенням); нечіткий регулятор – 0
 Кількість напівколивань: ПІД-регулятор – 5 (за верхнім значенням) та 3 (за нижнім значенням); нечіткий регулятор – 0.

На особливу увагу заслуговує реакція регуляторів на зміну фронту вхідної величини, у нечіткого регулятора вона симетрична, у ПІД – несиметрична. Це важливо в умовах невизначеності – за можливості різких змін вхідних величин.

Висновки

Синтезоване програмне забезпечення нечіткої САР гіпохлоруванням стічних вод птахівничого комплексу в імітаційному режимі продемонструвало необхідну адекватність, програмну стабільність та ефективність і рекомендується для застосування на виробничому об'єкті.

Список літератури

1. Асаи К. Прикладные нечеткие системы / Асаи К., Ватада Д., Иваи С.; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
2. Лисенко В.П. Передумови створення автоматичної системи керування електролізними процесами очистки стічних вод промислових птахівничих комплексів з використанням нейроінформаційних технологій / В.П. Лисенко, В.М. Штепа // Аграрна наука і освіта. – 2006. – Т.7, № 1–2. – С. 99–104.
3. Митюшкин Ю.И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний / Митюшкин Ю.И., Мокин Б.И., Ротштейн А.П. – Винница: УНИВЕРСУМ – Винница, 2002. – 145 с.

4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.

5. Штепа В.М. Аналітичне моделювання як об'єкта керування резервуара для змішування стічних вод птахофабрики та гіпохлоритних розчинів отриманих електролізом / В.М. Штепа // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2007. – Вип. 115. – С.109 – 112.

Разработан алгоритм и синтезированы программное обеспечение для промышленного микроконтроллера дезактивации сточных вод птицеводческих комплексов.

Нечеткая логика, гипохлорирование, микроконтроллер.

The algorithm and synthesized software for industrial microcontroller decontamination wastewater poultry complexes.

Fuzzy logic, hipohloruvannya, microcontroller.