

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕПЛИЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ

Дудник А. О., Гачковська М. А., Засць Н. А., Лендел Т. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті запропоновано основні положення синергетичного підходу до питання розробки систем керування тепличними комплексами. Показано синергетичний синтез закону керування тепличним комплексом в умовах не контролюючих змін технологічних параметрів та зовнішніх збурень. Використаний математичний апарат нечіткої логіки дає можливість реалізації нечіткого керування. Запропонований алгоритм синтезу нейромережного регулятора для тепличного комплексу на основі заданого синергетичного закону керування. Завдяки такому поєднанню, забезпечується подальше стійке функціонування системи інтелектуального керування вирощування овочевої продукції.

Постановка проблеми. Відмінною особливістю інтелектуального керування тепличним комплексом є необхідність врахування ряду принципів, що визначаються складними нелінійними характеристиками об'єкта керування. До них належать: наявність тісної інформаційної взаємодії управляючих систем з реальним зовнішнім середовищем, принципова відкритість систем для підвищення інтелектуальності та вдосконалення власної поведінки; наявність механізмів прогнозу зовнішнього світу та власної поведінки системи в динамічному світі інновацій; побудова керуючої системи у вигляді багаторівневої ієрархічної структури у відповідності з правилом: підвищення інтелектуальності та зниження вимог до точності по мірі підвищення рангу ієрархії тощо.

Враховуючи ці принципи, системи подібного роду можна синтезувати шляхом досягнення поєднання процесів самоорганізації та керування, а саме за рахунок використання до синтезу інтелектуальних систем керування синергетичного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

З метою синтезу ефективних стратегій керування нелінійними системами розглянуті роботи з використанням методів пасифікації [1], робастного [2] та синергетичного [1] керування. Серед них найбільш перспективними для складних тепличних об'єктів є методи синергетичного керування. З точки зору невирішених питань проблематики в даних роботах описано алгоритм адаптивного керування нелінійними системами, застосування комплексного синергетичного підходу до складних нелінійних об'єктів та успішна реалізація запропонованих рішень.

Все це дає підстави стверджувати, що доцільним є застосування даного підходу, що забезпечує можливість враховувати фізико-хімічні особливості технологічних процесів, відображувати явища природної самоорганізації. При застосуванні комплексу синергетичного підходу та штучних нейронних мереж забезпечуються ресурсощадні режими функціонування. Характеризуються ці режими роботи стійкістю до зовнішніх збурень, структурних та параметричних змінювань, також дозволяють організувати ефективний пошук цільових станів в різних умовах [1].

Мета статті. Метою дослідження є синтез інтелектуальної системи керування тепличним комплексом

з використанням синергетичного підходу та штучних нейронних мереж.

Основні матеріали дослідження. Відповідно до методу аналітичного конструювання агрегованих регуляторів необхідно визначити закони керування u_i , що забезпечують оптимальне керування режимів роботи теплиці. В якості керування u_1 вибираємо значення температури внутрішнього повітря в теплиці $T_{\text{внутр}}(t)$, в якості керування u_2 вибираємо значення вологості внутрішнього повітря в теплиці $\phi_{\text{внутр}}$.

Згідно із методом аналітичного конструювання агрегованих регуляторів закони керування залежать від [14]:

$$\begin{aligned} u_1(Q_n, S_n, T_{\text{зовн}}, T_{\text{внутр}}) \\ u_2(Q_T, v_v, \phi_{\text{зовн}}, \phi_{\text{внутр}}). \end{aligned} \quad (1)$$

Такі закони виконуються при забезпеченні оптимальних значень температури та вологості внутрішнього повітря в теплиці. Для цього необхідно забезпечити потужність системи нагріву повітря теплиці, повітрообмін, що забезпечується системою вентиляції.

Важливими параметрами також є продуктивність системи туманоутворення та поглинуте теплицею сонячне випромінювання. Також на температуру та вологість внутрішнього повітря в теплиці кардинально впливатимуть температура та вологість ззовні теплиці.

Відповідно до методу аналітичного конструювання агрегованих регуляторів, визначені керувальні дії, рис. 1. Для подальшого дослідження необхідно розглянути інваріантні багатообрази.

$$\begin{aligned} \psi_1(Q_n, S_n, T_{\text{зовн}}, T_{\text{внутр}}) = 0 \\ \psi_2(Q_T, v_v, \phi_{\text{зовн}}, \phi_{\text{внутр}}) = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Паралельно послідовний розгляд інваріантних багатообразів дозволяє розглядати інваріанти, як аттрактори із зонами протягування при застосуванні законів керування $u_1=(Q_n, S_n, T_{\text{зовн}}, T_{\text{внутр}})$; $u_2=(Q_T, v_v, \phi_{\text{зовн}}, \phi_{\text{внутр}})$.

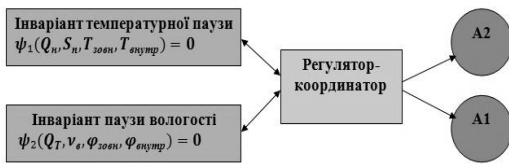


Рисунок 1 – Синергетичний принцип ієрархії
(A1 – атрактор температурної паузи;
A2 – атрактор паузи вологості)

Відбувається рух системи у фазовому просторі до перетину багатообразів $\psi_1=0$, $\psi_2=0$. Оскільки продуктивність системи туманоутворення та поглинуте теплицею сонячне випромінювання безпосередньо не можуть впливати на керування u_1 , u_2 , то необхідно забезпечити такий зв'язок через ψ ;

В загальному випадку вирішення задачі, яка покладена на проєктований нейромережний регулятор, зводиться до синтезу багатошарової штучної нейронної мережі прямого розповсюдження, навченої апроксимації необхідної функції.

При побудові нейромережного регулятора такого роду важливо визначити розмірність нейронної мережі та використовувати функції активації в нейронах.

Проведені дослідження на основі штучних нейронних мереж для тепличного комплексу дали можливість "навчити" нейромережний регулятор. На наступному етапі необхідно розрахувати параметри блоків масштабування вхідних та вихідних сигналів з метою забезпечення правильного функціонування інтелектуальної системи.

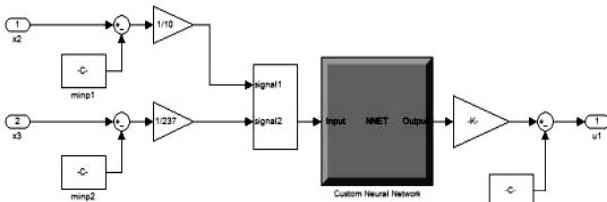


Рисунок 3 – Структура нейромережного регулятора тепличного комплексу

Синтезувавши таким чином нейромережний регулятор та розмістивши його в замкнену систему керування, проведено оцінку його функціонування. В цілому результати моделювання показують, що нейромережний регулятор, який синтезований на базі синергетичного динамічного регулятора, забезпечує високу якість управління в широкому діапазоні зміни параметрів та пристосування до параметричних та зовнішніх збурень.

Висновки. Розроблено закони керування температурою та вологістю повітря в теплиці у відповідності до аналітичного конструювання агрегованих регуляторів, що забезпечують оптимальне управління режимів роботи теплиці. Запропонований синергетичний регулятор тепличного комплексу володіє своєю «інтелектом» і тому успішно пристосовується до не контролюючих збурень (збурюючими діями на нейромережну систему, що формують сигнал розпо-

ділу Гауса та збурення, що мають гармонічний характер), які діють на систему.

Список використаних джерел

1. Vögeling, H., Plenagl, N., Seitz, B. S., Pinnapireddy, S. R., Dayyoub, E., Jedelska, J., Bakowsky, U. (2019). Synergistic effects of ultrasound and photodynamic therapy leading to biofilm eradication on polyurethane catheter surfaces modified with hypericin nanoformulations. *Materials Science and Engineering C*, 103 doi:10.1016/j.msec.2019.109749.

2. Li, K., Qi, X., Wei, B., Huang, H., Wang, J., & 10. Zhou, J. Adaptive Backstepping Control of Uncertain Systems Nonsmooth Nonlinearities, Interactions or Time-Variations / J. Zhou, C. Wen // SpringerVerlag Berlin Heidelberg, 2008. 241 p.

Аннотація

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Дудник А.А, Гачковская М.А., Заец Н.А., Лендел Т.И.

В статье предложены основные положения синергетического подхода к вопросу разработки систем управления тепличными комплексами. Показано синергетический синтез закона управления тепличным комплексом в условиях не контролируемых изменений технологических параметров и внешних возмущений. Использован математический аппарат нечеткой логики дает возможность реализации нечеткого управления. Предложенный алгоритм синтеза нейро-сетевых регуляторов для тепличного комплекса на основе заданного синергетического закона управления. Благодаря такому сочетанию, обеспечивается дальнейшее устойчивое функционирование системы интеллектуального управления выращивания овощной продукции.

Abstract

CONTROL SYSTEM OF GREENHOUSE COMPLEXES WITH THE APPLICATION OF THE SYNERGETIC APPROACH

A. Dudnyk, M.Gachkovska, N.Zaets, T.Lendiel

The main ideas of the synergistic approach to the issue of development of greenhouse complex control systems are proposed. The synergistic synthesis of the control law of a greenhouse complex under conditions without controlling changes in technological parameters and external disturbances is shown. The mathematical apparatus of fuzzy logic is used to enable fuzzy control. The proposed algorithm for the synthesis of a neural network controller for a greenhouse complex based on a given synergistic control law. This combination ensures the continued sustainable functioning of the intelligent control system for growing vegetable products.