

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОТОКАМИ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОНЕЧІТКОГО ПРОГНОЗУВАННЯ

Лисенко В. П., Якименко І. Ю., Дудник А. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Запропоновано методикау нейромережевого прогнозування енерговитрат в спорудах захищеного ґрунту з метою їх зниження.

Постановка проблеми. Споруди закритого ґрунту характеризуються наявністю значних енергетичних потоків, що використовуються для забезпечення відповідної технології. Урахування всієї різноманітності взаємозв'язків між режимними параметрами, їх узгодження та оптимізація потребують високого рівня автоматизації технологічних процесів. Забезпечення необхідного мікроклімату в культивацийних спорудах захищеного ґрунту для вирощування овочів і розсади потребує значних витрат теплової енергії. Високі ціни на енергоносії (природний газ, електрична енергія) створюють умови для розроблення спеціальних систем автоматизації з метою мінімізації енергетичних витрат.

Враховуючи, що теплиця як об'єкт керування функціонує в умовах невизначеності через дію на неї випадкових природних збурень (температура, сонячна радіація), опис інформаційних зв'язків процесу вирощування овочевої продукції класичними математичними методами є складною задачею. Зважаючи на значення, використання апарату нейронних мереж з метою прогнозування витрат енергоресурсів є актуальною рішенням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати попередніх досліджень [1-4] дозволили зробити висновок, що додаткова інформація щодо прогнозних значень температури навколишнього середовища, сонячної радіації, інформація про стани біологічного наповнення дозволяє створити базу знань та використати її для формування керуючих впливів на біотехнічні об'єкти з метою мінімізації енергоспоживання, забезпечуючи при цьому виробництво продукції потрібних якості та обсягів. Проте в роботі [1] не враховано інші фактори, що впливають на мікроклімат в приміщенні теплиці, а саме: зовнішня вологість повітря, швидкість та сила вітру, рівень вуглекислоти в приміщенні теплиці.

Вирішення проблеми зниження витрат можливе шляхом використання сучасних інтелектуальних алгоритмів обробки інформації, котра поступає від об'єкта керування, та застосування результатів для формування відповідних стратегій керування з метою максимізації прибутку за результатами виробництва.

Попередні дослідження системи керування енерговитратами у теплицях [2], показали що використання сучасних алгоритмів на основі апарату нечіткої логіки дозволяє мінімізувати енергетичні витрати, забезпечуючи при цьому реалізацію заданих технологіями процесів. Дослідження моделі системи автоматичного керування мікрокліматом в спорудах закритого ґрунту [3] показали, що вимірювані параме-

три змінюються нелінійно, а процеси проходять не стаціонарно, що значно ускладнює подальші дослідження впливу підтримуваних параметрів мікроклімату на енергетичні потоки при вирощуванні овочевої продукції в спорудах захищеного ґрунту.

Мета роботи. Розроблення нейромережевої моделі прогнозування енергетичних витрат в тепличному комплексі для визначення оптимальних режимів роботи обладнання за умов наявності різного роду природних збурень.

Основні матеріали досліджень. Теплиця є складним технологічним об'єктом, а основою виробництва є якість та кількість отриманої продукції. Теплиця, як об'єкт керування характеризується багатоцільовою поведінкою, коли пріоритетність цілей кожної підсистеми залежить від загальних обставин на об'єкті керування, тому виникає потреба постійного вдосконалення сучасних методів автоматизації.

Для оцінки виробничих процесів при вирощуванні овочів в спорудах захищеного ґрунту основним фактором є пошук залежностей між параметрами роботи системи та витратою енергоресурсів для підтримання їх на заданому технологіями рівні.

Тепличний комплекс являє собою складну систему, що складається з: станції водопостачання, електростанція, газорозподільного пункту, системи підготовки живильного розчину, системи вентилявання, системи зашторювання, системи опалення, побутових приміщень та робочої зони.

Із врахуванням складності опису виробничих процесів класичними методами постає задача пошуку нових методів одним з яких використання методики нейромережевого прогнозування.

Запропонований підхід дає необхідні можливості практичного застосування результатів для прогнозу подальшої поведінки об'єкта, і розробки в подальшому енергоефективних стратегій керування тепличним комплексом.

Для синтезу та дослідження відповідних НМ використано програмний пакет Neural Time Series. У якості критерію зупинки навчання вибираємо мінімізацію відносної середньоквадратичної помилки навчання. Вхідними параметрами НМ є: значення зовнішньої температури, освітленості, відносної вологості в приміщенні теплиці, температури всередині теплиці, рівень вуглекислоти, та температури теплоносія в контурах опалення. В якості часового ряду еспериментальні дані були розподілені на календарні квартали 2018 року.

Дискретність зняття даних – щогодини. Ключовою задачею є отримання значень енергозатрат (елек-

троенергії та теплової енергії) на виконання конкретного технологічного процесу. Для уникнення "перенавчання" нейромережі вибірка ділиться на: навчальні дані, контрольні дані та тестові дані.

Для розв'язку оптимізаційної задачі НМ був обраний багатoshаровий перцептрон, так як таким чином реалізується алгоритм зворотного поширення помилки, що навчає всі шари та дозволяє використовувати нелінійні функції активації. Архітектура нейромережі наведена на рис. 2.

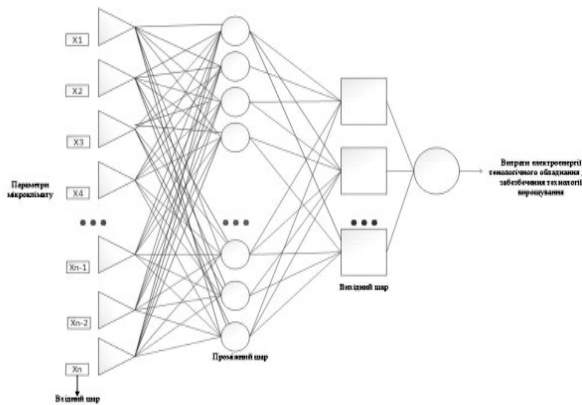


Рисунок 2 – Архітектура нейромережевої моделі енергетичних витрат

Для навчання нейромережі було обрано баєсівський метод лінійної регресії, так як в даному випадку виникає найменша середньоквадратична помилка по відхиленню.

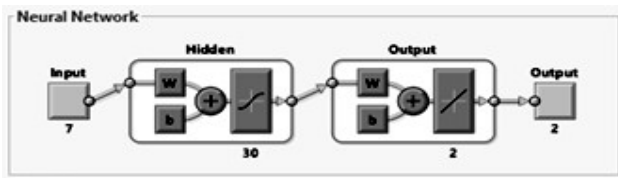


Рисунок 3 – Структурна схема нейромережі

Під час прогнозування на добу вперед у цілому спостерігається достатня точність прогнозу (середньоквадратична помилка – 1,78–3,22%). Результат роботи НМ наведено на рис. 4.

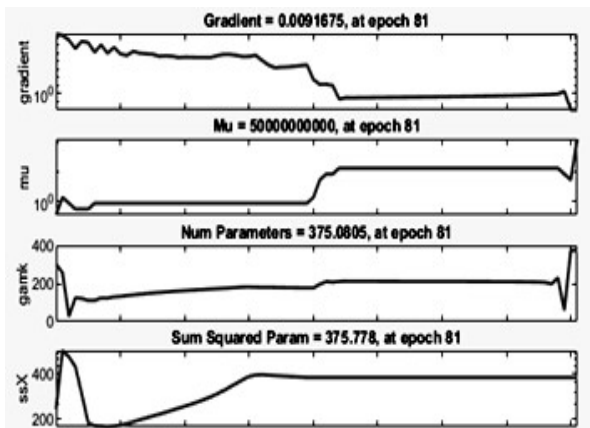


Рисунок 4 – Результат навчання нейронної мережі

Порівнявши прогнозовані значення витрати електроенергії та газу з тестовими, отримуємо співпадіння на рівні 90-100%, що дозволяє використовувати даний метод для прогнозування витрат в подальшому. Використовуючи прогнозовані витрати енергоресурсів при моделюванні підтримання параметрів в теплиці на заданому рівні роботи системи керування отримаємо мінімізацію енерговитрат на 10-15%.

Висновки. Впровадження прогнозованих значень витрат енергоресурсів при моделюванні енергетичних потоків в теплиці дозволяє підвищити ресурсоефективність виробництва на 10-15 %.

Список використаних джерел

1. Дудник А. О. Інформаційне та програмне забезпечення системи керування у теплиці з нейромережевим прогнозуванням зовнішніх збурень (англ.мовою). *Науковий вісник НУБіП України*. Київ : НУБіП, 2015. Вип. 224. С. 46–51.
2. Лисенко В. П., Дудник А. О., Якименко І. Ю. Особливості побудови нейронечіткої системи керування енерговитратами у теплицях. *Енергетика і автоматика*. Київ : НУБіП, 2017. Вип. 4. С. 61-69.
3. Заєць Н.А., Дудник А.О., Якименко І. Ю. Експериментально-статистичне дослідження теплиці як об'єкта керування з метою підвищення ресурсоефективності виробництва. *Енергетика і автоматика*. Київ :НУБіП, 2017. Вип. 4. С. 200-211.
4. Intelligent Control System of Biotechnological Objects with Fuzzy Controller and Noise Filtration Unit /Dudnyk A., Lysenko V., Zaets N., Komarchuk D., Lendiel T., Yakymenko I. (2018). *International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)* (P. 586-590) Ukraine: Kharkiv.

Анотація

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОТОКАМИ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Лисенко В.П., Якименко И.Ю.,
Дудник А.О.

Предложено использование методики нейросетевого прогнозирования энергозатрат в сооружениях защищенного грунта с целью их снижения.

Abstract

OPTIMIZATION OF ENERGY FLOW CONTROL MODES IN GREENHOUSES WITH USING NEURAL NETWORKING

V. Lysenko, I. Yakymenko, A. Dudnyk

It is proposed to use the technique of neural network prediction of energy costs in structures of greenhouses in order to reduce them.