



УДК 631.234:628.8

DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-25

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ТЕПЛИЦІ

Діордієв В. Т., д.т.н.,

Кашкар'єв А. О., к.т.н.,

Діордієв О. О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

E-mail: diovlatr@ukr.net

Тел.: +38(067)-761-57-21

Анотація – У статті вирішується проблема прийняття рішень у задачах моніторингу та керування температурно-вологісним режимом споруди закритого ґрунту на основі стаціонарно встановлених датчиків. Виділено два принципи моніторингу розподілених параметрів мікроклімату у спорудах закритого ґрунту: на основі точкових вимірювань стаціонарно встановленими датчиками, на основі мобільних електротехнічних вимірювальних комплексів. Акцентована увага на ролі інформаційних технологій для визначення поточних та прогнозних значень контрольованих параметрів мікроклімату методами математичного моделювання. Аналіз доробку вітчизняних і закордонних вчених дозволив запропонувати систему моніторингу та управління параметрами мікроклімату, яка реалізує два принципи управління: децентралізований та централізований. Збір даних базується на статистичній оцінці математичного очікування вибірки показань датчиків, які вимірюють однотипні параметри, але мають різне розташування. Реалізація прийняття рішення спирається на програмований-логічний контролер або комп'ютером на основі обробки даних про значення температури (вологості) - у кожній із умовних зон об'єкту. Критерієм вибору регульовальних дій є отримання значення дисперсії. Значення критерію визначається з урахуванням особливостей споруди закритого ґрунту та технологічного процесу: матеріал укриття, внутрішній об'єм, етап технологічного процесу, спосіб реалізації опалення.

Ключові слова – мікроклімат, теплиця, автоматична система керування, розподілені дані, Arduino.

Постановка проблеми. Врожайність тепличних культур суттєво залежить від параметрів мікроклімату, який на ранніх етапах розвитку рослин може суттєво їх пошкодити та сприяти розвитку хвороб [1]. Тому створення оптимального мікроклімату у теплицях, парниках та інших спорудах закритого ґрунту є необхідною умовою для забезпечення високої якості врожаю [2]. Крім того, дотримання параметрів мікроклімату має вагомий вплив на строк експлуатації будівель і технологічного обладнання, забезпечуються умови праці

обслуговуючого персоналу. Але при розробці систем мікроклімату слід враховувати притаманні їм певні особливості[1, 3]:

1) залежність основних параметрів (температури, вологості, швидкості руху повітря і т.п.) від зовнішніх та внутрішніх впливів, які змінюються як на протязі доби, так і в різні періоди року;

2) наявність технологічного зв'язку систем мікроклімату із біологічними об'єктами.

3) розосередженість у широких межах параметрів, які контролюються і регулюються як по об'єму, так і у часі.

Наведені особливості знаходять своє відображення у формуванні концепції та структури сучасної автоматичної системи керування (АСК) параметрами температурно-вологісного режиму [3].

Тому, враховуючи складність процесу оптимізації мікроклімату, обумовлену наявністю багатьох збурюючих впливів і необхідністю безперервного контролю і управління об'єктом, ефективне функціонування таких систем можливо лише при їх автоматизації.

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні можна виділити два принципи моніторингу розподілених параметрів мікроклімату у спорудах закритого ґрунту: на основі точкових вимірювань стаціонарно встановленими датчиками [2], на основі мобільних електротехнічних вимірювальних комплексів [4]. Також слід акцентувати увагу на впровадженні інформаційних технологій для отримання визначення поточних та прогнозних значень контрольованих параметрів мікроклімату методами математичного моделювання [5].

У результаті аналізу доробку вітчизняних[1, 2, 5] і закордонних [4] вчених, нами запропонована система моніторингу та управління параметрами мікроклімату, яка реалізує два принципи управління: децентралізований та централізований. Оскільки така АСК має спрощену структуру, то її можна використати для моніторингу і управління мікрокліматом у тепличних господарствах сімейного типу (рис. 1).

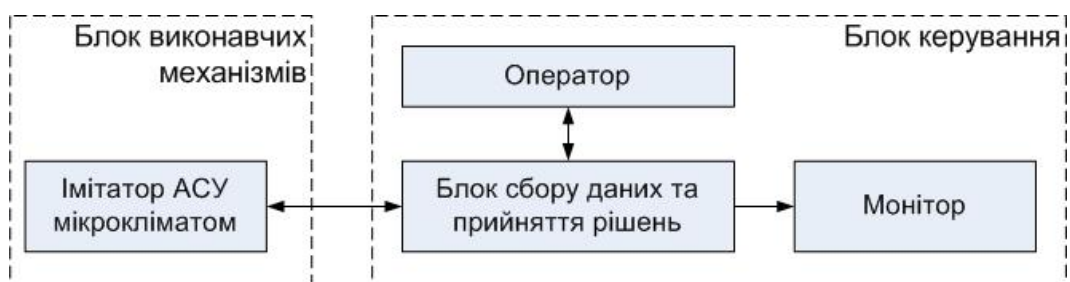


Рис.1. АСК мікрокліматом. Схема структурно-функціональна.

Формулювання цілей статті. Розробка алгоритму прийняття рішень у задачах керування та моніторингу за температурно-вологісним режимом споруди закритого ґрунту на основі стаціонарно встановлених датчиків.

Основні матеріали дослідження. Принцип керування обирається автоматично програмованим-логічним контролером або комп'ютером на основі обробки даних про значення температури (вологості) - у кожній із умовних зон приміщення. Критерієм вибору способу регулювання є отримання значення дисперсії (D^2), що визначається по одній з формул [6]:

$$D^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})^2, \text{ або } D^2 = \frac{1}{N-1} \left[\sum_{i=1}^N T_i^2 - N \cdot \bar{T}^2 \right],$$

де N - число зон приміщення (у нашому випадку $N=5$);

T_i, \bar{T} - значення температури відповідно у кожній з зон та в середньому по приміщенню.

Критеріальне значення визначається з урахуванням особливостей споруди закритого ґрунту: матеріал укриття, внутрішній об'єм, етап технологічного процесу, спосіб реалізації опалення. Вибір принципу управління здійснюється комп'ютером за певним алгоритмом (рис. 1). Такий підхід дозволяє формалізувати задачі моніторингу на базі бюджетних засобів автоматизації (Arduino, TexasInstruments, ST).

Розроблена АСК мікрокліматом на базі Arduino здійснює моніторинг температури і вологості за допомогою вимірювальних перетворювачів в кожній із п'яти умовних зон приміщення. Система відображає стан та дозволяє імітації управління системи опалення, вентиляції і зволоження.

Приймаємо, що система опалення складається з електрокалорифера. Система вентиляції містить 10 витяжних і один нагнітальний вентилятор. При перевищенні допустимих значень параметрів система переходить в аварійний режим.

Автоматизована система моніторингу і управління мікрокліматом призначена для дискретного контролю вологості і температури в різних точках приміщення, оперативної обробки одержаної інформації і формування керуючих впливів на об'єкт з метою підтримання оптимального мікроклімату. Лабораторна установка складається з п'яти основних модулів, найменування і функціонування схеми з'єднання яких представлені на рис. 2.

Імітатор АСК мікрокліматом використовується для налагодження стенду та відображення стану таких елементів системи: електрокалорифер, нагрівачі, вентилятори, форсунки зволоження, робота датчиків температури та вологості (рис. 3).

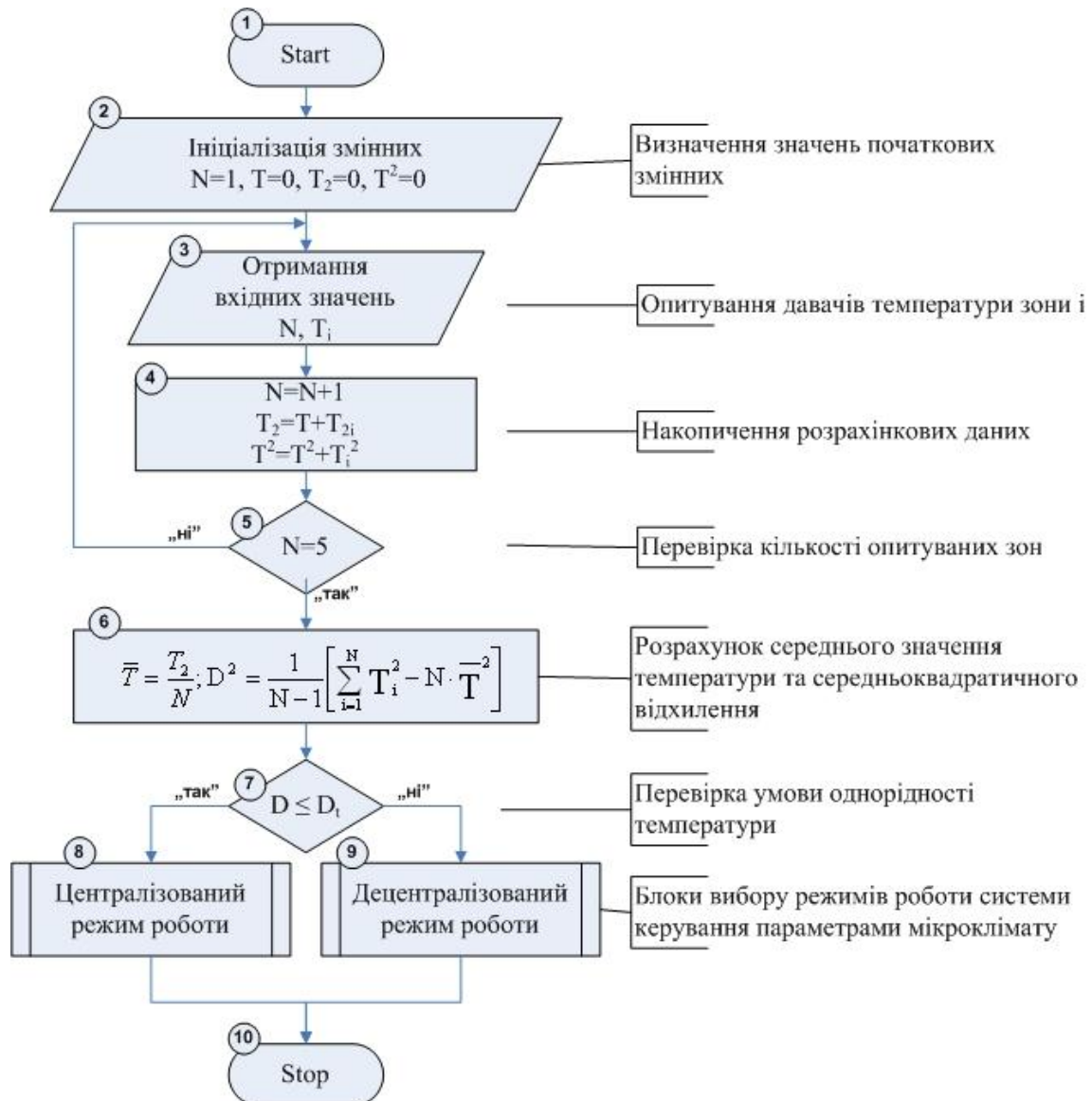


Рис. 2. Блок-схема алгоритму обґрунтування вибору принципу управління мікрокліматом

Імітатор виготовлений у вигляді закінченого функціонального блоку. На його панелі управління розміщені потенціометри, які імітують роботу датчиків температури і вологості в зонах приміщення, а також дозволяють задати початкові значення параметрів мікроклімату та моделювати різні ситуації у ході роботи системи (рис. 3). На цій панелі управління є система сигналізації виконана у вигляді трьох світлодіодів, що показують централізований, децентралізований та аварійний режими роботи. При децентралізованому режимі управління приміщення умовно розбивається на 5 секторів перегородками, позначеними зеленими світлодіодами. Також за допомогою світлодіодів показується робота силового електрообладнання і послідовність опитування датчиків температури та вологості.

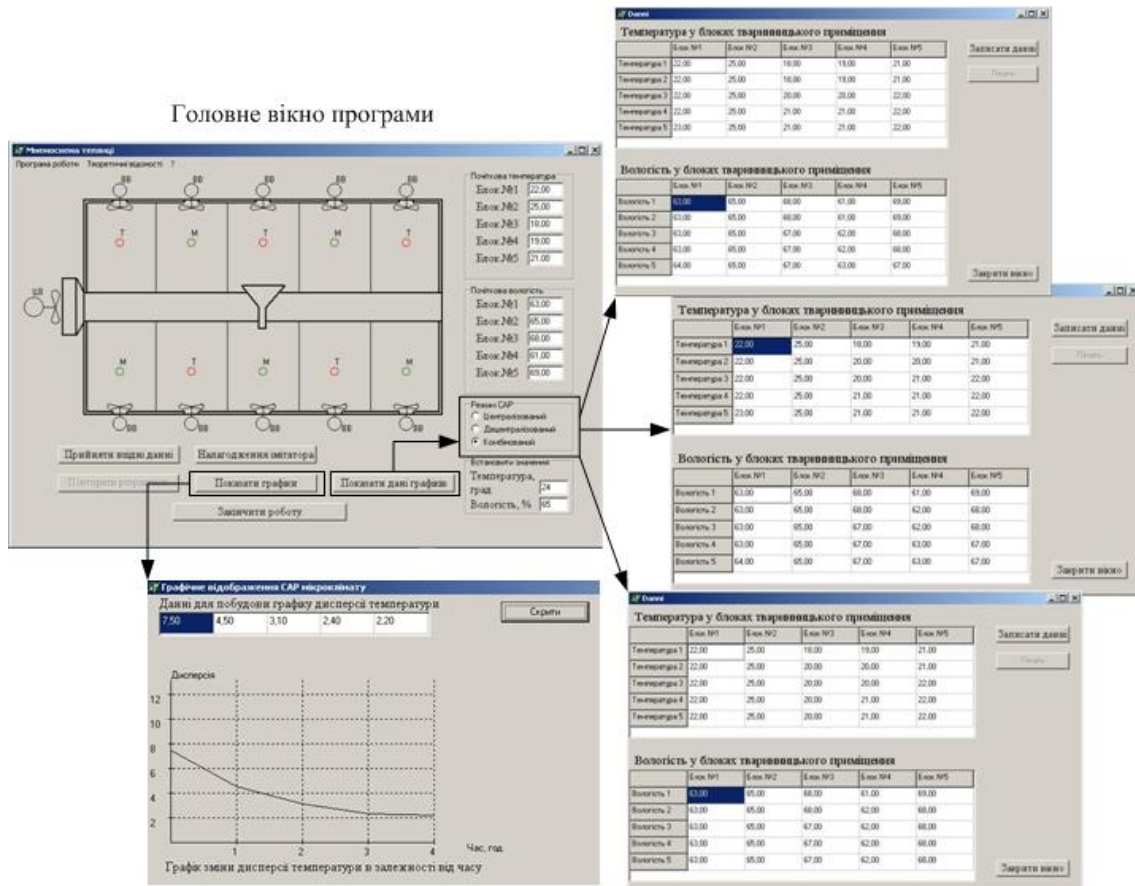


Рис. 3. Робоче вікно програми по налагодженню АСК

Роботою імітатора керує електротехнічний комплекс на основі Arduino (рис. 4), програмне забезпечення якого дозволяє реалізувати функціонування АСУ мікрокліматом у наступних режимах: централізованому, децентралізованому, аварійному.

Оператор за допомогою регуляторів на панелі управління імітатора АСК мікрокліматом має змогу моделювати різноманітні температурні та вологісні режими в приміщенні.

Основними засобами відображення інформації про функціонування автоматизованого об'єкту є імітатор, дисплей і кольоровий графічний термінал (КГТ). Друк даних, передбачених програмою управління об'єктом здійснюється за допомогою принтера та виводиться у файл формату Word та Excel. Зв'язок з Arduino здійснюється через COM-порт.

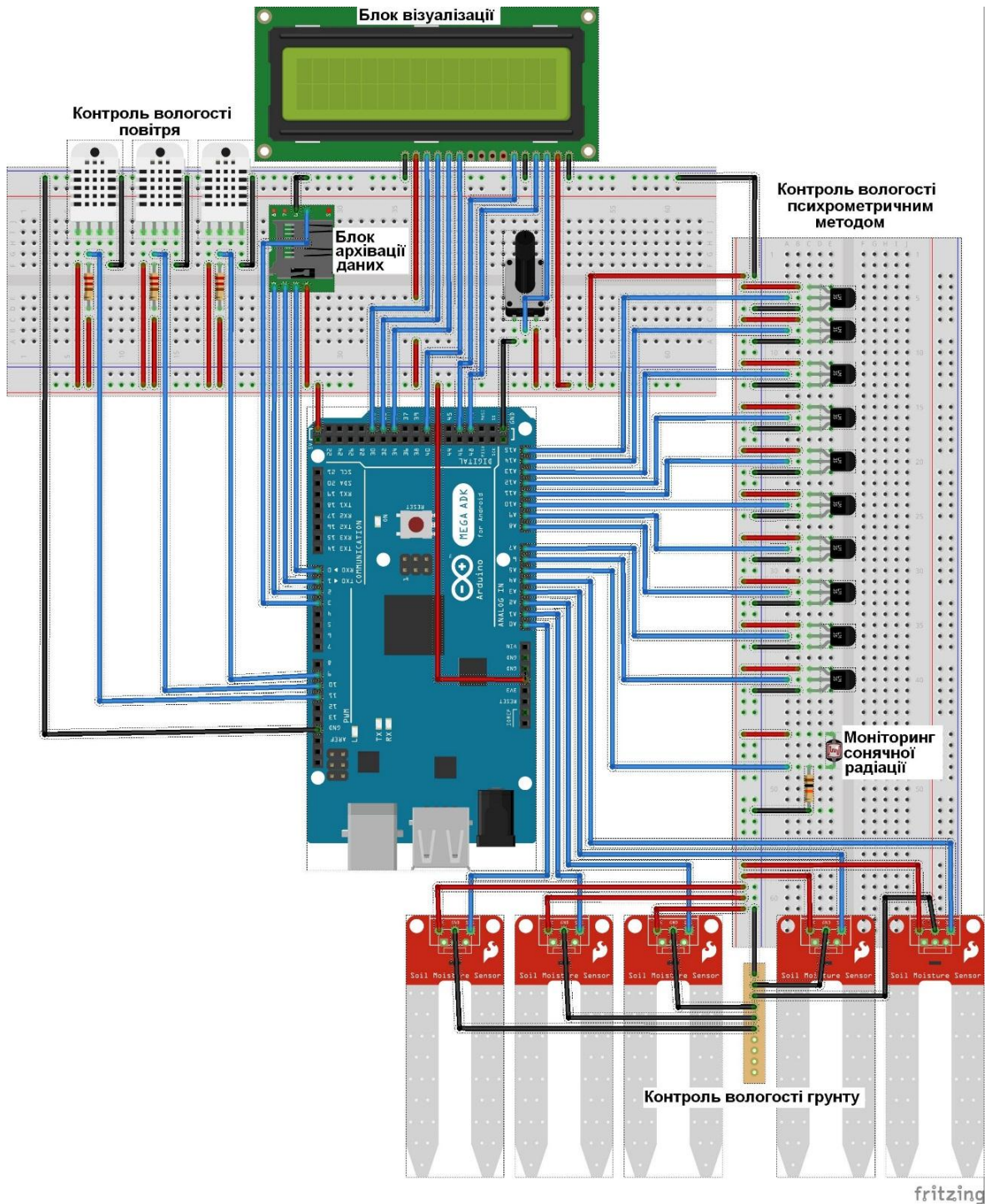


Рис. 4. Система моніторингу розподілених параметрів мікроклімату теплиці на базі Arduino

Вмикання лабораторної установки у мережу здійснити у такій послідовності: комп'ютер, завантаження програми, імітатор АСК, подається живлення на Arduino. При завантаженні програми на екрані монітору з'явиться діалогове вікно, за яким виконується лабораторна робота (рис.2).



Для встановлення потрібних значень температури і вологості у кожній з п'яти зон приміщення, за допомогою відповідних задатчиків, розташованих на панелі управління імітатора, встановити необхідні значення температури і вологості у кожній з п'яти зон приміщення.

Наприклад, з врахуванням вище допустимих діапазонів коливань параметрів мікроклімату, після погодження з викладачем, встановити наступні, наведені у таблиці 1, значення температури і вологості за зонами.

Для знаходження значення дисперсії необхідно натиснути кнопку "Показати графіки". На моніторі з'явиться вікно на якому буде відображено значення дисперсії температури та побудований графік залежності значення дисперсії температури від часу.

Для одержання результатів моделювання, необхідно натиснути "Показати данні".

Після обробки програми одержати роздрук з програмованого контролера і побудувати залежності

$$T_i=f(t), \quad W_i=f(t), \quad N_i\%=f(t),$$

- де T_i , W_i - поточні значення стосовно температури і вологості з п'яти зон приміщення (надаються в роздруці);
 N_i - відсоток потужності, що використовується двигунів вентиляторів (записати з екрана мікроЕОМ);
 t - поточне значення часу (зчитується з таймеру дисплея або вимірюється циклами опитування датчиків).

Збір даних базується на статистичній оцінці математичного очікування вибірки показань датчиків, які вимірюють однотипні параметри, але мають різне розташування.

Висновки. Реалізація прийняття рішення спирається програмований-логічний контролер або комп'ютером на основі обробки даних про значення температури (вологості) - у кожній із умовних зон об'єкту. Критерієм вибору регулювальних дій є отримання значення дисперсії. Критеріальне значення визначається з урахуванням особливостей споруди закритого ґрунту: матеріал укриття, внутрішній об'єм, етап технологічного процесу, спосіб реалізації опалення.

Література

1. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М.: КолосС, 2004. – 344 с.
2. Решетюк В. М. Вимірювальний електротехнічний комплекс для моніторингу параметрів біометричного стану рослини та мікроклімату в теплиці / В. М. Решетюк, Т. І. Лендел, Б. В. Куляк // Вісник Харківського національного технічного університету



сільського господарства імені Петра Василенка / ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2016. – Вип. 176. – С. 51-53.

3. Діордієв В. Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК : навчальний посібник/ В. Т. Діордієв. – Сімферополь: Доля, 2004. – 138 с.

4. Martinovic, G., Simon J. (2014). Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobile measuring station. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 70-71, 61-70. doi.org/10.1016/j.njas.2014.05.007

5. Сабо А. Г. Імітаційне моделювання роботи енергоощадної САУ опроміненням рослин [Електронний ресурс] / А. Г. Сабо, О. М. Речина // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ. – Мелітополь, 2017. – Вип. 7, т. 1. – С. 212-218. – Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/V7T1.html>

6. Опря А. Т. Математична статистика / А. Т. Опря. – К.: Урожай, 1994. – 208 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ТЕПЛИЦЕ

Диордиев В. Т., Кашкарёв А. А., Диордиев А. А.

Аннотация

В статье рассмотрена проблема принятия решений в задачах мониторинга и управления температурно-влажностным режимом сооружения закрытого грунта на основе стационарно установленных датчиков. Выделены два принципа мониторинга распределенных параметров микроклимата в сооружениях закрытого грунта: на основе точечных измерений стационарно установленными датчиками, на основе мобильных электротехнических измерительных комплексов. Акцентировано внимание на роли информационных технологий для определения текущих и прогнозных значений контролируемых параметров микроклимата методами математического моделирования. Анализ работ отечественных и зарубежных ученых позволил предложить систему мониторинга и управления параметрами микроклимата на основе бюджетных средств автоматизации, которая реализует два принципа управления: децентрализованный и централизованный. Сбор данных базируется на статистической оценке математического ожидания выборки показаний датчиков, которые измеряют однотипные параметры, но имеют различное расположение. Реализация принятия решения опирается на программируемый логический контроллер или компьютер на основе обработки данных о значении температуры (влажности) - в каждой из условных зон объекта. Критерием выбора регулировочных действий является получение значения дисперсии. Критериальное значение определяется с учетом особенностей сооружения закрытого грунта: материал укрытия, внутренний объем этап технологического процесса, способ реализации отопления.



AUTOMATED MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR MICROCLIMATE OF THE GREENHOUSE

V. Diordiiev, A. Kashkarov, A. Diordiiev

Summary

The article deals with the problem of decision making in the tasks of monitoring and controlling the temperature and humidity conditions of a greenhouse based on permanently installed sensors. Two principles of monitoring the distributed parameters of the microclimate in greenhouses are highlighted: on the basis of point measurements by permanently installed sensors, on the basis of mobile electrical measuring systems. Attention is focused on the role of information technology to determine the current and predicted values of the monitored microclimate parameters using mathematical modeling methods. Analysis of the work of domestic and foreign scientists has allowed to offer a system for monitoring and managing microclimate parameters based on budgetary automation tools, which implements two management principles: decentralized and centralized. Data collection is based on a statistical evaluation of the expectation of a sample of sensor readings, which measure parameters of the same type, but have different locations. Decision making is based on a programmable logic controller or a computer based on processing data about the temperature (humidity) value - in each of the object's conditional zones. The criterion for choosing adjustment actions is to obtain the value of the variance. The criterion value is determined taking into account the peculiarities of the construction of a greenhouse: the shelter material, the internal volume of the process stage, the method of heating.

Keywords: microclimate, greenhouse, automatic control system, distributed data, Arduino.