

## АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛИЦІ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

Шинкаренко І. М., Шинкаренко К. О.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Проведено аналіз результатів експериментально-статистичних досліджень теплиці як об'єкта керування та аналіз їх результатів.*

**Постановка проблеми.** Конкурентна боротьба між виробниками тепличної продукції потребує використання передових технологій, зниження собівартості продукції, економії енергоресурсів. Для цього при створенні систем керування слід переходити від автоматизації окремих технологічних процесів до автоматизації та роботизації виробництва в цілому.

Окрім того, агропромисловий сектор характеризується наявністю біологічної складової, стани якої визначаються природними збуреннями, що носять випадковий характер.

Високі ціни на енергоносії (природний газ, електрична енергія) створюють умови для розроблення спеціальних систем, здатних зменшити, а краще мінімізувати енергетичні витрати.

Проте вирішення задачі підвищення ресурсоефективності виробництва неможливе без детального аналітичного й експериментального дослідження зв'язків між продуктивністю овочів й енергетичними витратами на підтримання необхідних технологічних параметрів. Тому експериментально-статичні дослідження є необхідною складовою при розробленні ресурсоефективних режимів вирощування у теплицях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Обладнання теплиць складається з таких систем: обігріву ґрунту й повітря, зрошення, внесення рідких мінеральних добрив та позакорневих підживлень, подачі вуглекислого газу, вентиляції, зашторювання, систем для функціонування побутових приміщень.

Регулювання мікроклімату в теплиці здійснюється за наступними каналами регулювання: температури теплоносія нижнього та верхнього рівня, вологістю повітря нижнього та верхнього рівня, регулюванням кута нахилу фрамуг. Інформація від усіх сприймаючих елементів надходить на мікроконтролер СВ-4000 який після обробки інформації видає необхідний сигнал управління на певний регулюючий орган або виконавчий механізм.

Даний прилад створює необхідні умови мікроклімату в середовищі, комплексно керуючи системами вентиляції, опалення та охолодження.

Для створення САК мікрокліматом в теплиці застосовується відповідне технологічне обладнання: повітродувні теплогенератори, теплоносії, вентилятори, датчики температури, датчики вологості, контролер.

Система обігріву теплиці - одна із найважливіших, що забезпечує умови для вирощування рослин складається зі 132 регістрів, кожний із яких виготовлюється із труб діаметром 50 мм, довжиною 150 м, і

при її функціонуванні витрачається найбільша кількість енергії. Так, за результатами вимірювань встановлено, що для весняного періоду добове споживання газу для теплиці № 9 ПАТ "Комбінат "Тепличний" складає 6000 м. До того ж електротехнічний комплекс такої теплиці протягом доби споживає близько 6000 кВт/год електроенергії. Це величезні обсяги енергії, що в значній мірі визначають собівартість продукції (доля енергетики у собівартості томатів у теплицях становить до 60 %).

**Мета статті** - підвищення ресурсоефективності роботи електротехнологічного обладнання у теплицях за рахунок попереднього експериментально-статистичного дослідження об'єкта керування.

**Основні матеріали дослідження.** Велике значення при підготовці об'єкта або технологічної ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яких здійснюється об'єктивне управління процесом.

Реалізація системи передбачає використання значної кількості обладнання, керуючу функцію для якого виконує комп'ютер, до якого підключені контролери.

Контролери керують потоками інформації у двох напрямках: на комп'ютер та від комп'ютера. Інформацію на комп'ютер надсилають датчики технологічних параметрів, а інформація з комп'ютера надходить на виконавчі пристрої (вентилятори, нагрівачі, насоси тощо).

Запропонована система із застосуванням нейронічних методів та програмного забезпечення на основі прогнозованих значень зовнішніх природних збурень та поточних параметрів технологічного процесу забезпечить підтримку прийняття рішень, контроль та моніторинг параметрів біотехнічного об'єкта.

Опис технологічних об'єктів, процесів або технологічних систем може бути представлений у вигляді математичних рівнянь, таблиць і графіків, котрі відображають зв'язок між вхідними, вихідними параметрами і параметрами керування моделі об'єкта. Температура повітря в розглянутій теплиці регулюється за рахунок зміни подачі гарячої води в опалювальну систему теплиці.

У цьому випадку теплиця як об'єкт регулювання температури в якості регулюючого органу буде мати кран в магістралі подачі гарячої води від водогрійного котла до калорифера. Дані про температуру, вологість та інші фактори росту рослин у теплицях передаються датчиками на пульт керування, де зосереджено апарату-

туру керування автоматикою й контролю за її роботою.

При постійній температурі гарячої води, забезпечуваної САК водогрійного котла, відкриття крана призводить до збільшення руху гарячої води через опалювальну систему і збільшення кількості тепла, яке підводиться до теплиці і навпаки. Керуюча дія формується регулятором температури в виді повороту заслінки крана на кут  $\alpha$ .

Основними збурюючими діями на об'єкт регулювання, які викликають зміну температури повітря в теплиці при постійному значенні керуючого впливу є атмосферні умови (температура, вологість, вітер, тощо).

Керованою величиною цього об'єкта керування є температура повітря всередині теплиці. Система повністю складається з елементарних технічних ланок і призначена для підтримання заданого технологічного процесу. На систему в цілому і на її елементи впливають зовнішні фактори (збурення).

Метод експериментальних досліджень для отримання модельних характеристик об'єкта передбачає наявність ймовірних залежностей між вхідними та вихідними параметрами об'єкта.

Дослідження енергоємності об'єкта автоматизації, а саме витрат електроенергії та природного газу залежно від умов навколишнього середовища проведено на прикладі цеху № 9 за 2018 р. Використання табличних даних передбачає необхідність вивчення деяких матеріалів статистики.

Метод експериментально-аналітичних досліджень отримання статистичних моделей базується на використанні структури аналітичних моделей та визначенні коефіцієнтів таких моделей експериментальним шляхом.

При проведенні експерименту залежність між вхідними і вихідними параметрами отримується у вигляді табличних даних і для визначення значень, які не належать до вузлів таблиці, необхідно використовувати методи теорії ймовірності і математичної статистики.

Використання програмного додатку StatSoft дає змогу проаналізувати отримані табличні дані, визначити частоти їх розподілу, кореляцію, отримати гістограми розподілу дослідних даних, тощо.

На першому етапі дослідження проводимо апроксимацію табличних даних в середовищі StatSoft за методом найменших квадратів.

Для визначення характеру розподілу вхідних змінних визначимо частоту коливання їх значень. Частота коливання - це абсолютні числа, які показують стільки раз в сукупності зустрічається дане вхідне значення параметру, де Valid - кількість випробувань; Mean - середнє значення вибірки; St.Dev - стандартне відхилення, яке визначається як корінь квадратний із дисперсії, і показує на скільки в середньому відхиляються індивідуальні значення досліджуваної величини від їх середнього значення.

Для перевірки нормальності розподілу застосовуємо візуальні методи. На основі даних таблиць будемо криву розподілу даних, що показує форму кривої даних навколо середньоарифметичного значення.

Криві в обох випадках мають бути симетричними і мати форму дзвона та називаються кривими нормального розподілу даних або густини нормального розподілу.

**Висновки.** Всі вхідні параметри, що описують параметри мікроклімату в теплиці й зовнішні збурення, розподілені за нормальним законом. Нормальний розподіл у нашому випадку важливий тим, що замість вибірки великого об'єму набору даних на вхід нейронної мережі прогнозування збурень й якості продукції можна подати деякі статистичні характеристики отриманої адитивної моделі, що повністю опишуть характер аналізованого зображення.

#### Список використаних джерел

1. Лисенко В. П., Заєць Н. А., Штепа В. М., Дудник А. О. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища. *Біоресурси і природокористування*. Київ: НААН, 2011. № 3-4. С. 102-108.

2. Чепурна Н. В., Чепурний В. В. Сучасні енергозберігаючі системи зашторювання теплиць. *Нова тема*. 2009. № 2. 29-31 с.

3. Охріменко П. Г., Заєць Н. А., Шворов С. А., Штепа В. М. Системи інтелектуального управління опаленням об'єктів з обробкою даних від модулів датчиків реєстрації температури. *Збірник наукових праць "Системи обробки інформації"*. Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. Вип. 6 (122). С. 63-67.

#### Анотація

### АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛИЦЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Шинкаренко И. Н., Шинкаренко К. А.

*Проведен анализ результатов экспериментально-статистических исследований теплицы как объекта управления и анализ их результатов.*

#### Abstract

### EXPERIMENTAL ANALYSIS STATISTICAL RESEARCH GREENHOUSES FOR THE IMPROVEMENT RESOURCE EFFICIENCY OF PRODUCTION

I. Shinkarenko, K. Shinkarenko

*The analysis of the results of experimental and statistical studies of the greenhouse as a control object and the analysis of their results.*