МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: Автоматизована система керування мікрокліматом теплиці

Виконав студент 2 курсу, групи ЗАТ-23м
спеціальності 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка"
П'ятківський Павло Володимирович
(прізвище та ініціали студента)
Керівник: к.т.н., доцент
Добржанський Олександр Олексійович
(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)
Рецензент: к.т.н., доцент
Громовий Олексій Андрійович
(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

Житомир – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
Факультет комп’ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Спеціальність 174 “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна
к.т.н., доц. Громовий О.А.
“_____” _____2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу магістра

Студент П’ятківський Павло Володимирович

1. Тема роботи: Автоматизована система керування мікрокліматом теплиці

Затверджена Наказом по університету від «12» листопада 2024 р. № 647/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру «20» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: виконати аналіз існуючих систем управління обладнанням теплиць на базі промислових програмованих логічних контролерів та мікроконтролерів, виявити недоліки та сформувати пропозиції щодо їх подолання та покращення техніко-економічних показників системи.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) аналіз об’єкта дослідження, розробка структурної схеми системи управління, вибір компонентів, розробка схеми підключення або електричної схеми з’єднань

5. Перелік презентативного матеріалу (з точним визначенням обов’язкових слайдів/креслень) структурна схема або/та її складові, схема електрична принципова системи управління або/та її складових, дизайн розміщення елементів, монтажна схема, схема розмітки друкованої плати тощо

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи магістра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Прізвище, ініціали та посадаконсультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технічна частина	Добржанський О.О.	1.09.24	1.09.24

Дата видачі завдання ___1.09.24_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об’єкта автоматизації	1.09.2024 – 15.10.2024	виконано
2	Розробка структурної схеми системи управління.	15.10.2024 – 29.10.2024	виконано
3	Вибір компонентів	29.10.2024 – 13.11.2024	виконано
4	Розробка схеми підключення	13.11.2024 – 01.12.2024	виконано
5	Кінцеве оформлення пояснювальної записки	01.12.2024 – 15.12.2024	виконано

Студент _____ П’ятківський П.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Добржанський О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації управління мікрокліматом в теплиці.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – датчика температури ДТС035М, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм для управління мікрокліматом в теплиці. Програма розроблена для ПЛК М340 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпечені Citect SCADA та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Annotation

This qualification work considers the development of automation system for microclimate control in the greenhouse.

The qualification work presents a description of the technological process, tasks for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of technical means of automation - temperature sensor DTS035M-I, connection schemes of sensors and actuators to the PLC and extended connection schemes of technical means.

An algorithm for microclimate control in a greenhouse has been developed. The program is designed for PLC M340 from the manufacturer Schneider Electric. The SCADA program interface is developed in the Citect SCADA software and the appearance of the display mnemonic is presented in the note.

ЗМІСТ

Вступ…….. 5
Розділ 1. Опис об’єкта автоматизації……... 7
1.1 Технологічний опис об’єкта автоматизації…… 7
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації……. 11
Розділ 2. Система автоматизації…….. 12
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)…….. 12
2.2 Схема автоматизації……. 27
2.3 Специфікація засобів автоматизації…… 29
Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення…… 30
3.1 Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)…….. 30
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК…….. 34
3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру…….. 35
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів…… 37
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм для ПЛК)…… 40
Розділ 6 Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога… 42
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI… 42
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора…….. 44
Висновки……. 45
Список використаної літератури…….. 46

ВСТУП

Характерною особливістю сучасного розвитку техніки є широке впровадження елементів та пристроїв автоматики та інформаційновимірювальної техніки у виробничі та технологічні процеси для їх автоматизації. В умовах сучасної економіки автоматизація є одним з основних напрямів розвитку науково-технічного прогресу. А також покращення ефективності та якості роботи проектовних технічних засобів неможливе без оцінювання надійності їх функціонування. Таким чином, вище викладене є першою причиною необхідності нормування показників надійності технічних засобів при проектуванні технічних засобів різного призначення.

На даний момент автоматизація технологічних процесів використовує широке впровадження обчислювальної техніки в системи управління, які повинні вирішувати задачі автоматизації основного технологічного устаткування, аналізу, контролю і управління технологічними процесами на основі математичних методів і використання ЕОМ.

Розвиток тепличних технологій протягом останніх 10 років різко популяризувався з огляду на свою перспективність і окупність. Вирощування овочів закритого ґрунту актуальне, бо вони користуються великим попитом серед споживачів, особливо в зимовий період року. Залежно від якості продукції її вартість може сягати преміального класу, що досить вигідно. Вирощувати таку продукцію нескладно: варто дотримуватися технологій і закупити необхідне обладнання.

Лідерами тепличного бізнесу і першопрохідцями щодо впровадження інновацій можна вважати Нідерланди, які вивели його на якісно новий рівень. Завдяки власному дослідницькому центру, робота якого присвячена саме розробкам теплиць, голландці зуміли значно знизити викиди парникових газів і заощадити на енергоспоживанні. Тим самим голландські виробники вийшли на лідируючі позиції в світі з виробництва та експорту овочів закритого ґрунту.

Не відстають у тепличному бізнесі США та Канада, вирощуючи

найрізноманітніші продукти високої якості, походження яких можна з легкістю відстежити. Секрет успіху американців - використання передових технологій контролю за вирощуванням рослин, які не потребують особливого людського втручання.

Українські виробники, своєю чергою, також не відстають від

зарубіжних колег з тепличного бізнесу - конкуренція жорстка, і щоб продукція була затребувана на ринках, вона повинна бути якісною, безпечною і смачною. Однак українські реалії тепличного бізнесу не настільки позитивні, як, припустимо, в Європі. За даними Асоціації «Теплиці України», рентабельність такого бізнесу не перевищує 10%, а експортується приблизно 20% від усієї виробленої продукції. Згідно з офіційними даними, в 2016 році виробництво продукції закритого ґрунту в Україні склало 547 тис. тонн.

Розділ 1. Опис об’єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об’єкта автоматизації

Теплиці (рисунок 1.1) – це найбільш досконалий вид культиваційних споруд захищеного грунту .

Рисунок 1.1 – Двоскадна теплиця

Істотна відмінність теплиць від інших видів споруд захищеного грунту - можливість створення сприятливих умов не тільки для вирощуваних рослин, але і для обслуговуючого персоналу та технологічного обладнання. У результаті в теплицях підвищуються продуктивність праці та культура виробництва, зникає сезонний характер сільськогосподарських робіт. У теплиці на відміну від малогабаритних укриттів і парників можна без порушення цілісності огорожі виконувати всі агротехнічні заходи, а також широко використовувати різні механізми для догляду за рослинами. Теплиці класифікують за експлуатаційними і будівельним ознаками: за призначенням, сезонності, технології вирощування, виду світлопрозорого огорожі, конфігурації огорожі, способу обігріву. За призначенням теплиці поділяють на овочеві, розсадні і квіткові. Розсадні плівкові теплиці призначені для виробництва розсади для відкритого грунту.

За тривалістю експлуатації теплиці поділяють на зимові та весняні (експлуатуються навесні, влітку і восени). Як правило, каркас теплиці встановлюють на постійне місце. Виняток становлять пересувні теплиці, які поширені в північно-західних областях для вирощування росади та ранньої вигонки багаторічних овочевих культур, залежно від технології вирощування розрізняють стелажні, бесстеллажние (грунтові), гідропонні теплиці, фітотронах і шампіньйонниці. По виду світлопрозорого огородження теплиці ділять на засклені, плівкові і теплиці з покриттям з жорстких полімерних матеріалів. Теплиці покривають плівкою в один або два шари. Для економії енергії застосовують також спеціальні багатошарові жорсткі полімерні матеріали з повітряним проміжком між шарами товщиною 5...25 мм.

За конструктивно-планувальних рішень теплиці можна розділити на ангарні і блокові, за профілем поперечного перерізу - на односхилі і двосхилі, двосхилі з нерівними схилами, з плоскими і циліндричними скатами.

За класом і категорією у відношенні до вибухо- та пожежонебезпеки теплиці відносяться до категорії Б згідно з правилами пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України. Будівля належить до категорії Б, коли одночасно виконані дві умови:

а) будівля не належить до категорії А;

б) сумарна площа приміщення категорій А і Б перевищує 5 % сумарної площі всіх приміщень, або 200 м².

Так як сама конструкція теплиці не складна, автоматизація такого об’єкту не займає дуже великого часу та затрат.

Технологія вирощування овочів в теплиці припускає постійно правильну температуру, яка не повинна переживати різких коливань, це дуже шкідливо для рослин. Прикладом може стати коливання температури вдень і вночі, близько +12 °С і +28 °С, відповідно, коли починається активний ріст листя шкоди нормальному розвитку плодів. Також негативно впливає і пониження температури ґрунту, приміром, до +13 +15 °С, коли коріння рослин не можуть

поглинати воду. У даний момент настає фізіологічна сухість. Даний термін означає присутність води в ґрунті, але неможливість її надходження в рослину.

Часто це є причиною загибелі або хвороби рослин.

Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій

Сучасна автоматика для теплиці являє собою складну систему з безліччю обладнання, відстежує температуру, освітленість і вологість, а також виконує управління різними технологічними процесами, необхідними для повноцінної і ефективної діяльності такого виробництва.

Для кожного виду рослин характерні свої оптимальні режимні параметри

та допустимі відхилення від оптимуму.

Тепловий режим культиваційних споруд підтримується за допомогою автоматичних систем обігрівання і вентиляції. Він визначається потужністю джерел тепла, а також конструктивними особливостями споруд. Точність підтримання заданої температури – в межах ±1°С. Крім того, задана температура повинна узгоджуватись з рівнем освітленості, що пов'язане з фізіологічними особливостями життєдіяльності рослин. Технологічні норми також регламентують максимальну температуру ЗО °С (для розсади 26 °С)., мінімальну – 15 °С (не більше доби) тому автоматизація такого контуру як підтримка температури повітря в теплиці є однією з головних.

Водний режим забезпечується підтриманням необхідної вологості повітря і грунту за допомогою різних систем зрошення (надгрунтове, підгрунтове, крапельне зрошення). Витрати води становлять від 5 до 15 л/м2 на добу. Оскільки зрошення не повинне порушувати тепловий режим у споруді, температура поливної води підтримується на рівні температури повітря і грунту (в межах 20 – 25 °С).

Режим живлення забезпечується підтриманням необхідної концентрації мінеральних добрив, їх співвідношенням і pH грунту або субстрату. Технологія передбачає регулювання загальної концентрації з точністю ±10 % і pH з точністю ±0,1 в достатньо вузькому діапазоні, який визначається технологічним регламентом для кожного виду рослин і змінюється залежно від фази розвитку.

Для інтенсифікації процесів життєдіяльності рослин швидкість повітряних потоків повинна становити 0,15 м/с.

Світловий режим, як правило не регулюється. Лише при вирощуванні розсади і в селекційних спорудах використовують штучне освітлення. Питома потужність опромі- нювачів згідно з технологічними нормами знаходиться в. межах 100 – 300 Вт/м2.

Урахування всієї різноманітності взаємозв'язків між режимними параметрами, їх узгодження та оптимізація потребують високого рівня автоматизації технологічних процесів.

З огляду на це, щоб створити якісну систему автоматизації яка буде управляти мікрокліматом теплиці без великих затрат є рішення побудувати таку систему на контролері Modicon M241.

Дана система автоматизації у разі використання, і комплектації

необхідними датчиками та виконавчими механізмами, для автоматизації теплиць можуть виконувати безліч завдань, серед яких:

- вимірювання температури повітря;
- вимірювання вологості повітря;
- керування системою опалення;
- керування освітленням;
- управління системою вентиляції;
- управління системою поливу;
- відкривання та закривання фрамуг з електромеханічним приводом;
- підтримка мікроклімату в відповідності з заданою програмою в режимі реального часу;
- вимірювання кислотності грунту;

Отже автоматизація типлиці на 70% підвищує продуктивність вирощування рослин, так як людина не завжди може помітити якісь відхилення в мікро кліматі такі як:

- сухість грунту;
- висока або низька температура;

- сухість повітря;
- pH грунту;

Використання такої системи в тепличному господарстві гарантує значне підвищення врожайності сільськогосподарських культур і збільшення рентабелбності виробництва. А невисока вартість обладнання цієї системи дозволить заощадити значні кошти.

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1 – Завдання на розробку системи автоматизації

Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю	Додаткові умови
Теплиця	Температура	25 °C	Регулювання	Відображення, стабілізація	Вплив на електроприводи 7а, 7б та насос зволоження	
	Вологість	70 %				
Ємність 1	Рівень	80%	Управління та регулювання	Стан, відображення, стабілізація	Вплив на електроклапан	
	Температура	25 °C				
Ємність 2	Рівень	80 %	Управління	Стан	Вплив на електроклапан	
Ємність 3	Рівень	80 %	Управління	Стан	Вплив на електроклапан	

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

В розробленій системі автоматизації використані такі засоби автоматизації:

Вимірювання температури вологості в теплиці

Вимірювання температури та вологості повітря в теплиці визначається датчиком тамператури та вологості ОВЕН ПТВ100 (рисунок 2.1.1). Промисловий датчик температури та вологості признаений для неперервного перетворення відносної вологості та температури в два уніфіковані вихідні сигнали 4…20 мА та передачи вимірюваних значень по інтерфейсу RS-485 (Modbus RTU).

Використовуються для вимірювання параметрів повітря в каналах потокової вентиляції, камері сушки деревини, холодильних камерах, овочесховищах та теплицях.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики

Діапазон вимірювання вологості	0…100 %
Діапазон вимірювання температури	-40…+80 ^{0}C
Пилевлагозахист	IP 65
Абсолютна похибка вимірювання вологості	+- 3%
Абсолютна похибка вимірювання температури	+- 3,5 %

Рисунок 2.1 – Датчик тамператури та вологості ОВЕН ПТВ100

Монтаж відбувається шляхом кріплення на стіну телиці. Зображення монтажу та габаритних розмірів наведено на рисунку 2.2 та 2.3.

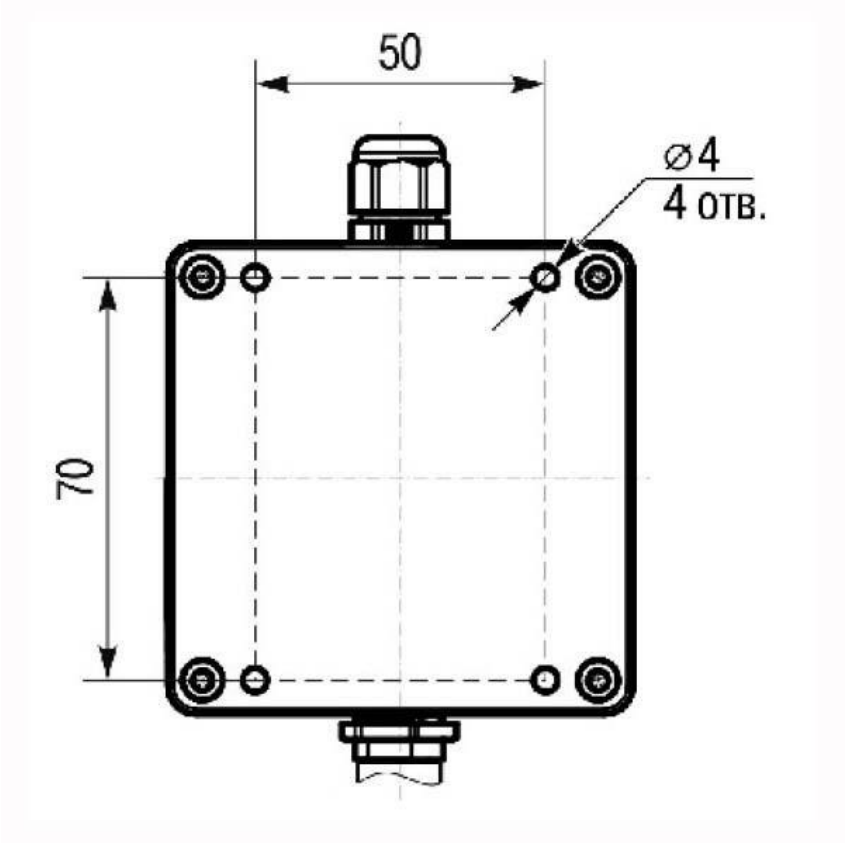


Рисунок 2.2 – Корпус ОВЕН ПТВ100

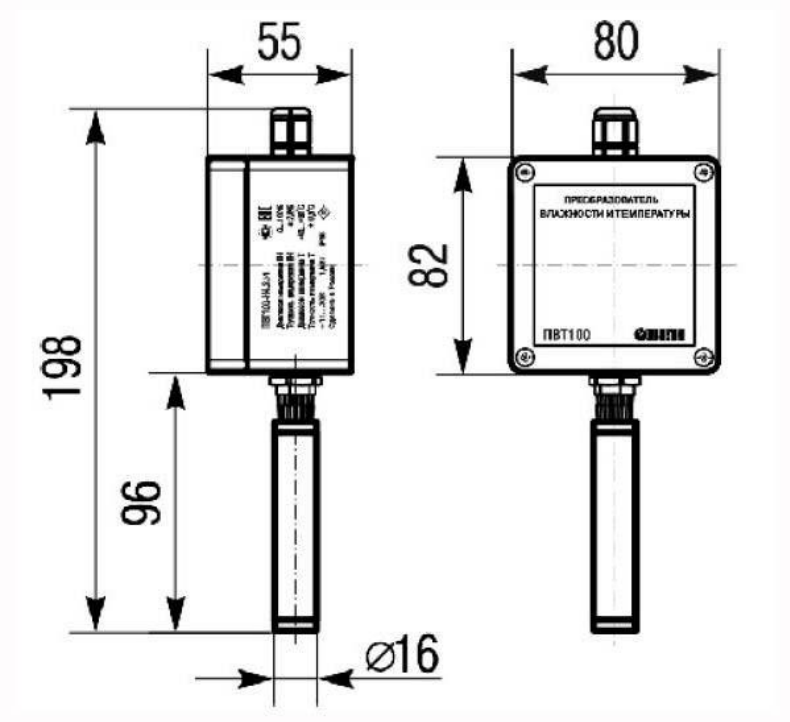


Рисунок 2.3 – Монтаж та габаритні розміри ОВЕН ПТВ100

Вимірювання рівня в резервуарах

Рівень в резервуарах визначається датчиком рівня ДС.2 (рисунок 2.1.4) кондуктометричного типу призначені для вимірювання та сигналізації рівня електропровідних речовин.

Принцип дії полягає в різниці між електропровідністю повітря та рідини. Ця різниця фіксуються двома електродами: сигнальним, установленим на необхідному рівні, та спільним. Коли поверхність рідини торкається з сигнальним електродом, відбувається замикання між двома електродами.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики

Тиск вимірюваного середовища	0,25 МПа
Максимальна робоча температура	100°С
Матеріал	Фторопласт
Зєднувальні розміри	М27х1,5 мм G1/2 S27

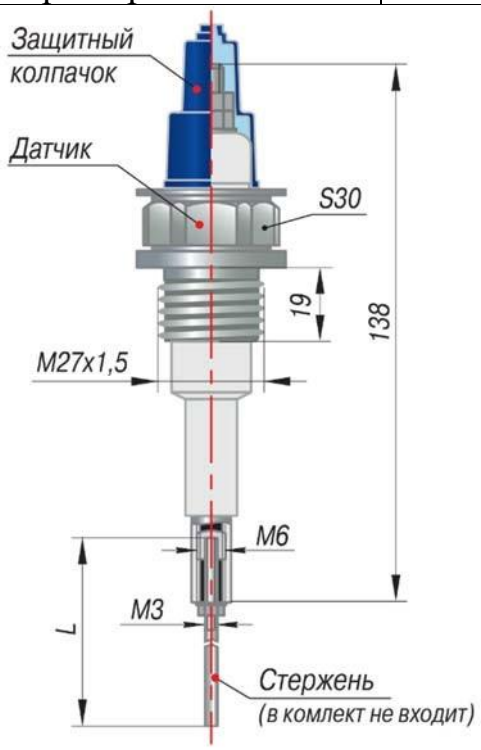


Рисунок 2.4 – Датчик рівня ДС.2

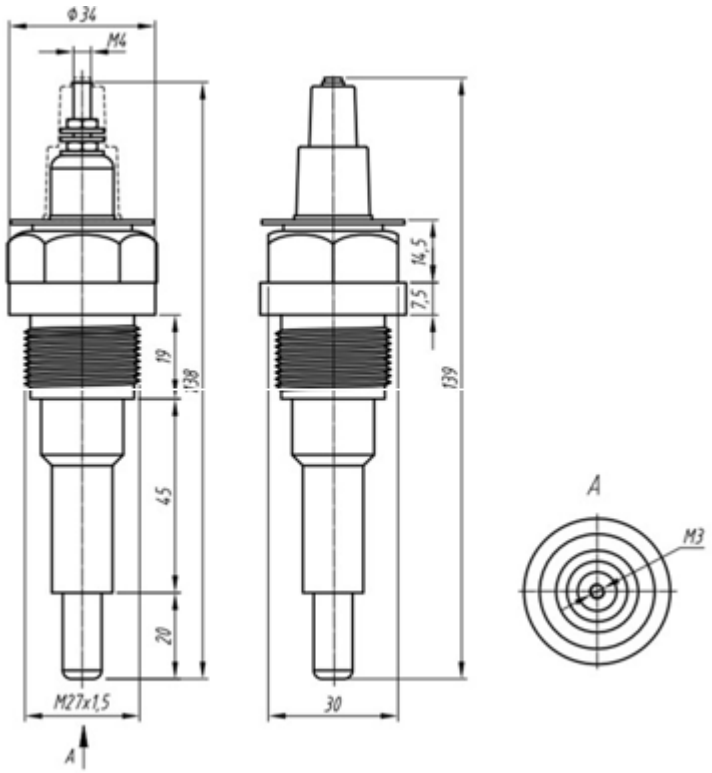


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри датчика рівня ДС.2

Монтаж відбувається шляхом вертикального або горизонтального кріплення на стінку резервуара. Зображення монтажу та габаритних розмірів наведено на рисунку 2.6 та 2.7.

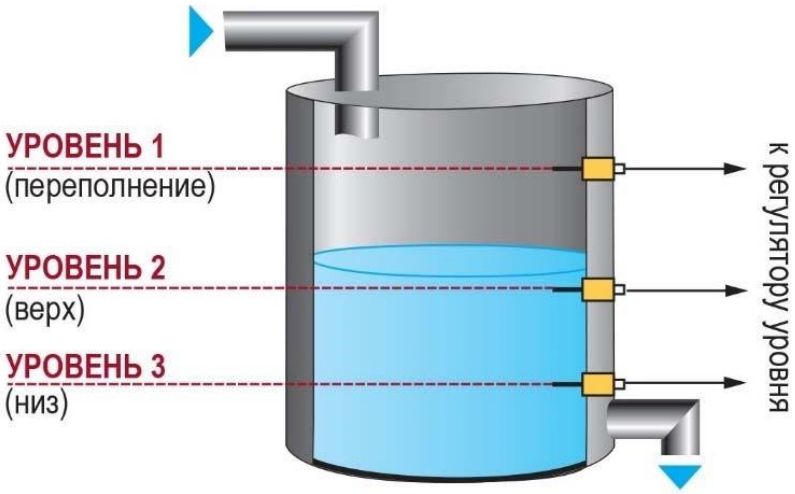


Рисунок 2.6 – Монтаж датчика рівня ДС.2

Рисунок 2.7 – Монтаж датчика рівня ДС.2

Вимірювання температури в резервуарі

Температура в резервуарі визначається датчиком температури ДТС035М-И (рисунок 2.1.8) оснащеним високоточним нормуючим перетворювачем та призначений для неперервного вимірювання та перетворення значень температури рідких речовин в уніфікований вихідний сигнал 4…20 мА.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики

Характеристики	
Напруга живлення	24В
Максимальна потужність	0,8 Вт
Уніфікований сигнал	4…20 мА
Вид залежності	Лінійна
Розрядність цифро-аналогового перетворювача	12 біт
Номінальне значення опору нагрузки	500 Ом

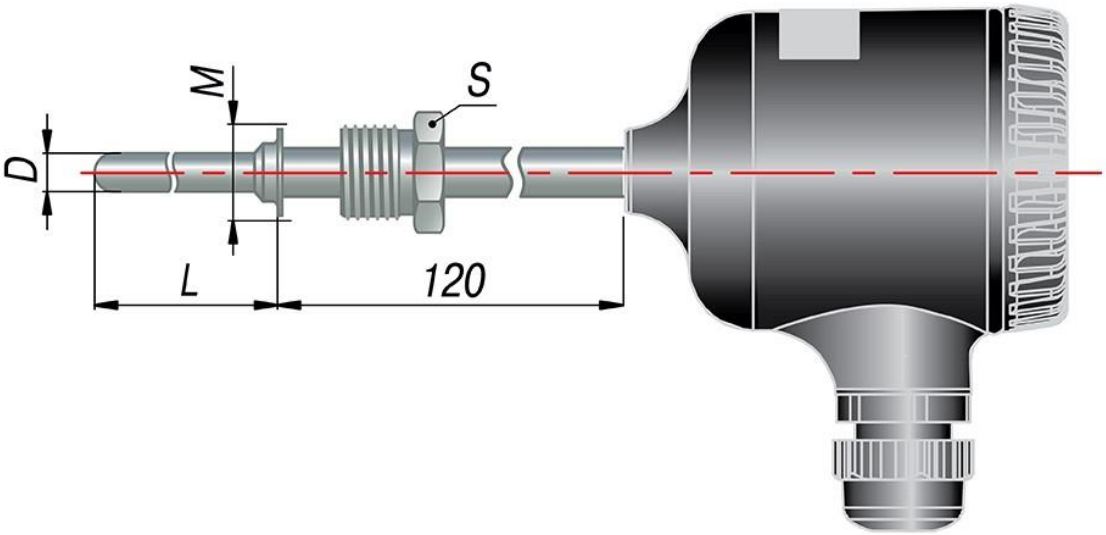


Рисунок 2.8 – Датчик температури ДТС035М-И

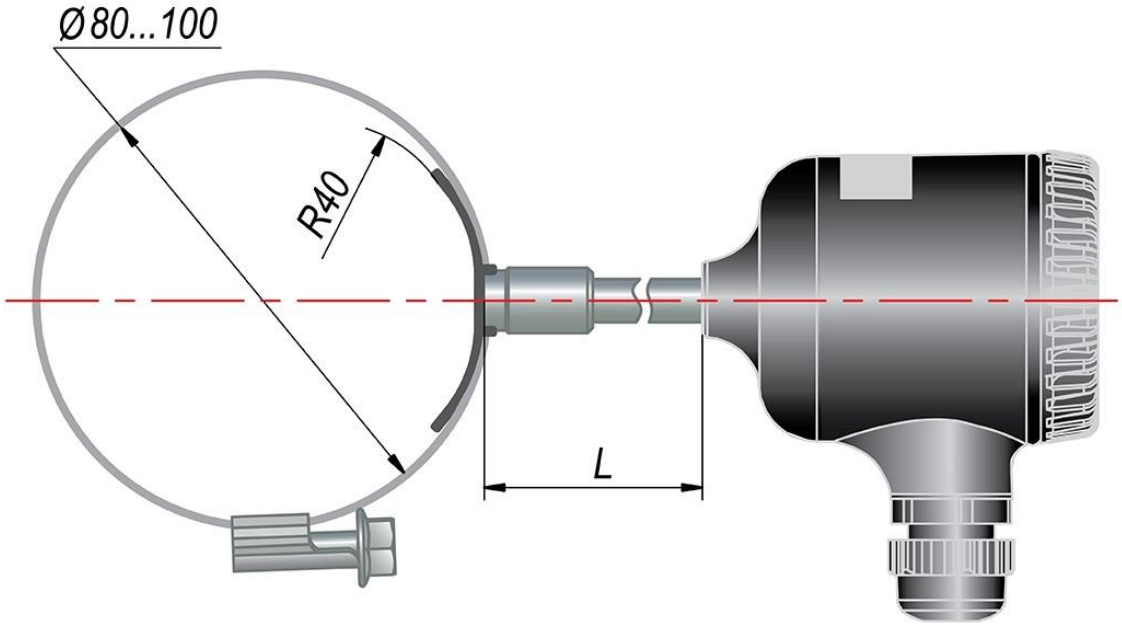


Рисунок 2.9 – Монтаж на трубопровід

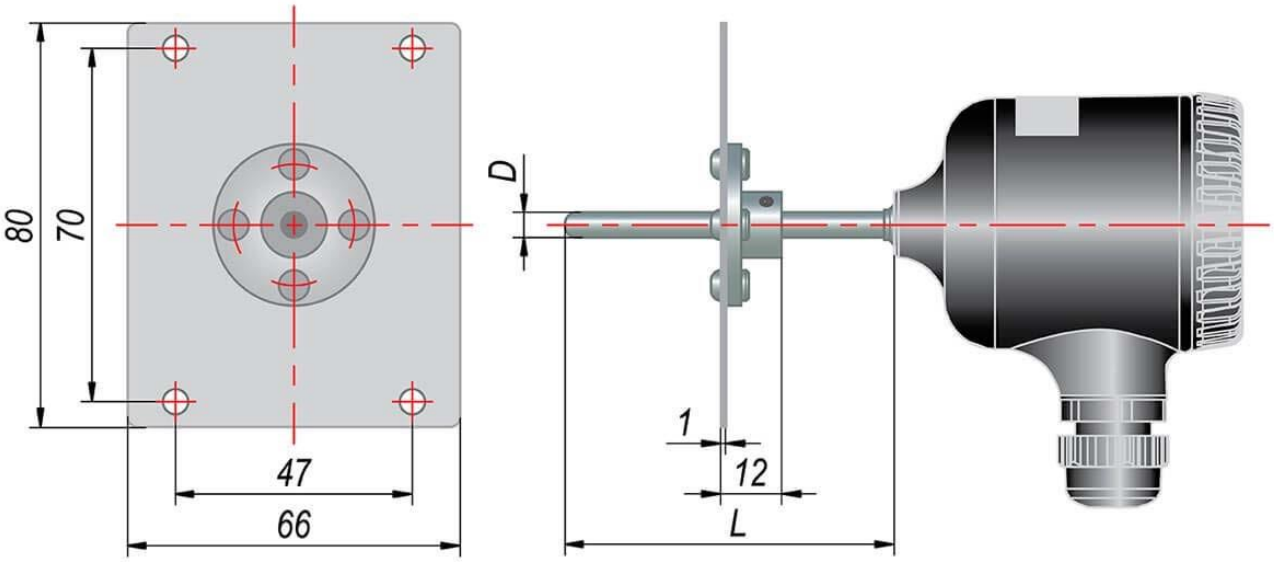


Рисунок 2.10 – Монтаж в стінку резервуара

Управління подачі води в резервуари

Подача води в резервуари регулюється Електро-магнітним клапаном GAMA EP20B (рисунок 2.1.11-2.1.12) призначений для управління подачі холодної та гарячої води. Принцип роботи відбувається за допомогою перемикання фаз, або 3-х позиційного управління. Тип приводу: (On-OFF).

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики

Напруга	220В
Діаметр	3/4
Максимальна температура	90°C
Максимальний тиск	16 бар
Мінімальний тиск	0 бар
Зєднувальні розміри	DN 20
Температура робочого середовища	+1 - +90°C
Матеріали крану	Латунь
Робоче середовище	Вода

Монтаж відбувається шляхом врізання в трубопровід

Рисунок 2.11 – Електро-магнітний клапан GAMA EP-20B

Рисунок 2.12 – Електро-магнітний клапан GAMA EP-20B

Регулюваня циркуляції повітря в теплиці

Регулювання циркуляції повітря в теплиці виконує Електропривід Belimo LF230 (рисунок 2.1.13)

Електропривід зі зворотньою пружиною, для управлінням повітряних заслонок.

При переміщенні привода в нормальне робоче положення взводиться зворотня пружина. Монтаж відбувається шляхом кріплення на вал вентиляційної заслонки. Зображення монтажу та габаритних розмірів наведено на рисунку 2.14 та 2.15.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики

Напруга живлення	230В
Частота напруги живлення	50/60 Гц
Комутаційна здатність	1 мА…3(0.5)А. АС 250 В
Точки перемикання допоміжних перемикачів	0…100%

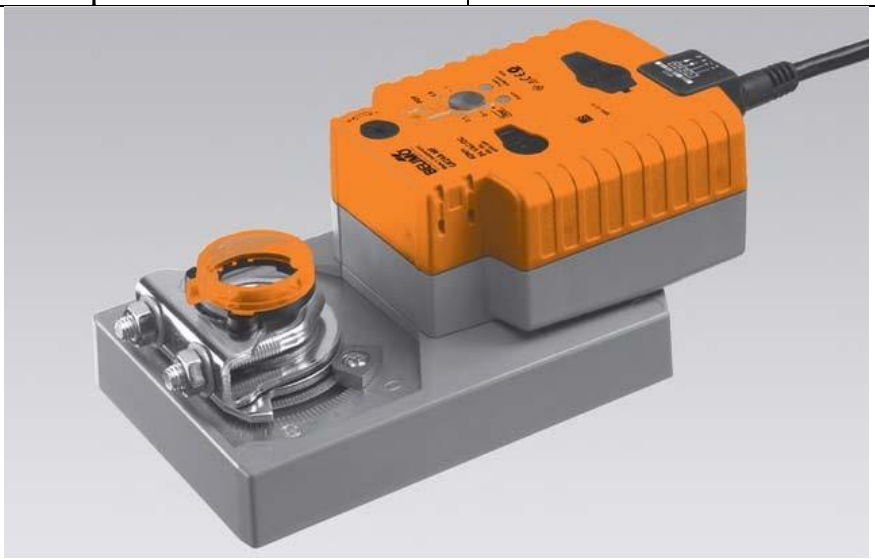


Рисунок 2.13 – Електропривід Belimo LF230

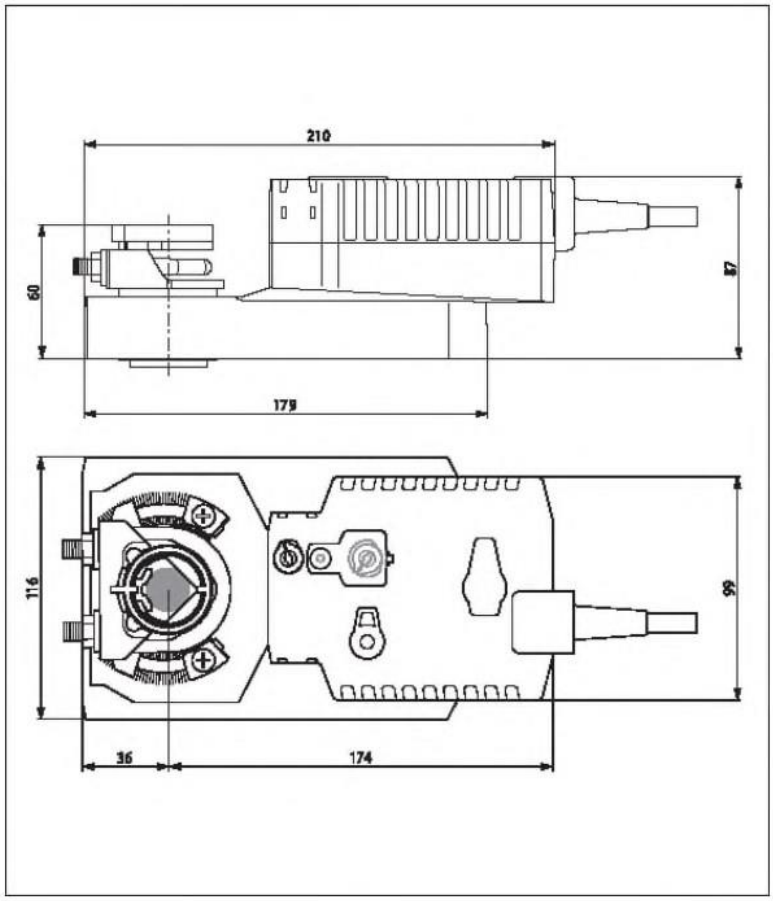


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри електроприводу Belimo LF230

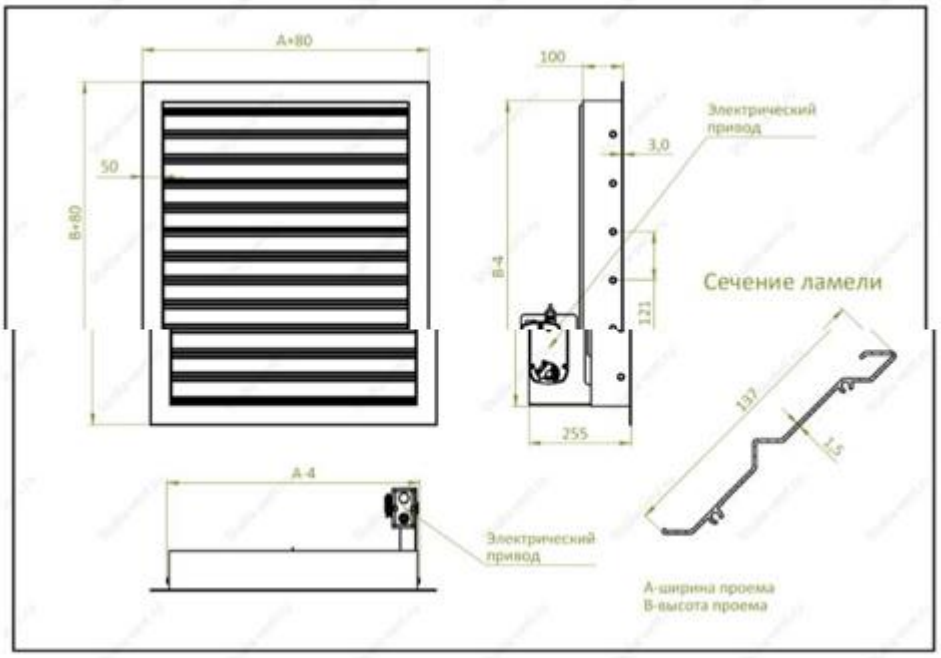


Рисунок 2.15 – Монтаж електроприводу Belimo LF230

Управління двигунами

Управління двигунами виконує пускач безконтактний реверсивний ПБР-21 (рисунок 2 .16)

Пускач ПБР-21 призначений для безконтактного управління виконавчого механізму, в приводах яких застосовано однофазний двигун, з електромеханічним гальмом. Зовнішня схема з’єднань зображена на рисунку 2.17.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики

Назва параметру та розмір	Одиниці вимірювання	Норма
Діапазон зміни вхідного дискретного сигналу -вимкнено -включено	В	Від 0 до 3 Від 18 до 30
Максимальна вхідна напруга (для одного каналу)	мА	Не більше 50
Мінімальний допустимий електричний опір ізоляції між всіма ланцюгами та копусом, між входом та виходом складає при температурі (20□5)□С та вологості не більше 80%.	МОм	40
Напруга живлення (система змінного струму частотою 50 Гц)	В	220 (+22; -33)
Споживча потужність	ВА	Не більше 7
Габаритні розміри (ВхШхГ)	мм	95 х 100 х 110

Рисунок 2.16 – Пускач безконтактний реверсивний ПБР-21

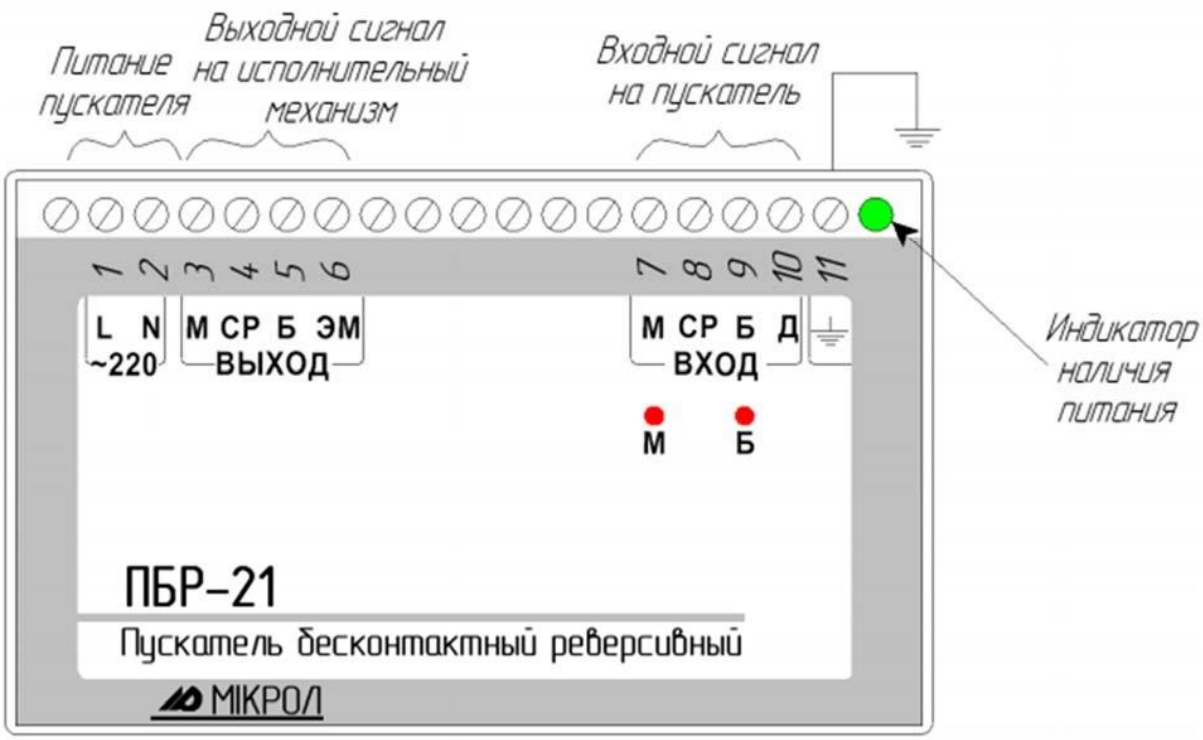


Рисунок 2.17 – Зовнішня схема зєднань ПБР-21

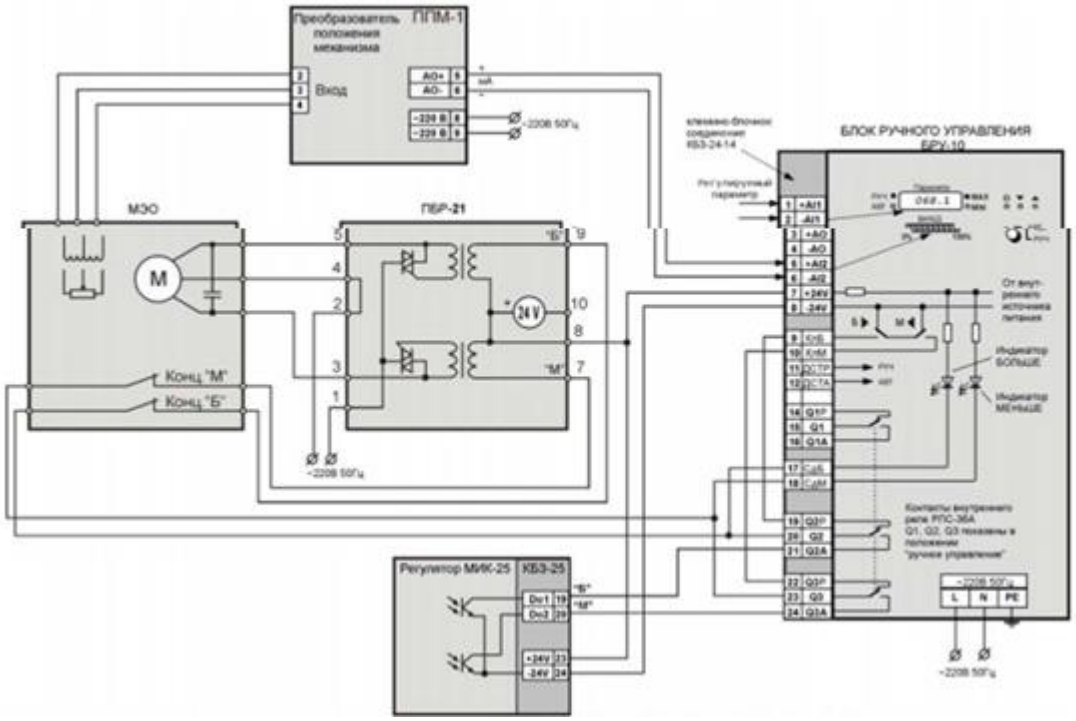


Рисунок 2.18 – Приклад типової схеми підключення ПБР-21

Монтаж ПБР-21 вздійснюється шляхом встановлення на DIN рейку в щиті, зображено на рисунку 2.19.

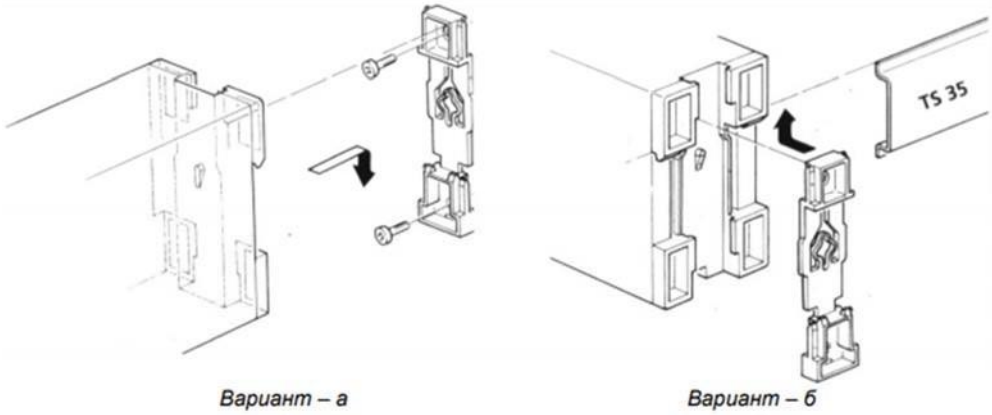


Рисунок 2.19 – Монтаж ПБР-21 на DIN рейку

Управління заслонками вентиляції

Управління заслонками вентиляції здійснює гібридний напівпровідниковий пускач Phoenix Contact ERL H5-I (рисунок 2.1.20)

Призначений для вмикання та вимиканння трифазних двигунів безпосередньо з системи управління. Схема підключення зображена на рисунку

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики

Кількість і тип контактів	3 NO
Напруга комутації, В АС	550
Катушка управління	230 В АС
Тип пускача	Гібридний, Реверсивний, з захистом двигуна
Струм комутації, А АС	2

Використовуються електромеханічні і електронні комутаційні елементи. Вони перетворюють керуючий сигнал 24 В постійного струму, що надходить з ПЛК, і включають ланцюг головного струму двигуна 400 В (змінний струм). Якщо мова йде про реверсивний привід, то буде потрібно два комутаційних елемента для повороту фаз. Монтажна ширина пристрою в нормі становить 45 мм.

Рисунок 2.20 – Гібридний напівпровідниковий пускач Phoenix Contact ERL H5-I

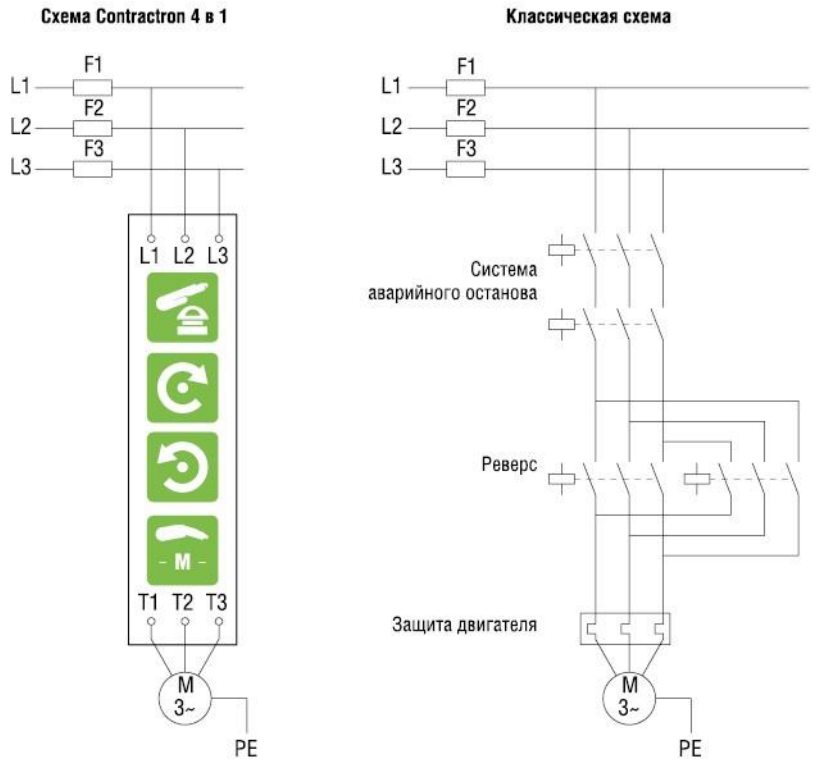


Рисунок 2.21 – Схема підключення Phoenix Contact ERL H5-I

2.2 Схема автоматизації

При розробці проекту було розглянуто та досліджено велика кількість існуючих систем управління мікрокліматом в тепиці, від звичайних до високотехнолигічних варінтів. Під високотехнологічними системами, розіміються теплиці п`ятого покоління в яких основною задачею є зменьшення затрат на опалення та повністю нова система циркуляції повітря.

Після вивчення вхідних даних було прийнято рішення розробити спрощену систему яка б по функціоналу була зближена до теплиці п`ятого покоління але з акцентом на малий бюджет.

Розроблена схема автоматизації складається з таких контурів:

– регулювання температури та вологості повітря;

– регулювання вологості грунту;

– регулювання освітленості;

– регулювання рівня в ємності для поливу;

– регулювання рівня в ємності для зволоження;

– регулювання рівня в ємності для концентрованого розчину;

Контур регулювання температури повітря

Температура вимірюється датчиком температури повітря ОВЕН ПТВ100 (поз. 1а, 1б) з уніфікованим вихідним сигналом постійного струму 4-20 мА, який подається до контроллера Modicon M340, де програмно обробляється. Керуючий сигнал з контролера поступає на електроприводи belimo LM230A (поз. 7а, 7б) встановлені на вентиляційних заслонках.

Контур регулювання вологості повітря

Вологість повітря вимірюється датчиком вологості повітря ОВЕН ПТВ100 (поз. 1а, 1б) з уніфікованим сигналом постійного струму 4-20 мА, який подається до контроллера Modicon M340, де програмно обробляється. Керуючий сигнал з контроллера поступає на електро-магнітний пускач (поз. КМ1), який вмикає насос для подачі води з резервуару зволоження.

Контур регулювання вологості грунту

В контролері програмно задано розклад поливу теплиці. Керуючий сигнал з контроллера поступає на електро-магнітний пускач (поз. КМ2), який вмикає насос для подачі води з резервуару поливу.

Контур контролю додавання живильного розчину в резервуар поливу.

В контролері програмно задано розклад додавання живильного розчину в резервуар поливу. Керуючий сигнал з контроллера поступає на електромагнітний клапан GAMA EP-20B (поз. 10а).

Контур регулювання температури в ємності для поливу:

Температура вимірюється датчиком температури ДТС035М-И (поз. 6а) з уніфікованим вихідним сигналом постійного струму 4-20 мА, який подається до контроллера Modicon M340, де програмно обробляється. Керуючий сигнал з контролера поступає на тен для нагріву води розташований в резервуарі поливу.

Контур регулювання рівня в ємності для поливу:

Рівень вимірюється датчиком рівня ДС.2 (поз. 2а, 2б) сигнал з якого надходить на дискретні входи контроллера Modicon M340, де програмно обробляється. Керуючий сигнал з контроллера поступає на електро-магнітний клапан GAMA EP-20B (поз. 8а).

Контур регулювання рівня в ємності для зволоження:

Рівень вимірюється датчиком рівня ДС.2 (поз. 8а) сигнал з якого надходить на дискретні входи контроллера Modicon M340, де програмно обробляється. Керуючий сигнал з контроллера поступає на електро-магнітний клапан GAMA EP-20B (поз. 9а).

Контур контроля рівня в ємності для концентрованого розчину:

Рівень вимірюється датчиком рівня ДС.2 (поз. 5а, 5б) сигнал з якого надходить на дискретні входи контроллера Modicon M340.

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.9 – Специфікація засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	Ксть	Виробник
1	1а 1б	За місцем	Датчик тамператури та вологості з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА.	ПТВ100	2	ОВЕН
2	2а, 2б, 4а, 5а, 5б	За місцем	Датчик рівня кондуктометричний	ДС.2	5	ОВЕН
3	6а	За місцем	Датчик температури з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА.	ДТС035МИ	1	ОВЕН
4	7а, 7б	За місцем	Електропривід Belimo LF230 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА.	LF230	2	Belimo
5	8а, 9а, 10а	За місцем	Електро-магнітний клапан	EP-20B	3	GAMA
6	M1,M2, M3	За місцем	Електро-двигун	W21	3	WEG
7	11а,11б, 11г,11д	За місцем	Лампи освітлення	E40		SON-T
8	КМ1, КМ2	На щиті	Гібридний напівпровідниковий пускач	ELR H5-I-SC-230AC	2	Phoenix Contact
9	КМ3,КМ4 КМ5	На щиті	Електро-магнітний пускач	ПБР-21	3	Мікрол

Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1 Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Під час виконання кваліфікаційної роботи, після вибору технічних засобів та визначення технічного завдання було скомпоновано наступні параметри контролера. На рисунку 3.1 наведено конфігурування контролера в програмному забезпечинні Unity Pro.

Таблиця 3.1 – Вибрані модулі для ПЛК M340

Позначення модуля	К-сть	Найменування модуля	Характеристика модуля
XBP 0400	1	Шасі	4 місця
CPS 2000	1	Модуль живлення	100…240VAC, 20
P34 1000	1	Процесорний модуль	
DDI 1602	1	Дискретний вхідний модуль	На 16 каналів
DDO 1612	1	Дискретний вихідний модуль	На 16 каналів
AMI 0810	1	Аналоговий вхідний модуль	На 8 каналів

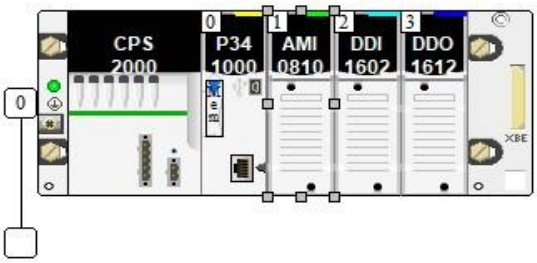


Рисунок 3.1 – Компонування контролера в програмному пакеті Unity Pro

CPS 2000 (рисунок 3.1.2): центральний процесор який був створений для систем які потребують швидкої обробки даних.

Таблиця 3.2 – Характеристики CPU316

CPU 316	
Напруга живлення	24 В
Пам’ять	4096 кбайт
Робоча пам'ять	3584 кбайт
- інтегрована	256 кбайт
Час обробки процесора	
- для бітових операцій	0.12 мск
- для операцій зі словами	0,25 мск

DDI 1602 (рисунок 3.1.3) модуль введення дискретних сигналів призначениий перетворювати вхідній дискретні сигнали контролера на внутрішні логічні сигнали.

Модуль складається з світлодіодів індикації станів вхідних ланцюгів, червоного індикатора відмов і помилок та розєму для установки фронтального зєднувача закритого захисною кришкою.

Таблиця 3.3 – Характеристики DDI 1602

DDI	1602
К-сть входів	16
Фронтальний зєднувач	20-полюсний
Вхідна напруга	=24В

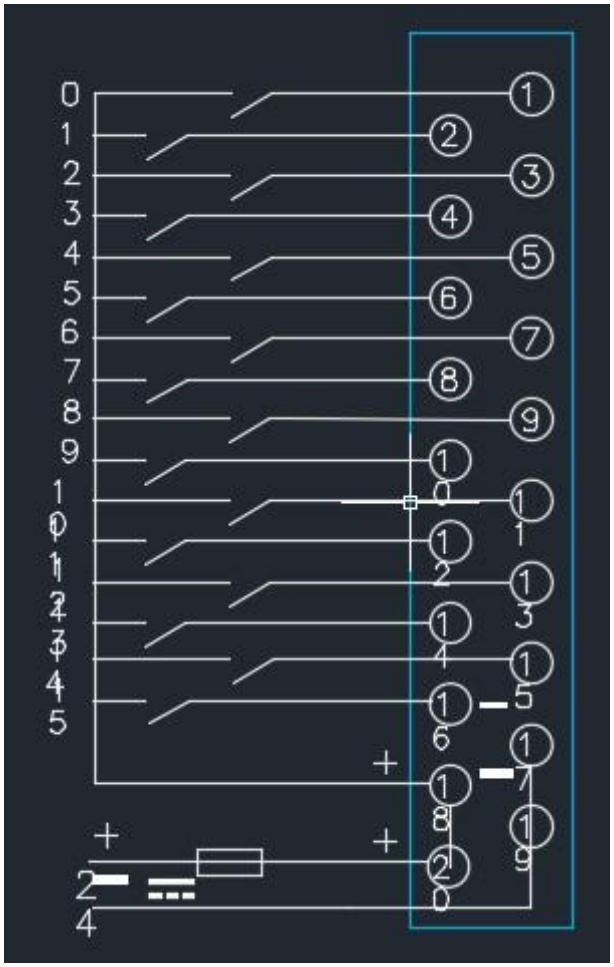


Рисунок 3.2 – Схема підключення до DDI 1602

DDO 1612 (рисунок 3.1.4) призначений для виводу дискретних сигналів контролера. До виходів підключаються виконавчі пристрої та її комутаційні апарати.

Модуль складається з світлодіодів індикації станів вхідних ланцюгів, червоного індикатора відмов і помилок та розєму для установки фронтального зєднувача закритого захисною кришкою.

Таблиця 3.4 – Характеристики DDO 1602

DDO 1602	
К-сть входів	16
Фронтальний зєднувач	20-полюсний
Напруга живлення	=24В
Захист від короткого замикання	Електронна

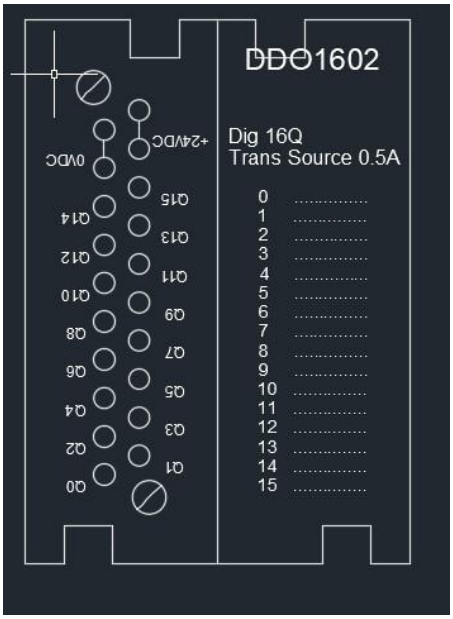


Рисунок 3.3 – Схема підключення до DDO 1602

AMI 0810 (рисунок 3.1.5) модуль вводу аналогових сигналів призначений для аналого-цифрового перетворення сигналів та формування цифрових величин.

До модуля підключаються датчики з уніфікованим вихідним електричним сигналом напруги або струму, термометри опору, термопари.

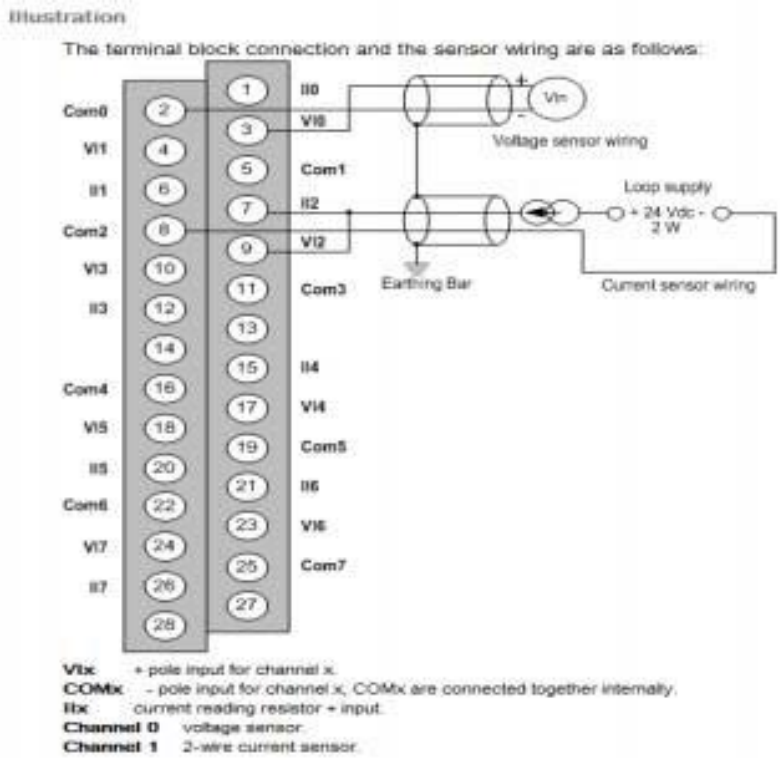


Рисунок 3.4 – Схема підключення AMI 0810

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

На принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК контуру регулювання температури та вологості повітря в теплиці використані наступні елементи:

– автоматичні вимикачі з захистом по струму: QF1-QF5 – для подачі живлення на блоки живлення, аналізатори pH молока та модуль живлення ПЛК;

– блок живлення: БЖ1 – для живлення датчиків, електропневматичних перетворювачів та модулів дискретних входів та виходів ПЛК постійною напругою 24 В.

На принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК процесу приготування затору при виробництві пива використана така нумерація провідників:

– 800-813: провідники з змінним струмом;

– 900-903: провідники з постійним струмом;

– 100-105: провідники з вимірювальним сигналом від датчиків;

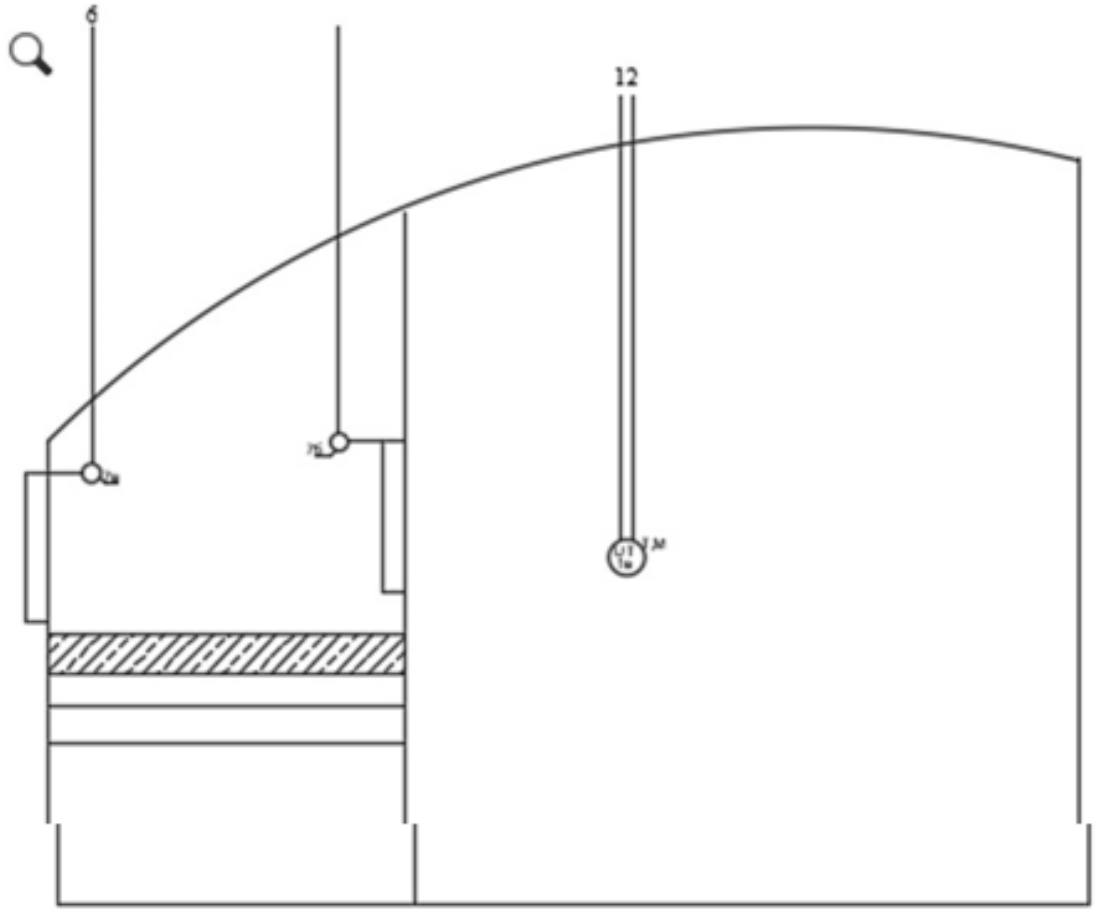
– 200-208: провідники з сигналом управління;

– 0800: провідники з пневматичним сигналом живлення;

– 0200-0202: провідники з пневматичним сигналом управління.

3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання температури та вологості повітря в теплиці



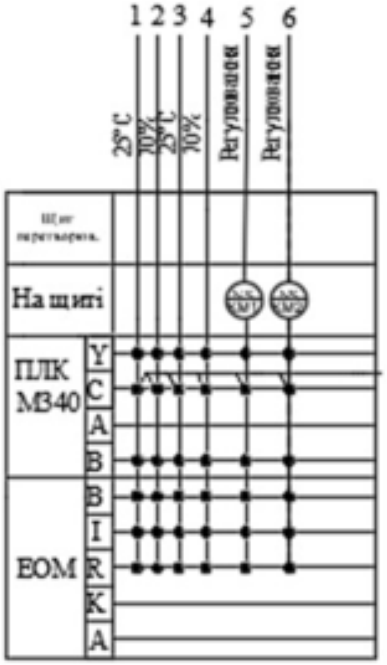


Рисунок 3.5 – Функціональна схема автоматизації контуру регулювання температури та вологості повітря в теплиці

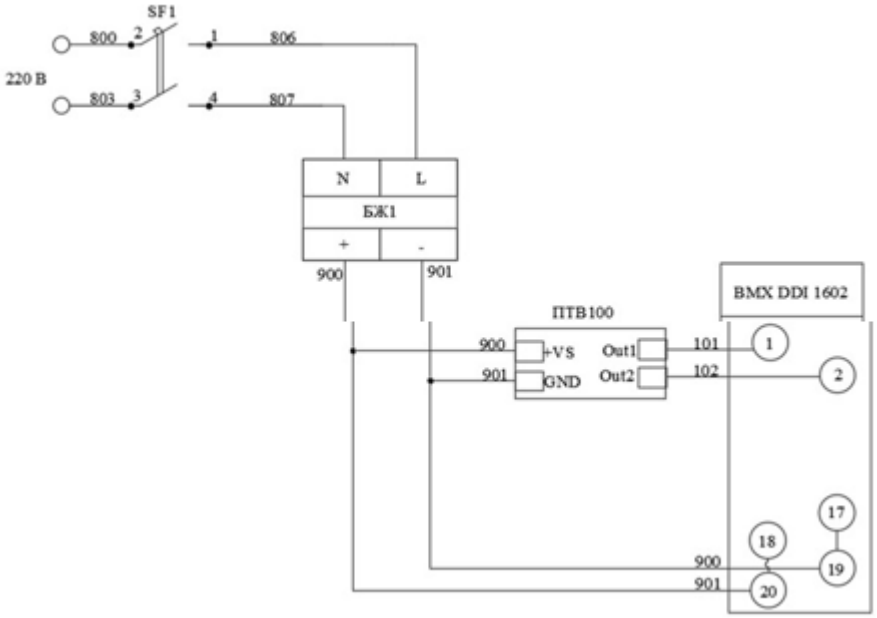


Рисунок 3.6 – Принципова розширена схема підключення датчика ПТВ100 до модуля дискретних входів BMX DDI 1602

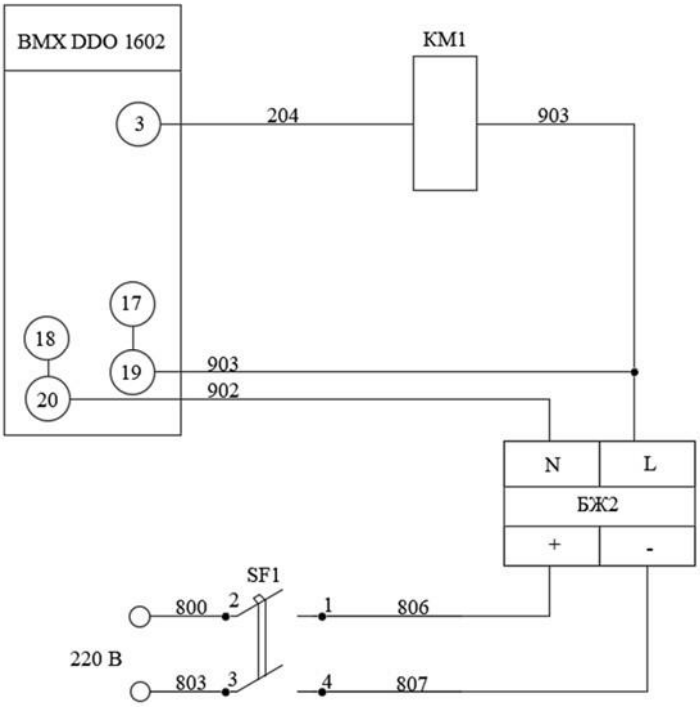


Рисунок 3.7 – Принципова розширена схема підключення магнітного пускаа до модуля дискретних виходів BMX DDO 16

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Датчик температури ДТС035М-И (рисунок 4.1) оснащеним високоточним нормуючим перетворювачем та призначений для неперервного вимірювання та перетворення значень температури рідких речовин в уніфікований вихідний сигнал 4…20 мА.

Рисунок 4.1 – 1 Датчик температури ДТС035М-И

Датчик складається з первинного перетворювача, переходячого в захисну арматуру, та вбудованого в комутаційну головку нормуючого перетворювача (рисунок 4.2)

Комутаційна головка складається з корпусу, кришки та дротового вводу. Комутаційна головка може бути пластиковою або металевою.

Чутливий елемент в залежності від діапазону вимірювання температури може бути виконаний як ТС або ТП.

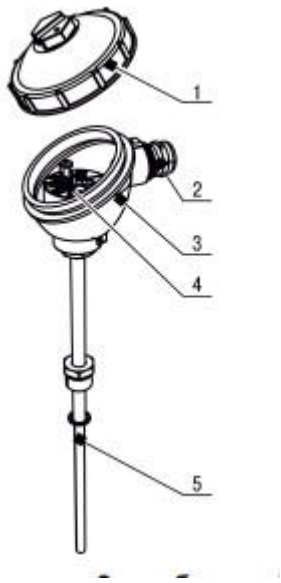


Рисунок 4.2 – Елементи датчика температури ДТС035М-И

На рисунку 4.3 зображено габаритні розміри ДТС035М-И.

На даному кресленні яке додано до кваліфікаційної роботи зображено монтаж датчика температури в резервуарі води для поливу теплиці. При монтажі датчика необхідно забезпечити контак 2/3 довжини зарурюваної частини з вимірюваним середовищем. при цьому занурюється частина датчика повинна розташовуватися перпендикулярно або під гострим кутом в напрямку руху потоку вимірюваного середовища що зображено на рисунку 4.4 та 4.5..

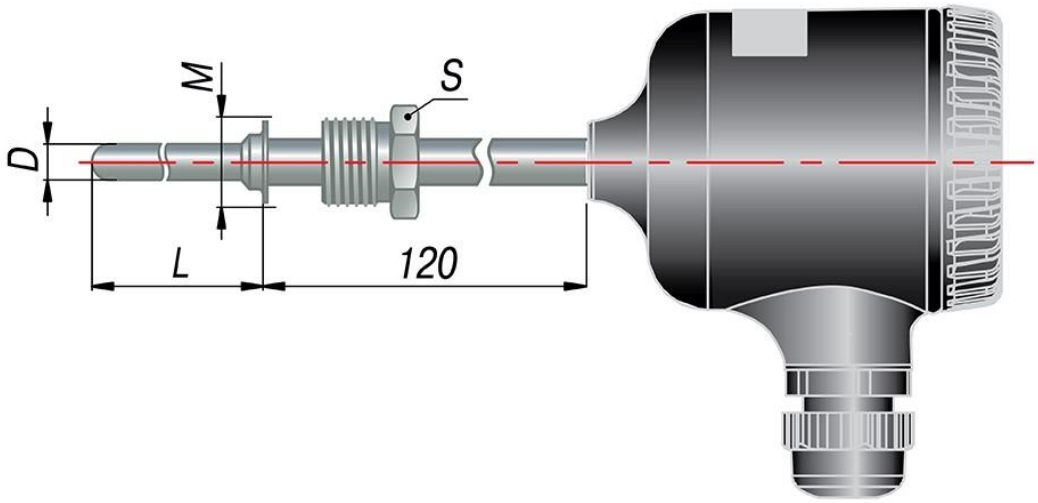


Рисунок 4.3 – Габаритні розміри датчика температури ДТС035М-И

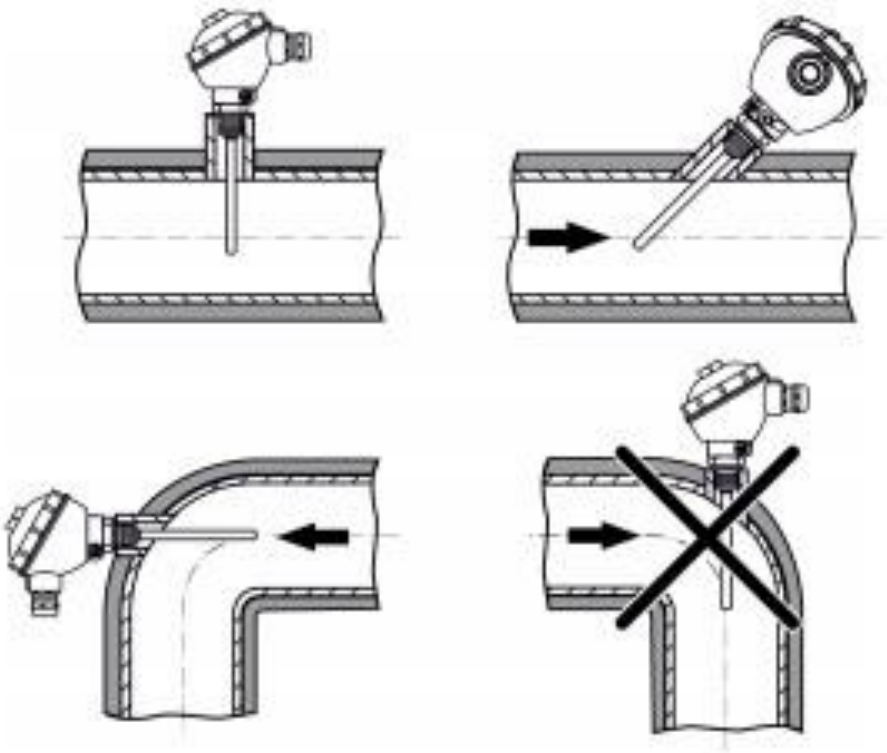


Рисунок 4.4 – Монтаж датчика на об’єкті

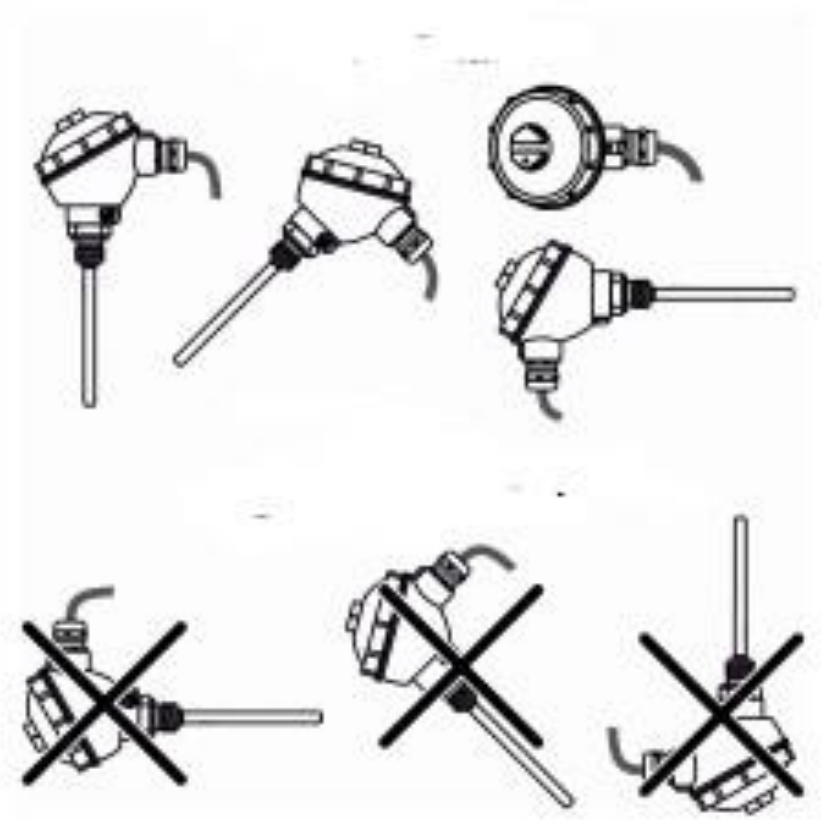


Рисунок 4.5 – Монтаж датчика на обєкті

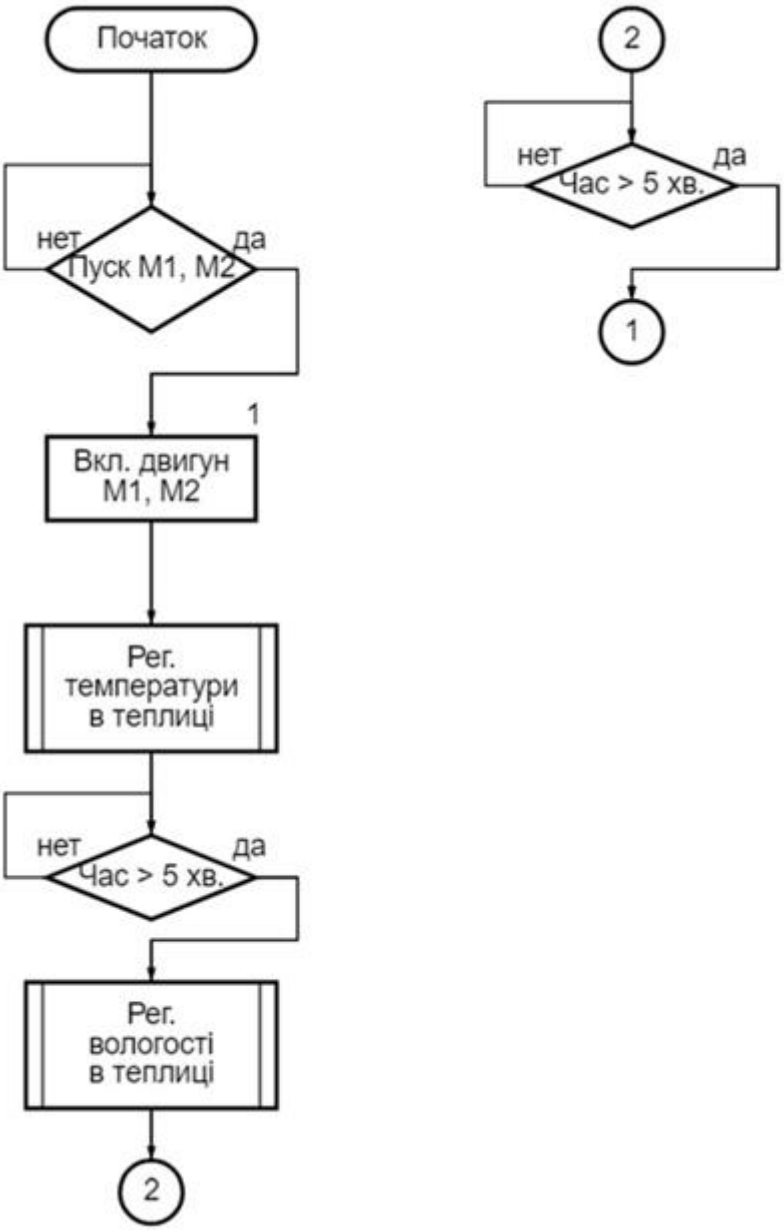


Рисунок 5.1 – Алгоритм для ПЛК

За представленим алгоритмом відбувається програмуваня ПЛК.

Алгоритм працює таким чином:

1) Запускаються двигуни вентиляції;

2) Відбувається вимірювання температури в теплиці;

3) Згідно з отриманими значеннями температури контролер виконує регулювання подаючи сигнал на виконавчі механізми заслонок вентиляції;

4) Вмикається таймер в 5 хвилин після чого программа йде далі;

5) Відбувається вимірювання вологості повітря в теплиці;

6) Згідно з отриманими значеннями вологості контролер виконує регулювання шляхом включення насоса подачі води на форсунки зволоження повітря;

7) Вмикається таймер в 5 хвилин після чого программа йде далі; 8) Программа починається спочатку.

Для написання програми було створенно змінні привязані до входів та виходів контролера до яких підєднано датчик та виконавчі механізми.

В таблиці 5.1 занесено змінні, які використовуються під час написання програми для регулювання мікроклімату в теплиці.

Таблиця 5.1 – Змінні ПЛК

Ім’я змінної	Адреса	Найменування
Tt	%W0.1.0	Температура в теплиці
Mt	%W0.1.1	Вологість в теплиці
Zv	%W0.1.2	Позиція заслонки вхідного повітря
Zvh	%W0.1.3	Позиція заслонки вихідного повітря
VM1	%Q0.3.0	Вентилятор вхідного повітря
VM2	%Q0.3.1	Вентилятор вихідного повітря
NM3	%Q0.3.2	Насос зволоження повітря

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Дисплейна мнемосхема управління мікрокліматом в теплиці розроблена в програмному забезпеченні Citect SCADA.

Для створення графічної частини проекту, тобто людино-машинного інтерфейсу SCADA Vijeo Citect використовується редактор графіки. У редакторі графіки створюються та редагуються такі об’єкти :

– графічні сторінки (страницы, pages): дисплейні вікна з графічними елементами та анімацією;

– шаблони сторінок (шаблоны, Templates): шаблони з графічними лементами та анімацією, що використовуються як основа для сторінок;

– символи (образы, Symbol): набір графічних елементів що згруповані разом для багаторазового використання в якості готового бібліотечного графічного компоненту;

– джини (джины, Genies): набір графічних елементів з анімацією, що можуть бути багаторазово використані як готовий анімований бібліотечний компонент (графічна функція);

– супер джини (супер Джины, Super Genies): спеціальний вид сторінки, що використовується у якості спливаючих діалогових вікон усередині джинів;

На рисунку 6.1.1 зображні вікна программи Vijeo Citect

Графічна підсистема у Vijeo Citect базується на представленні дисплейних вікон у вигляді сторінок. Графічні сторінки створюються на базі шаблону, що означує для сторінки:

– розміри вікна;

– колір фону сторінки;

– поведінку вікна сторінки за замовченням;

– може мати вбудовані графічні елементи та анімацію;

Зміст графічних сторінок Vijeo Citect наповнюється графічними елементами. Вони розміщуються розробником на сторінці та налаштовуються на етапі розробки, використовуючи редактор графіки. Графічні елементи можуть

бути статичними, які не змінюють свої властивості, та динамічними, одна або декілька властивосте яких залежить від значення змінних або результату виразів.

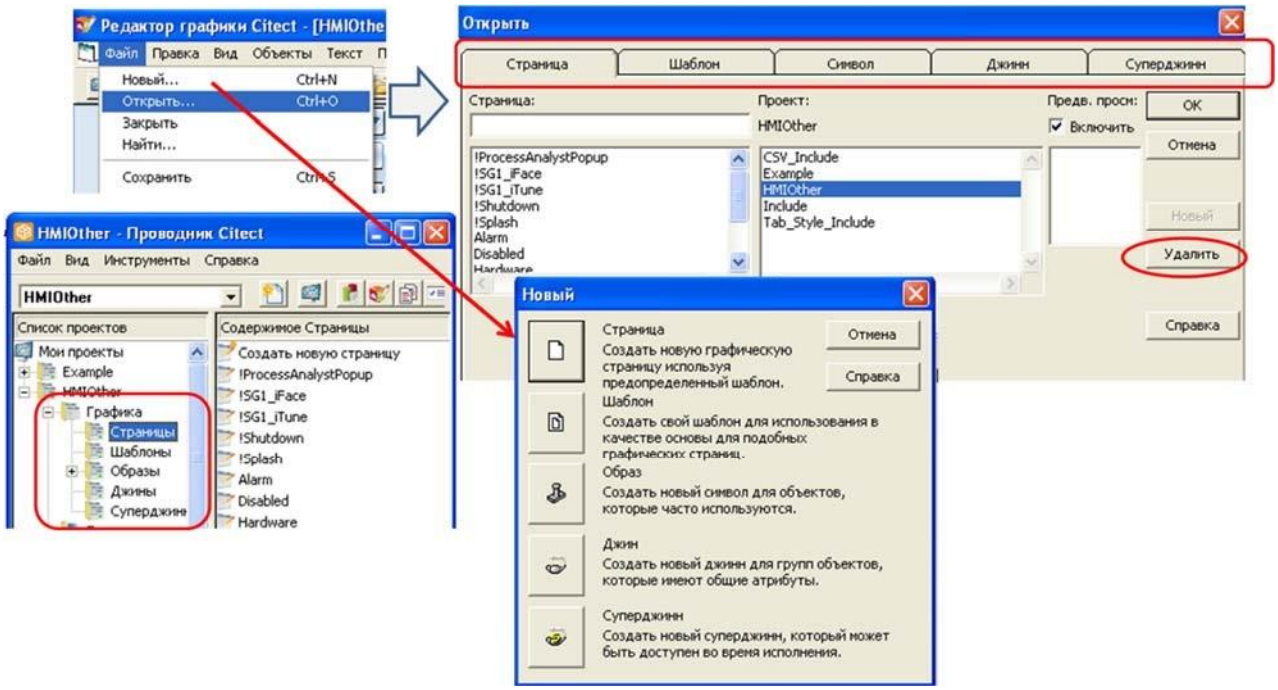


Рисунок 6.1 – Вікна програмного забезпечення Vijeo Citect

Всі змінні що використовувалися в розробці мнемосхеми наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Змінні

Ім’я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
Tt	%W0.1.0	0	10000	0	100	INT
Mt	%W0.1.1	0	10000	0	100	INT
Zv	%W0.1.2	0	10000	0	100	INT
Zvh	%W0.1.3	0	10000	0	100	INT
VM1	%Q0.3.0	0	1	0	1	BOOL
VM2	%Q0.3.1	0	1	0	1	BOOL
NM3	%Q0.3.2	0	1	0	1	BOOL

6.2 Відеокадри дисплейної мнемосхеми оператора

Дисплейна мнемосхема процесу управління мікроклімату в теплиці дозволяє оператору контролювати проходження технологічного процесу та за потреби робити управляючи дії щодо двигунів вентиляції.

Дисплейна мнемосхема управління мікрокліматом в теплиці зображена на рисунку 6.2.

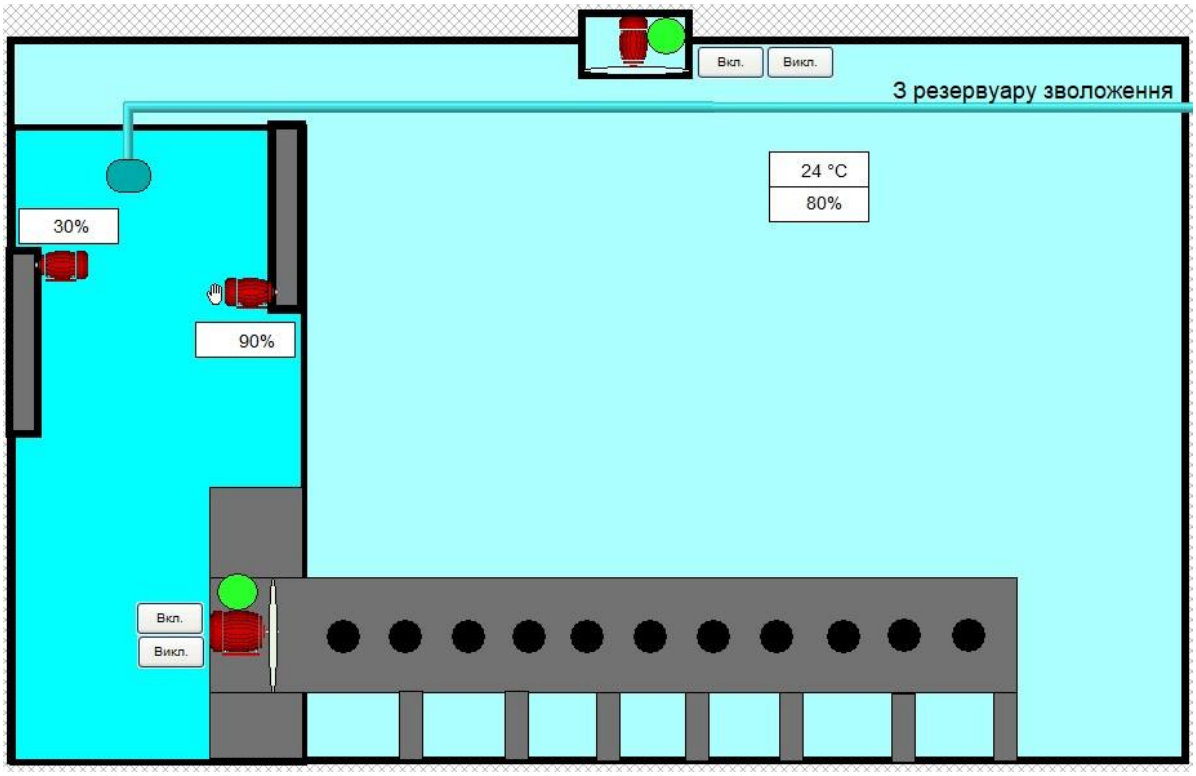


Рисунок 6.2 – Дисплейна мнемосхема упавління мікрокліматом в теплиці

Висновки

В кваліфікаційній роботі розглянуто розробку системи автоматизації мікроклімату в теплиці.

Прирозробці системи автоматизації мікроклімату в теплиці використано сучасні засоби автоматизації та промисловий логічний контролер.

При автоматизації мікроклімату в теплиці вибрано промисловий логічний контролер (ПЛК) Schneider Electric M340. Дисплейна мнемосхема упавління температурою та вологістю повітря в теплиці розроблялася в програмному забезпеченні Citect SCADA 2015.

Одже, слідуючи з розробленої кваліфікаційної роботи, можна зробити слідуючий висновок, що автоматизація управління мікрокліматом в теплиці спрощує та покращує процес культивування рослин, призводить до збільшення прибутку завдяки підвищенні росту, скорочує час культивування.

Список використаної літератури

1) Бабіченко А.К. “Промислові засоби автоматизації. Ч. І. Вимірювальні пристрої” В.І. Тошииський, В.С. Михайлов, М.О. Подустов. О.В. Пугановський. / За заг. ред. А К.Бабіченка: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ, 2015 р. – 470 с.

2) Бабіченко А.К. “Промислові засоби автоматизації. Ч. 2. Регулювальні і виконавчі пристрої” В.І. Тошинський, В.С. Михайлов, В.І. Молчанов, М.О. Подустов, О В ГІугановськйй, В.І. Вєльма. / За заг. ред. А.К.Бабіченка: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ, 2013 р. - 658 с.

3) Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

4)Зігунов О.М. "Порядок виконання і оформлення текстової і графічної докуметації" / О.М.Зігунов; Х.: СТХП НУХТ, 2013 р. - 42 с.

5) Трегуб В.Г. “Проектування систем автоматизації”. Навч. пос. — К: Видавництво Ліра-К., 2014. — 344с.

6) Каталог продукції МІКРОЛ: [Електрон. ресурс] http://www. ukr - prom . com / cat- kontrolno-izmeritelnie priboriiavtomatika/ avtomatika/1438/.

7) Теплица на основе "ОВЕН" [Електронний ресурс] // Овен. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: http://www.owen. ua/forum/showthread.php?t=12351.

8) Каталог продукції ОВЕН [Електронний ресурс] // ОВЕН Україна. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://owen.ua/ru/programmiruemyelogicheskie-kontrollery.

9) Розумна теплиця [Електронний ресурс] // Arduino.ua – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://arduino.ua/forum/proekty/umnaya-teplitsa.

10) Документи з охорони праці [Електронний ресурс] // Служба охорони праці. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.sop.com.ua/rubric/2.

11) Каталог продукції ІЕК [Електронний ресурс] // ІЕК Україна. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: http://iek.ua/products/catalog/.

12) Каталог продукції ПАО «ЗАВОД«ЮЖКАБЕЛЬ» [Електронний ресурс] // ПАО «ЗАВОД«ЮЖКАБЕЛЬ». – 2008. – Режим доступу до ресурсу: https://www.avtomats.com.ua/.