

## Синтез та апаратно-програмна реалізація інтелектуальної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу

Штепа В.М.,  
Національний аграрний університет України, м. Київ  
shns-4@bigmir.net

Виходячи із технологічних потреб та вимог нормативних документів, у середовищі "MatLab" синтезовано нейроінформаційну адаптивну систему керування електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу. У засобі проектування ISaGRAF (стандарт IEC 1131-3) на мові нечіткого керування FCL (Fuzzy Control Language) здійснено її програмна реалізація. Підбрано апаратну частину інтелектуальної АСК електрокоагулятором.

### Вступ

Виходячи з експериментальних досліджень [1] можна стверджувати, що створити ефективну адаптивну систему керування (АСК) електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахофабрики від завислих частинок із використанням традиційних методів автоматичного керування складно.

Разом із тим, адекватна гібридна нейромережева (ГНМ) експертна система (ЕС) певного технологічного процесу фактично являється АСК тим же процесом [2]. Отже, для створення ефективної АСК, згідно попередньо заданих технологічних вимог, потрібно при синтезі ЕС у якості навчальної, контрольної та перевірконої вибірок подати комбінації даних, вихідні параметри котрих відповідають необхідним вимогам. Тоді у процесі свого функціонування АСК, отримавши набір вхідних параметрів, генеруватиме керуючий вплив, котрий наблизитиме протікання технологічного процесу до встановлених норм.

### Синтез нейроінформаційної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахофабрики

Дані міркування взято за основу при синтезі екологічнобезпечної та енергоефективної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу.

Вимогами до якості роботи АСК електрокоагулятором будуть:

- вихідна з електрокоагулятора концентрація завислих частинок – не більше 15 мг/л [3];
- на забезпечення цієї гранично-допустимої концентрації (ГДК) завислих частинок повинна затрачуватись мінімальноможлива кількість електроенергії.

Для синтезу екологічнобезпечної та енергоефективної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу використано ГНМ ЕС даного процесу реалізовану в пакеті прикладних програм ANFIS Editor (Fuzzy Logic Toolbox) системи MatLAB [1]. Застосування функцій цього прикладного пакету математичних програм (FIS-редактора) дало можливість згенерувати вибірки даних, які стали базисом при створенні екологічнобезпечної та енергоефективної АСК.

Алгоритм синтезу екологічнобезпечних та енергоефективних вибірок даних у FIS-редакторі MatLAB наступний:

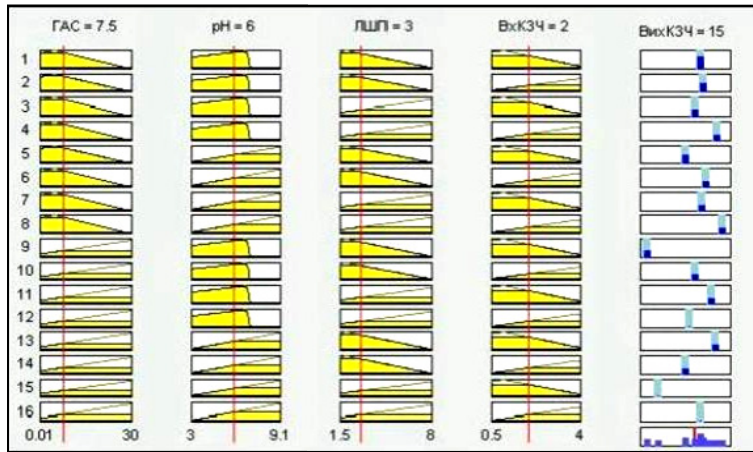
- вхідна концентрація завислих частинок, активна реакція стічних вод (рН), лінійна швидкість потоку у міжелектродному просторі будуть заданими;
- густина анодного струму підвищуватиметься до встановлення значення вихідної концентрації завислих частинок 15 мг/л (рис. 1);
- при створенні екологічнобезпечної енергоефективної АСК електрокоагулятором отриманий набір даних увійде в одну із вибірок (навчальну, контрольну або перевірконую).

Вхідні величини АСК :

1. активна реакція стічних вод (рН);
2. лінійна швидкість потоку у міжелектродному просторі;
3. вхідна концентрація завислих частинок

Відповідно, густина анодного струму – вихідна величина (керуючий вплив).

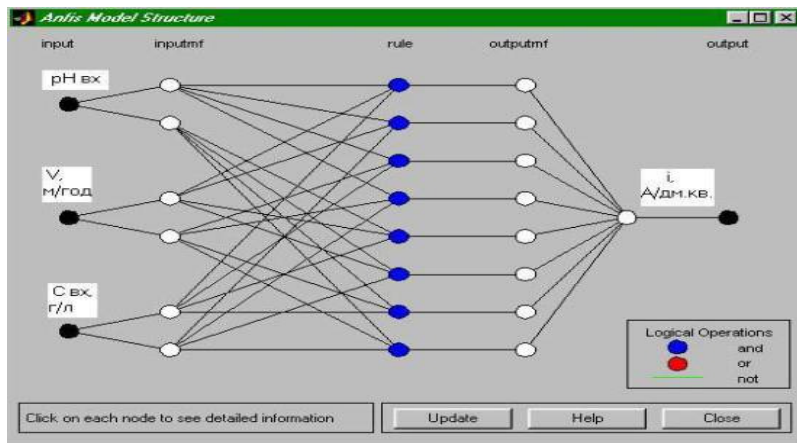
Синтез екологічнобезпечної та енергоефективної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу проводився згідно уже відпрацьованого алгоритму [2].



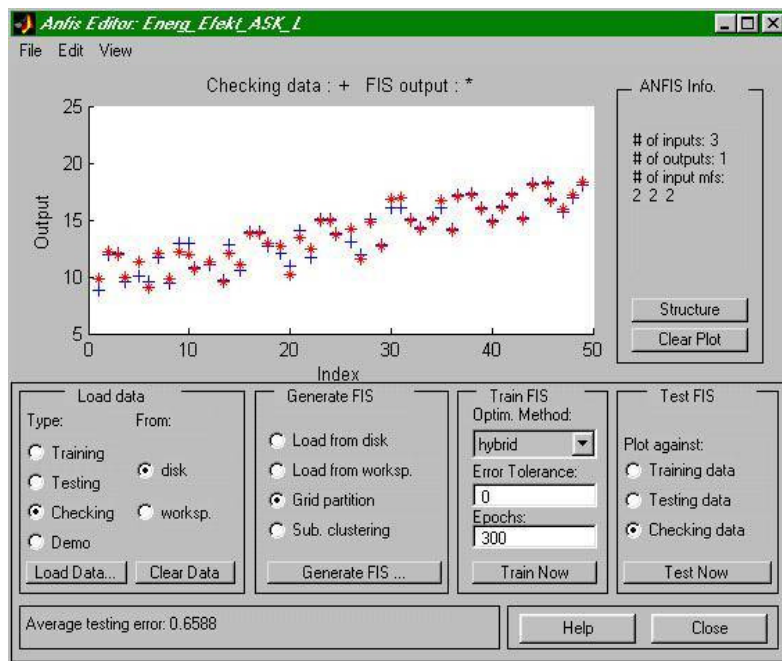
**Рис. 1.** Диалогове вікно “Rule” FIS-редактора середовища MatLAB:  
 ГАС – густина анодного струму;  
 ЛШП – лінійна швидкість потоку;  
 ВхКЗЧ – вхідна концентрація завислих частинок  
 ВыхКЗЧ – вихідна концентрація завислих частинок

При самоналаштуванні ГНМ ЕС (рис. 2) на навчальну вибірку даних середньоквадратична похибка функціонування ЕС становила – 0,18027 мг/л (кількість етапів ітераційного навчання - 24), на контрольну вибірку даних – 0,3351 мг/л. Відсутність “перенавчання” експертної ANFIS підтвердило використання перевірконої вибірки

даних (рис. 3).



**Рис.2.** Структура “навченої” ГНМ ЕС при синтезі АСК електрокоагулятором стічних вод птахофабрики



**Рис. 3.** Результати самоналаштування “навченої” ANFIS на перевірконий блок даних при синтезі АСК електрокоагулятором стічних вод птахофабрики

### Програмно-апаратна реалізація нейроінформаційної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахофабрики

Програмно-апаратна реалізація АСК здійснювалася виходячи із необхідності надання технологічному обладнанню “інтелектуальних” властивостей. Дана вимога забезпечилася функціональними можливостями керуючого пристрою –

мікроконтролера (МК) ICP DAS ICPCON i-8447. Для його програмування використано засіб проектування ISaGRAF [4], який відповідає стандарту IEC 1131-3.

Це дало можливість інкапсулювати програмне забезпечення розроблене на FCL (використано можливості мови програмування ST) у функціональний блок FBD/LD на основі стандарту IEC 1131-3 (рис. 4).



А)

Б)

**Рис. 4.** Реалізація програмного забезпечення АСК електрокоагулятором стічних вод птахофабрики у засобі проектування ISaGRAF:

А – функціональний блок АСК на мові FBD/LD;

Б – настройки функціонального блоку нечіткого керування

Отже, алгоритм роботи програмно-апаратної реалізації інтелектуальної АСК електрокоагулятором стічних вод птахофабрики наступний: значення вхідних величин надходять безпосередньо від сприймаючих елементів (датчик вимірювання концентрації завислих частинок – Solortron Mobrey “MSM 400”, промисловий рН-трансмiттер – Hanna Instruments “НІ 8641”, промисловий стаціонарний без врізки у трубопровід комплект вимірювання витрат та швидкості потоку рідини – “Днепр 7”) через вхідне периферійне обладнання ICP DAS ICPCON i-8447 у функціональний блок діаграм FBD/LD засобу проектування ISaGRAF. Керуючий вплив (густина анодного струму) визначається шляхом виконання програми на мові FCL у даному функціональному блоці. Задане значення густини анодного струму через вихідне периферійне обладнання мікроконтролера та блок гальванічної розв’язки надходить на електрокоагулятор.

## Висновки

Використання сучасних засобів автоматизації (МК - ICP DAS ICPCON i-8447, комплектів сприймаючих елементів – Solortron Mobrey MSM 400, Hanna Instruments НІ 8641, Днепр 7), програмного забезпечення нечіткого керування (FCL) та їх уніфікованості дало можливість створити гнучку програмно-апаратну реалізацію інтелектуальної екологічнобезпечної та енергоефективної АСК електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу від завислих частинок.

## Література

1. *Донченко М.І., Лисенко В.П., Штепа В.М.* Вплив технологічних параметрів електрохімічної очистки стічних вод птахофабрики на процес розчинення сталених електродів при низьких значеннях мінералізації // Електротехніка і механіка - К.: НАУ: - 2006. – № 1. – с. 153-155
2. *Круглов В.В. и др.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика - М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
3. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами.// Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 р. - № 465 - К.: - 1999 – 4 с.
4. *Лисенко В.П., Ботвин В.Л.* - Комп'ютерно-моделюючі системи в АПК – К.: НАУ, 2004 р. – 88 с.