

СИНТЕЗ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ

Анотація. Розроблено цифрову систему автоматичного регулювання мікроклімату в теплиці, що в подальшому дозволить проводити моделювання поведінки досліджуваного об'єкта при різних збурюючих та управляючих впливах.

Ключові слова: об'єкт керування, цифрова система, регулювання мікроклімату.

Параметри мікроклімату в теплиці є динамічними, що зумовлює їх відхилення від оптимальних. Тому дослідження параметрів мікроклімату є одним з важливих факторів, який забезпечить якість і кількість вирощуваної рослинної продукції. Не менш важливим фактором є раціональне використання енергоресурсів для підтримання оптимальних значень мікроклімату в теплиці.

Процес догляду за рослинами передбачає контроль та регулювання значної кількості параметрів, для виділення та аналізу яких складемо параметричну схему об'єкта (рис.1):

Вхідними сигналами в об'єкт керування є: V_p – об'єм приміщення, m^3 ; t_p – температура повітря, $^{\circ}C$; V_k – об'єм повітря в камері m^3 ; d_p – вологовміст повітря в приміщенні, $г/кг$ сухого повітря.

Збуреннями які діють на об'єкт є: t_z – температура повітря на вулиці $^{\circ}C$; вологовміст повітря на вулиці, $г/кг$ сухого повітря.

Вихідними сигналами з об'єкту керування є: d_p – вологовміст повітря в приміщенні $г/кг$ сухого повітря; t_p – температура повітря, $^{\circ}C$; T_w – постійна часу по каналу регулювання, $с$; f_i – вологість повітря в приміщенні, %.

Томат належить до рослин, які для нормального росту та гарного плодоношення вимагають вологість на рівні 70...80 %. Особливість технології вирощування томатів в тому, що значення вологи та температури до моменту плодоношення, та в період відрізняються. Таким чином розгляд технології вирощування помідора показує що об'єкт управління складний, де канали управління по температурі і вологості зв'язані між собою і вимагають попереднього дослідження на імітаційній або фізичній моделі [1]. Із теплового та вологісного балансів раніше отримано систему рівнянь математичної моделі клімату в камері для вирощування помідора яку можна використати для імітаційної моделі[2]:

$$\begin{cases} \frac{dt_p}{d\tau} = \frac{V_p \cdot \rho_p \cdot C_p \cdot (t_v - t_p) + F_k \cdot \mu_k + W_a}{V_k \cdot C_p \cdot \rho_p} \\ \frac{dd_p}{d\tau} = \frac{V_p \cdot \rho_p \cdot (d_v - d_p) + W_a}{V_k \cdot \rho_p} \end{cases}; \quad (1)$$

Однією з основних проблем реалізації цифрових систем керування є задача вибору раціонального періоду квантування T_k є. При зменшенні часу керування точність керування цифровою системою збільшується. При збільшенні часу квантування втрачається важлива інформація про сигнал, що може призвести до неможливості відтворення вихідного сигналу за дискретними вибірками. Тому виникає проблема пошуку раціонального часу квантування T_k , який задовольнив би такі суперечливі вимоги.

Згідно з теоремою Котельникова із заданою точністю $\theta_{зад} = 2\%$ визначимо найвищу частоту вхідного сигналу $\omega_c = 0,0412$ та період квантування T_k :

$$T_k = \frac{\pi}{\omega_c} = \frac{3,14}{0,0412} = 76,21, с. \quad (2)$$

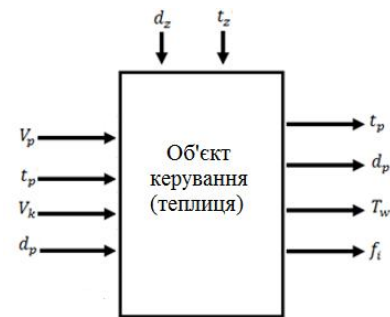


Рис. 1. Параметрична схема з теплиці як об'єкта керування

Оскільки за імпульсною теоремою передбачена умова $T_K \leq \frac{\pi}{\omega_c}$, тоді період квантування приймаємо $T_K = 30$ с. Залежно від сталої часу об'єкта керування визначили коефіцієнт добротності за швидкістю $K_V = 0,004$.

В програмному середовищі MATLAB виконуємо z – перетворення неперервної частини розімкнутої передатної функції по каналу регулювання температури.

Визначаємо інтегральну складову K_I .

$$K_I = \frac{K_p}{W_{н.ч.}(z)} = \frac{0,004}{\left(\frac{0,00093z+0,00036}{1-1,024z+0,04856}\right)} = 1,14. \quad (3)$$

В програмному середовищі MATCAD виконаємо розв'язок системи рівнянь та визначимо оптимальні параметри K_P та K_d :

Given

$$\frac{K_i T^2 - 2K_p T - 4K_d}{K_i T^2 + 2K_d + 2K_p T} = -1,024; \quad (4)$$

$$\frac{2K_d}{K_i T^2 + 2K_d + 2K_p T} = 0,04856; \quad (5)$$

$$\text{Find}(K_p, K_d) = \begin{pmatrix} 87,346 \\ 67,758 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Створимо модель цифрової системи автоматичного регулювання мікроклімату в теплиці у програмному середовищі Matlab Simulink (рис. 2.).

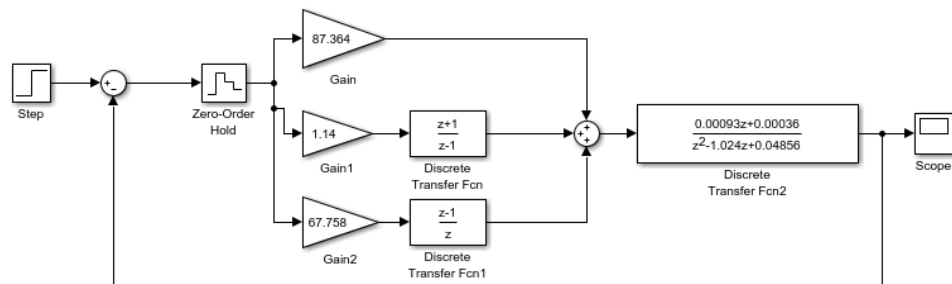


Рис. 2. Структурна модель цифрової системи автоматичного керування з ПІД-регулятором.

За допомогою отриманої імітаційної моделі можливо проводити моделювання системи автоматичного керування мікрокліматом в теплиці при різних збурюючих та управляючих впливах та досліджувати при цьому зміну параметрів температури та вологості в досліджуваному об'єкті.

Література

1. Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування / В.П. Лисенко, В.М. Решетюк, В.О. Мірошник, Н.А. Заєць. – К.: КомПрінт, 2017. – 621 с.
2. Охріменко В.В., Заєць Н.А. Побудова математичної моделі мікроклімату в теплиці // Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної Internet-конференції "Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами", – Київ, НУХТ, 22-23 листопада 2017р.– С. 130-131.