

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

Панов А. О., Колісник Р. І.

Державний біотехнологічний університет, Харків

Розробимо автоматизовану систему керування процесом просушування зерна для подальшого зберігання його, за допомогою нечіткого логічного керування. Для підтримки заданої вологості за допомогою зміни температури повітря, що подається, використовується калорифер, керуючий сигнал на який надходить з виходу регулятора температури. Потужність калорифера пропорційно пов'язана зі зміною температури [1]. В якості вхідних параметрів системи нечіткого виведення розглядати 2 нечіткі лінгвістичні змінні: «неузгодженість» (відхилення від норми) між заданою і поточною вологістю зерна, яка вимірюється вологоміром, встановленим всередині зерносушарки, і перша «похідна» цього неузгодженості, а в якості вихідного параметра - лінгвістичну змінну «споживана потужність».

Робоча програма для створення нечіткої системи керування автоматичною системою контролю обсушування зерна для подальшого зберігання на складі, представлена на рисунку 1, (а).

В якості вхідних змінних для параметрів системи нечіткого виведення розглянемо першу нечітку лінгвістичну змінну «*Неузгодженість*», терм-множини для цієї змінної складається з чотирьох трикутних термів, а саме $T_n = \{ \text{“Zero”}, \text{“Low”}, \text{“Medium”}, \text{“High”} \}$, які представлені на рисунку 1, (б) і мають значення, які оцінюються від 0 до 40 % вологості [2].

Друга нечітка лінгвістична змінна «*Похідна*», розглянемо терм-множини для даної змінної, яка складається з п'яти трикутних термів, а саме $T_n = \{ \text{“Level1”}, \text{“Level2”}, \text{“Level3”}, \text{“Level4”}, \text{“Level5”} \}$, які представлені на рисунку 1 (в) і мають значення в діапазоні від 0 до 0,25 1/с.

Терм-множини для лінгвістичної змінної «*споживана потужність*» використовувати змінну, що складається з п'яти трикутних непересічних термів $T_i = \{$

«NegHigh», «NegMedium», «Zero», «PosMedium», «PosHigh»}, в межах від 0 до 20 кВт., які представлені на рисунку 1, (г).

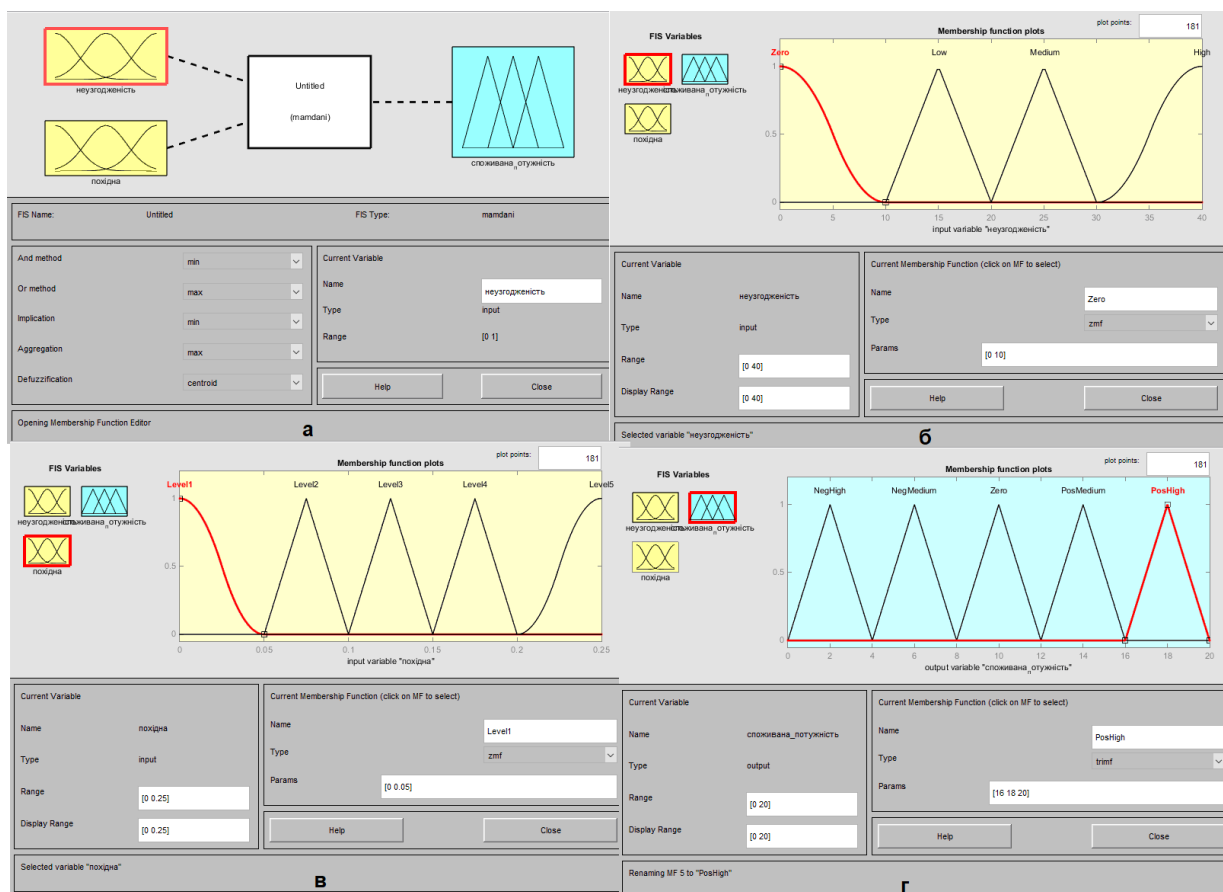


Рисунок 1 - Робоча програма для нечіткого логічного керування: а – вхідні змінні; б – перша нечітка лінгвістична змінна «Неузгодженість»; в - друга нечітка лінгвістична змінна «Похідна»; г – вихідна змінна «споживана потужність»

Евристичні значення даної проблемної області логічного виведення для регулювання нечіткої системи керування автоматизованою системою контролю зерносушарки для подальшого зберігання зерна приведені в правилах (рис. 2) [3].

Після завдання правил нечіткого виведення отримуємо результат для конкретних значень вхідних змінних. Після зміни значень вхідних змінних розглядаються результати виконаних вимірювань.

Оскільки процес нечіткого моделювання передбачає аналіз результатів нечіткого виведення при різних значеннях вхідних змінних з метою встановлення адекватності

розробленої нечіткої моделі, тому розроблені і розглянуті наступні випадки.

1. If (неузгодженість is Zero) and (похідна is Level1) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
2. If (неузгодженість is Zero) and (похідна is Level2) then (споживана_потужність is NegHigh) (1)
3. If (неузгодженість is Zero) and (похідна is Level3) then (споживана_потужність is NegHigh) (1)
4. If (неузгодженість is Zero) and (похідна is Level4) then (споживана_потужність is NegHigh) (1)
5. If (неузгодженість is Zero) and (похідна is Level5) then (споживана_потужність is NegHigh) (1)
6. If (неузгодженість is Low) and (похідна is Level1) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
7. If (неузгодженість is Low) and (похідна is Level2) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
8. If (неузгодженість is Low) and (похідна is Level3) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
9. If (неузгодженість is Low) and (похідна is Level4) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
10. If (неузгодженість is Low) and (похідна is Level5) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
11. If (неузгодженість is Medium) and (похідна is Level1) then (споживана_потужність is PosMedium) (1)
12. If (неузгодженість is Medium) and (похідна is Level2) then (споживана_потужність is PosMedium) (1)
13. If (неузгодженість is Medium) and (похідна is Level3) then (споживана_потужність is Zero) (1)
14. If (неузгодженість is Medium) and (похідна is Level4) then (споживана_потужність is Zero) (1)
15. If (неузгодженість is Zero) and (похідна is Level1) then (споживана_потужність is NegMedium) (1)
16. If (неузгодженість is High) and (похідна is Level1) then (споживана_потужність is PosHigh) (1)
17. If (неузгодженість is High) and (похідна is Level2) then (споживана_потужність is PosHigh) (1)
18. If (неузгодженість is High) and (похідна is Level3) then (споживана_потужність is PosMedium) (1)
19. If (неузгодженість is High) and (похідна is Level4) then (споживана_потужність is PosMedium) (1)
20. If (неузгодженість is High) and (похідна is Level5) then (споживана_потужність is PosMedium) (1)

Рисунок 2 - Правила логічного виведення

Розглянемо правило логічного виведення для нормалізації «Неузгодженості» при відповідній «Похідній». На рисунку 3, (а) в правилах з 1 по 5 приведені значення низького відхилення від норм між заданою і поточною вологістю зерна, тобто значення 4,82 %, при цьому похідна відповідає – 0,0597 1/с. Тоді виконавчий механізм працює на низьку потужність і споживана потужність дорівнює 2 кВт. Так само розглянемо правило логічного виведення при середньому відхиленні від норм між заданою і поточною вологістю зерна (рис. 3, б), де в правилах приведені значення середнього відхилення від норм вологості зерна зі значенням 26,8 %, а при цьому похідна відповідає значенню 0,177 1/с. Тоді виконавчий механізм працює на середній потужності і споживана потужність відповідає значенню 10 кВт.

Програма показує загальний аналіз адекватності нечіткої моделі, дозволяє оцінити вплив зміни значень вхідних нечітких змінних на значення однієї з вихідних нечітких змінних. Графічний інтерфейс перегляду поверхні нечіткого виведення показаний на рисунку 4, де описується рівниця між неузгодженості від похідної.

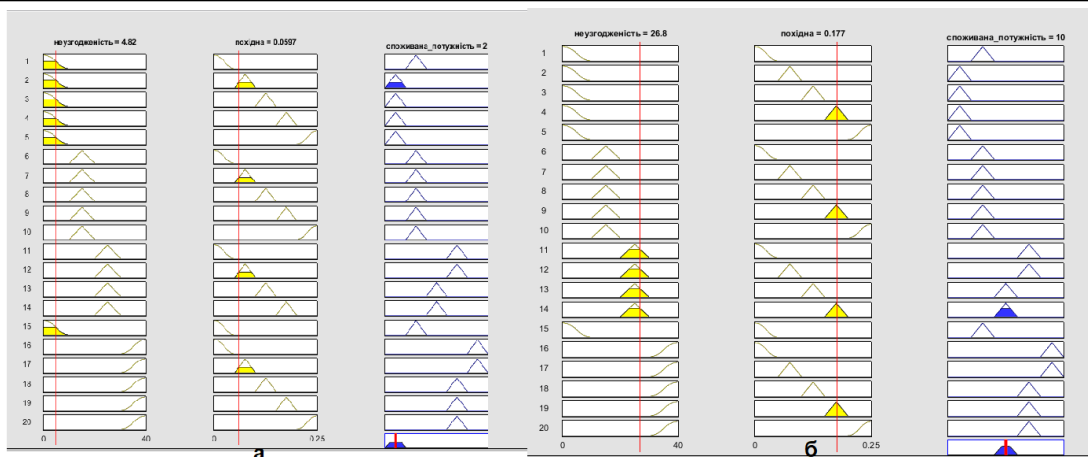


Рисунок 3 – Правила логічного виводу: а - правило логічного виводу при низькому відхиленні від норм між заданою і поточною вологістю зерна, б - Правило логічного виводу при середньому відхиленні від норм між заданою і поточною вологістю зерна

Запропонований алгоритм досить простий у реалізації на програмованих логічних контролерах або нечітких контролерах. Запропонований алгоритм керування на основі нечіткої логіки дає змогу керувати та регулювати параметри для зберігання зерна для майбутнього зменшення псування.

Дає змогу оперувати нечіткими вхідними даними, а також можливість проведення якісних оцінок, як вхідних, так і вихідних результатів. Дає можливість попередження появи критичних режимів.

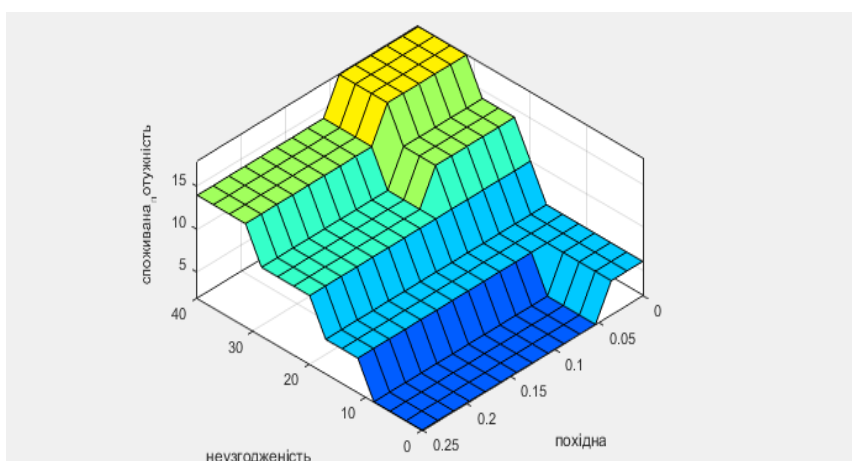


Рисунок 4 – Графік неузгодженості від похідної

Література:

1. Основи нечіткого логічного керування: метод. вказівки до виконання практ. робіт для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка; уклад.: С. О. Тимчук, А. О. Панов. – Харків: [б. в.], 2019. – 34 с.
2. «Build Fuzzy Systems Using Fuzzy Logic Designer» . [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html>. Дата звернення: Жовт. 20, 2023.
3. «Fuzzy Logic Designer». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzylogicdesigner-app.html>. Дата звернення: Жовт. 20, 2023.