



УДК 621.234:681.515

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕЗЕРВУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Сабо А.Г., к.т.н.

Речина О.М., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: 0619-42-57-97

Анотація – в роботі розглянуто узагальнену методику вибору й обґрунтування оптимальної структури паралельного інформаційного резервування системи опромінення рослин за принципом мажоритарної логіки.

Ключові слова – принцип мажоритарної логіки, інформаційне резервування, споруди захищеного ґрунту.

Вступ. Аналіз останніх досліджень та публікацій з представленої проблеми вказує на те, що питанням створення і розвитку систем резервування та підтримки прийняття рішень в соціально-економічній, технічній та інших сферах діяльності наразі приділяється пильна увага. Усе більш актуальними стають роботи, присвячені моделям процесів прийняття рішень в умовах нечіткої або неповної інформації. Багатьма авторами розглянуто критерії оптимізації, на основі яких здійснюється процес прийняття рішень, надається аналіз їх переваг та недоліків, визначається область застосування в залежності від характеру ситуації, що склалася.

Аналіз останніх досліджень. Інформаційне резервування - це спосіб забезпечення заданого рівня надійності інформаційно-управляючих систем за рахунок введення резервування за інформаційними ознаками цих систем [1]. Точність та достовірність контрольованої інформації можна суттєво підвищити шляхом її статистичної обробки, якщо одночасно подавати на обчислювальні керовані системи інформацію від декількох підключених паралельно джерел інформації. Подібні способи вводу інформації називають паралельним інформаційним резервуванням, вони в принципі дозволяють суттєво підвищити точність і достовірність контрольованої інформації, що надходить від неякісних і технічно ненадійних джерел інформації.

Паралельне інформаційне резервування - це спосіб забезпечення ефективності інформаційно-керуючих систем, коли дані надходять від декількох джерел і рішення щодо значення контрольованого параметра приймається згідно мажоритарного принципу "m із n", коли m із n джерел підтверджують факт появи контрольованої ознаки.

Постановка проблеми. Інформаційне устаткування систем управління суттєво впливає на ефективність та точність виконання будь-якого технологічного процесу. Саме тому постає питання вибору оптимальної кількості датчиків та точності наданої ними інформації для ведення опромінення рослин у теплицях. Розв'язання цієї проблеми вочевидь пов'язано з підвищенням достовірності інформації про процес надходження сумарної фотосинтетично активної радіації (ФАР) як від штучних так і від природного джерела ФАР і передбачає впровадження інформаційного резервування.

Основна частина. Інформація від датчиків надходження ФАР енергоощадної системи опромінення рослин завжди буде надходити із певним ступенем достовірності, оскільки їх ідеальне місце розташування неможна визначити безпомилково, інакше необхідно враховувати конструктивні особливості теплиць, зміну положення сонця протягом дня, що є достатньо складно. Згідно з [2] ступінь достовірності можна охарактеризувати трьома імовірнісними станами:

- а - імовірність правильного виявлення події (що полягає у правильному відображенні інформації);
- б - імовірність надання помилкової інформації;
- с - імовірність не виявлення інформації (можливий вихід зі строю приладу за різних причин).

Для забезпечення необхідних характеристик надійності системи опромінення рослин у сенсі підвищення достовірності переданих датчиками ФАР показань є введення інформаційного резервування. Оскільки існують різні способи інформаційного резервування, то для порівняння ефективності резервованих систем управління в якості основного критерію зазвичай приймається вірогідність виявлення подій, що представляє собою суму ймовірності надання правильної або помилкової інформації і ймовірність виходу зі строю джерела інформації [4].

У системі управління опроміненням рослин з резервованими датчиками ймовірності p_1 , p_2 , p_3 (ймовірність надання достовірної, помилкової та невиявлення (вихід зі строю) інформації) функціонально залежать від числа датчиків n і від їх імовірнісних характеристик a , b , c , тобто:

$$\begin{aligned} p_1 &= f_1(n, a, b, c), \\ p_2 &= f_2(n, a, b, c), \\ p_3 &= f_3(n, a, b, c) \end{aligned} \quad (1)$$

зазначимо, що $p_1 + p_2 + p_3 = 1$.

Оскільки досліджувана система управління опроміненням в переважній більшості робить помилки першого й другого роду [5], то будуть мати місце додаткові конструктивні витрати, пов'язані із цими помилками, які можна представити матрицею витрат

$$B = \begin{vmatrix} 0 & B_{01} \\ B_{10} & 0 \end{vmatrix}, \quad (2)$$

де B_{01} та B_{10} - додаткові конструктивні витрати, пов'язані з помилками першого й другого роду відповідно.

Середні додаткові конструктивні витрати при цьому визначаються байесовским ризиком B [2,4,5], вираженим як

$$B = p_1 B_{01} p_2 + (1+p_1) B_{10} p_3. \quad (3)$$

Якщо врахувати матеріальні витрати на реалізацію системи управління опроміненням рослин у теплицях з n резервованих датчиків, обумовлені вартістю C одного датчика і числом n , то отримуємо остаточний вираз, що визначає середній ризик $B(n)$

$$B(n) = p_1 B_{01} p_2 + (1+p_1) B_{10} p_3 + C n. \quad (4)$$

Оскільки сума перших двох доданків у виразі (4) є монотонно-спадаючою функцією n (інакше здійснювати резервування не доцільно), а останній доданок цього виразу є монотонно-зростаючою функцією n , то функція $B(n)$ має глобальний мінімум, що визначає оптимальне число n_{opt} резервних датчиків. Так як ймовірність p_1 надання достовірної інформації є невідомою (через можливе затінення датчиків конструктивними елементами теплиці), то згідно з критерієм Байеса-Лапласа прийнятне допущення $p = 0,5$ [2, 7]. Точне визначення додаткових конструктивних витрат B_{01} і B_{10} є достатньо складною окремою задачею. Виходячи із припущення, що для більшості випадків надання недостовірної інформації та неподання інформації загалом є однаково небезпечними для роботи системи, можна в першому наближенні прийняти $B_{01} = B_{10} = B$. З урахуванням цього вираз (4) можна спростити

$$B(n) = p_2 + p_3 + C_1 n, \quad (5)$$

де $C_1 = 2C/B$.

Аналізуючи вираз (5), можна зробити наступні висновки [3, 6]:

1. Якщо витрати на створення інформаційної системи істотно менші витрат, обумовлених помилками першого й другого роду, тобто $C \ll B$ і більше значень p_2 і p_3 імовірностей помилок, що може бути обумовлено низькою якістю (класом точності, надійністю) датчиків, то оптимальна кількість задіяних у системі датчиків буде достатньо великою. У цьому випадку необхідно використати велику кількість резервованих датчиків низької якості, щоб забезпечити малі ймовірності помилок першого й другого роду.

2. Якщо витрати на створення інформаційної системи C сумірні з конструктивними витратами B , що може бути обумовлено високою

точністю системи й малими значеннями ймовірностей p_2 і p_3 , то оптимальна кількість резервних датчиків, згідно з виразом (5), буде невеликою.

Інформаційне резервування систем найчастіше здійснюють за принципом мажоритарної логіки, згідно з якою система видає інформацію про значення тоді, коли цей сигнал видають не менше m датчиків з n . Причому число m може змінюватись у межах $[1...n]$. Якщо $m=1$, то схема резервування має вигляд, зображений на рис. 1.

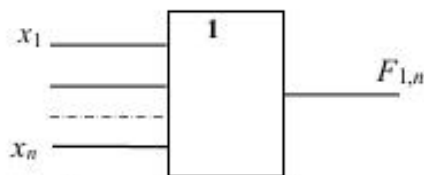


Рис. 1. Схема інформаційного резервування системи (АБО).

Якщо $m=n$, то схема резервування буде мати вигляд, зображений на рис. 2, на якому усі n датчиків об'єднуються за схемою І.

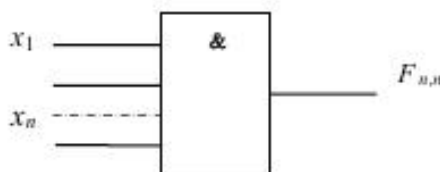


Рис. 2. Схема об'єднання групи датчиків системи первинної інформації (І).

Якщо m змінюється в межах $1 < m < n$, то схема з'єднання датчиків має вигляд, зображений на рис. 3, при якому резервні датчики групами поєднуються за схемою І. Число датчиків у кожній групі рівно m , і кожна група датчиків відрізняється від попередньої хоча б одним датчиком. Число таких груп дорівнює числу комбінацій з n по m , а всі ці групи поєднуються за схемою АБО. На виході схеми (рис. 3) сигнал з'явиться лише тоді, коли буде сигнал на виході хоча б однієї із груп. Сигнал на виході кожної групи з'являється тільки тоді, коли є сигнали від усіх датчиків, об'єднаних у цю групу.

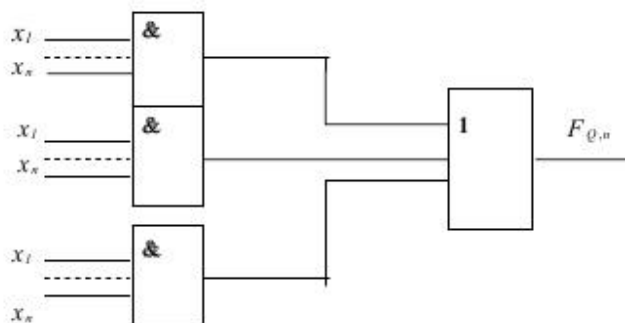


Рис. 3. Схема об'єднання груп датчиків системи первинної інформації (І та АБО).

Далі за допомогою твірної функції [4] можна одержати залежності, що визначають значення ймовірностей p_1 p_2 p_3 відповідно до мажоритарної логіки на підставі триніomialного розподілу. Типові структурні схеми таких систем резервування наведені на рис.1-3. Вигляд такої структурної схеми однозначно визначається параметром m , який представляє необхідне число датчиків, що одночасно надали однакову інформацію. По суті схема резервування (рис.3) є універсальною для систем резервування датчиків за принципом мажоритарної логіки. Схеми резервування, зображені на рис.1 і 2, представляють виражені граничні варіанти схеми на рис.3, коли параметр m рівний 1 або n . Таким чином, коли йдеться про резервування за принципом мажоритарної логіки, то мається на увазі схема резервування, зображена на рис.3. Однак слід зазначити, що резервування за принципом мажоритарної логіки не є єдиним варіантом, оскільки він не містить у собі всі можливі варіанти схем резервування, засновані на комбінації різних способів підключення логічних елементів І та АБО.

Оскільки всі можливі варіанти схеми резервування, зображеної на рис. 3, однозначно визначаються параметром m , то процес вибору оптимального різновиду схеми резервування полягає у процедурі визначення максимального значення ймовірності p_1 , що визначається твірною функцією, і залежності від змінної m , яка змінюється в межах від 1 до n ($m \leq [1...n]$).

Згідно з виразом (5), максимальне значення ймовірності p_1 обумовлює мінімум функції ризику $V(n)$ системи резервування датчиків САУ опромінення рослин і залежить не тільки від числа датчиків, а і від їхніх імовірнісних характеристик a, b, c та варіанта структурної схеми резервування (рис. 3), обумовленого параметром m . Для вибору оптимальної структури інформаційної системи з мінімальним значенням параметра m необхідно розв'язати задачу оптимізації відносно мінімізації цього параметра.

Висновки. За допомогою поняття рівня інформаційного резервування можна характеризувати не лише якість резервування, а й порівнювати між собою різні за структурою і якістю використаних датчиків системи опромінення рослин у теплицях. Зі збільшенням рівня інформаційного резервування зростає кількість використовуваних датчиків, що накладає на процедуру резервування додаткові обмеження конструктивного й економічного плану. Наведений аналіз інформаційних структур дозволяє обґрунтовано підійти до формування загальної структури системи опромінення рослин в теплицях.

Література.

1. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. – [Действует с 1990-07-01]. – М.: АН СССР, 1989. – 32 с.

2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятности и ее инженерные приложения / *Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров.* – 2-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2000.— 480 с.
3. *Аль-Аммори Али.* Математическая модель параллельного информационного резервирования информационно-управляющих систем / *Аль-Аммори Али* // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 227-238.
4. *Васильев К.К.* Методы обработки сигналов / *К.К. Васильев* - учебное пособие. – Ульяновск, 2001. – 80 с.
5. Обнаружение сигналов при известных параметрах помех [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sernam.ru. (дата обращения: 05.10.2010)
6. *Аль-Аммори Али.* Некоторые способы повышения эффективности бортовых информационно-управляющих систем распознавания опасных полетных ситуаций / *Аль-Аммори Али, П.В. Дяченко* // Вісник ЧДТУ.- 2007.- №3-4 .- С 56-60.
7. *Бабенко Н.И.* Оптимизация процесса принятия решений при апriorи заданных вероятностях состояний внешней среды на основе критерия Байеса / *Н.И. Бабенко, С.А. Бабичев, А.В. Шарко* // Проблемы информационных технологий. – 2009. – №1 - С.15-23.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЗБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ

Сабо А.Г., Речина О.Н.

Аннотация – в статье рассмотрены вопросы выбора и обоснования оптимальной структуры параллельного информационного резервирования системы облучения растений согласно принципам мажоритарной логики.

APPRAISAL METHODOLOGY OF INFORMATION RESERVATION FOR ENERGYSAVING CONTROL SYSTEM OF PLANTS ILLUMINATION IN HOTHOUSES

A. Sabo, O. Rechina

Summary

Sampling technique and substantiation of optimum structure of parallel information reservation for energysaving control system of hothouse plants illumination according to majority logic principles is considered.