

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ В ТЕПЛИЦЯХ

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

Обґрунтовано основні підходи до оптимізації енерговитрат у теплицях із використанням нейро-нечіткої системи підтримки прийняття рішень. Здійснено постановку задачі розробки оптимальних режимів вирощування овочевої продукції в тепличних комплексах.

Постановка проблеми. Об'єкти сільськогосподарського виробництва – це складні системи, ефективність роботи яких виражається у відношенні енерговитрат виробництва до обсягів, якості і термінів отримання товарної продукції сільськогосподарського підприємства. Тепличні господарства – підприємства, що використовують значну кількість енергоресурсів, і зважаючи на сьогоденну економічну нестабільність мають ряд проблем економічного і технічного характеру.

Поліпшення конструкцій теплиць та вдосконалення алгоритмів керування мікрокліматом здійснюються інтенсивно протягом останніх років, але здебільшого в країнах північної та центральної Європи. Нажаль, в Україні галузь сільського господарства по використанню споруд закритого ґрунту відстає від закордонних аналогів внаслідок використання застарілого енергоємного устаткування, відсутності ефективних систем автоматичного керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Так у роботі [1] наводяться особливості технології вирощування овочевої продукції в умовах закритого ґрунту, котрі передбачають дотримання агротехнічних параметрів мікроклімату та режимів поливу лише на рівні визначених для окремих культур рівнях, що не дає можливість врахувати реакцію самих рослин на такі значення. Тобто для різного періоду розвитку рослини не завжди є оптимальними встановлені норми параметрів мікроклімату, в той же час підтримання цих параметрів вимагає значних витрат ресурсів (енергетичних та матеріальних). Щодо існуючих систем управління мікрокліматом у тепличних комплексах, то в роботах [2, 3] наведено основні алгоритми роботи автоматизованих систем управління, які, у своїй більшості, являють собою найпростіші алгоритми стабілізації технологічних параметрів на рівнях, що відповідають найвищій продуктивності рослини. Для реалізації такого алгоритму необхідне лише знання динамічної характеристики технічного об'єкта (споруди з устаткуванням) та за допомогою відомих методів проектування автоматичних систем вибрати відповідний регулятор. Такою стратегією нині користуються відомі фірми, у тому числі "Netafim" у ПАТ "Комбінат Тепличний". Стабілізаційні алгоритми, що використовуються в об'єктах керування в умовах вкрай дорогих енергоносіїв, не є ефективним і не забезпечують максимально-можливий прибуток виробництва.

У роботі [6] за результатами підрахунку та аналізу витрат енергії встановлено, що при виробництві томатів у спорудах закритого ґрунту на обігрів шатра

теплиці використовується близько 80 % енергії, ґрунту – 9 %, приготування та подачі живильного розчину та води рослинам – 4 %, інші витрати – 7%. Ефективність таких підприємств значною мірою залежить від запровадження сучасних технологій та оптимізації енерговитрат.

Мета статті. Метою статті є постановка проблеми пошуку методів та технічних рішень підвищення ефективності процесу виробництва овочевої продукції в тепличних комплексах шляхом розроблення оптимальних режимів вирощування, котрі мінімізують ресурсні та енергетичні витрати при дотриманні вимог щодо забезпечення високої якості продукції.

Основні матеріали дослідження. Проведені порівняння очікуваних результатів досліджень із закордонними й вітчизняними аналогами дають підстави вважати оптимізацію режимів вирощування овочевої продукції в тепличних комплексах на основі застосування нейромережевого прогнозування збурень, інформації про стан біологічної складової, оптимізаційного пошуку алгоритмів роботи електротехнологічного обладнання та визначення глобального критерію максимізації прибутку новим та перспективним науковим напрямом в масштабах України й світу. Упровадження запропонованих режимів вирощування овочевої продукції в тепличних комплексах дозволить заощадити природний газ на опалення до 13 %, електричну енергію на привід електротехнологічних комплексів – до 10 %, підвищити точність підтримання агротехнічних параметрів вирощування на 8-10 %, збільшити прибуток підприємства на 5-9 % [5, 6].

Для вирішення задачі зниження витрат енергоресурсів запропоновано побудову нечіткої експертної системи для визначення ввімкнення груп двигунів насосів реалізовувати залежно від значень зовнішньої температури, часу доби та заданої згідно технологічних вимог температури в приміщенні теплиці. Система нечіткого виводу – це процес отримання нечітких висновків щодо керування об'єктом на основі нечітких умов і передумов (наприклад, невизначеність впливу зовнішніх природних збурень), що також враховують інформацію про поточний стан об'єкта.

Запропоновано наступну структуру нейронечіткої системи: вхідними змінними є: значення температури зовнішнього повітря (tz), час доби (time) та значення температури в теплиці (tv). На виході задаємо контури опалення – I – підшатровий обігрів, II – обігрів в зоні росту рослин, III – надґрунтовий обігрів. Наступним кроком є завдання інтервалів функцій належностей змінних.

Приймаємо, що температура ззовні змінюється в

межах від -20°C до $+20^{\circ}\text{C}$. Ділимо заданий інтервал на три блоки, виходячи з даних Гідрометцентру, що середнє значення температури взимку знаходиться в діапазоні від -7°C до $+1^{\circ}\text{C}$. Таким чином, приймемо значення t_{z2} за норму, а t_{z1} і t_{z3} - нижче і вище норми відповідно.

Параметри функції належності змінної часу обираємо, виходячи з поділу на погодинні навантаження на електромережу згідно тарифів Київенерго для промислових об'єктів. Завдання параметрів функції належності температури внутрішньої виконуємо, виходячи з технологічних параметрів при вирощуванні томатів у теплиці. Тобто за норму (tv_2) приймаємо значення $+18 - +25^{\circ}\text{C}$, tv_1 в межах $+25 - +30^{\circ}\text{C}$, і tv_3 в діапазоні значень $+10 - +18^{\circ}\text{C}$.

З метою забезпечення функціонування нейрончїткої системи підтримки прийняття рішень записуємо правила, за якими буде функціонувати система. Результати роботи експертної системи відображені на рис.1 за таких початкових умов: температура зовні нижче -7°C протягом всієї доби, необхідна температура в приміщені теплиці 20°C .

| Тариф | Нічний | Наввдний | Пік | Наввдний | Пік | Наввдний | |
|--|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| Вартість електроенергії згідно тарифу, грн/кВт | 0,25 | 1,02 | 1,8 | 1,02 | 1,8 | 1,02 | |
| Підпокрівельний обігрів | + | + | | + | + | + | |
| Основний (в зоні росту рослин) | + | + | + | + | + | + | |
| Рельсовий обігрів | + | + | + | + | + | | Разом |
| Всього спожито, кВт | 157,2 | 72,2 | 72,2 | 288,8 | 144,4 | 72,2 | 807 |
| Спожито на загальну суму за період, грн | 39,3 | 73,644 | 129,96 | 294,576 | 259,92 | 73,644 | 871,04 |

а)

| Тариф | Нічний | Наввдний | Пік | Наввдний | Пік | Наввдний | |
|--|--------|----------|------|----------|-------|----------|-------|
| Вартість електроенергії згідно тарифу, грн/кВт | 0,25 | 1,02 | 1,8 | 1,02 | 1,8 | 1,02 | |
| Підпокрівельний обігрів | + | + | | + | | + | |
| Основний (в зоні росту рослин) | + | + | + | + | + | + | |
| Рельсовий обігрів | + | | | | | | Разом |
| Всього спожито, кВт | 216,6 | 52,4 | 36 | 209,6 | 72 | 52,4 | 639 |
| Спожито на загальну суму за період, грн | 54,15 | 53,44 | 64,8 | 213,8 | 129,6 | 53,4 | 569,2 |

б)

Рис.2. Навантаження двигунів протягом доби а) без впровадження нейрончїткої СППР; б) із використанням нейрончїткої СППР

Висновки. Отже, порівнявши вихідні дані таблиць 1а) та 1б), можна зробити висновок, що впровадження нейро-нечїткої системи підтримки прийняття рішень керування режимами роботи електро-технологічного обладнання дозволяє знизити витрати на електроенергію на 25-30 %.

Список використаних джерел

1. Гїль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Частина 1. Закритий ґрунт / Л. С. Гїль – Вінниця : Нова книга, 2008. – 364 с.
2. Кошкін Д. Л. Динамічна модель системи керування мікрокліматом теплиці / Д. Л. Кошкін, Д. В. Бабенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2011. – Вип. 3 (60). – С. 160–164.
3. Пешко М. С. Системи управління процесами культивации в умовах захищеного ґрунту / М. С. Пешко, Ф. В. Федотов // Молодой ученый. – 2012. – №8 (43), т. I. – С. 29–30.
4. Лисенко В. П. Економічний критерій вибору стратегії керування біотехнологічними об'єктами / В. П. Лисенко // Біоресурси і природокористування. – 2014. – Т. 6, № 3/4. – С. 174–179.
5. Дудник А. О. Інформаційне та програмне забезпечення системи керування у теплиці з нейронмережним прогнозуванням зовнішніх збурень (англ. мовою) // Науковий вісник НУБіП України. – К.: НУБіП. – 2015. - Вип. 224 – С. 46–51.
6. Lysenko V., Dudnyk A. "Automation of biotechnological objects". Proceedings of the XIIIth International Conference "TCSET'2016. Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science", IEEE Xplore (Electronic ISBN: 978-6-1760-7807-4), pp. 44-47.

Анотація

ОПТИМИЗАЦИЯ РАССХОДА ЭНЕРГИИ В ТЕПЛИЦАХ

Лысенко В. Ф., Дудник А. А, Якименко И. Ю.

Обоснованы основные подходы к оптимизации энергозатрат в теплицах с использованием нейро-нечеткой системы поддержки принятия решений. Осуществлена постановка задачи разработки оптимальных режимов выращивания овощной продукции в тепличных комплексах.

Abstract

OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION IN GREENHOUSES

V. Lysenko, A. Dudnyk, I. Yakymenko

The basic approaches to optimization of energy consumption in greenhouses with the use of neuron-fuzzy decision support system are substantiated. The task of developing optimal regimes of vegetable growing in greenhouse complexes has been set.