

УДК 621.313.8 : 631.53.027

**ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ  
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ АГРАРНИХ ВИРОБНИЦТВ**

*А.О. Дудник, кандидат технічних наук,*

*В. П. Лисенко, доктор технічних наук*

*e-mail: dudnikalla@mail.ua*

*У роботі наведені результати досліджень принципів побудови систем автоматичного керування агропромисловим виробництвом, які знаходяться під впливом природних збурень, з метою підвищення енергоефективності, ресурсозбереження і продуктивності.*

***Ключові слова:* електротехнічні комплекси, біологічні об'єкти, природні збурення, випадковий процес, нейронна мережа.**

Птахофабрики і тепличні комбінати, як сучасні промислові виробництва, своїми потужностями забезпечують протягом календарного року значну частку м'яса і яєць птиці, рослинної продукції на ринку товарів України. Однак ці виробництва є одночасно і споживачами значних обсягів енергії. Для складних біотехнологічних об'єктів створюються керовані електротехнічні комплекси, які реалізують режими стабілізації і спрямовані на максимальну продуктивність біологічної складової без урахування її станів. Сам же біологічний об'єкт перебуває під впливом природних збурень, зміна яких має випадковий характер.

До цього часу стратегія керування виробництвом, яка забезпечує підвищення прибутку, не використовувалася. Не встановлені також взаємозв'язки характеристик біологічних об'єктів з параметрами, якістю та інтенсивністю технологічних процесів в умовах випадкових природних збурень.

**Мета досліджень** – розробка наукових основ керування агропромисловим виробництвом для підвищення енергоефективності,

ресурсозбереження та продуктивності, ґрунтуючись на особливостях динаміки природних збурень і станів складних біологічних об'єктів.

**Матеріали та методика досліджень.** Електротехнічні комплекси на таких підприємствах, як пташники і теплиці, забезпечують реалізацію стратегій керування складними біотехнологічними об'єктами. Часто такі стратегії в умовах постійно зростаючих цін на енергоносії є неефективними і це при тому, що в структурі собівартості продукції частка енергоносіїв досягає 15 % для птахофабрик, а для теплиць – часто перевищує 70 %. Зазначені обставини пояснюються тим фактом, що стратегії керування електротехнічними комплексами реалізують режими стабілізації, спрямовані на забезпечення максимальної продуктивності, як рослин, так і птиці. В умовах дешевої енергетики така стратегія управління була, в деякій мірі, виправданою, оскільки створює умови для збільшення обсягів виробництва, що є характерною ознакою екстенсивної економіки. При цьому не беруться до уваги динамічні особливості природних збурень (температура для пташників, температура та інтенсивність сонячної радіації для теплиць), стану біологічного наповнення біотехнологічного об'єкта, що, за оцінками експертів, істотно впливає на продуктивність живих організмів [1].

Підтвердили неефективність використання алгоритмів стабілізації на сучасних птахофабриках і наші власні дослідження, які показали, що питомі енерговитрати для окремих температурних зон менше, в порівнянні з енерговитратами для комфортної зони птиці [3].

Недоліком таких систем є і те, що природні збурення на біотехнологічні об'єкти, які носять випадковий характер, не враховуються. Цих недоліків позбавлена адаптивна система, яка за результатами аналізу природних збурень і станів біологічної складової прогнозує природні збурення і формує на цій основі стратегії керування.

Алгоритм вибору реалізується в такій послідовності [3]:

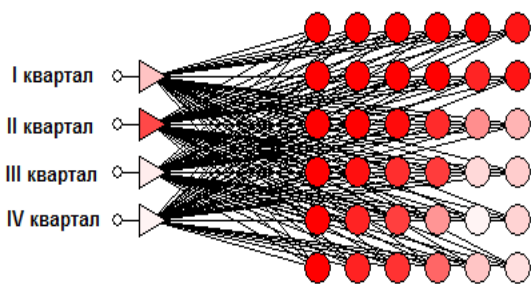
1) з використанням бази даних блоку підтримки прийняття рішень для обраної блоком розпізнавання образів і відтвореної стратегії природи розраховується платіжна матриця у фізичних одиницях;

2) на основі даних про поточні значення вартості яєць, кормів і енергетичних складових проводиться розрахунок елементів платіжної матриці;

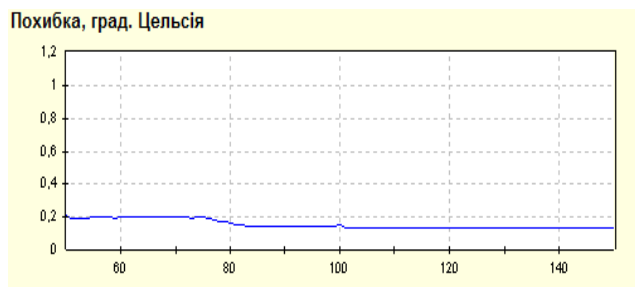
3) на основі критерію Гурвіца шляхом аналізу платіжної матриці здійснюється вибір найбільш ефективної стратегії керування, яка за допомогою блоку керування передається на системний контролер, а він, у свою чергу, відпрацьовує цю стратегію на виконавчих механізмах технічної складової системи керування.

Однак, формування платіжної матриці вимагає істотних розрахункових зусиль. Тому перспективним на нашу думку є використання нейронної мережі Кохонена, яка характеризується можливістю самонавчання.

Взявши дані спостережень за зовнішньою температурою протягом 2010 р, розділивши їх поквартально, в пакеті прикладних математичних програм "Statistica" синтезували і налаштували зі середньоквадратичної похибкою  $0,13^{\circ}\text{C}$  нейронну мережу Кохонена (рис. 1).



а)



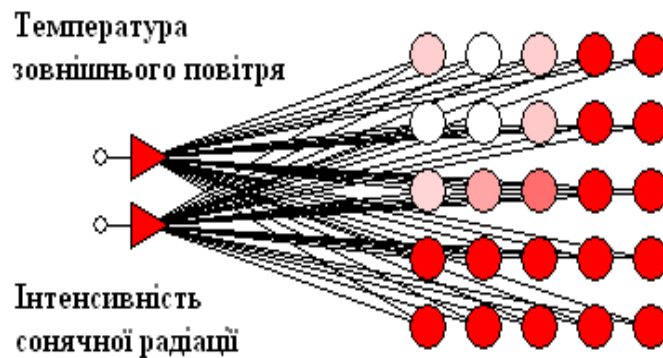
б)

**Рис. 1. Структурні та функціональні параметри нейромережі Кохонена:**

а – архітектура мережі, б – навчання мережі

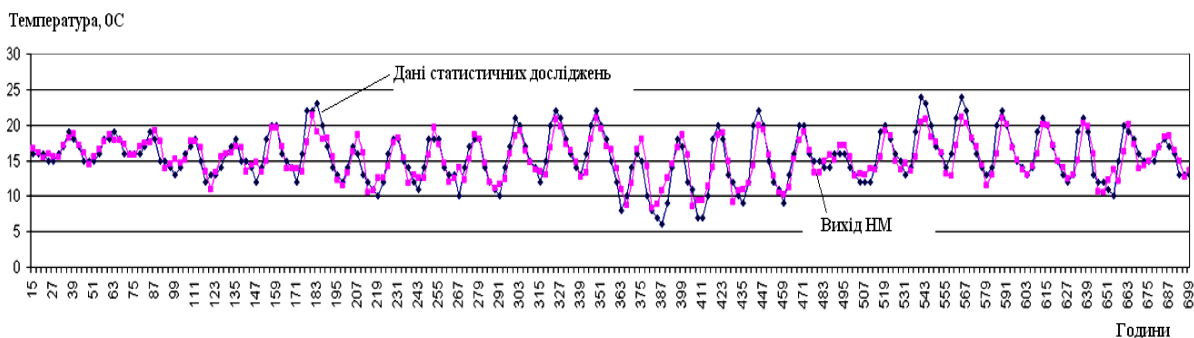
Особливість мережі Кохонена для аналізу природних збурень полягає в можливості формування класів природних збурень в умовах, коли аналізується одночасно кілька сигналів. Результати такого аналізу природних збурень у

вигляді часових рядів температури і інтенсивності сонячної радіації для теплиць представлено на рис. 2.



**Рис. 2. Архітектура мережі Кохонена для одночасного аналізу часових рядів температури й інтенсивності сонячної радіації**

**Результати досліджень.** Прогнозування природних збурень у вигляді часових рядів температури й інтенсивності сонячної радіації може також здійснюватися за допомогою нейронних мереж (НМ) різної структури. Перспективною показала себе НМ зі структурою – багат шаровий персептрон з прихованими шарами нейронів. Результати прогнозу температурних збурень показані на рис. 3 (точність прогнозу – 0,5–4,2 %, що задовольняє вимоги за розрахунком стратегій керування електротехнічними комплексами) [3, 4].

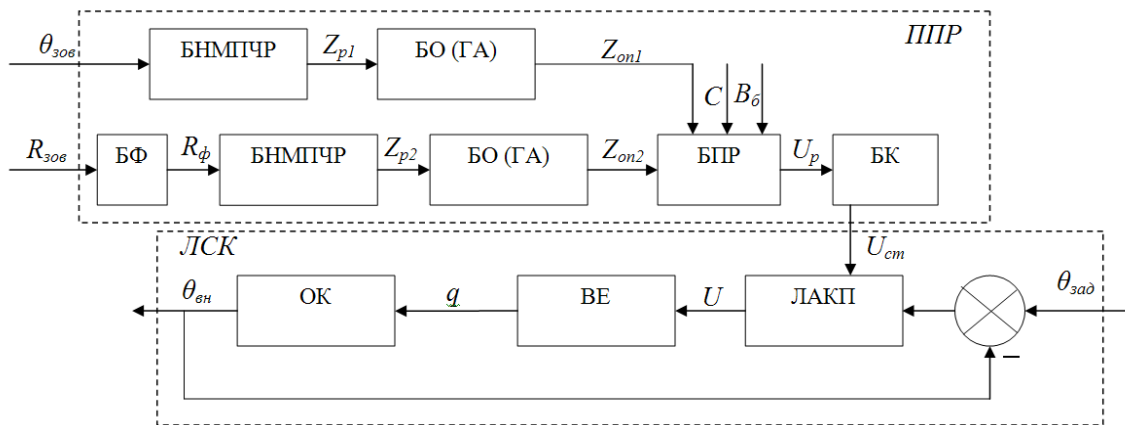


**Рис. 3. Графіки прогнозування температурних часових рядів**

Оскільки точність прогнозування в значній мірі залежить від структурних налаштувань нейромережі, використано генетичний алгоритм для її оптимізації, що дозволило отримати технологічно достатню точність

прогнозування. На відміну від прогнозування з використанням теорії випадкових процесів, нейромережеве прогнозування не вимагає статистичних даних про температурні зміни в минулому, розробки системи їх образів, істотно спрощує обчислювальний ресурс. Однак це вимагає тривалого часу на навчання, а надійність прогнозу чутлива до якості представлення вхідної інформації, причому неможливо ввести апріорну (експертну) інформацію для прискорення навчання мережі.

Зразок енергоефективної системи керування електротехнічним комплексом у теплицях для виробничого випробування реалізовано на основі прогнозування природних збурень з використанням теорії випадкових процесів і НМ (рис. 3).



**Рис. 4. Структурна схема системи керування процесом вирощування в теплиці**

ППР – підсистема прийняття рішень; БФ – блок фільтрації інтенсивності сонячної радіації; БНМПЧР – блок нейромережевого моделювання і прогнозування часових рядів; БО(ГА) – блок оптимізації на основі генетичного алгоритму; БПР – блок прийняття рішень; БК – блок керування; ЛСК – локальна система керування; ЛАКП – локальний автоматичний керуючий пристрій; ВК – виконавчі елементи; ОК – об’єкт керування

Результати її випробування в ПАТ «Комбінат» Тепличний» показали, що зазначена система підвищує швидкодію системи управління до 20 % при економії природного газу до 13 %.

### **Висновки**

Аналіз функціонування традиційних систем керування електротехнічними комплексами в пташниках і теплицях дозволив встановити, що це системи стабілізації, не враховують стану, в яких знаходяться організми під дією випадкових природних і керуючих збурень.

Нейромережеве прогнозування природних збурень при формуванні стратегії керування електротехнічним комплексом в теплицях збільшує швидкодію на 20%, скорочує енергоспоживання на 13% при одночасному зростанні рослинної маси.

### **Список літератури**

1. 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.

2. Model-based predictive control of greenhouse climate for reducing energy and water consumption / X. Blasco [et al] // Computers and Electronics in Agriculture. – January 2007. – Volume 55, Issue 1. – p. 49–70.

3. 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.

4. Lysenko, V. Dynamics of quality indexes of laying hens keeping process due to fluctuations of temperature disturbances in an industrial poultry house / Vitaliy Lysenko, Boris Golovinskiy, Vladimir Reshetyuk, Bella Golub, Vadim Shcherbatyuk

// Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. – 2011. – № 57. – P. 79-92.

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ АГРАРНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

*А.О. Дудник, В. Ф. Лысенко*

*В работе приведены результаты исследований принципов построения систем автоматического управления агропромышленным производством, которые находятся под влиянием природных возмущений, с целью повышения энергоэффективности, ресурсосбережения и производительности.*

*Ключевые слова: электротехнические комплексы, биологические объекты, природные возмущения, случайный процесс, нейронная сеть.*

**CONSTRUCTION PRINCIPLES OF ELECTROTECHNICAL COMPLEXES  
CONTROL SYSTEMS OF AGRICULTURAL PRODUCTION**

*A. Dudnyk, V. Lysenko*

*The results of construction principles research of automatic control systems of agricultural production, which are influenced by natural disturbances, in order to increase energy efficiency, resource conservation and productivity are shown.*

*Keywords: electrotechnical complexes, biological objects, natural disturbances, stochastic process, a neural network.*