

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

А. О. Дудник, кандидат технічних наук

В. П. Лисенко, доктор технічних наук

e-mail: dudnikalla@mail.ua

Анотація. *Наведено результати синтезу та досліджень систем керування біотехнологічними об'єктами. Запропоновано нові підходи до створення інформаційно-управляючих систем керування з використанням нейронних мереж. Наведено інформаційне та програмне забезпечення таких систем.*

Ключові слова: *інформаційно-управляюча система, біотехнологічний об'єкт, система керування, нейронна мережа*

Аграрний сектор виробництва у світі й Україні наповнений сучасними високотехнологічними підприємствами, характерною ознакою котрих є наявність біологічної складової. До таких підприємств відносяться, у першу чергу, птахофабрики, споруди закритого ґрунту. Частка енергетики в собівартості продукції для таких підприємств сягає іноді 70 % (споруди закритого ґрунту). В умовах високої вартості енергетики та її дефіциту актуальними стають заходи, що зменшують витрати енергії. Попри наявне сучасне технологічне обладнання в пташниках і теплицях реалізують найпростіші алгоритми керування електротехнічними комплексами, що супроводжують технологію виробництва відповідної продукції. Це, як правило, алгоритми стабілізації, запропоновані для утримання технологічних параметрів, що максимізують продуктивність птиці й рослин. Такі алгоритми не є енергетично ефективними, оскільки не враховують станів біологічної складової.

Мета досліджень – синтез та дослідження інформаційно-управляючої системи для біотехнологічних об'єктів, а саме інформаційного та програмного забезпечення.

Матеріали та методика досліджень. На прикладі пташника показано, що потужностей типових виконавчих механізмів не вистачає для утримання біологічного об'єкта (птиці) за температури, що забезпечує його максимальну продуктивність (рис.1).

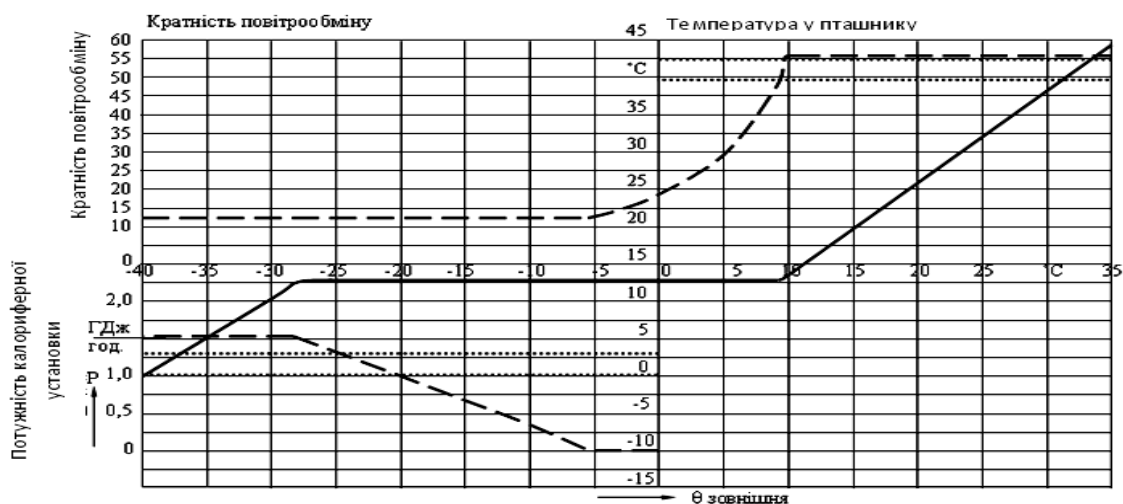


Рис. 1. Статична характеристика типового пташника (температура – найважливіший параметр, що впливає на стани птиці)

Результати досліджень. На стан рослин, що вирощуються в спорудах закритого ґрунту, впливає у тому числі і сонячна радіація. Таким чином, виникає потреба в аналізі та прогнозуванні таких факторів, як температура і сонячна радіація для використання результатів прогнозу у формуванні стратегій керування електротехнічними комплексами з метою зменшення енергетичних витрат при виробництві сільськогосподарської продукції.

Вирішення зазначеної проблеми можливе за двома варіантами: ідентифікація на основі теорії випадкових процесів образів (ділянок) природних збурень, що характеризують реалізацію температури; нейронні мережі.

За першим варіантом, використовуючи теорію випадкових процесів, математичну модель ділянок часових рядів температури було представлено як:

$$\theta_i = u_i + W_i + S_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

де ε_i – випадкова складова; u_i – тренд; W_i – регулярні коливання; S_i – періодичні коливання.

При цьому кожен із річних реалізацій подавали у вигляді 45 – 75 стаціонарних чи квазістаціонарних ділянок (самі ділянки були розбиті на 5 класів) [1]. Для прогнозування природних збурень важливо розробити метод їх відтворення. З цією метою використали метод формуючих фільтрів, в основі котрого знаходиться стохастичне рівняння Іто:

$$\frac{dX(t)}{dt} + \alpha X(t) = AV(t) \quad \text{та} \quad \frac{d^2 X(t)}{dt^2} + \beta \frac{dX(t)}{dt} + \gamma X(t) = B \left[\frac{dV(t)}{dt} + \xi V(t) \right], \quad (2)$$

де $X(t)$ – стаціонарний випадковий процес із нульовим математичним сподіванням; $V(t)$ – білий шум із одиничною інтенсивністю; $\alpha, \beta, \gamma, \xi, A, B$ – сталі коефіцієнти, що визначаються зі статистичних характеристик класів образів.

Недоліком першого варіанта вирішення поставленої задачі є значні обчислювальні зусилля.

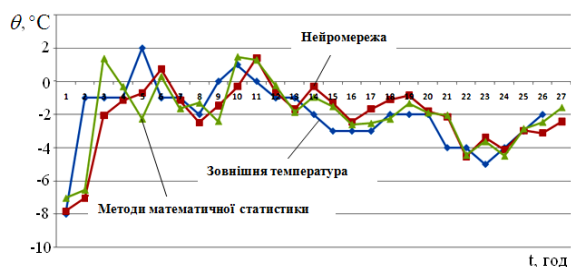
Другий варіант передбачає використання нейронних мереж. При цьому позитивні результати показала нейромережа із структурою багатошаровий перцептрон із прихованими шарами нейронів, що забезпечила досить високу точність прогнозу часових рядів температури в 0,5-4,2 %. Проте точність прогнозу інтенсивності сонячної радіації, що дуже важливо для споруд закритого ґрунту, становив лише 22,3 % (пояснюється наявністю шумів).

З метою виділення корисного сигналу використали алгоритм Гільберта-Хуанга, що сукупно із генетичним алгоритмом налаштування нейромережі дало можливість отримати результат, придатний для формування стратегій керування електротехнічними комплексами [2].

Порівняння варіантів прогнозування часових рядів подано на рис.2.

Результати аналізу залежностей, показаних на рис.2, дозволяють зробити такі висновки: на ділянках із меншою динамікою природних збурень (а) результати використання нейромережі та теорії випадкових процесів досить схожі, середньоквадратична похибка системи випадкових процесів становить 3,5 % проти 4,9 % у нейронній мережі. У випадку ж флуктуаційних коливань

(б) нейронна мережа демонструє вищу якість – її середньоквадратична похибка становить 3,8 % проти 5,8 % коли застосовується теорія випадкових процесів.



а)



б)

Рис.2. Порівняння якості прогнозування температурних збурень методами математичної статистики та нейронних мереж

З метою ефективного функціонування систем, що потребують потужне інформаційне забезпечення, пропонується використати реляційну модель бази даних та спеціально розроблене програмне забезпечення. У результаті створення реляційної моделі формуються таблиці, в яких міститься вся необхідна інформація. Було виокремлено основні блоки системи і потоки даних між ними (рис.3). У зв'язку з тим, що часто виробничі потужності розсосереджені на значних територіях, виникає потреба у дистанційному контролі та керування параметрами виробництва.

Для того щоб передати данні вимірювань з локального комп'ютера, встановленого безпосередньо у біотехнологічному об'єкті, на комп'ютер, котрий знаходиться на певній відстані, запропоновано спеціальне програмне забезпечення (рис. 4). Використання Інтернету дозволить передавати інформацію в режимі реального часу.

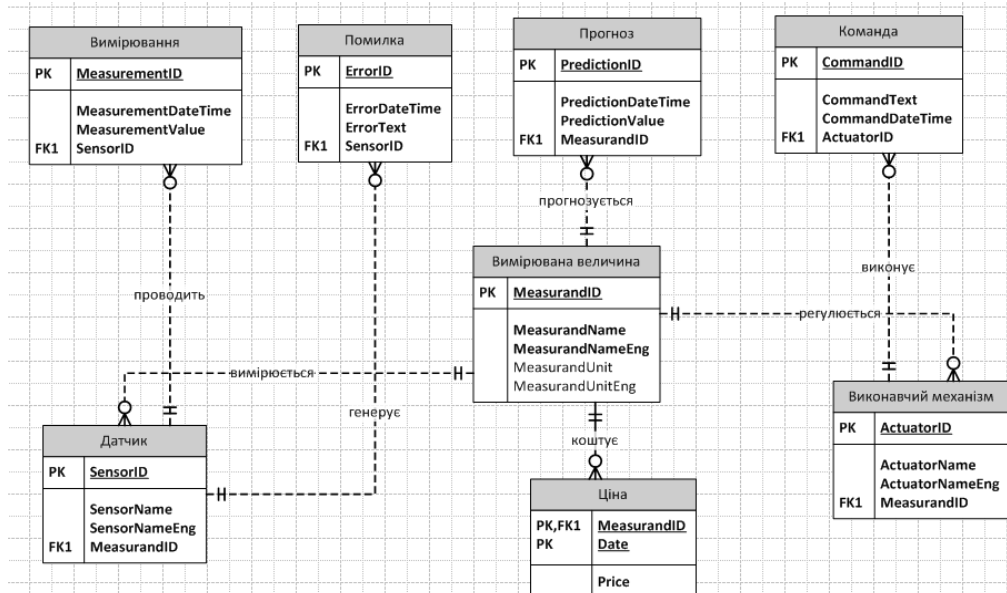


Рис. 3. Структура бази даних інформаційно-управляючої системи

Такий підхід дозволив обробляти виміряні параметри статистично і використовувати базу даних параметрів виробництва для навчання нейронної мережі.

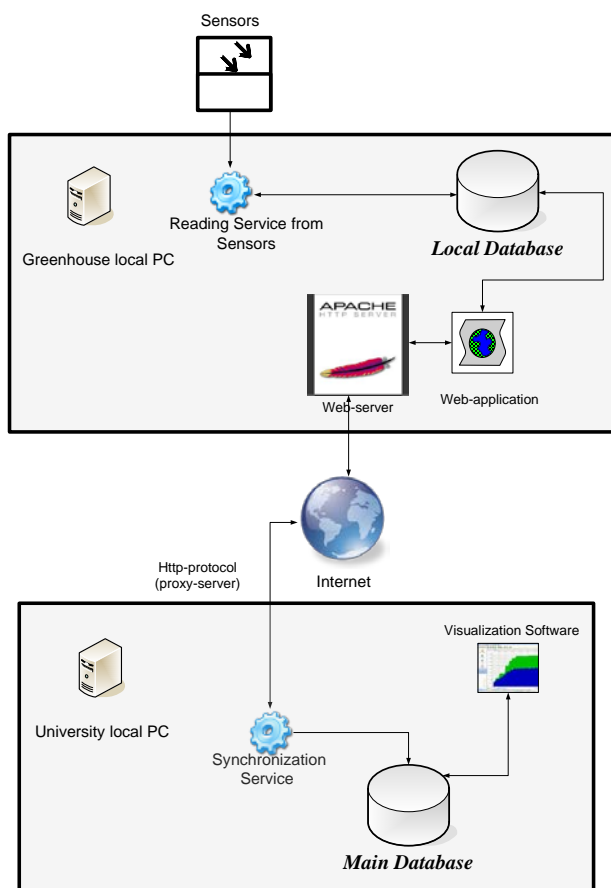


Рис. 4. Структурна схема передачі даних через Інтернет

На рис. 5 наведено вигляд інформаційного вікна, в якому відображено поточні значення зазначених параметрів. Також розроблено інформаційне забезпечення у вигляді бази даних з використанням MS SQL Server Express.

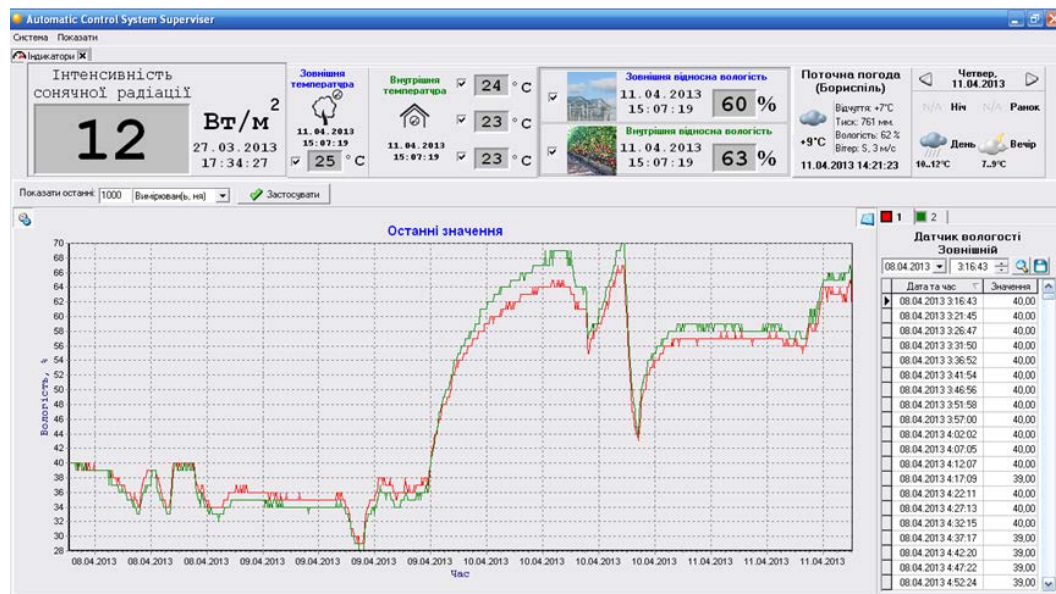


Рис.5. Вигляд вікна з результатами моніторингу параметрів мікроклімату

Результати моделювання з використанням різних алгоритмів роботи системи керування

№ п/п	Зовнішні збурення		Змінні керування	Витрати природного газу, м ³ , для систем керування типів		
	Зовнішня температура повітря, °C	Інтенсивність сонячної радіації, Вт/м ²		Температура повітря в теплиці, °C	1	2
1	3	500	18	6,26	5,6027	5,22084
2	6	400	19	7,104	6,32256	5,97446
3	7	600	20	4,926	4,37921	4,22158
4	5	700	21	1,454	3,21574	2,9681
5	4	350	22	6,464	5,80467	5,33926

У таблиці показані результати розрахунку витрат природного газу для систем керування різного типу: 1 – для системи керування, що функціонує у теплиці за алгоритмом стабілізації параметрів мікроклімату, 2 – системи

керування, в якій використовується прогнозування зовнішніх збурень, а також для 3 – системи керування, в якій використовується як нейромережеве прогнозування зовнішніх природних збурень, так і оптимізація параметрів мікроклімату з метою максимізації приросту овочевої продукції.

Висновки

Розглянуто особливості розробки інформаційно-управляючих систем для біотехнологічних об'єктів. Визначено структуру інформаційного забезпечення, можливість дистанційного моніторингу та керування параметрами виробничого процесу, а також розроблено спеціальне програмне забезпечення таких систем. Порівняння запропонованої системи керування із системами іншого типу показало підвищення ефективності та зменшення витрат енергоресурсів (на прикладі тепличного господарства).

Список літератури

1. Lysenko, V. Greenhouse Environment Control System With Neural Network Predictions of External Disturbances / V. Lysenko, V. Reshetyuk, V. Shtepa, A. Dudnyk // Contemporary aspects of production engineering : XXII International students scientific conference, 22–25 May 2013 : abstract. – Warsaw, 2013. – P. 40–52.
2. Лисенко В. П. Методи і засоби створення структури бази даних для підсистеми моніторингу автоматизованих систем керування технологічними процесами [Електронний ресурс] / В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб, А. О. Дудник. Режим доступу: http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2012_3/12lvp.pdf.
3. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища / В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, В. М. Штепа, А. О. Дудник // Біоресурси і природокористування. – К.:НААН України, 2011. – №3–4. – С.102–108.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А. А. Дудник, В. Ф. Лысенко

Аннотация. *Приведены результаты синтеза и исследований систем управления биотехнологических объектов. Предложены новые подходы к созданию информационно-управляющих систем управления с использованием нейронных сетей. Приведено техническое и программное обеспечение таких систем.*

Ключевые слова: *информационно-управляющая система, биотехнологический объект, система управления, нейронная сеть*

THE FEATURES OF INFORMATION CONTROL SYSTEMS FOR BIOTECHNOLOGICAL OBJECTS

A. Dudnyk, V. Lysenko

Annotation. *The article presents results of the synthesis and study of biotechnological objects control systems. New approaches to the creation of information and control systems using neural networks were proposed. Special hardware and software of these systems was developed.*

Key words: *information and control system, biotechnological object, control system, neural network.*