

## СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ БУДІВЕЛЬ ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Проведено аналіз існуючих систем управління (СУ) мікрокліматом тепличних будівель, дослідженні залежності функціонування елементів систем мікроклімату від виявлених фактичних параметрів середовища. Визначено елементи системи створення мікроклімату, що відповідають за оптимізацію параметрів внутрішнього середовища теплиці.*

**Ключові слова:** теплиця, мікроклімат, система керування, керований орган, автоматизація, моніторинг, контролер, оператор.

### **Abstract**

*The analysis of existing control systems (CS) of microclimate of greenhouse buildings, research of dependence of functioning of elements of systems of microclimate on the revealed actual parameters of environment is carried out. The elements of the microclimate system that are responsible for optimizing the parameters of the internal environment of the greenhouse are identified.*

**Keywords:** greenhouse, microclimate, control system, controlled body, automation, monitoring, controller, operator.

### **Вступ**

Основними заходами підвищення енергоефективності систем мікроклімату тепличних будівель є підвищення теплоізоляційних якостей огорожувальних конструкцій будівель, ефективний контроль і керування мікрокліматичними процесами в будівлі а також запровадження альтернативної енергетики. Контроль і керування мікрокліматичними процесами в будівлі здійснюється системами управління (СУ).

СУ мікрокліматом тепличних господарств являє собою комплекс технічних пристроїв та людей-користувачів, які забезпечують дотримання заданих параметрів мікроклімату за рахунок підтримки режиму роботи керованих органів системи мікроклімату та переходу на інший режим роботи при зміні даних зовнішніх чинників.

**Постановка задачі** – провести дослідження процесу керування параметрами мікроклімату теплиць, виконати аналіз існуючих СУ мікрокліматом теплиць з встановленням рівня їх автоматизації та визначення функціональності СУ при відхиленнях параметрів мікроклімату від оптимального діапазону.

Основні групи елементів СУ мікрокліматом теплиць представлені на рисунку 1, це [3]:

- датчики, що здійснюють перетворення інформації з оточуючого середовища в сигнал, прийнятний для контролера;
- контролер, що здійснює обробку вхідних сигналів інформації з оточуючого середовища та передачі вихідного командного сигналу на виконуючий пристрій, а також здійснює подачу цих сигналів на монітор;
- виконавчий пристрій (реле, сервопривід), що приймає командний сигнал від контролера або оператора та здійснює механічний вплив на стан керованого органу системи мікроклімату;
- монітор – пристрій, що служить для відтворення сигналів оточуючого середовища та об'єкту керування мовою, зрозумілою користувачеві.

Основними системи мікроклімату, що можуть керуватися СУ (керовані органи) є: опалення, вентиляція, зволоження, полив, освітлення, зашторювання, підживлення вуглекислим газом.

Для підбору параметрів режиму роботи до СУ подаються сигнали таких даних:

- температура та вологість внутрішнього повітря;
- температура та вологість ґрунту чи субстрату;

- температура зовнішнього повітря, швидкість та напрям вітру;
- рівень вуглекислого газу в приміщенні теплиці;
- рівень природної освітленості;
- технологічні дані про необхідні параметри мікроклімату приміщення, що вводяться користувачем.

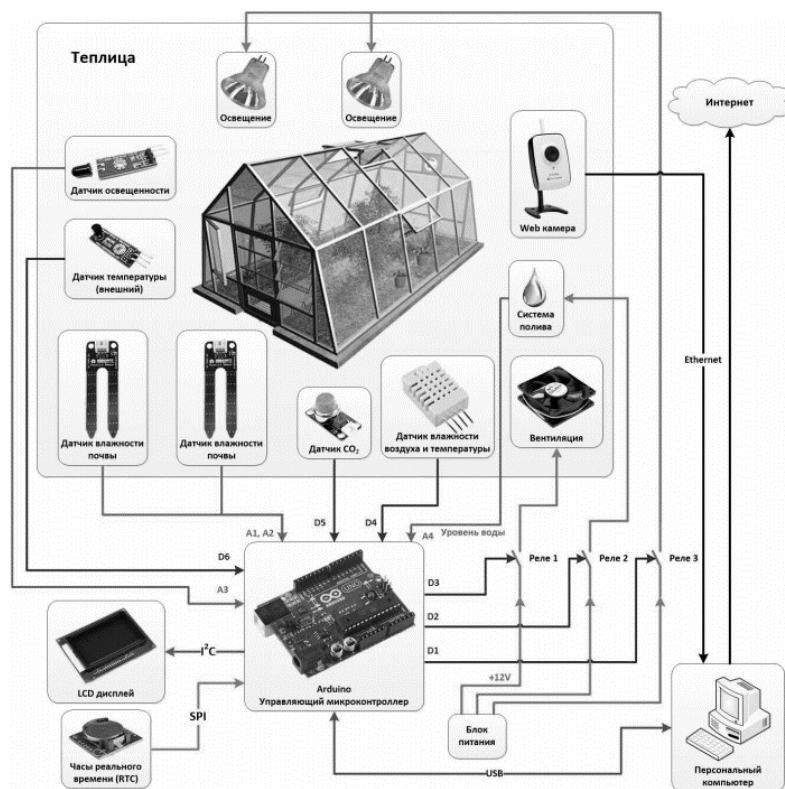


Рис.1. Приклад принципової схеми системи моніторингу та керування мікрокліматом теплиці

### Результати дослідження

В залежності від участі людини-користувача СУ поділяються на [2]:

- автоматизовані системи управління (АСУ): людина приймає рішення по режиму роботи керованих органів системи мікроклімату, самостійно приймаючи рішення та аналізуючи стан зовнішніх факторів; вводить необхідні кінцеві умови роботи системи та приймає участь у моніторингу процесів (роль людини - «оператор»);
- системи автоматичного керування (САУ): людина виконує лише введення необхідних кінцевих умов (наприклад, введення інших параметрів мікроклімату при зміні вирощуваної культури), при цьому не здійснює обробку вхідних сигналів та не приймає рішення по режиму роботи керованих органів, а також здійснює моніторинг процесів по бажанню (роль людини - «спостерігач»).

При роботі САУ перевагами є виключення «людського фактору» при керуванні процесами роботи системи, слідування за чітким попередньо заданим алгоритмом та можливість цілодобово контрольованої роботи системи. До основних недоліків варто зазначити зменшення надійності роботи системи по причині збільшення кількості ланок процесів та вузлів, а також зменшення можливості, а іноді й унеможливлення впливу людини в процес керування при позаштатних та надзвичайних ситуаціях

Питання САУ висвітлено в роботах [2, 3, 5]. В роботі [5] пропонується параметрам, що характеризують стан мікроклімату в приміщенні теплиці надати порівняльні оцінки:

- «Н» («низька») - чисельне значення параметру нижче оптимального;
- «О» («оптимальна») - чисельне значення параметру знаходиться в оптимальному діапазоні;
- «В» («висока») - чисельне значення параметру вище оптимального.

Станам функціональності керованих органів системи створення мікроклімату (прилади системи опалення, вентиляції, поливу та зволоження, досвічування, вуглекислого газу тощо) були надані такі оцінки:

- «\_» - керований орган не впливає на даний параметр мікроклімату при будь-якому його значенні;

- «нФ» («не функціонує») - керований орган в жодному разі не повинен функціонувати при виявлених значеннях параметру;
- «Ф» («функціонує») - керований орган обов'язково повинен функціонувати при виявлених значеннях параметру або функціонувати з підвищеною потужністю, якщо ним забезпечується оптимальний параметр;
- «чФ» («частково функціонує») – керований орган працює в одному з перелічених випадків:
  - 1) оптимальне значення параметру забезпечується роботою цього органу і він працює в штатному режимі (якщо оцінка «О»);
  - 2) для функціонування цього органу необхідно додатково оцінити інший параметр (якщо оцінка не «О»).

Для створення алгоритму діяльності системи клімат-контролю було визначено, які керовані органи здійснюють підтримку певного параметру мікроклімату на оптимальному рівні, а також характеристику їх функціональності при відхиленнях значень цих параметрів від оптимального діапазону. Результати огляду залежностей наведені для теплого (табл. 1) та аналогічно холодного періодів року, з різницею в функціональності опалення, яке взимку функціонує повністю або частково [5].

Табл. 1 – Залежність функціональності керованих органів системи мікроклімату від критерію мікроклімату в теплу пору року

Вхідні критерії	Оцінка вхідних критеріїв	Опалення та підігрів	Вентиляція	Зволоження повітря	Полив	Досвічування	Защогорювання	Підживлення вуглекислим газом
Температура внутрішнього повітря	О	нФ	чФ	чФ	–	–	чФ	–
	В	нФ	Ф	Ф	–	–	Ф	–
Вологість внутрішнього повітря	Н	нФ	нФ	Ф	Ф	–	Ф	–
	О	нФ	чФ	нФ	Ф	–	чФ	–
	В	нФ	Ф	нФ	чФ	–	нФ	–
Рівень вуглекислого газу	Н	нФ	чФ	–	–	нФ	чФ	Ф
	О	нФ	чФ	–	–	чФ	чФ	чФ
	В	нФ	Ф	–	–	чФ	нФ	нФ
Температура ґрунту	О	нФ	чФ	чФ	чФ	–	чФ	–
	В	нФ	чФ	нФ	Ф	–	Ф	–
Вологість ґрунту	Н	нФ	чФ	Ф	Ф	–	Ф	–
	О	нФ	чФ	чФ	чФ	–	чФ	–
	В	нФ	Ф	нФ	нФ	–	нФ	–
Природна освітленість	Н	нФ	–	–	–	Ф	нФ	нФ
	О	нФ	–	–	–	чФ	чФ	чФ

Описані в таблиці 1 стани функціональності керованих органів системи мікроклімату зазвичай працюють комплексно для оптимізації параметрів середовища у випадку їх відхилення від оптимального значення, тому для подальшого дослідження необхідно здійснити математичне моделювання тепловологісних процесів в приміщенні теплиці для підбору режимів роботи керованих органів з найоптимальнішим економічним ефектом.

### Висновок

Досліджено види систем керування мікрокліматом в теплицях, наведено їх функціональні складові та роль людини в процесі керування мікрокліматом. Проаналізовано існуючі системи управління мікрокліматом з рівнями їх автоматизації. Наведено характеристики роботи керованих частин систем мікроклімату при оптимальних параметрах внутрішнього середовища та їх відхиленнях від нормованих значень.

Подальшому дослідженню підлягає розробка принципової схеми клімат-контролю на основі обробленого матеріалу, дослідження та приміщення режимів роботи керованих органів клімат-контролю на базі рівнянь тепловологісних процесів не лише в якісній, а і в кількісній характеристиці процесів при змінних параметрах зовнішнього середовища.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бадяка О. В. Принципи та методи підвищення енергоефективності споруд закритого ґрунту// Матеріали науково-технічної конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2020)» ВНТУ, Вінниця, – Електрон. текст. дані. – 2020.
2. Семенов В.Г. Компьютерное моделирование при исследовании системы управления микроклиматом теплицы / Семенов В.Г., Алейникова Е.А. // Современные наукоемкие технологии. – 2007.
3. Деменков, Н.П. Системы автоматического управления на основе программируемых логических контроллеров. Schneider Electric. 2006. – 310с.
4. Верховцев Ф. Сільськогосподарські джерела енергії [електронний ресурс] / Ф. Верховцев. – Режим доступу: <https://goo.gl/xSprBo>.
5. Сабо А. Г. Адаптивна система з використанням нечіткої логіки для побудови моделі теплиці як об'єкта управління температурним режимом / А. Г. Сабо // Наук. вісн. ТДАТУ. – 2011. – Вип. 1. – Т. 2.
6. Білоконь Т. М. Економічні аспекти впровадження енергозберігаючих технологій на підприємствах закритого ґрунту / Т. М. Білоконь // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2012. – №1 (56). – Т 2.

**Бадяка Олег Володимирович** – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleg.badyaka@ukr.net

Науковий керівник: **Панкевич Ольга Дмитрівна** – к. т. н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Oleh Badiaka V.** – student group TH-18m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleg.badyaka@ukr.net

Supervisor: **Olha D. Pankevich** – PhD, docent, Engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.