

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інформаційних електронних систем
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**«БЕЗПРОВІДНИЙ ЗАСІБ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У
ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ»**

Виконав: студент 4-го курсу, групи КІВТ-206
спеціальності 152 - Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Радзіх В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., доц. каф. ІРТС

Дудатьєв І.А.
(прізвище та ініціали)

«14» 06 2024 р.

Рецензент: доц. каф. БМІОЕС, к.т.н., доц.

Тужанський С.Є.
(прізвище та ініціали)

«14» 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІРТС

Осадчук О.В.
(прізвище та ініціали)

«14» 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем
Рівень вищої освіти І-й (бакалаврський)
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Спеціальність 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
Освітньо-професійна програма Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри ІРТС
 д.т.н. проф. Осадчук О.В.
14.06.2024 року

З А В Д А Н Н Я **НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Радзіху Вадиму Олеговичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Безпроводний засіб контролю температури у промислових теплицях

керівник роботи к. т. н. доц., Дудатьєв І.А.,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «11» 03 2024 року № 80

2. Строк подання студентом роботи 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Метод вимірювання – безпроводний. Параметр вимірювання – температура. Додатковий параметр вимірювання – вологість. Об'єкт контролю температури – промислові теплиці.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Мікроклімат промислових теплиць як об'єкт дослідження. Методи і засоби вимірювання параметрів мікроклімату у промислових теплицях. Розробка системи контролю параметрів мікроклімату у промисловій теплиці. Синтез апаратної частини системи контролю температури у промисловій теплиці з системою OPEN REMOTE. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) ПЛК VIPA 200V. Модуль прийому інформаційного електричного сигналу. Інтерфейс RS-232. Кабель для завантаження програми у ПЛК VIPA 200V. Програмне забезпечення WinPLC7 для ПЛК VIPA 200V. Схема руху повітряних мас всередині промислової теплиці. Схема промислової теплиці

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Основна частина	доцент кафедри ІРТС к.т.н. доц., Дудатьєв ІА.		

7. Дата видачі завдання 14.03.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прийматка
1.	Вибір, узгодження та затвердження теми БДР	14.02.2024-28.02.2024	
2.	Огляд та аналіз літературних джерел.	01.03.2024-23.03.2024	
3.	Затвердження теми. Розробка завдання на БДР.	20.03.2024-31.03.2024	
4.	Попередня розробка основних розділів. Аналіз шляхів вирішення поставленої задачі.	01.04.2024-15.05.2024	
5.	Математичне моделювання. Розробка структурної схеми.	16.05.2024-20.05.2024	
6.	Розробка графічної частини БДР	21.05.2024-28.05.2024	
7.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини.	28.05.2024-06.06.2024	
8.	Нормоконтроль	07.06.2024-09.06.2024	
9.	Попередній захист БДР, доопрацювання, рецензування БДР	10.06.2024-14.06.2024	
10.	Захист БДР ЕК	18.06.2024	

Студент


 (підпис)

Радзих В.О.

Керівник роботи


 (підпис)

Дудатьєв І.А.

АНОТАЦІЯ

Радзіх В.О. Безпроводний засіб контролю температури у промислових теплицях. Бакалаврська дипломна робота. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 61 с. На українській мові. Бібліогр.: 15 назв; табл.: 1; рис. 43.

Дана бакалаврська дипломна робота присвячена розробці безпроводного засобу контролю температури у промислових теплицях. Основною метою роботи є створення надійного та ефективного інструменту, який дозволить моніторити та керувати температурним режимом у промислових умовах з використанням бездротових технологій.

У процесі розробки проведено аналіз існуючих систем контролю температури та їхніх переваг та недоліків. На основі цього аналізу була розроблена концепція безпроводного засобу контролю температури, яка передбачає використання сучасних сенсорів та мікроконтролерів для забезпечення точності та надійності вимірювань.

Створений безпроводний засіб контролю температури може бути використаний у промислових теплицях для автоматизації процесів регулювання температурного режиму, що сприятиме оптимізації виробничих процесів та підвищенню врожайності. Розроблено програмне забезпечення для збору, обробки та візуалізації даних з безпроводних сенсорів.

Отримані результати можуть бути використані для подальшого вдосконалення та розробки систем моніторингу та управління у промислових теплицях з метою підвищення їхньої продуктивності та ефективності.

Ключові слова: температура, засіб вимірювання, сенсор, функція перетворення, статична характеристика.

ABSTRACT

Radzih V.O. Wireless means of temperature control in industrial greenhouses. Bachelor thesis. – Vinnytsia: VNTU, 2024. – 61 p. In Ukrainian language. Bibliography: 15 titles; table: 1; Fig. 43.

This bachelor's thesis is dedicated to the development of a wireless temperature control system for industrial greenhouses. The main goal of the work is to create a reliable and efficient tool that allows monitoring and controlling the temperature regime in industrial conditions using wireless technologies.

During the development process, an analysis of existing temperature control systems and their advantages and disadvantages was conducted. Based on this analysis, a concept of a wireless temperature control system was developed, which involves the use of modern sensors and microcontrollers to ensure the accuracy and reliability of measurements.

The created wireless temperature control system can be used in industrial greenhouses to automate processes of regulating the temperature regime, which will contribute to the optimization of production processes and increase in crop yield. Software has been developed for data collection, processing, and visualization from wireless sensors.

The obtained results can be utilized for further improvement and development of monitoring and control systems in industrial greenhouses with the aim of increasing their productivity and efficiency.

Keywords: temperature, measuring device, sensor, conversion function, static characteristic.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 МІКРОКЛІМАТ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЬ ЯК ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Параметри мікроклімату теплиці.....	9
1.2 Засоби та методи підтримки температурного режиму у промислових теплицях	11
1.3 Засоби та методи підтримки вентиляційного режиму у промислових теплицях	13
1.4 Висновки до розділу 1	17
2 МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ	18
2.1 Методи та прилади для вимірювання параметрів мікроклімату у промислових теплицях.....	18
2.2 Пристрої для вимірювання температури	22
2.3 Прилади для визначення вологості повітря у промислових теплицях...	34
2.4 Висновки до розділу 2.....	37
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ.....	38
3.1 Класифікація негативних мікрокліматичних факторів.....	38
3.2 Допустимі параметри мікроклімату у промислових теплицях	39
3.3 Метрологічне забезпечення системи контролю параметрів мікроклімату у промисловій теплиці	40
3.4 Висновки до розділу 3.....	44
4 СИНТЕЗ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ З СИСТЕМОЮ OPEN REMOTE	45
4.1 Огляд та аналіз автоматизованих систем керування теплицею.....	45
4.2 Висновки до розділу 4.....	51
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
Додаток А (обов’язковий) Ілюстративний матеріал	54
Додаток Б (обов’язковий) Протокол перевірки роботи	58

ВСТУП

Актуальність.

Вирощування рослин у промислових теплицях вимагає постійного контролю температурного режиму, щоб забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку культурних рослин. Ефективне управління температурою грає вирішальну роль у забезпеченні якості та кількості врожаю. Для досягнення цього необхідно мати доступ до надійної системи контролю температури, яка забезпечує швидкий відгук на зміни середовища та надійно функціонує у промислових умовах.

Ця бакалаврська дипломна робота присвячена розробці безпроводного засобу контролю температури у промислових теплицях з використанням сучасних технологій бездротового зв'язку. Основною метою роботи є створення ефективного інструменту, який дозволить моніторити та керувати температурним режимом у промислових умовах, сприяючи оптимізації виробничих процесів та підвищенню врожайності.

Актуальність даної теми полягає в низці причин:

Підвищення виробничої ефективності: Вирощування рослин у промислових теплицях стає все більш важливим для забезпечення продовольчої безпеки та вирішення глобальних проблем у сфері харчування. Ефективний контроль температурного режиму може значно підвищити врожайність та якість продукції.

Зменшення витрат енергії: Правильне керування температурним режимом дозволяє зменшити витрати енергії, оскільки ресурси використовуються більш ефективно. Це має важливе значення з економічної та екологічної точок зору.

Використання передових технологій: Розвиток бездротових технологій і Інтернету речей (ІоТ) створює нові можливості для моніторингу та керування умовами у промислових об'єктах, включаючи теплиці.

Автоматизація процесів: Застосування безпроводних засобів контролю температури дозволяє автоматизувати процеси управління, звільняючи людські ресурси для виконання більш складних завдань.

Отже, розробка безпроводного засобу контролю температури у промислових теплицях має велике значення з точки зору підвищення ефективності вирощування рослин, економії ресурсів та застосування передових технологій.

Метою роботи є розробка безпроводного засобу контролю температури у промислових теплицях.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформульовані та вирішені такі задачі:

- метрологічний аналіз засобів контролю температури;
- класифікація сенсорів температури;
- розробка безпроводного засобу контролю температури у промислових теплицях.

Об'єктом дослідження в роботі є процес вимірювального контролю температури безпроводним методом.

Предметом дослідження є методи та засоби, які можна застосувати при побудові безпроводного засобу контролю температури у промислових теплицях.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених задач в роботі були використані методи теорії вимірювального контролю, математичної статистики та теорії випадкових процесів, які були використані для обробки експериментальних результатів, комп'ютерного моделювання, теорії вимірювань, похибок вимірювань та технічного контролю використовувались для визначення вірогідності контролю.

Практичне значення одержаних результатів.

У роботі отримані такі практичні результати:

1. Автоматизація контролю температури дозволяє підтримувати оптимальні умови для росту рослин без постійного втручання людини;
2. Можливість швидкої адаптації до змін погодних умов;

3. Ефективніше використання ресурсів, таких як вентилятори та обігрівачі;

4. Можливість моніторингу та керування температурою з будь-якого місця за допомогою мобільного додатку або комп'ютера.

Особистий внесок здобувача.

Основні положення та результати, що представлені в роботі, одержані автором самостійно.

1 МІКРОКЛІМАТ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЬ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Параметри мікроклімату теплиці

Мікроклімат – це кліматичні умови в обмеженому просторі (наприклад, кімнаті, камері або землі), які можуть відрізнятися від навколишнього клімату. Мікроклімат залежить від багатьох факторів, таких як температура повітря, вологість, швидкість руху повітря, освітленість тощо.

Залежно від використання приміщення потреба в забезпеченні оптимального мікроклімату може змінюватися. Наприклад, у теплиці оптимальний мікроклімат повинен забезпечувати комфортні умови для вирощування культур, тобто бути достатньо теплим, вологим і чистим.

Скрізь, де є промислові теплиці чи виробничі приміщення, важливо забезпечити оптимальний мікроклімат для забезпечення здоров'я, комфорту та продуктивності працівників. Наприклад, оптимальна температура повітря в теплиці зазвичай становить від 21°C до 23°C (для певного типу культур), вологість повітря повинна бути від 40% до 60%, а швидкість повітряного потоку не повинна перевищувати 0,25 м/с.

На виробничих майданчиках можуть пред'являтися особливі вимоги до мікроклімату в залежності від виробничого процесу, що здійснюється. Наприклад, у деяких типах теплиць необхідно забезпечити високу вологість повітря, щоб уникнути висихання культур що там вирощуються або зберігаються. У приміщеннях хімічної обробки необхідно забезпечити низьку вологість і високу вентиляцію повітря, щоб забезпечити безпеку працівників і уникнути виникнення пожеж.

До основних факторів, що впливають на мікроклімат у теплиці, відносяться:

- Температура - змінюється в залежності від сезону, часу доби та умов виробництва;

- Вологість повітря – впливає на здоров'я та комфорт працівників, а також на якість продукції та матеріалів;
- Швидкість руху повітря - може забезпечити охолодження або нагрівання повітря, а також знизити концентрацію шкідливих речовин у повітрі;
- Освітлення – може впливати на настрій співробітників, візуальне сприйняття, продуктивність і здоров'я. Недостатнє або надмірне освітлення може викликати напругу очей, головний біль, роздратування, стрес;
- Склад повітря. Наявність шкідливих речовин у повітрі може мати негативний вплив на здоров'я працівників і якість продукції та матеріалів.
- Акустичний комфорт – рівень шуму в приміщенні може вплинути на здоров'я та концентрацію співробітників;
- Радіаційний фон – наявність радіації на ділянці може бути шкідливою для здоров'я працівників;
- Іонізація повітря – присутність іонів у повітрі може мати позитивний вплив на здоров'я та настрій працівників.

Усі ці фактори взаємодіють, впливаючи на здоров'я та працездатність працівників, які працюють у відповідних мікрокліматах. Тому важливо забезпечити оптимальний мікроклімат у приміщеннях промислових теплиць для забезпечення здоров'я та комфорту працівників і підвищення продуктивності.

Для забезпечення оптимального мікроклімату на виробництві можна використовувати спеціальні системи вентиляції, кондиціонування та очищення повітря. Ці системи регулюють температуру, вологість і швидкість повітря, фільтрують шкідливі речовини в повітрі.

Підтримка оптимального мікроклімату в теплиці важлива не тільки для здоров'я та комфорту працівників, але й для підвищення продуктивності врожаю культур. Недостатня вологість і погана якість повітря можуть

вплинути на концентрацію та продуктивність. Тому важливо забезпечити оптимальні мікрокліматичні умови на всіх виробничих ділянках.

1.2 Засоби та методи підтримки температурного режиму у промислових теплицях

Електричне опалення промислових теплиць можна розділити на два основних типи: пряме електричне опалення та водяне опалення, при якому теплоносієм нагрівається за допомогою електрики, а потім по системі транспортується до радіаторів.

Конвекційне опалення. Конвекційне опалення засноване на принципі природного повітрообміну, коли холодне повітря опускається, а теплі піднімаються. Тихо працюючий агрегат безперервно нагріває охолоджене повітря, створюючи тим самим комфортну температуру. Конвектори працюють без участі людини, безпечні і не потребують нагляду. Автоматична робота забезпечується термостатом, який підтримує задану температуру в приміщенні. За допомогою конвекторів можна створити єдину автономну систему і доповнити її централізованим управлінням.

Електричні конвектори використовують кілька видів обігріву. елемент. це:

- Абажур (трубчастий електронагрівач);
- Нитка розжарювання;
- Ніхромовою спіраль.

Перевага:

- Демократична ціна;
- Простота установки та експлуатації;
- ККД близько 95%;
- Швидко нагрівається;
- Тиха робота.

Інфрачервоний електричний обігрів. Інфрачервоні електричні обігрівачі в квартирах нагрівають не повітря, а предмети і людей в теплиці. На роботу інфрачервоних випромінювачів не впливають протяги і відкриті вікна, вони не сушать повітря і не спалюють в ньому кисень. Підлогові та стельові радіатори ідеально підходять для автономного опалення, з їх допомогою ви отримуєте економний зонний обігрів, який забезпечує максимально комфортну температуру для кожної зони приміщення.

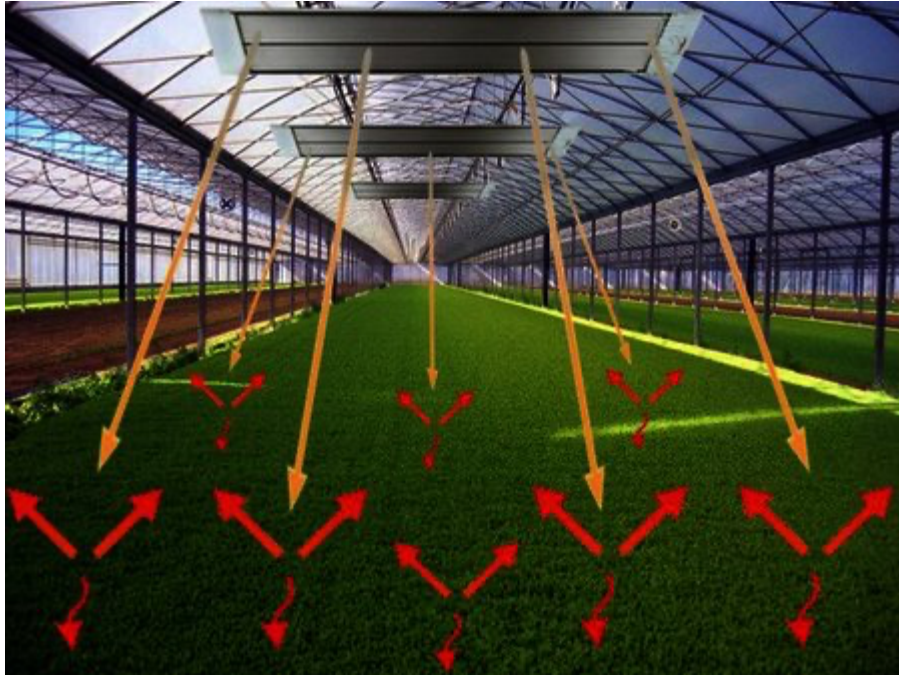


Рисунок 1.1 – Принцип роботи інфрачервоного обігрівача

Переваги інфрачервоного опалення:

- Швидкий обігрів приміщення;
- Висока стійкість до стрибків напруги, що ідеально підходить для промислових теплиць за межами великих міст;
- Не пересушують повітря;
- Простота монтажу - не потрібні спеціальні навички та інструменти;
- Дуже економний.

Масляний радіатор. Нагрівання повітря відбувається за допомогою масляно-електричних радіаторів за рахунок теплового корпусу металевого приладу. Кожен радіатор цього типу має всередині ТЕН, який розігріває

мінеральне масло в батареї. Найбільш ефективно працюють комбіновані моделі, які поєднують масляний обігрівач і тепловентилятор. У теплицях цей вид опалення використовується в основному для додаткового опалення та в періоди, коли основне опалення ще працює.

Переваги масляних радіаторів:

- Рівень безпеки цього виду обладнання надзвичайно високий;
- Мають тривалий термін служби, близько 3 днів без відключення радіатора;
- Тихий і займає мало місця;
- Це не дорого;
- Під час роботи не виділяється запахів (гару, пилу) ;
- Не сушить повітря в приміщенні;

З перерахованих вище приладів найбільш підходящим і дешевим для промислових теплиць є інфрачервоне опалення, яке легко монтується і легко автоматизується.

1.3 Засоби та методи підтримки вентиляційного режиму у промислових теплицях

Вентиляційна система є однією з найважливіших систем життєзабезпечення теплиці, система вентиляції інтегрована з системою опалення та кондиціонування, в цьому випадку в промисловій теплиці підтримується найбільш сприятливий і комфортний мікроклімат.

За відсутності вентиляції в закритому приміщенні буде зростати концентрація вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, що негативно позначатиметься на здоров'ї людей що працюють у теплиці, спричинятиме головний біль, сонливість, втрату працездатності. Системи вентиляції існують для вирішення цих проблем.

Природна вентиляція. Її отримують через природні системи вентиляції (в сучасних теплицях відкриваються вікна, двері і т.д., починають широко

використовуватися нові композитні матеріали та оздоблювальні матеріали - стає незручно обладнати кабінку комфортним).

Система природної вентиляції необхідна щоб свіже повітря знову надходило в теплицю їх стали обладнуватися системами штучної (механічної) припливу і витяжки.



Рисунок 1.2 – Природна вентиляція промислової теплиці

Припливна вентиляція. Припливне повітря, як правило, проходить спеціальну обробку: очищення, підігрів, зволоження тощо. За допомогою відповідного додаткового обладнання.

Переваги припливної вентиляції:

- Забезпечити ефективну подачу повітря в приміщення
- Зовнішня фільтрація повітряного потоку
- Підігрів і охолодження припливного повітря
- Допустимі рівні шуму, що дозволяють установку в промислових теплицях тощо.

Недоліки припливної вентиляції:

- Вимагає професійного розрахунку та проектування
- Великі розміри припливного пристрою.

Припливно-витяжне повітря. Оптимальним видом вентиляції є припливно-витяжна. Сама назва говорить про те, що він використовує як приплив повітря, так і витяжку. Такий тип може забезпечити необхідний мікроклімат для теплиць і промислових підприємств. Слід пам'ятати, що тільки їх збалансоване виконання принесе позитивні результати. Проектувальники врахували всю можливу циркуляцію повітряних мас у суміжних приміщеннях. В іншому випадку процес буде неконтрольованим.



Рисунок 1.3 – Принцип роботи припливно-витяжної системи вентиляції у промисловій теплиці

До видів припливно-витяжної вентиляції відносяться змішувальна і витісняюча вентиляція. Змішування відбувається безпосередньо в приміщенні. Свіже повітря надходить всередину за допомогою спеціального дифузора, змішується з повітрям, що вийшло, і разом виводиться через спеціальний клапан. Процес переміщення заснований на найпростіших законах фізики. Повітророзподільний вузол встановлюється на підлозі. Примусово чисте повітря від них піднімається і виводить використане тепле повітря через вентиляційні отвори в стелі. Цей процес створює необхідний повітрообмін.

Механічна вентиляція. Механічна вентиляція передбачає використання вентиляторів, повітрянагрівачів, пиловловлювачів та інших енерговитратних

пристроїв, призначених для переміщення повітря на значні відстані. Цей тип вентиляції використовується там, де недостатньо природної вентиляції.

Механічна вентиляція значно дорожча в порівнянні з природною.

Експлуатація за рахунок підвищеного споживання енергії та більш складного обслуговування. Однак перевага штучної вентиляції полягає в тому, що вона може переміщати чисте повітря (і видаляти брудне повітря) з локалізованої ділянки кімнати в будь-якій необхідній кількості до кількості, необхідної для цієї відстані.

Крім того, перевага цієї вентиляційної системи полягає в тому, що можна проводити різні види обробки повітря, що надходить у теплиці (очищення, обігрів, зволоження тощо), що практично неможливо при природній вентиляції.

Припливно-витяжна система цієї вентиляції контролюється обслуговуючим персоналом і може бути відключена в будь-який момент, а робота її залежить від погодних умов. З усіх цих причин штучна вентиляція більш поширена, ніж природна.

Що стосується вентиляції та кондиціонування, то найкращим вибором є припливно-витяжна система, оскільки вона постійно замінює повітря, що виходить з приміщення, очищає та нагріває повітря, коли це необхідно, а також може зволожувати повітря в заданому діапазоні. Повітряна маса вивільняється у вологий канал, тим самим вирішуючи проблему видалення конденсату. Іншою перевагою рекуперації тепла є підвищення температури припливного повітря, використання тепла відведеного повітря для економії енергії. Такий вид може забезпечити необхідний мікроклімат для промислової теплиці. Але ця система занадто дорога, а більш дешевим варіантом вентиляції є витяжна система, до якої можна підключити витяжний вентилятор і налаштувати його з функцією автоматичного включення-вимкнення. А в якості кондиціонера можна використовувати звичайний дешевий підлоговий кондиціонер, або звичайний вентилятор, підключений до контролера.

1.4 Висновки до розділу 1

Перший розділ бакалаврської роботи присвячений вивченню технічних аспектів і показників мікроклімату у промислових теплицях.

Мікроклімат – це кліматичні умови в замкнутому просторі (у випадку бакалаврської дипломної роботи даний простір це промислова теплиця), які можуть відрізнятися від навколишнього клімату. Мікроклімат залежить від багатьох факторів, таких як температура, вологість, швидкість руху повітря, сонячне світло тощо. Ці фактори будуть розглянуті в наступних розділах бакалаврської роботи.

2 МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

2.1 Методи та прилади для вимірювання параметрів мікроклімату у промислових теплицях

Міждержавний стандарт ISO 16814:2008 визначає будівельні вимоги до мікроклімату в громадських і промислових теплицях. Стандарт визначає мікроклімат в приміщенні як «стан внутрішнього середовища, що впливає на людину». Внутрішнє середовище - це переважно повітря в середині теплиці. Недаремно мікроклімат теплиці в основному характеризується температурою, вологістю і рухом повітря.

Насправді мікроклімат промислової теплиці безпосередньо впливає на людину що там працює. Якщо він «оптимальний», то людині комфортно і організм не витрачає енергію на адаптацію до зовнішніх умов. Наприклад, хороший мікроклімат виключає тепло, необхідне організму для активації його механізмів терморегуляції.

Для вимірювання параметрів мікроклімату в приміщенні використовуються різні методи та засоби. Основні параметри мікроклімату, які зазвичай вимірюють, включають температуру повітря, відносну вологість повітря, швидкість повітря, освітленість, склад повітря, рівень шуму та радіаційний фон. Деякі з найпоширеніших методів і інструментів для вимірювання параметрів мікроклімату включають:

- Термометр - вимірює температуру повітря в теплиці;
- Гігрометр – вимірює відносну вологість повітря;
- Анемометр - вимірює швидкість руху повітря;
- Люксометр - вимірює освітленість;
- Газоаналізатори - вимірюють склад повітря, особливо наявність шкідливих речовин;

- Дозиметр - вимірює фонові рівні радіації;
- Шумомір - вимірює рівень шуму в теплиці.

Щоб забезпечити точність вимірювань параметрів мікроклімату в промисловій теплиці, використовуване обладнання необхідно регулярно калібрувати та відповідати встановленим специфікаціям мікроклімату та вимогам. Рівень мікроклімату на ділянці також можна оцінити шляхом опитування працівників промислової теплиці і перевірки умов на ділянці.

Всі параметри мікроклімату можна не тільки вимірювати, але й регулювати за допомогою кліматичної техніки.

Рекомендований діапазон температур 22-25°C в теплу пору року, трохи нижче в прохолодну пору року: 24-26°C. До речі, крім прописаного ISO 16814:2008, є ще СанПіН 2.1.2.2645-10, який регламентує гігієнічні вимоги до мікроклімату промислових теплиць.

Регулювання. Якщо температура нижче комфортної, потрібен обігрівач. І навпаки, при перегріві батареї знадобиться терморегулятор, здатний значно знизити температуру в приміщенні. Для охолодження теплиці влітку можна використовувати кондиціонери. До речі обігрівач взимку замінений на кондиціонер з функцією обігріву.

Для вимірювання температури в теплиці можна використовувати різні прилади. Основними з них є термометри, які зазвичай бувають різних форм і принципів роботи.

Виміряти температуру найпростіше за допомогою ртутного термометра. Вони складаються з тонкого скла, наповненого ртуттю, яка розширюється при підвищенні температури. Цей тип термометра можна розмістити в приміщенні на підставці або підвісному пристрої.

Іншим типом термометра є електронний термометр, у якому для вимірювання температури використовується термопара або термістор. Зазвичай вони мають цифровий дисплей, який показує температуру в градусах Цельсія або Фаренгейта. Електронні термометри дуже точні та надійні.

Окрім термометрів, температуру також можна вимірювати за допомогою тепловізора — приладу, який за допомогою інфрачервоного випромінювання отримує зображення розподілу температури в кімнаті. Ці пристрої можна використовувати для виявлення точок втрати тепла в будівлях, наприклад, де тече теплова енергія.

Незалежно від того, який тип термометра ви використовуєте для вимірювання температури, важливо дотримуватися правил його розміщення в теплиці. Термометр слід розміщувати на відстані не менше 1,5 метра від джерела тепла (наприклад, батареї опалення) і не менше 0,5 метра від стіни. Також важливо не розміщувати термометр під прямими сонячними променями або поблизу вікон, тому що сонячне світло може просвічувати. Це може призвести до спотворення показань термометра. Також важливо, щоб термометр знаходився на тому самому рівні, що й людина, щоб отримати точніші показники температури, яку відчуває людина. Крім того, важливо регулярно перевіряти точність термометра та, якщо необхідно, виправляти показання.

Рекомендований рівень вологості в середині промислової теплиці становить 40-60 %. Нижче цього рівня є негативні наслідки для здоров'я людей що у них працюють: у вас може виникнути сухість у горлі та очах. Шкіра також може стати сухою і шорсткою – в основному це відбувається на шкірі обличчя і рук. Це також несе ризик пошкодження майна та появи цвілі

До речі, у згаданому вище мікрокліматі промислових теплиць ISO 16814:2008 СанПіН вказані інші оптимальні показники вологості: 30-45% взимку і 30-60% влітку.

Для вимірювання вологості повітря в промислових теплицях зазвичай використовують механічні гігрометри. Вони складаються з двох металевих стулок, які піддаються впливу вологи і згинаються в різні боки. За допомогою спеціального механізму вимірюється відхилення стулок, що дозволяє визначити вологість повітря.

Електронні гігromетри є більш точними та швидшими гігromетрами, але вони можуть бути дорожчими та вимагати додаткового живлення.

Гібридні гігromетри поєднують у собі переваги механічних гігromетрів та електронних гігromетрів. Вони складаються з механічної частини для вимірювання вологості та електронного блоку для зчитування та відображення даних.

Вимірювання вологості повітря в промисловій теплиці допомагає забезпечити комфортні умови проживання та запобігти пошкодженню меблів та інших чутливих до вологи предметів у приміщенні. Вологість повітря можна виміряти за допомогою гігromетра, метеостанції або багатофункціонального пристрою (наприклад такого як NavyFlex). Вологість повітря в теплиці рекомендована 40-60%. Більшої вологості можна досягти за допомогою зволожувача повітря.

Важливою складовою мікроклімату є рух повітря. Він може вироблятися природними факторами (наприклад, вітром) або штучними засобами (такими як вентилятори або кондиціонери). Рух повітря впливає на температуру, вологість і якість повітря, допомагаючи зменшити концентрацію шкідливих речовин і підтримувати здоровий мікроклімат.

Для досягнення оптимального мікроклімату важливо врахувати рух повітря і забезпечити достатню вентиляцію ділянки. Це можна зробити через природну вентиляцію (наприклад, відкривання дверей і вікон) або через штучну вентиляцію (наприклад, систему вентиляції). Також важливо регулювати швидкість руху повітря, щоб уникнути дискомфорту або підняття пилу та інших шкідливих для здоров'я часток.

Глибокий аналіз складу і чистоти повітря в промисловій теплиці неможливий без спеціального обладнання. Цей аналіз може бути виконано в хімічній лабораторії. Концентрацію CO₂ можна використовувати як непрямий показник чистоти повітря. Чим воно вище, тим гірше вентиляція. Чим гірше вентиляція, тим більше забруднення буде в повітрі промислової теплиці.

Очистити повітря можна за допомогою фільтруючого приладу, наприклад, компактного фена. Його фільтри вловлюють частинки пилу, пилок, бактерії, гази та запахи. Фен також можна використовувати як очищувач повітря - джерело забруднення, яке фільтрується, не зовнішнє, а внутрішнє для квартири. Крім того, ви також можете використовувати вентилятор у поєднанні з очищувачем повітря та стерилізатором, який не тільки запобігає зараженню та поширенню вірусів, але й вбиває їх і знижує ризик захворювання.

Свіжість повітря виражається безпосередньо через вміст вуглекислого газу в ppm. Що стосується вологості, то існують значні відмінності між вимогами національних стандартів і рекомендаціями фізіологів щодо оптимальної концентрації CO₂. НС «Параметри мікроклімату» вважає допустимими значення 800-1400 ppm, але є рекомендації що він повинен триматися в районі 800 ppm. У цей момент більшість людей почуватимуться комфортно. При підвищенні концентрації вуглекислого газу можливе виникнення задухи, сонливості, втоми, зниження концентрації та працездатності.

Вимірювання. Рівень CO₂ вимірюється датчиками. Наприклад, в базовій станції NavyFlex.

Від якості вентиляції залежить свіжість повітря. Необхідно забезпечити постійний приплив свіжого повітря на вулицю та видалення задушливого повітря, насиченого вуглекислим газом і шкідливими речовинами. Правильна вентиляція може робити багато речей одночасно: забезпечити вас свіжим повітрям, видалити забруднювачі з вашої квартири та допомогти регулювати вологість.

2.2 Пристрої для вимірювання температури

Температуру вимірюють за допомогою приладів, які використовують різні термометричні властивості рідин, газів і твердих тіл. Існують десятки

різних пристроїв, які використовуються в промисловості, наукових дослідженнях і спеціальному призначенні.

Залежно від фізичних властивостей використовуваної речовини прилади для вимірювання температури поділяються на такі групи і мають діапазон показань [18]:

1. Термометр розширення ($-190...+6500^{\circ}\text{C}$) заснований на властивості предмета змінювати свій об'єм під впливом температури;
2. Принцип дії термометрів тиску ($-160...+6000^{\circ}\text{C}$) полягає в тому, що при нагріванні або охолодженні рідин, газів або пари рідина в замкнутому об'ємі змінює тиск цих речовин;
3. Термометри опору ($-200...+6500^{\circ}\text{C}$) засновані на властивостях металевих провідників, які змінюють свій опір при нагріванні;
4. Термометри термоелектричні ($-50...+18000^{\circ}\text{C}$) Виходячи з властивостей різних металів і сплавів, у парі (об'єднанні) утворюється термоелектрорушійна сила, яка залежить від температури спаю;
5. Пірометри ($-30...+60000^{\circ}\text{C}$) працюють за принципом вимірювання енергії, що виділяється нагрітими об'єктами, яка залежить від температури цих об'єктів;
6. Розширювальний термометр. Фізична властивість об'єкта, що змінює об'єм у відповідь на нагрівання, широко використовується для вимірювання температури. На цьому принципі були засновані прилади рідкого скла і розширювального термометра, що з'явилися давно і використовувалися для створення перших температурних шкал.

У рідинних термометрах, побудованих за принципом теплового розширення рідин у скляних банках, як робочі речовини використовують ртуть і органічні рідини (етанол, толуол та ін.). Найбільшого поширення набув ртутний термометр, який має значні переваги в порівнянні з термометрами, наповненими органічними рідинами: великий діапазон вимірювання температури, ртуть залишається рідкою, скло не змочується ртуттю, термометр можна наповнювати органічними рідинами завдяки легкій

доступності тощо. За нормального атмосферного тиску ртуть рідка при температурах від -39 (температура замерзання) до $357\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура кипіння) із середнім температурним коефіцієнтом об'ємного розширення $0,18 \cdot 10\text{ K}$.

Термометри для органічних рідин здебільшого придатні лише для вимірювання низьких температур нижче 100°C .

Скляні рідинні термометри є місцевими показчиками. Вони складаються з резервуара, наповненого рідиною, капілярної трубки, з'єднаної з резервуаром і закритої з іншого кінця, шкали та захисного ковпачка.

Термометри рідини та тиску. Найстаріший прилад для вимірювання температури - рідинний скляний термометр - використовує термометричні властивості теплового розширення об'єкта. Принцип дії термометра заснований на різниці в коефіцієнтах теплового розширення термометричного речовини і його корпусу (термометричного скла або рідше кварцу).

Рідинний термометр складається зі скляного циліндра, капілярної трубки і резервуара для зберігання рідини (рисунок 2.1)

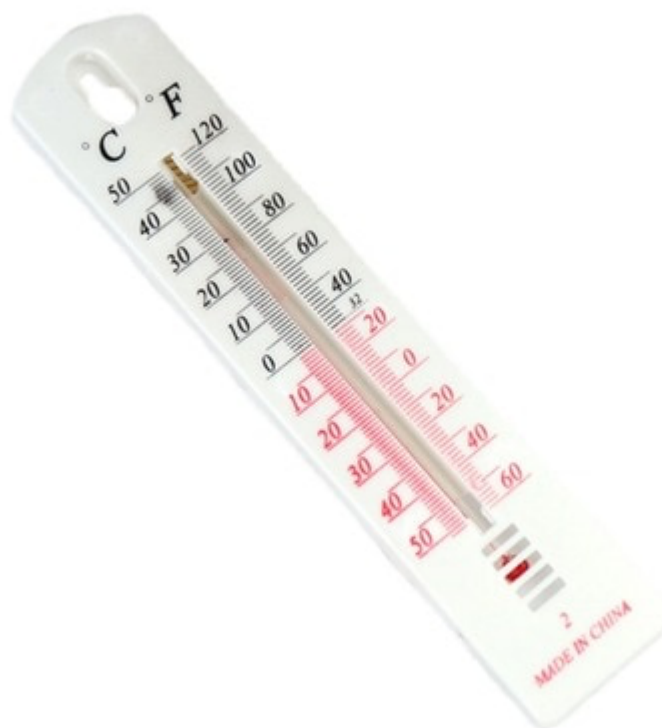


Рисунок 2.1 — Рідинний скляний термометр

Термометрична речовина заповнює балон і частину капілярної трубки. Вільний простір у капілярній трубці та резервуарі може бути заповнений інертним газом або може бути під вакуумом. Резервний резервуар для води використовується для захисту термометра від пошкодження в разі надмірного перегріву.

Хімічно чиста ртуть найчастіше використовується як термометрична речовина. Він не змочує скло і залишається рідким у широкому діапазоні температур. У скляних термометрах, крім ртуті, як термометричні речовини використовують також інші рідини (переважно органічного походження). Наприклад: метанол і етанол, гас, пентан, толуол, галій, талієва амальгама.

Основними перевагами рідинно-скляних термометрів є простота використання і досить висока точність вимірювання навіть для термометрів масового виробництва. До недоліків скляних термометрів можна віднести погану видимість шкали (якщо не використовується спеціальна збільшувальна оптика), неможливість автоматичної реєстрації показань, передачі показань на великі відстані та ремонту.

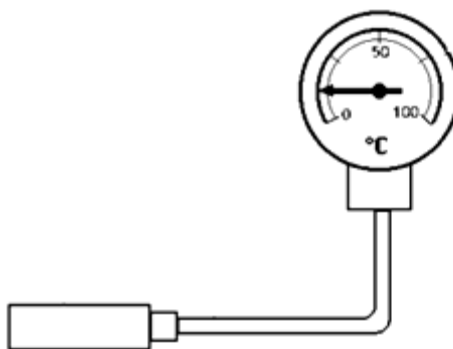


Рисунок 2. 2 – Манометричний термометр

Принцип роботи термометра тиску полягає у використанні співвідношення між тиском і температурою речовини при постійному об'ємі. Закрита вимірювальна система термометра складається з (рисунок 2.2)

чутливого елемента, що сприймає температуру вимірюваного середовища, металевого нагрівача, робочого елемента манометра, який вимірює тиск в системі, та довге з'єднання металеве. При зміні температури середовища, що вимірюється, при зміні тиску в системі чутливий елемент переміщує покажчик або ручку на шкалі манометра в одиницях температури. Термометри тиску часто використовують в системах автоматичного контролю температури як безмасштабні інформаційні прилади (датчики).

Існує три основних різновиди термометрів тиску:

- Рідина, вся вимірювальна система (балон, манометр і сполучний капіляр) заповнена рідиною;
- конденсаційний, при якому повітряна куля заповнюється частково низькокиплячою рідиною і частково її насиченою паром, з'єднуючи капілярну трубку і манометр, заповнений насиченою паром рідини або частіше спеціальною переносною рідиною;
- Газ, вся вимірювальна система заповнена інертним газом.

Переваги термометрів тиску в тому, що вони відносно прості за конструкцією і застосуванням, можуть дистанційно вимірювати температуру і автоматично записувати показання. До недоліків термометрів тиску відносяться: відносно низька точність вимірювання (рівні точності 1,6, 2,5, 4,0, рідше 1,0), невелика відстань дистанційної передачі показань (не більше 60 метрів), складність обслуговування при розгерметизації вимірювальної системи.

Методи і засоби перевірки показань термометрів тиску такі ж, як і для термометрів рідинно-скляних.

Термометр термоелектричний. Для металургійного вимірювання температури найбільшого поширення набули термоелектричні термометри з діапазоном робочих температур від -200 до +2500 С і вище. Даний тип приладів характеризується високою точністю і надійністю, може використовуватися в системах автоматичного керування та налаштування

параметрів, що значною мірою визначає технологічний процес металургійного пристрою.

Суть термоелектричного методу полягає в створенні електрорушійної сили в провіднику з різними температурами на обох кінцях. Щоб виміряти цю ЕРС, її порівнюють з ЕРС іншого провідника, який утворює з першим провідником термоелектричну пару АВ (рисунок 2.3), по якій у колі термоелектричної пари буде протікати струм.

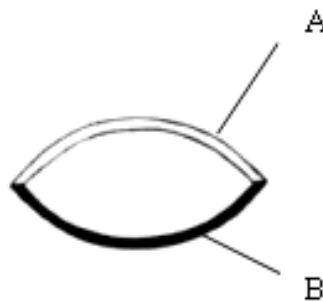


Рисунок 2.3 – Термоелектричний термометр

Результуюча термо-ЕРС ланцюга, що складається з двох різних провідників А і В (однорідних по довжині), рівна

$$E_{AB}(t_2, t_1) = e_{AB}(t_2) + e_{AB}(t_1) \quad (2.1)$$

Або

$$E_{AB}(t_2, t_1) = e_{AB}(t_2) - e_{AB}(t_1) \quad (2.2)$$

де $e_{AB}(t_2)$ і $e_{AB}(t_1)$ - різниці потенціалів провідників А і В відповідно при температурах t_2 і t_1 , *мВ*.

Термоелектрорушійна сила пари залежить тільки від температур t_1 і t_2 , а не від розмірів (довжини, діаметра), значення теплопровідності та питомого опору термоелектрода.

Для підвищення чутливості термоелектричних методів вимірювання температури в деяких випадках використовують термопари: кілька послідовно з'єднаних термопар, робочий кінець яких знаходиться при температурі t_2 , а вільний кінець - при відомій і постійній температурі t_1 .

Термометр термоелектричний (ТТ) — це вимірювальний датчик, чутливий елемент якого (термопара) розташований у спеціальному захисному пристрої.

Аксесуари, що захищають гарячий електрод від механічних пошкоджень і дії вимірюваного середовища.

Розрізняють два типи термоелектричних термометрів: занурювальні та поверхневі. У промисловості випускаються прилади в різних модифікаціях, які відрізняються за умовами використання та експлуатації, матеріалом захисного кожуха, способом кріплення термометра на місці вимірювання, за герметичністю та захистом від дії термометра. Механічний опір і теплова інерція вимірюваного середовища тощо.

У разі тривалої експлуатації при високих температурах і жорстких середовищах можуть виникнути нестабільні класифікаційні характеристики, що викликано різними причинами: Матеріал гарячого електрода забруднений домішками в захисній оболонці, керамічному ізоляторі та атмосфері печі; Випаровування одного з компонентів сплаву; Взаємодифузія через з'єднання; Величина відхилення може бути великою і різко зростає з підвищенням температури і тривалості роботи. При оцінці точності вимірювань температури у виробничих умовах необхідно враховувати вказані обставини.

Перевірку ТТ можна спростити до визначення температурної залежності термоерс і порівняння отриманої шкали зі стандартним значенням.

Електронний термометр опору. У металургійній практиці для вимірювання температури до 6500°C застосовуються термометри опору (ТО), принцип дії яких заснований на залежності опору речовини від температури. Знаючи цю залежність, за зміною опору термометра можна визначити температуру середовища, в яке він занурений. Вихідними параметрами

приладу є електричні величини, які можна виміряти із значною точністю (до 0,020С), передавати на великі відстані та безпосередньо використовувати в системах автоматичного контролю та регулювання.

Як матеріали для виготовлення чутливих ремонтних компонентів використовуються чисті метали: платина, мідь, нікель, залізо та напівпровідники.

Зміна опору цього матеріалу при зміні температури характеризується температурним коефіцієнтом опору, формула його розрахунку:

$$\alpha = (R_t - R_0) / (R_0 t), \quad (2.3)$$

де t - температура матеріалу, $^{\circ}\text{C}$;

R_0 і R_t - електроопір відповідно при 0°C і температурі t , Ом.

Опір напівпровідників різко зменшується з підвищенням температури, тобто їх негативний температурний коефіцієнт опору майже на порядок більше, ніж у металів. Напівпровідникові термометри опору (ТОНП) використовуються в основному для вимірювання низьких температур (1,5 - 400 К).

Перевагами ТОНП є малі розміри, мала інерційність і високий коефіцієнт. Однак вони мають істотні недоліки:

- Нелінійна залежність між опором і температурою;
- Відсутність відтворюваності складу та класифікаційних характеристик виключає взаємозамінність таких окремих ТЗ.

Результатом цього став випуск ТОНП та персональний випуск.

Менш поширені в металургійній практиці напівпровідникові термометри опору (ТОНП) для вимірювання температури $(-90) \dots (+180)^{\circ}\text{C}$. Використовуються в теплових реле, кріогенних регуляторах (забезпечують

високоточну стабільність сенсорних елементів газоаналізаторів), хроматографах, корпусах пірометрів, електродах термоелектричних приладів для експрес-аналізу складу металів тощо.

Безконтактне вимірювання температури. Про температуру нагрітого предмета можна говорити, вимірявши параметри його теплового випромінювання (електромагнітні хвилі різної довжини). Чим вища температура тіла, тим більше виділяється енергії.

Термометри, засновані на вимірюванні теплового випромінювання, називаються пірометрами. Вони дозволяють контролювати температуру від 100 до 6000°С і навіть вище.

Однією з головних переваг цих приладів є те, що прилади не впливають на температурне поле нагрітого тіла, оскільки вони не контактують один з одним у процесі вимірювання. Тому ці методи називають безконтактними.

На основі законів випромінювання були розроблені такі види пірометрів:

- Пірометр загального випромінювання (PSVp) - вимірює повну енергію випромінювання;
- Частковий пірометр випромінювання (PPR) - вимірює енергію в частині спектру, обмеженій фільтром (або приймачем);
- Пірометр спектрального співвідношення (SRP) - вимірює співвідношення енергії у фіксованій області спектра.

Температура випромінювання, колір і яскравість змінюються в залежності від типу пірометра.

Температура випромінювання T_r реального об'єкта - це температура, при якій повна потужність АНТ дорівнює повній випромінюваній енергії даного об'єкта при реальній температурі T_d .

Яскрава температура T_{ya} об'єкта є фактичною температурою T_d , коли спектральна щільність потоку випромінювання, яка називається АНТ, дорівнює спектральній щільності потоку випромінювання об'єкта на тій же довжині хвилі (або у вузькому спектральному інтервалі).

Колірною температурою T_c об'єкта називають температуру, при якій відношення густин потоку випромінювання АНТ двох довжин хвиль при фактичній температурі T_d дорівнює відношенню густин потоку випромінювання об'єкта на тій же довжині хвилі. Принцип дії оптичних пірометрів заснований на температурній залежності щільності потоку монохроматичного випромінювання.

Фотоелектричний пірометр має діапазон вимірювання 500 до 4000 °С.

При 1100°С застосовуються киснево-цезієві фотоелементи, а в приладах масштабу 800-4000°С — вакуумні сурм'яно-цезієві фотоелементи. Остання комбінація з червоним світлофільтром забезпечує ефективну довжину хвилі пірометра $0,65 \pm 0,01$ мкм, що призводить до показів фотоелектричного пірометра, які відповідають показанням візуального оптичного пірометра.

Цифровий термометр. Загальними характеристиками структури цифрового термометра (ЦТМ) є низькі рівні сигналів первинного вимірювального перетворювача, високі рівні перешкод загального типів (зазвичай сумірні з корисним сигналом), необхідність лінеаризації загальної передатної функції для забезпечення що показання мають високу часову стабільність і невеликі зміни в широкому діапазоні змін температури навколишнього середовища.

Особливості використання первинних вимірювальних датчиків пред'являють особливі вимоги: необхідно компенсувати вплив зміни температури на вільному кінці термоелектричного датчика, значно зменшити похибку перегріву термодатчика опору, викликану вимірювальним струмом, для забезпечення незмінності, для перетворення результатів вимірювання в вимірювані значення струму і для забезпечення стабільності з'єднувальних ліній. Для врахування заданої функціональності CVT виконується шляхом автоматичної корекції складових адитивної похибки в цифровій частині пристрою та шляхом цифрової лінеаризації функції універсального перетворення. Використовуючи підхід АЦП із зваженою двотактною

інтеграцією та гальванічним розділенням аналогової та цифрової частин пристрою, перешкоди можуть бути значно послаблені.

У ЦВТ з термоелектричним перетворювачем (рис.2.4) використовується схема моделювання для компенсації впливу змін температури на вільному кінці, а адитивна похибка виправляється за допомогою методу комутаційного інвертора.

Аналогова частина ЦВТ містить перемикач полярності П, великомасштабний підсилювач МП, перетворювач інтервалу часу напруги ПНЧ, блок опорної напруги E_0 і блок управління аналогової частини БКА. Ця секція екранована та гальванічно ізольована від цифрової секції блоком гальванічної розв'язки БГР. Цифрова частина складається з блоку керування БК, сторони адитивної корекції помилок БКА, блоку цифрової лінеаризації БЦЛ та блоку відображення інформації БВІ.

Код результату вимірювання N_T і пропорційний йому показ отримується за два цикли перетворення при протилежних полярностях вхідної напруги $e_T + U_{CK}$, яка інвертується перемикачем полярності П,

$$N_X = 2Tf_0K_{\Pi}K_{цл} \frac{e_T + U_{CK}}{E_0}, \quad (2.4)$$

де T - тривалість часу інтегрування вхідної напруги;

f_0 - частота опору;

K_{Π} - коефіцієнт передачі масштабного підсилювача МП;

E_0 – опорна напруга АЦП;

$K_{цл}$ - коефіцієнт перетворення блока цифрової лінеаризації.

Оскільки величина адитивної похибки, виправленої методом інверсії перемикача, мізерно мала (менше $\pm 0,5$ мкВ і не більше половини одиниці нижчого розряду), стабільність цього типу ЦВТ визначається лише його великою стабільністю. Для сучасних бібліотек компонентів нормований час

безперервної роботи обладнання без налагодження в складних виробничих умовах становить 8000 годин (1 календарний рік).

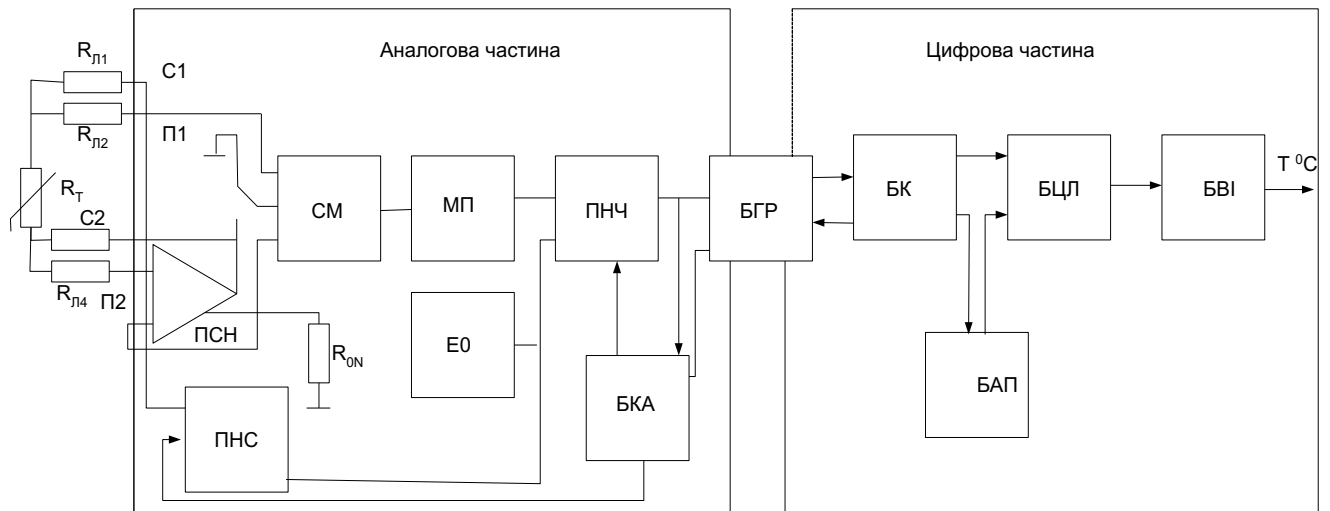


Рисунок 2.4 – Структурна схема ЦВТ з терморезистивними перетворювачами

ЦВТ з терморезистивними перетворювачами складається з 2 чи більше блоків в аналоговій частині (рисунок 2.5). Аналогова частина має такі блоки як: перетворювач напруга-струм ПНС, перетворювач струм-напруга ПСН, суматор СМ, масштабний резистор R_{ON} . Терморезистивні перетворювачі можуть під'єднуватись до ЦВТ як чотирипровідною лінією до струмових С1, С2 та потенціальних П1, П2 входів (ключ S - в положенні 1), так і трипровідною (ключ S – в положенні 2). Корекція адитивної похибки здійснюється за методом модуляції вимірювального струму, значення яких встановлюється перетворювачем напруга-струм ПНС.

Якщо $R_{ON} = R_0$ код N_{4X} , то:

$$N_{4X} = T f_0 K_{II} K_{ЦП} \frac{R_0 (W_0 - 1)}{R_N}, \quad (2.5)$$

де R_0 - опір терморезистивного перетворювача при 0°C ;

R_N - коефіцієнт перетворення напруги на струм;

W_0 - відношення опорів терморезистивного перетворювача.

Тоді дане рівняння для трипровідної лінії зв'язку:

$$N_{3X} = T f_0 K_{\Pi} K_{\text{цп}} \frac{(R_{C1} - R_{C2} K_{CM}) + R_0 (W_0 - 1)}{R_N}, \quad (2.6)$$

де R_{C1} , R_{C2} - опори першого та другого струмових дротів;

K_{CM} - коефіцієнт передачі суматора за середнім входом.

При регулюванні коефіцієнта передачі трудомістка операція регулювання різниці опорів ($R_{C1} = R_{C2} \pm R_{\Pi}$) замінюється більш простою операцією регулювання. Це гарантує незмінність результатів вимірювань до опору трьох провідних ліній зв'язку.

2.3 Прилади для визначення вологості повітря у промислових теплицях

Для вимірювання вологості повітря використовується кілька типів обладнання. Ось кілька поширених пристроїв.

Гігрометр (гігрометр). Це електронний прилад, який вимірює відносну вологість (відсоток води в повітрі відносно рівня його насичення при даній температурі). Гігрометри можуть бути переносними або закріпленими на стіні в приміщенні. Зазвичай вони мають дисплей, який показує виміряну вологість.

Гігрометр з вологостійким чутливим елементом. Ці пристрої використовують спеціальні матеріали або датчики, які змінюють свої властивості в залежності від вологості повітря. Наприклад, можуть бути використані кристали кварцу, полімерні матеріали або електрохімічні сенсори. Ці прилади також вимірюють відносну вологість.

Гігрометр. Це механічний прилад, який використовує два термометри (сухий і вологий). Загорніть мокрий термометр у вологу тканину, і вода з нього випарується. Випаровування спричиняє охолодження вологого термометра і

його показання зменшуються. За різницею показників сухого і вологого термометрів визначте вологість повітря за таблицею або формулою (рис. 2.5).

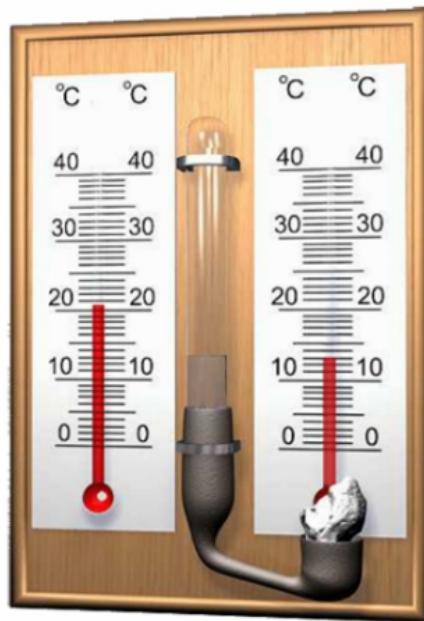


Рисунок 2.5 – Психрометр

Конденсаційний гігрометр. Цей тип гігрометра вимірює точку роси - температуру, при якій повітря насичується вологою і починає конденсуватися. За допомогою конденсаційного гігрометра можна визначити абсолютну вологість повітря. Конденсаційний гігрометр працює шляхом охолодження повітря до температури, при якій починається роса або конденсація. Зерна солі часто використовують для конденсації вологи з повітря на охолодженій поверхні. Пристрій вимірює температуру, при якій утворюється конденсат, і на основі цього значення розраховує абсолютну вологість повітря. Конденсаційні гігрометри зазвичай використовуються в промислових або лабораторних умовах, де потрібні високоточні вимірювання вологості. Вони чутливі до забруднюючих речовин у повітрі або різних газів, тому потребують догляду та калібрування під час використання.

Керамічний гігрометр — ще один тип гігрометра, який використовується для вимірювання вологості повітря.

Він заснований на властивостях кераміки, електропровідність якої змінюється в залежності від вологості. Керамічні гігromетри використовують керамічні матеріали, які поглинають або віддають вологу в залежності від рівня вологості повітря. Зміна вологості повітря може викликати зміни електропровідності керамічних матеріалів. Цю зміну провідності можна виміряти та перетворити на показник вологості.

Керамічні гігromетри, як правило, дуже надійні та стійкі до зовнішніх факторів, таких як забруднення або зміни температури. Вони також здатні працювати в широкому діапазоні вологості повітря.

Ці пристрої, як правило, мають просту конструкцію та компактні розміри і можуть використовуватися як портативні пристрої для вимірювання вологості в кімнатах, офісах, теплицях та інших місцях, де необхідно контролювати рівень вологості повітря. Для забезпечення точних вимірювань керамічні гігromетри можуть потребувати періодичного калібрування. Ви також повинні дотримуватися інструкцій виробника щодо використання та зберігання пристрою.

Вимірювання вологості повітря є складним процесом, і точність результатів може залежати від умов експлуатації обладнання. Перед використанням будь-якого гігromетра рекомендується прочитати інструкцію та перевірити його калібрування.



Рисунок 2.6 – Види гігromетрів: а) електронний, б) волосний, в) керамічний, г) конденсаційний

2.4 Висновки до розділу 2

У другому розділі бакалаврської роботи розглядаються методи та засоби вимірювання параметрів мікроклімату у промислових теплицях. Окремо проаналізували обладнання та методи вимірювання температури, обладнання та методи вимірювання вологості повітря. Ці параметри стануть основними параметрами автоматизованої системи контролю параметрів мікроклімату промислової теплиці, розробка якої буде представлена в наступних розділах бакалаврської дипломної роботи.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ

3.1 Класифікація негативних мікрокліматичних факторів

Під час роботи основного та допоміжного обладнання будуть вироблятися різноманітні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що спричиняють різні захворювання людей, травми та надзвичайні ситуації.

Тепличне середовище - це простір, де люди здійснюють трудову діяльність. У тепличному середовищі перебування в техносфері створює негативні фактори, які дуже відрізняються від негативних факторів природного характеру. Ці фактори складають елементи виробничого середовища, в тому числі: предмети праці, засоби праці (інструменти, машини та ін.), продукти праці, енергія, природно-кліматичні фактори, рослини і тварини, персонал.

Умови праці - це комплекс різноманітних факторів, утворених чинниками виробничого середовища, які впливають на здоров'я та працездатність людей. Класифікацію негативних факторів виробництва наведено на рисунку 3.1.

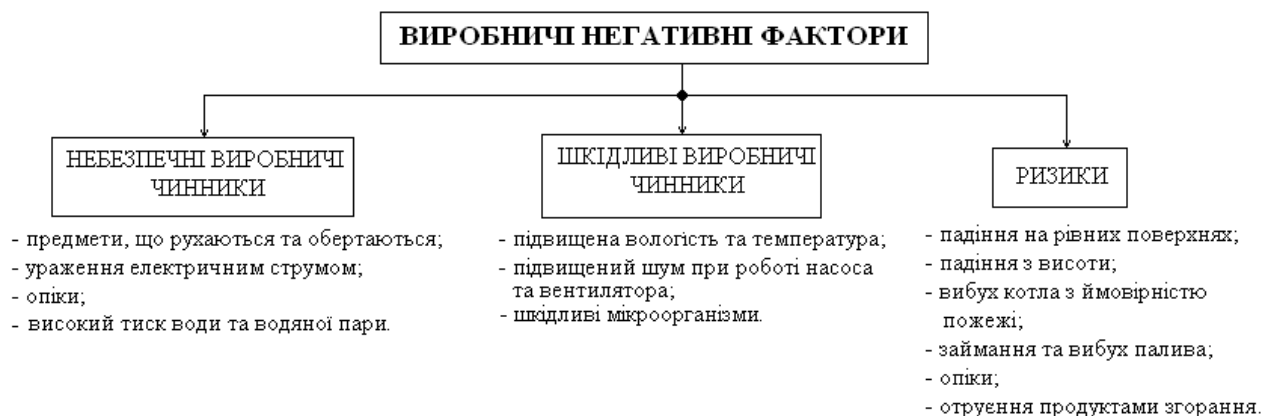


Рисунок 3.1 – Класифікація негативних виробничих факторів

3.2 Допустимі параметри мікроклімату у промислових теплицях

Мікроклімат приміщень –це клімат внутрішнього середовища цих місць, який визначається температурою, вологістю і швидкістю руху повітря, що діють на організм людини, а також температурою оточуючих поверхонь. Мікроклімат впливає на процес теплообміну і характер роботи. Тривале перебування в несприятливих погодних умовах може суттєво погіршити здоров'я людини, знизити працездатність і призвести до захворювання.

Для створення нормальних умов праці на виробничих ділянках передбачені нормативні значення таких мікрокліматичних параметрів, як температура повітря, відносна вологість і швидкість руху, а також інтенсивність теплового випромінювання.

ISO 16814:2008 [1] визначає оптимальні та допустимі параметри мікроклімату виробничих місць (зокрема промислових теплиць). Цей стандарт поширюється на повітря в робочих зонах підприємств народного господарства. Цей стандарт встановлює загальні санітарно-гігієнічні вимоги до показників мікроклімату та допустимих рівнів вмісту шкідливих речовин у повітрі робочих приміщень. Вимоги щодо допустимого вмісту шкідливих речовин у повітрі робочих місць поширюються на робоче місце незалежно від його розташування (виробничі приміщення, відкриті приміщення, транспортні засоби тощо). Вимоги до мікроклімату не поширюються на робочі місця, такі як підземні, транспортні засоби, тваринницькі та птахівничі майданчики, місця зберігання сільськогосподарської продукції, холодильники та складські приміщення. Цей стандарт не поширюється на вимоги до повітря в робочих зонах, де відбувається радіоактивне забруднення. Стандарт містить загальні вимоги до показників мікроклімату та методів вимірювання та контролю концентрацій шкідливих речовин.

Оптимальні параметри повітря в робочій зоні, що забезпечують комфорт і високу працездатність людини: температура повітря 18-21 °С, відносна вологість 40-60%, швидкість повітряного потоку не більше 0,5 м/с.

Допустимими вважаються такі параметри, при яких відчувається дискомфортне теплове відчуття, тимчасове погіршення самопочуття і зниження працездатності, але ці відхилення швидко компенсуються і не завдають шкоди здоров'ю людини.

Найбільш прийнятною моделлю для визначення (ідентифікації) екстремальних умов [2] може бути відхилення мікрокліматичних умов виробничого середовища оператора промислової теплиці від оптимальних умов, прийнятих у ISO 16814:2008.

3.3 Метрологічне забезпечення системи контролю параметрів мікроклімату у промисловій теплиці

Система керування [3, 4] буде побудована таким чином, щоб кожен вимірювальний канал мав свій АЦП. Режим роботи АЦП не потребує пускового сигналу, перетворення відбувається циклічно, а його результати доступні в будь-який час. Головною перевагою наведеної схеми є її швидкість, яка досягається за рахунок прямого доступу до результатів вимірювань у будь-який час. Система має такі функціональні вузли: датчик температури та вологості, програмований логічний контролер (ПЛК) VIPA 200V та ПК. Зв'язок між контролером і ПК здійснюється через інтерфейс RS-232, показаний на рисунку 3.2.

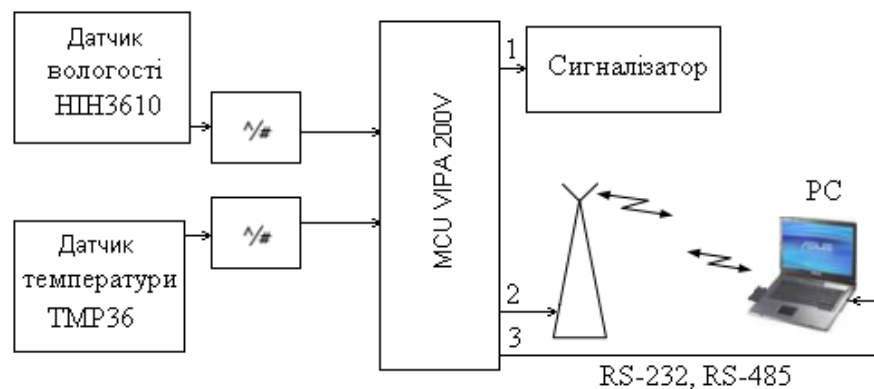


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

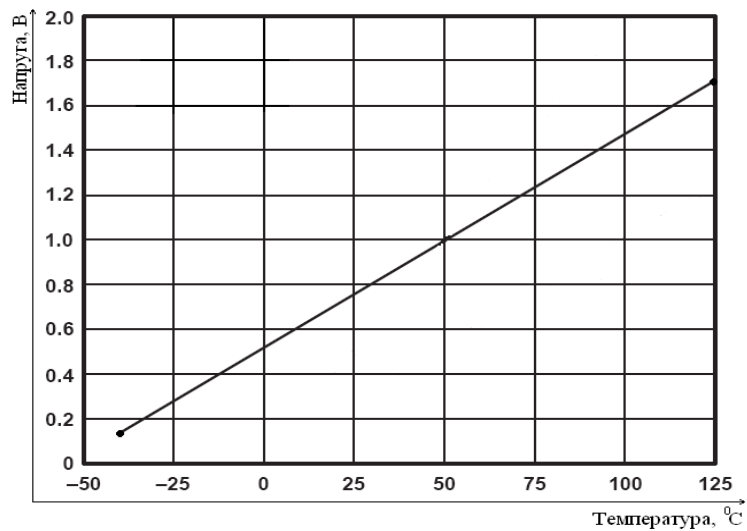


Рисунок 3.3 – Статична характеристика датчика TMP36

Для контролю температури будемо використовувати датчик TMP36 виробництва фірми «Dallas Semiconductor», який має такі метрологічні характеристики [5]: точність $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, діапазон вимірювання температури -40°C – $+125^{\circ}\text{C}$, напруга живлення 5В. Формула перетворення виглядає наступним чином:

$$U_x = \frac{T_x + 40}{165} \cdot 1,6 + 0,1, \quad (3.1)$$

де U_x – вихідна напруга;

T_x – температура, що вимірюється.

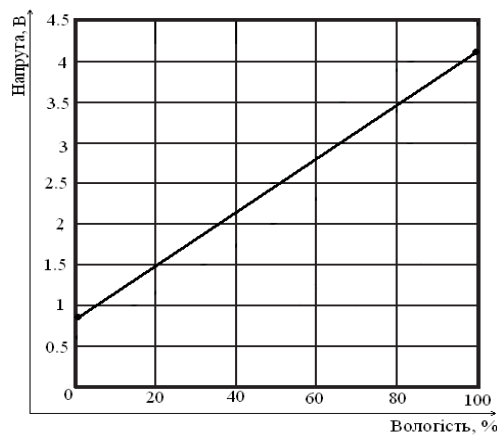


Рисунок 3.4 – Статична характеристика датчика HIN3610

Для контролю вологості будемо використовувати датчик НІН3610 фірми «Honeywell», який має такі метрологічні характеристики [6]: діапазон вимірювання вологості 0-100%, точність 2% в діапазоні 0-100%, чутливість 43 мВ/%, Напруга живлення 5В.

$$U_x = \frac{\delta_x}{100} \cdot 3,27 + 0,8, \quad (3.2)$$

де U_x – вихідна напруга;

δ_x – вологість, що вимірюється.

Для впровадження цієї системи ми будемо використовувати ПЛК VIPA серії System 200V. За допомогою System 200V можна створювати нові високоефективні системи управління та контролю, що відповідають сучасним вимогам. Завдяки своїй компактній конструкції та хорошій економічності, контролер серії 200V особливо підходить для вирішення проблем з невеликою кількістю вхідних і вихідних точок [7].

Для вирішення поставлених завдань буде використано програмний пакет WINPLC7 для конфігурації, програмування, програмного налаштування та діагностики всіх серій контролерів VIPA. WINPLC7 містить усі інструменти, необхідні для створення проекту: конфігуратор використовуваного обладнання, редактор символів, конфігуратор мережі PROFIBUS, редактор програм, емулятор контролера. WINPLC7 дозволяє імпортувати/експортувати проекти для контролерів VIPA, зберігати резервні копії програм і даних на MMS-карті, а також виконувати програмне моделювання роботи контролера.

Основні технічні характеристики контролера: до 160 вхідних і вихідних каналів, час роботи 1,2 мкс, напруга живлення 24 вольт постійного струму; діапазон робочих температур: від 0 до +60 градусів Цельсія [8]. Програма буде написана мовою програмування Ladder Diagram (LAD) (мова контактних схем реле) [9].

Алгоритм роботи програми такий: від датчиків надходять змінні електроінформаційні сигнали про мікрокліматичні умови виробничого середовища (у програмі це значення напруги у вольтах: MD1 – від температури, MD4 – від вологості). Цей сигнал надходить у програму через спеціальний функціональний блок FC 105 (Scale Analog Value). Далі сигнал потрапляє в математичну ланцюжок (зворотне перетворення функціональних залежностей (1) і (2)), яка перетворює сигнал у відповідні параметри. (у програмі це дійсні змінні MD3 – температура у $^{\circ}\text{C}$, MD6 – вологість у %).

Потім отримані значення (у програмі з використанням групи порівняння) порівнюються з налаштуваннями, що відповідають гранично допустимим нормам, прийнятим в ISO 16814:2008, і робиться висновок - в якому мікрокліматі і, відповідно, в якому стані знаходиться людина яка працює в промисловій теплиці. (У програмі висновок здійснюється за допомогою набору тривог, значення якого 1 - нормальні (оптимальні) умови, 0 - екстремальні). Приклад роботи програми (температура 20,84 $^{\circ}\text{C}$ (оптимальні умови - сигнал Q0.0 знаходиться в стані логічної 1) і значення вологості 78,59% (умови не відповідають нормальним умовам - сигнал Q0.1 знаходиться в стані логічного нуля)) як показано на рис.3.5.

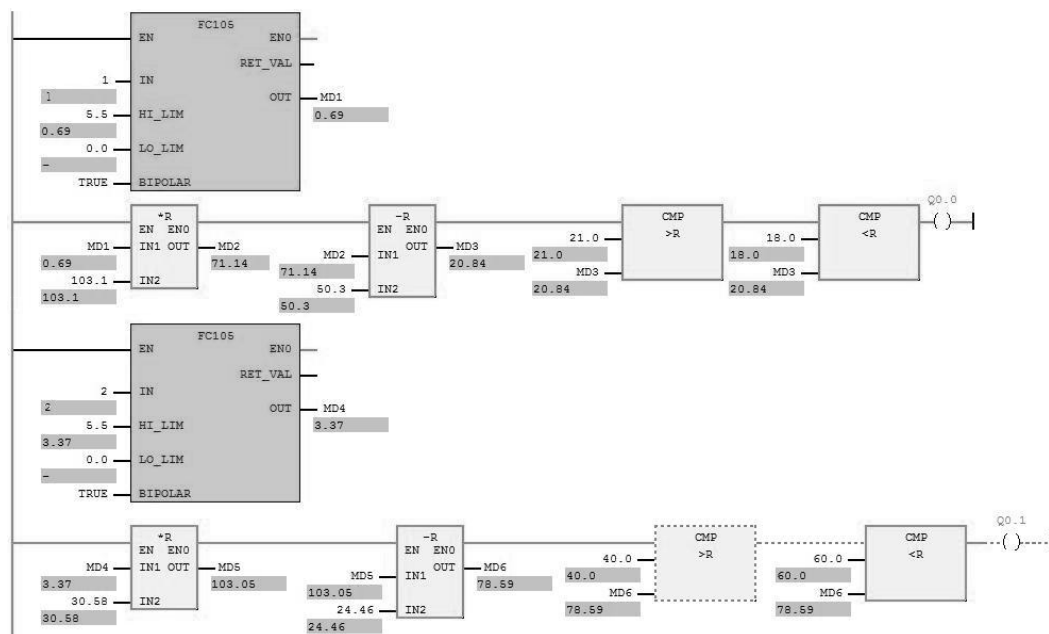


Рисунок 3.5 – Програмна реалізація системи контролю

3.4 Висновки до розділу 3

У третій частині розробляється система контролю параметрів мікроклімату промислової теплиці. В якості контрольних датчиків були обрані TMP36 для контролю температури та HIH3610 для контролю вологості. Програмна система реалізована в програмному комплексі WINPLC7 з використанням мови програмування на схемі контактів реле.

4 СИНТЕЗ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ З СИСТЕМОЮ OPEN REMOTE

4.1 Огляд та аналіз автоматизованих систем керування теплицею

Сьогодні в теплицях існує безліч систем контролю мікроклімату, які регулюють вологість, температуру, якість повітря та інші параметри. Однією з найпоширеніших систем є «розумний дім». Він включає датчики вологості, температури, рівня викидів та інші датчики, які дозволяють контролювати мікроклімат у квартирі за допомогою мобільного додатку або голосових команд. Система також може автоматично регулюватися залежно від зовнішньої температури.

NEA Intelligence 2.0. Розглянемо докладніше систему автоматичного регулювання мікроклімату в приміщенні NEA SMART 2.0, яка включає в себе кілька компонентів:

- Базова станція – це центральний модуль, який забезпечує збір та обробку даних від інших компонентів системи.
- Датчики вологості та температури - встановлюються в приміщеннях і передають дані на базову станцію.
- Адаптивний радіаторний термостат - регулює температуру в приміщенні, автоматично керуючи роботою радіатора.
- Кондиціонер - можна підключати до системи та керувати з неї.
- Мобільний додаток - дозволяє керувати системою за допомогою смартфона або планшета.

NEA SMART 2.0 використовує інтелектуальні алгоритми для оптимального регулювання мікроклімату у вашій квартирі. Наприклад, система може аналізувати прогнози погоди і на основі цього коригувати роботу кондиціонерів і радіаторів. Також враховуються графіки роботи працівників теплиці для оптимізації графіка роботи системи.

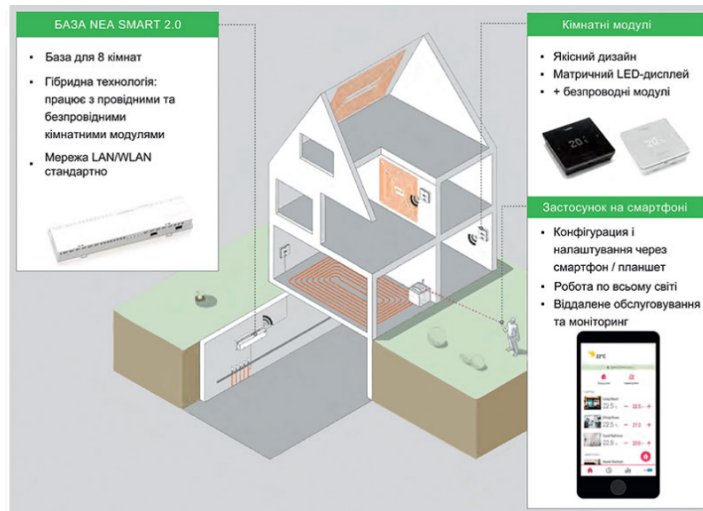


Рисунок 4.1 – Система REHAU NEA SMART 2.0

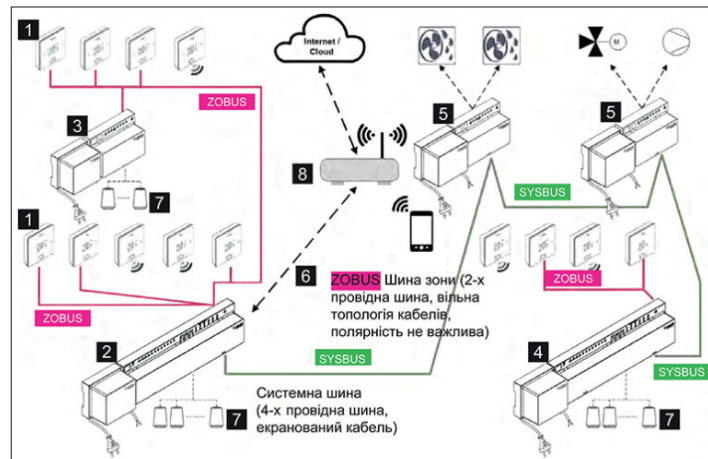


Рисунок 4.2 – Загальна структура системи NEA SMART 2.0

На рисунку 4.2 позначено:

1 – промисловий пристрій NEA SMART 2.0 з дисплеєм (провідним та / або безпровідним);

2 – база NEA SMART 2.0 на 24 В, центральний пристрій керування («Головний») з трансформатором, розраховано на 8 окремих приміщень;

3 – R-модуль NEA SMART 2.0 на 24 В, модуль розширення на > 4 кімнати (з трансформатором для приводів);

4 – база NEA SMART 2.0 на 24 В, центральний пристрій керування («Підлеглий»), з трансформатором, розраховано на 8 додаткових кімнат;

5 – U-модуль NEA SMART 2.0 на 24 В, універсальний модуль розширення для мереж змішаного типу, осушувача від вологи (з трансформатором для живлення електродвигунів);

6 – інтерфейс LAN- / WLAN (вже в стандартній комплектації) для з'єднання системи з роутером та хмарним сервісом;

7 – привід на 24 В для керування клапанами на гребінці;

8 – роутер.

В цілому NEA SMART 2.0 – ефективна та зручна система автоматичного регулювання мікроклімату теплиці, яка дозволяє створити комфортні умови та зменшити витрати на опалення та кондиціонування.

Мімі розумна. MimiSmart – автоматична система контролю мікроклімату в теплицях, призначена для забезпечення комфортних умов та зниження витрат на опалення та кондиціонування.

MimiSmart використовує розумні алгоритми для оптимального регулювання мікроклімату у вашій квартирі. Наприклад, система може аналізувати прогнози погоди і на основі цього регулювати роботу кондиціонерів і радіаторів, освітлення, роботу ванних кімнат, автоматику штор. Також враховуються графіки роботи працівників теплиці для оптимізації графіка роботи системи.

Загалом MimiSmart – ефективна та зручна система автоматичного регулювання мікроклімату в 1К квартирі. Це дозволяє забезпечити комфортні умови та зменшити витрати на опалення та кондиціонування.

Ще однією системою є реверсивна витяжна вентиляційна установка, яка контролює вологість і якість повітря. Ці пристрої регулюють потік повітря в квартирі і забезпечують комфортні умови у промисловій теплиці.

Ви також можете вибрати систему кондиціонування, яка не тільки регулює температуру, але й очищає повітря від домішок.

На сьогоднішній день існує досить багато систем контролю мікроклімату в промислових теплицях, які дозволяють налаштувати комфорт і забезпечити здорові умови функціонування.

NetPing – це пристрій моніторингу навколишнього середовища. Основні сфери застосування - дистанційне керування та моніторинг техніки. Завдання, які вирішує цей пристрій:

- Дистанційне керування живленням і примусовий перезапуск;
- Контроль доступу до віддалених об'єктів;
- Датчики відкриття/закриття дверей, руху, удару, антивандальні системи, контроль камер спостереження;
- Контроль мікроклімату в приміщенні - датчики температури, вологості, швидкості повітря, управління кондиціонуванням через інфрачервоне випромінювання;
- Відстежувати різні НП - датчики диму, витоку води;
- управління АТС через порт RS-232;
- Дистанційно змінювати налаштування системи відповідно до ситуації;
- Віддалений доступ до сервера через консоль;
- Є можливість отримати миттєві повідомлення з часовими записами про несправності та інші важливі події через кілька каналів: SMS, електронна пошта, Jabber;
- Доступ до всіх параметрів системи, що спостерігаються в режимі реального часу через HTTP або SNMP;
- Управління освітленням та будь-яким іншим обладнанням за розкладом;
- Дистанційне керування каналами зв'язку.

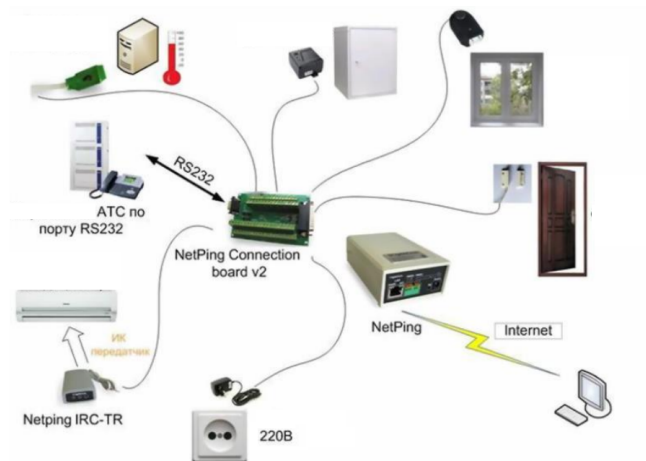


Рисунок 4.3 – Схема керування автоматизованою системою NetPing

MajorDoMo. Програмна платформа комплексного управління автоматизацією приміщення та інформаційного забезпечення життєдіяльності. Система може бути встановлена практично на будь-який персональний комп'ютер і не дуже вимоглива до системних ресурсів (характеристик ПК). Завдання, які вирішуються за допомогою цієї системи:

- Система безпеки;
- Система мікроклімату;
- Медіасистема;
- Організатор.

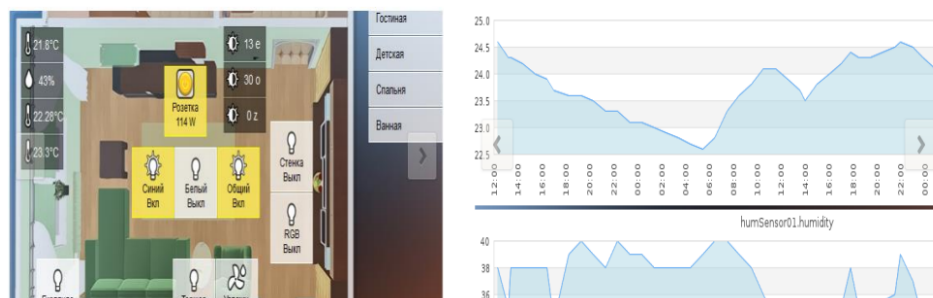


Рисунок 4.4 – Інтерфейс та графіки вологості та температури MajorDoMo

Fibaro – бездротова інтелектуальна система автоматизації будівель, заснована на протоколі Z-Wave. Система постійно сканує всі датчики та сповіщає вас про подію. Інтерфейс забезпечує просте керування групами пристроїв, що відповідають за опалення, кондиціонування, освітлення тощо.

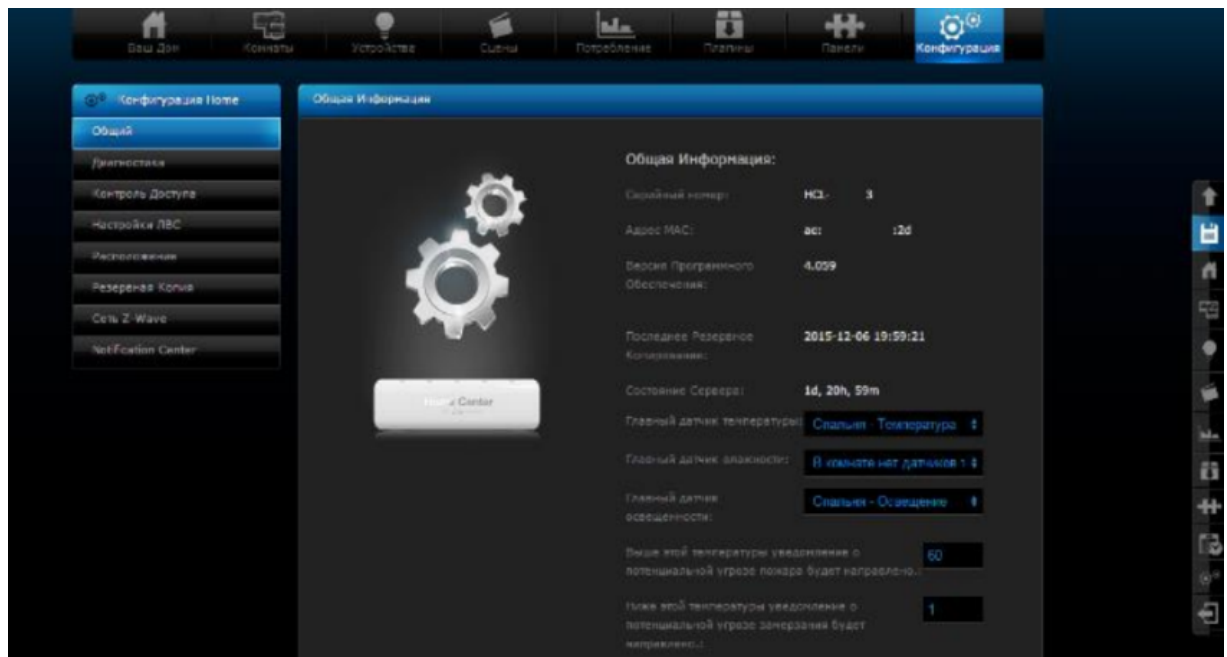


Рисунок 4.5 – Интерфейс автоматизованої системи Fibaro

OpenRemote — це сервер, який отримує команди від мобільного або веб-додатку та транслює їх на інший контролер або сервер.

Відкриття пульта дистанційного керування:

- 1) Розумний домашній сервер, який працює на десятках платформ, навіть на Synology NAS і Windows.
- 2) Онлайн-середовище для розробки програми.
- 3) Завантажте запуснені дані мобільного додатку із середовища розробки.

Підтримувані технології: AMX, KNX, Lutron, Z-Wave, 1-Wire, EnOcean, xPL, Insteon, X10, Infrared, Russound, GlobalCache, IRTrans, XBMC, VLC, panStamps, Denon AVR, FreeBox, MythTV тощо.

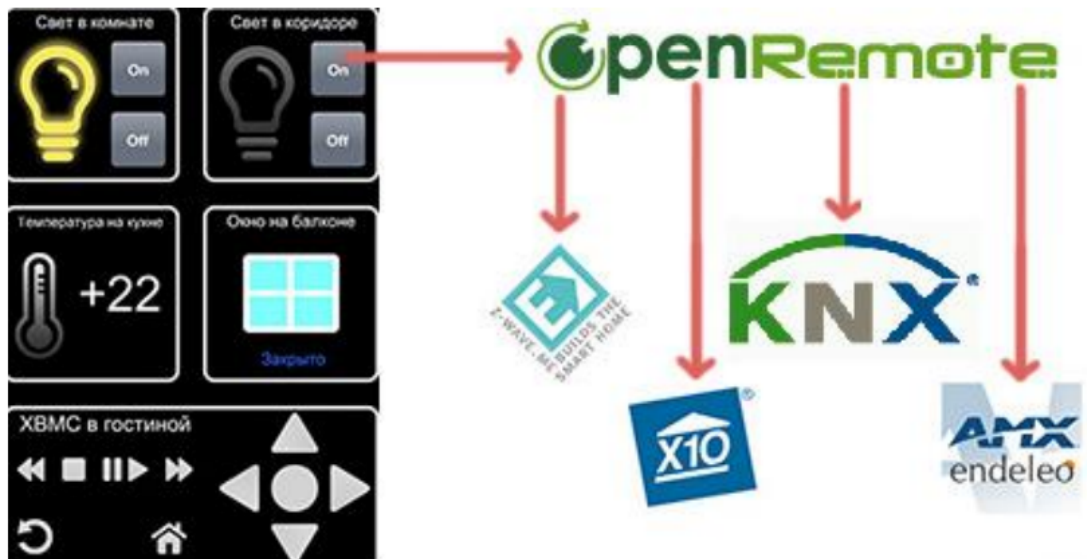


Рисунок 4.6 – Интерфейс Open Remote

Тому для досягнення поставлених у бакалаврській роботі цілей найкращим програмним пакетом є Open Remote.

4.2 Висновки до розділу 4

Розділ 4 бакалаврської роботи містить огляд та аналіз автоматизованої системи управління промисловою теплицею. Було визначено, що Open Remote є найкращим програмним пакетом для вирішення цих завдань. На основі даного рішення було здійснено інтеграцію апаратної реалізації системи контролю параметрів мікроклімату промислової теплиці з існуючою системою «Розумний дім».

ВИСНОВКИ

У бакалаврській дипломній роботі досліджено технічні аспекти та показники мікроклімату теплиць. Мікроклімат залежить від багатьох факторів, таких як температура повітря, вологість, швидкість руху повітря, освітленість та ін.

Розглянуто методи і засоби вимірювання параметрів мікроклімату. Окремим підрозділом досліджено пристрої та засоби для вимірювання температури, а також пристрої та засоби для вимірювання вологості повітря. Саме ці параметри і будуть основними в автоматизованій системі контролю параметрів мікроклімату у промислових теплицях.

Розроблено систему контролю параметрів мікроклімату в промислових теплицях. В якості контрольних датчиків були обрані TMP36 для контролю температури та HIH3610 для контролю вологості. Програмна система реалізована в програмному комплексі WINPLC7 з використанням мови програмування на схемі контактів реле.

Розглянуто та проаналізовано автоматизовані системи управління промисловою теплицею. Було визначено, що Open Remote є найкращим програмним пакетом для вирішення цих завдань. На основі даного рішення було здійснено інтеграцію апаратної реалізації системи контролю параметрів мікроклімату промислової теплиці з Open Remote.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Малафаєв М. Т. Лабораторний практикум з теплотехніки : методичний посібник / М. Т. Малафаєв, О. І. Торяник, А. Л. Фощан. – Харків : ХДУХТ, 2016. – 92 с.
2. Торяник О. І. Теплотехніка : навчальний посібник / О. І. Торяник, М. Т. Малафаєв, А. Л. Фощан. – Харків : ХДУХТ, 2015. – 160 с.
3. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань температури. Безконтактні засоби вимірювання температури: ДСТУ 3194:2005. – [Чинний від 2005-02-28]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с
4. Шубер П.М., Таранова Н.Б. Метеорологія і кліматологія. Практикум. Навчальний посібник. Тернопіль-Львів, 2008. – 219 с.
5. Waaijenberg D., Sonneveld P.J. Greenhouse design for the future with a cladding material combining high insulation capacity with high light transmittance. *Acta horticulturae*. 2004. Vol. 633. P. 137 – 143.
6. Graefe J., Sandmann M. Shortwave radiation transfer through a plant canopy covered by single and double layers of plastic. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2015. Vol. 201. P. 196–208.
7. Pollet I.V., Pieters J.G. PAR transmittances of dry and condensate covered glass and plastic greenhouse cladding. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2002. Vol. 110 (4). P. 285–298.

Додаток А
(обов'язковий)

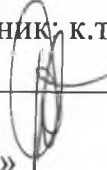
ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
БЕЗПРОВІДНИЙ ЗАСІБ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У
ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

Виконав: студент 4-го курсу, групи КІВТ-206
спеціальності 152 - Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Радзiх В.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., доц. каф. ІРТС

 Дудатьєв І.А.
(прізвище та ініціали)

« 14 » 08 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік



Рисунок 1 – ПЛК VIPA 200V



Рисунок 2 – Модуль прийому інформаційного електричного сигналу



Рисунок 3 – Інтерфейс RS-232



Рисунок 4 – Кабель для завантаження програми у ПЛК VIPA 200V

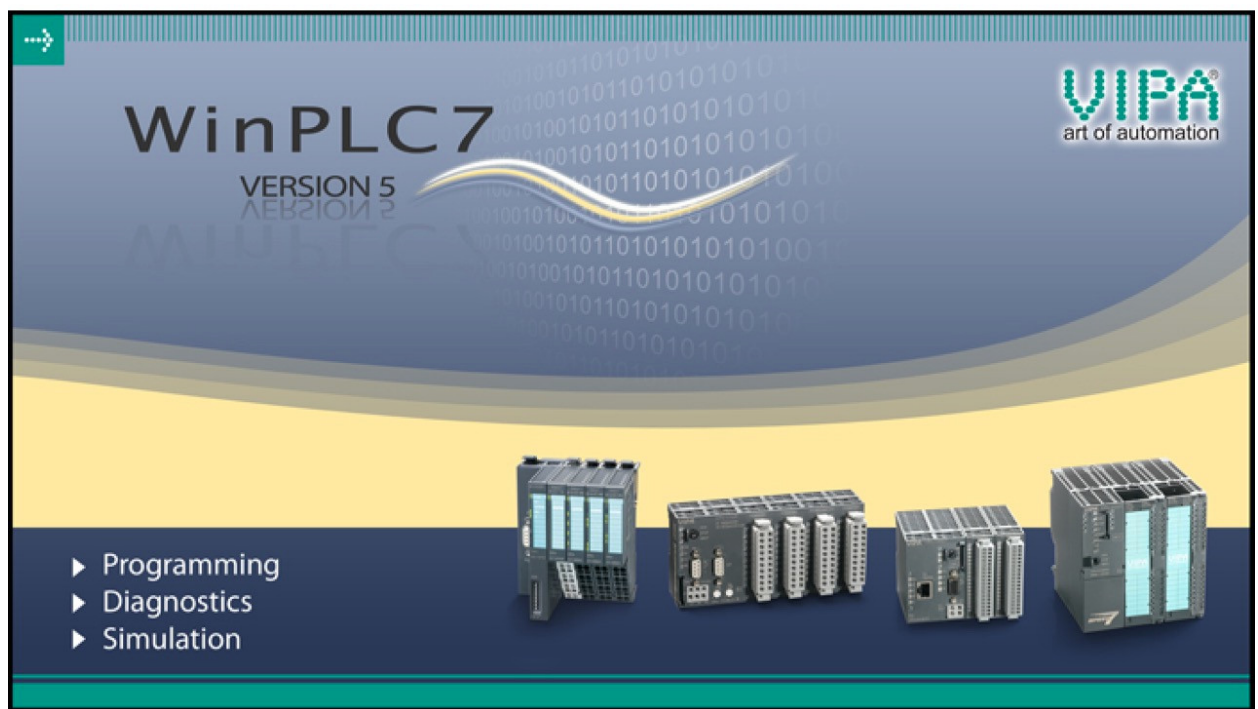


Рисунок 5 – Програмне забезпечення WinPLC7 для ПЛК VIPA 200V

Додаток Б
(обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ РОБОТИ

**БЕЗПРОВІДНИЙ ЗАСІБ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У
ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Безпроводний засіб контролю температури у промислових теплицях»

Тип роботи: БДР
(БДР, МКР)

Підрозділ ІРТС, ІЕС
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 77,4% Схожість 22,6%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Олександр ЗВЯГІН
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Вадим РАЛЗІХ
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Ігор ДУДАТЬСВ
(прізвище, ініціали)