

Удосконалення та розробка технологічного обладнання в системі підтримання мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту

Студент Юрченко Д.О.

Група Е-М5236

Науковий керівник
проф. Кунденко М.П.

Харків-2023

Рішення наукової проблеми – розробки методології енергоощадних технологій, що враховують соціальні, екологічний і регіональний фактори розвитку агропромислового комплексу являються актуальним і полягає в необхідності надійного й стійкого теплопостачання.

Метою випускної роботи є розробка ефективної та енергозберігаючої системи автоматичного керування тепловими потоками в спорудах закритого ґрунту.

Об'єкт досліджень – процес енергозбереження теплиці.

Предмет досліджень – енергоефективна система керування мікрокліматом теплиці.

Завдання досліджень полягає в науково-технічному й методологічному обґрунтуванні важливої проблеми розробки й освоєння енергефективних екологічно чистих технологій і геліотехнічного встаткування.

Проведені дослідження дозволили сформулювати основні завдання:

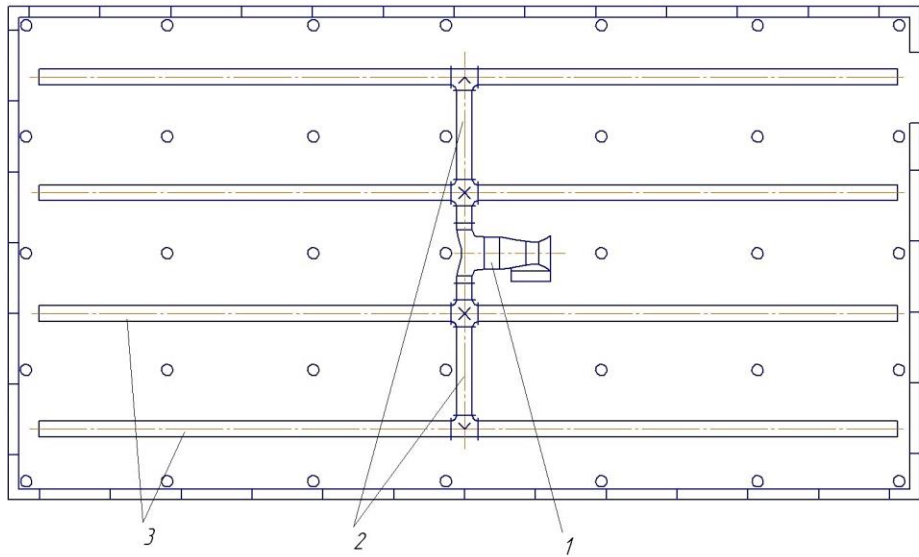
1. Розробка технології автоматичної системи керування мікрокліматом.
2. Розробка метода системи рівномірного розподілу теплових полів.
3. Розробка методики визначення елементів автоматизації.

Економія енергії на обігрів приміщення може бути досягнута:

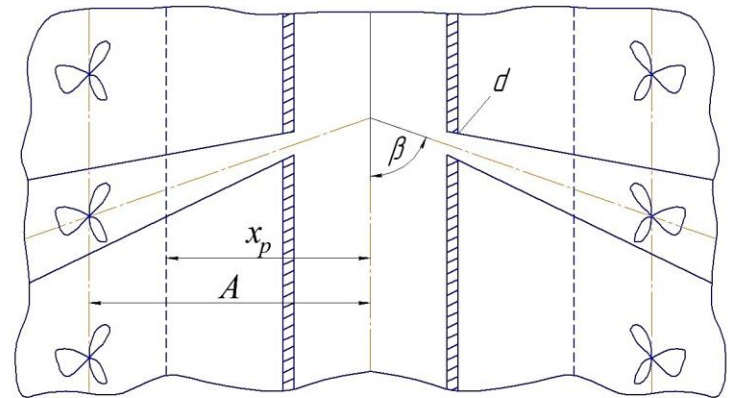
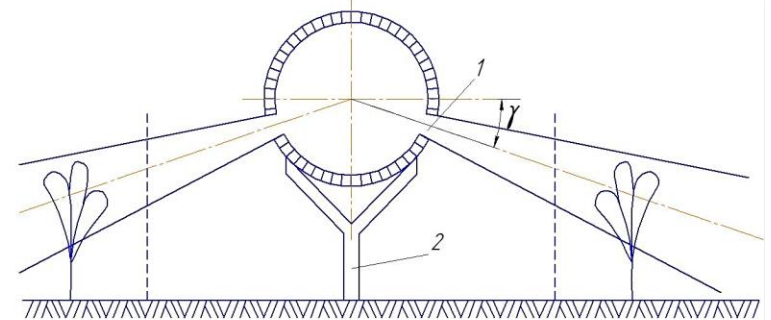
- за рахунок установки додаткових тимчасових огорожень, наприклад, розміщення полімерної плівки між склінням і трубами обігріву (екранування бічних огорожень теплиці здатне заощадити до 20 % тепла);
- за рахунок регулярного ремонту скління й ретельного регулювання приводу кватирок, що забезпечує їхнє повне закриття;
- за рахунок раціонального розміщення труб обігріву (відповідно до вимог СНіП П-100-75, не менш 40 % загальної кількості тепла повинно бути подано в зону висотою 1 м над поверхнею ґрунту);
- за рахунок збільшення теплоізоляції зовнішніх ділянок теплотраси;
- за рахунок автоматичного керування температурним режимом, яке може понизити температуру повітря в теплиці без якого-небудь порушення технологічного процесу вирощування овочів.

Автоматичні обладнання здатні забезпечити значну економію тепла за рахунок зниження температури повітря в нічні години і в години недостатньої освітленості.

Схема розташування повітропроводів

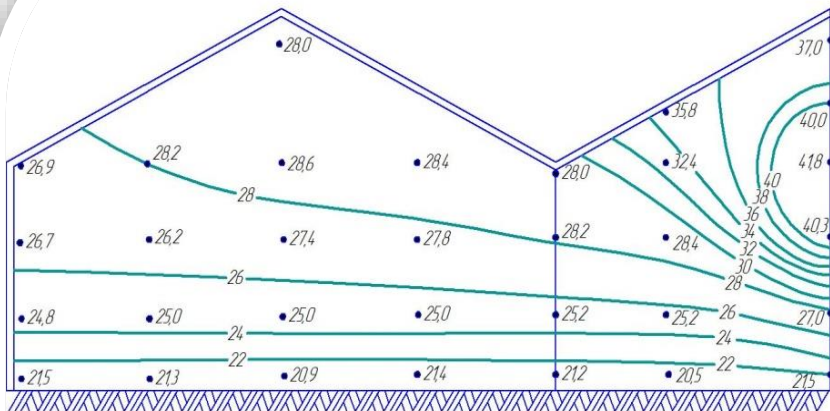


1 - теплогенератор;
2 - магістральний повітропровід;
3 - перфоровані плівкові рукава.

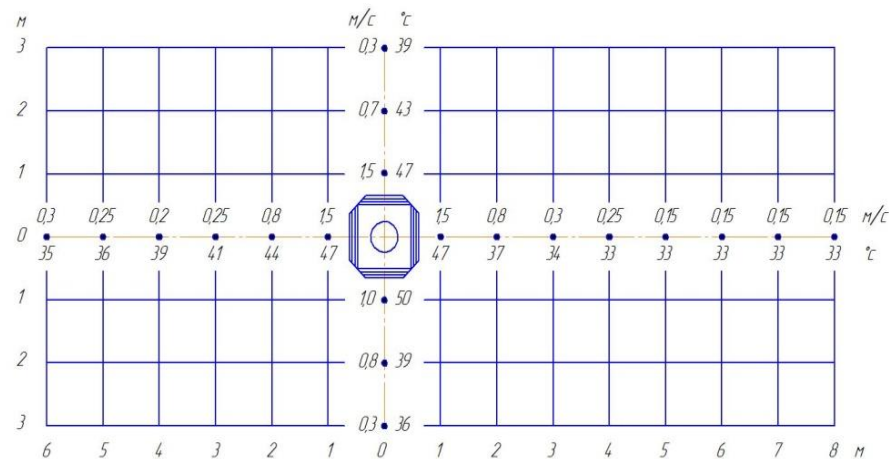


1 - бічні отвори;
2 - Y-подібна опора.

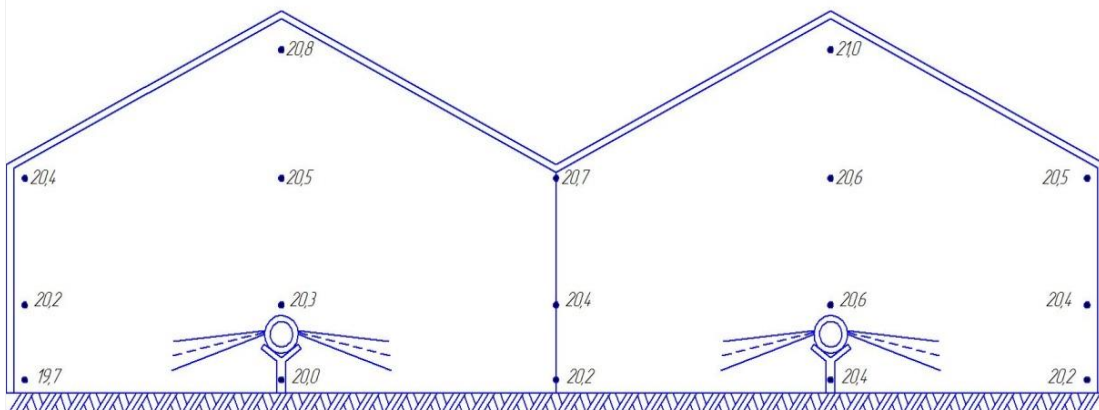
Температурне поле до впровадження установки



Розподіл температури повітря та швидкості в теплиці



Температурне поле після впровадження установки



Математичні моделі теплопродуктивності теплиці

- Для денного періоду (інтенсивність фотосинтезу):

$$\begin{aligned} \Phi = & A_0 + A_1 E_1 + A_2 t_2 + A_3 T_2 + A_4 \tau_1 + A_5 \tau_2 + A_6 \varphi_1 + A_{11} E_1 + \\ & + E_1 A_{12} t_1 + A_{13} E_1 T_2 + A_{14} E_1 \tau_1 + A_{15} E_1 \tau_2 + A_{16} E_1 \varphi_1 + A_{22} t_1 + A_{23} t_1 T_2 + \\ & + A_{24} t_1 \tau_1 + A_{25} t_1 \tau_2 + A_{26} t_1 \varphi_1 + A_{33} \tau_2 + A_{34} \tau_1 T_2 + A_{35} T_2 \tau_2 + A_{36} T_2 \varphi_1 + \\ & + A_{44} \tau_1 + A_{45} \tau_1 \tau_2 + A_{46} \tau_1 \varphi_1 + A_{55} \tau_2 + A_{56} \tau_2 \varphi_1 + A_{66} \varphi_1, \end{aligned}$$

- Для нічного періоду (інтенсивність дихання):

$$\begin{aligned} D = & B_0 + B_1 E_2 + B_2 T_1 + B_3 t_2 + B_4 \tau_1 + B_5 \tau_2 + B_6 \varphi_1 + B_{11} E_2 + \\ & + B_{12} E_2 T_1 + B_{13} E_2 t_2 + B_{14} E_2 \tau_1 + B_{15} E_2 \tau_2 + B_{16} E_2 \varphi_1 + B_{22} T_1 + B_{23} T_1 t_2 + \\ & + B_{24} T_1 \tau_1 + B_{25} T_1 \tau_2 + B_{26} T_1 \varphi_1 + B_{33} t_2 + B_{34} t_2 \tau_1 + B_{35} t_2 \tau_2 + B_{36} t_2 \varphi_1 + \\ & + B_{44} \tau_1 + B_{45} \tau_1 \tau_2 + B_{46} \tau_1 \varphi_1 + B_{55} \tau_2 + B_{56} \tau_2 \varphi_1 + B_{66} \varphi_1, \end{aligned}$$

Математичні моделі теплопродуктивності теплиці

де Φ , D - інтенсивність видимого фотосинтезу й темнового дихання,
мг CO₂/дм²·год.;

$A_0 \dots A_{66}$, $B_0 \dots B_{66}$ - коефіцієнти регресії;

E_1 - поточне значення освітленості в теплиці, клк;

E_2 - середньоарифметичне значення освітленості за минулий день, клк;

t_1 - температура повітря усередині теплиці днем, °С;

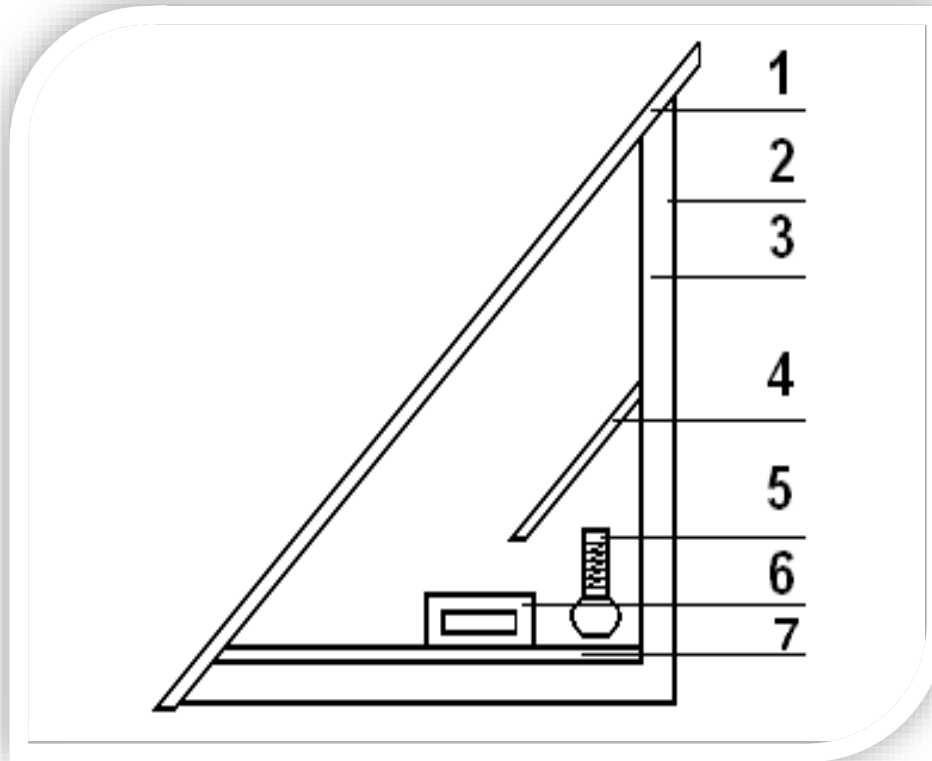
t_2 - температура повітря усередині теплиці вночі, °С;

T_2 - середньоарифметичне значення температури повітря в теплиці за
минулу ніч, °С;

τ_1 - тривалість фотоперіоду (тривалість світлового дня), год.;

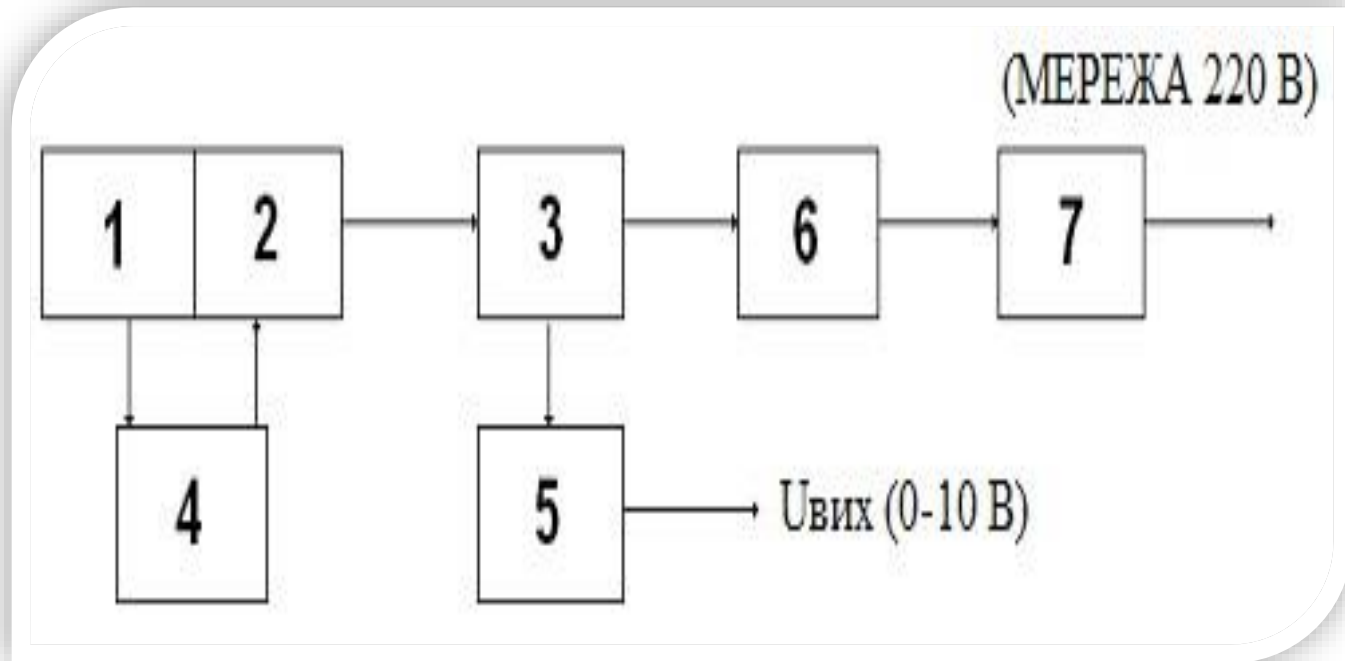
τ_2 - вік рослини, діб;

Конструкція датчика теплових втрат:



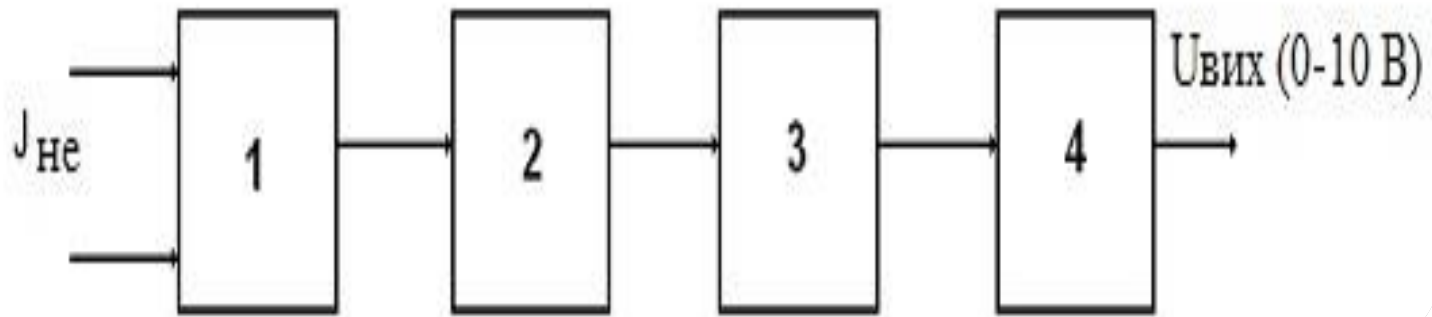
- 1 - фрагмент огородження теплиці; 2 - корпус; 3 - теплоізоляція; 4 - екран;
5 - термоелектричний перетворювач; 6 - нагрівач; 7 - стінка, що імітує альбедо поля з рослинами реальної теплиці

Структурна схема датчика теплових втрат:



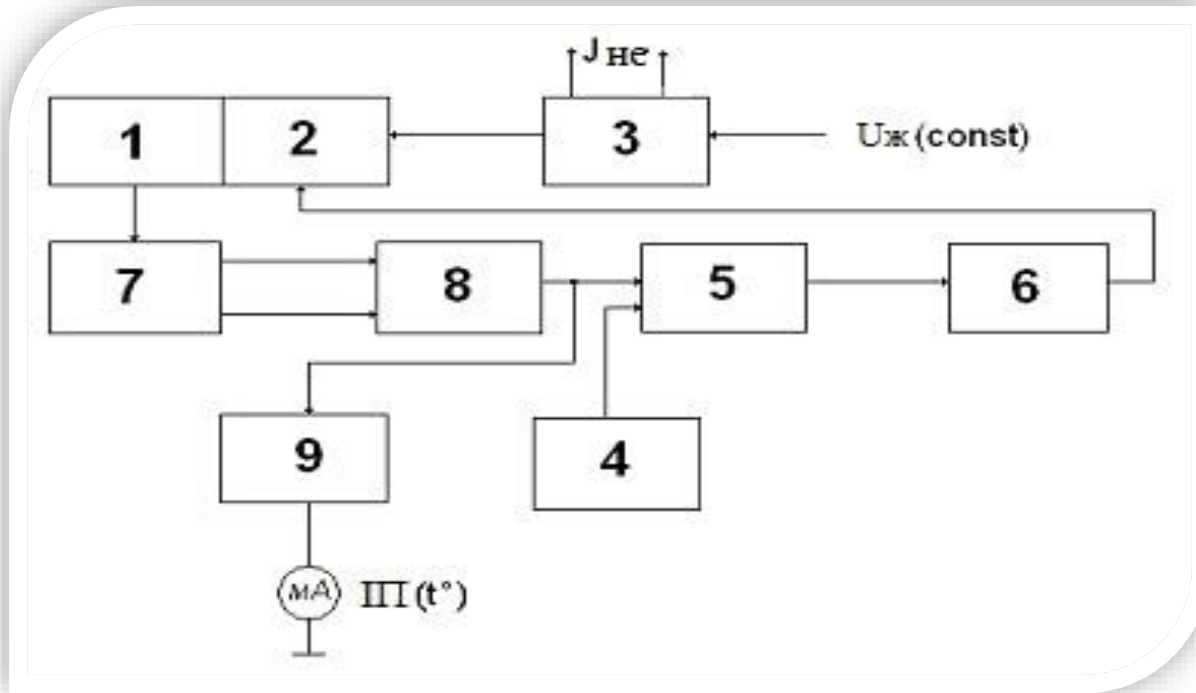
- 1 - вимірювальний елемент; 2 - нагрівальний елемент; 3 - датчик струму;
4 - стабілізатор температури; 5 - нормуючий перетворювач вихідного сигналу;
6 - стабілізатор напруги; 7 - джерело живлення схеми датчика

Структурна схема нормуючого перетворювача вихідного сигналу потужності



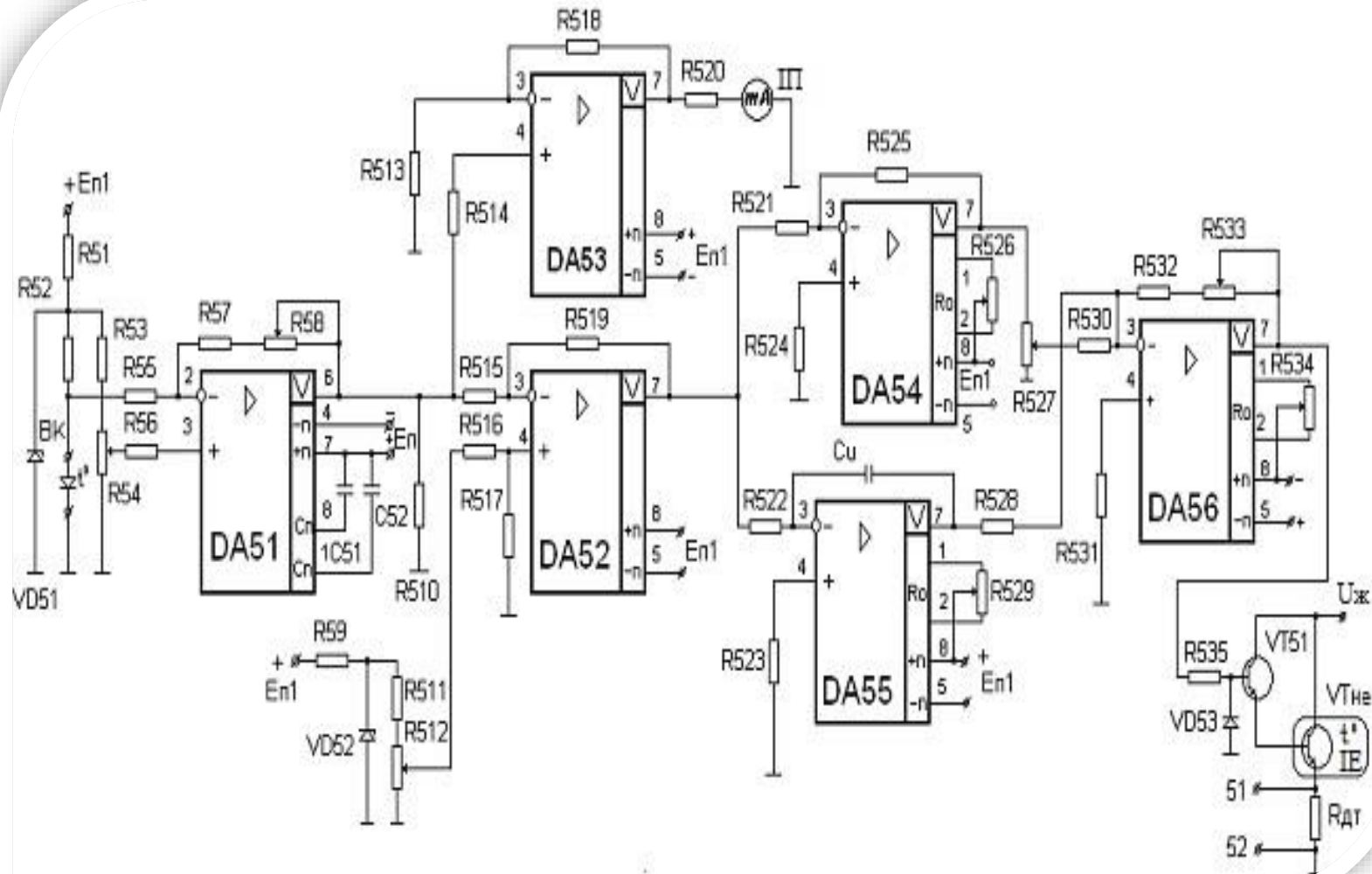
- ▣ 1 - підсилювач сигналу датчика струму;
- ▣ 2 - узгоджувальний підсилювач;
- ▣ 3 - фільтр;
- ▣ 4 - узгоджувальний підсилювач вихідного сигналу

Структурна схема стабілізатора температури нагрівального елемента

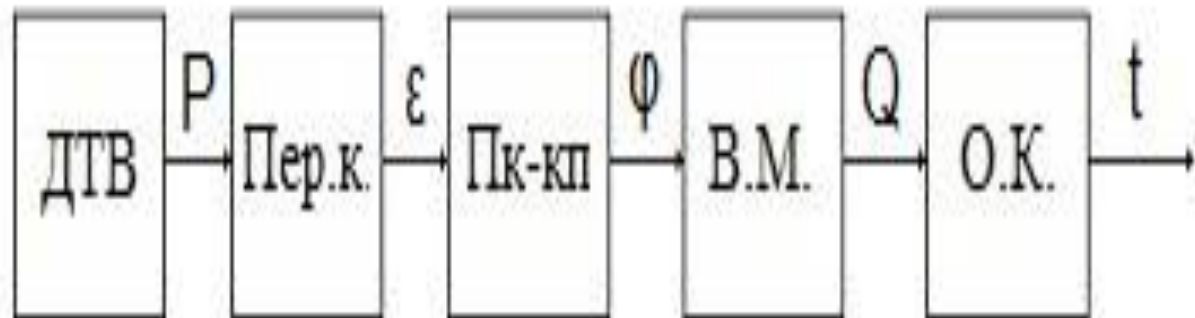


1 - вимірювальний елемент; 2 - нагрівальний елемент; 3 - джерело живлення; 4 - задатчик температури; 5 - регулятор температури; 6 - узгоджувальний підсилювач; 7 - датчик температури; 8 - узгоджувальний підсилювач; 9 - підсилювач індикатору температури

Електрична принципова схема стабілізатора температури нагрівального елемента



Структурна схема САК температурним режимом у теплиці з датчиком теплових втрат



ДТВ - датчик теплових втрат;

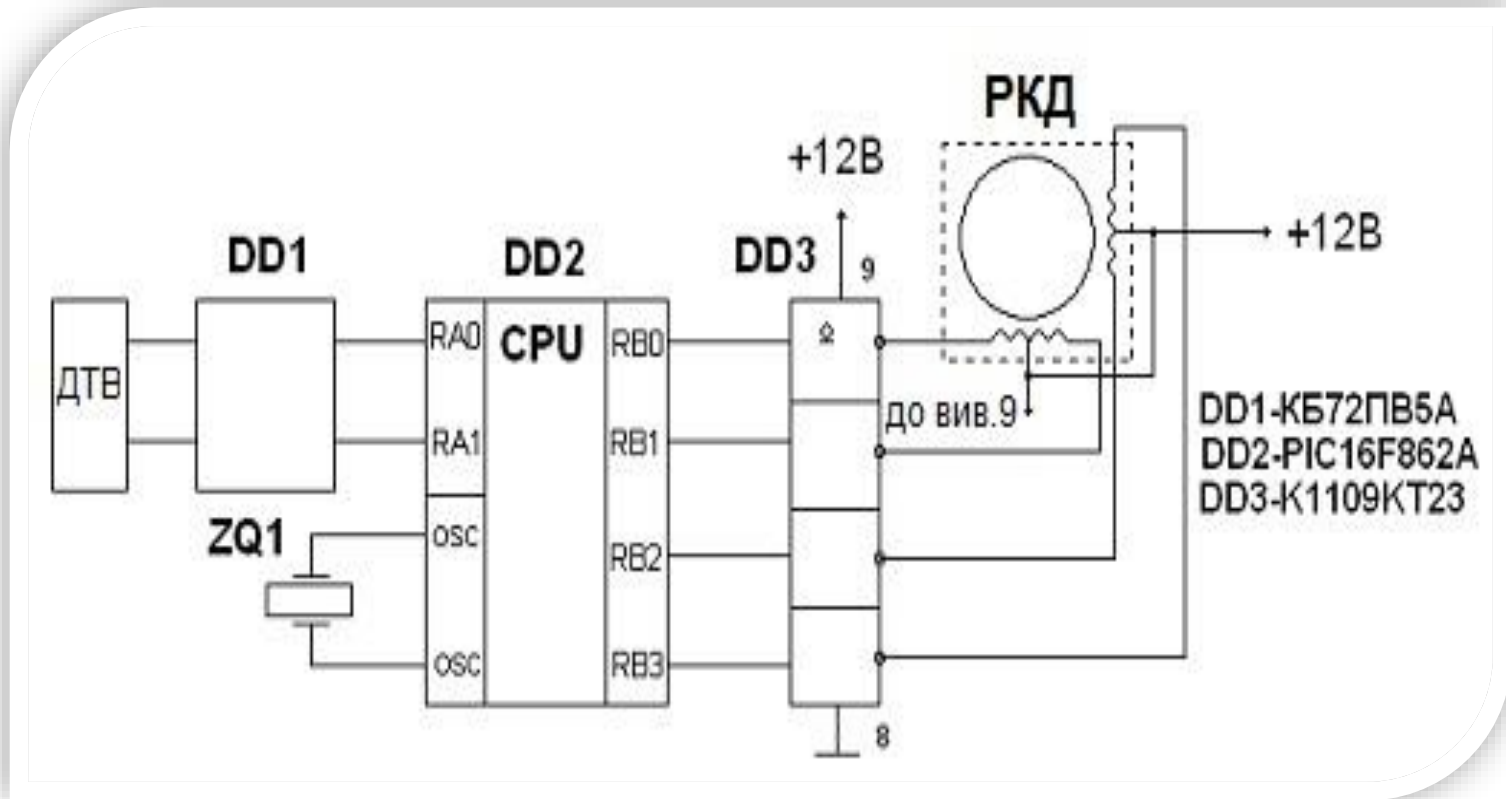
Пер. к. - перетворювач коду (десятковий - двійковий);

Пк-кп - перетворювач код - кут повороту;

В.М. - виконавчий механізм;

О.К. - об'єкт керування (теплиця)

Структурна схема САК температурним режимом у теплиці з датчиком теплових втрат (із застосуванням мікропроцесора)



ДТВ - датчик теплових втрат; DD1 - аналого-цифровий перетворювач (КБ72ПВ5А); DD2 - мікропроцесор (PIC16F862А); DD3 - транзисторні ключі (К1109КТ23); РКД - реверсивний кроковий двигун

НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ І ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

Інтенсивність відмов

№ п/п	Елементи	Позначення	Кількість N	K	λ	λ_i
1	Діод кремнієвий	VD	7	1	0,2	1,4
2	Транзистор кремнієвий	VT	3	1	0,5	1,5
3	Конденсатор кремнієвий	C	6	1	0,1	0,6
4	Опір	R	56	1	0,045	2,52
5	Підсилювачі	DA	10	1	0,085	0,85
6	Датчик температури	BK	1	1	3,3	3,3

де N - кількість однотипних елементів, шт.;

K - коефіцієнт, враховуючий вплив на надійність САК вібрації, температури, вологи, агресивності середовища ($K=1$ для лабораторних і виробничих приміщень);

λ - інтенсивність відмов окремого елемента, 1/год.;

λ_i - інтенсивність відмов групи, 1/год.

Розрахунок коефіцієнтів

$$\lambda_i = \lambda N.$$

Знаходимо сумарну інтенсивність відмов системи в цілому:

$$\lambda_{\Sigma} = K \sum \lambda_i,$$

$$\lambda_{\Sigma} = 1,4 + 1,5 + 3,3 + 0,6 + 2,52 + 0,85 = 10,17 \text{ 1/год.}$$

Розраховуємо середній час роботи на відмову:

$$T_{\text{СЕР}} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}},$$

$$T_{\text{СЕР}} = \frac{1}{10,17 \cdot 10} = 0,098 \cdot 10 = 98000 \text{ год.}$$

Імовірність наробітку на відмову більше заданого часу T_3 розраховується по формулі:

$$P_p = \exp(-\lambda_{\Sigma} T_3),$$

$$P_p = \exp(-10,17 \cdot 10 \cdot 64000) = 0,524.$$

Значення ймовірності

№	Найменування	m	0	1	2
1	Діод	$Pn < m$	0.74	0.83	
		$Pn > m$	0.26	0.14	
2	Транзистор	$Pn < m$	0.71	0.81	
		$Pn > m$	0.29	0.19	
3	Конденсатор	$Pn < m$	0.81		
		$Pn > m$	0.19		
4	Опір	$Pn < m$	0.68	0.79	0.86
		$Pn > m$	0.22	0.21	0.14
5	Підсилювач	$Pn < m$	0.8		
		$Pn > m$	0.2		
6	Датчик температури	$Pn < m$	0.64	0.76	0.83
		$Pn > m$	0.36	0.24	0.7

ВИСНОВКИ

Робота представляє закінчене дослідження, у якому представлене науково-технічне й методологічне обґрунтування важливої проблеми розробки й освоєння енергефективних екологічно чистих технологій. Проведені дослідження дозволили сформулювати основні висновки й рекомендації, що полягають у наступному.

1. Технології на базі рівномірного розподілу теплових полів відповідають вимогам надійного енергозабезпечення сільського.

2. Розроблена система науково обґрунтованих технічних заходів, основним з яких є створення енергозберігаючих технологій і енергозберігаючих систем керування.

3. Розроблена методика визначення теплопродуктивності систем дозволила одержати інженерні рівняння розрахунку температури усередині теплиці

4. Встановлення перфорированих рукавів в теплиці дозволило зменшити енерговитрати на обігрів теплиці та покращити якість отриманої продукції.

5 Автоматичне обладнання здатне забезпечити значну економію тепла за рахунок зниження температури повітря в нічні години і в години недостатньої освітленості.