

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Факультет денної форми навчання
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Худолей Г.М.

«__» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Системи управління тепличним господарством

Керівник проекту:

Викладач:

Мозок Є.М.

Дипломник:

студент групи (СУз-51ш)

Красняк А.А

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Застосовна</u>		
A4				Завдання кафедри	1	
				<u>Новорозроблена</u>		
A4			ТЗ	Технічне завдання		
A4				Реферат	2	
A4			СУз-51ш 6.050201. 04. ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Документація конструкторська</u>		
				<u>Новорозроблена</u>		
A1			СУз-51ш 6.050201. 04. А2	Функціональна схема	1	
A1			СУз-51ш 6.050201. 04. Е3	Схема електрична принципова	1	

					СУз-51ш. 6.050201. 09. ДП			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Красняк А.А.			Системи управління тепличним господарством Відомість проекту	Литера	Арк.	Аркушів
Перевіри		Худолей Г.М.				У		
Рецензен		Серяков А. Г.				ШІ Сум ДУ СУз-51Ш		
Н. контр.								
Затверди		Худолей Г.М.						

РЕФЕРАТ

Красняк Артем Андрійович. Система управління тепличним господарством. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 80 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 72 рисунків, 7 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення.

Розроблено технічне завдання. Зроблено конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління, обрані канали управління, проведено вибір сучасних засобів автоматизації, а також розрахований контур управління температури продукту в витратному чані. Розроблено систему управління трубчатого автоклава на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК160..

Ключові слова: технологічний процес, автоматизація, система управління, регулюючий мікропроцесорний контролер, алгоритм управління, канал управління.

РЕФЕРАТ

Красняк Артём Андреевич. Система управления тепличным хозяйством. Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета. Шостка, 2020 год.

Дипломный проект содержит 80 листов пояснительной записки, с учетом 72 рисунков, 7 таблиц; конструкторскую документацию, содержащую 2 чертежа.

Разработано техническое задание. Сделан конструктивно-технологический анализ объекта управления, выбраны каналы управления, проведен выбор современных средств автоматизации, а также рассчитан контур управления температуры продукта в расходном чане. Разработана система управления нитрации продукта на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, система управления, регулирующий микропроцессорный контроллер, алгоритм управления, канал управления.

SUMMURY

Krasniak Artem Andreevich. Greenhouse management system. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 80 leaves of explaining message, considering 72 pictures, 7 tables; designer document which contains 2 drafts.

The technical task is developed. A structural and technological analysis of the control object was made, control channels were selected, modern automation equipment was selected, and a temperature control loop in the expenditure chan. A product control system based on a programmable logic controller PLK160.

Keywords: technological process, automation, control system, regulating microprocessor controller, control algorithm, control channel.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи управління тепличним господарством

Розробник:
студент гр. СУз-51ш

Красняк А.А.

Погоджено:
керівник проекту

Мозок Є.М.

1 Загальні відомості

Повне найменування: Система управління тепличним господарством.

Коротке найменування: АСУ ТП, надалі - Система.

Галузь: хімічна.

2 Підстави для проектування

Робота виконується на підставі наказу директора Шосткинського інституту СумДУ

3 Мета і призначення проекту

Система *призначена:*

- ✓ для цільового застосування, як проміжний виріб під певний об'єкт автоматизації - виробництво колоксиліну;
- ✓ для стабілізації заданих режимів технологічного процесу шляхом контролю технологічних параметрів, візуального представлення, і видачі керуючих впливів на виконавчі механізми в автоматичному режимі.
- ✓ для визначення аварійних ситуацій на технологічних вузлах шляхом опитування підключених до Системи датчиків в автоматичному режимі, аналізу вимірних значень і перемикання технологічних вузлів в безпечний стан шляхом видачі керуючих впливів на виконавчі механізми в автоматичному режимі, або за ініціативою оперативного персоналу;

Залежно від специфіки виробництва та особливостей створюваної Системи *цілями* можуть бути:

- ✓ отримання стабільного прибутку за рахунок виробництва конкурентоспроможної продукції;
- ✓ стабілізація технологічних параметрів і поліпшення якісних показників продукції (оптимальний розхід енергії, продукту, людських ресурсів);
- ✓ збільшення виходу товарної продукції;
- ✓ зменшення матеріальних та енергетичних витрат;
- ✓ підвищення ефективності управління, обумовлене покращенням інформаційного забезпечення;
- ✓ підвищення культури праці технічного персоналу за рахунок наданого системою сервісу;
- ✓ зменшення кількості виконуваних технологічним персоналом функцій за рахунок їх автоматизації;
- ✓ запобігання аварійних ситуацій;

4 Джерела розробки

Дійсне ТЗ розроблено на підставі таких стандартів та нормативних документів:

Вимоги до змісту документів, що розробляються при створенні автоматизованої системи, встановлені вказівками РД 50-34.698-90 "Автоматизовані системи. Вимоги до змісту документів", а також відповідними державними стандартами:

- Єдиної системи програмної документації (ЕСПД);
- Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД);

- Системи проектної документації для будівництва (СПДБ);
- ГОСТ 34.602-89 "Технічне завдання на створення автоматизованої системи".

Види і комплектність документів регламентовані ГОСТ 34.201-89 "Види, комплектність і позначення документів при створенні автоматизованих систем".

Зміст документів є загальним для всіх видів автоматизованих систем і, при необхідності, може доповнюватися Розробником в залежності від особливостей конкретно створюваної Системи.

Допускається включати в документи додаткові розділи і відомості, об'єднувати і виключати розділи.

Додатки:

- Додаток А: Короткий опис технологічного процесу.
- Додаток В: Структурна схема технологічного процесу.
- Додаток С: Переліки вхідних та вихідних змінних процесу (установки).
- Додаток D: Структурна схема АСУТП.
- Інші вихідні дані.

5 Характеристика об'єкта автоматизації

5.1 Режим роботи об'єкта автоматизації

Технологічні процеси виробництва стабілізації колоксиліну є безперервними. Так як випускається продукція однієї марки то немає необхідності перемикання апаратів і конфігурації різних варіантів технологічних схем, тому Система може не мати можливість здійснення програмно-логічного управління по послідовності операцій.

5.2 Умови експлуатації об'єкта автоматизації та характеристики зовнішнього середовища

1. Стабілізація колоксиліну складається з технологічних блоків, що належать до I і II категорій вибухо-небезпеки.
2. Технологічні процеси стабілізації колоксиліну характеризується великим числом змінних стану і управління, складною кореляцією технологічних параметрів, впливом на об'єкт численних збурень, пов'язаних як з плановими перемиканнями технологічних апаратів, так і з присутністю неконтрольованих домішок; застосуванням токсичних, горючих та вибухонебезпечних продуктів, що в сукупності пред'являє підвищені вимоги до Системи.

6 Технічні вимоги до Системи (варіанти в залежності від теми проекту)

6.1 Вимоги до Системи в цілому

Система, що розробляється, повинна відповідати ГОСТ 24.104-85 ЕСС АСУ "Автоматизовані системи управління. Загальні вимоги" з урахуванням додаткових вимог, наведених у даному розділі.

6.1.1 Вимоги до структури та функціонування Системи

За функціональними ознаками структура Системи підрозділяється на наступні категорії:

- розподілена система управління (надалі РБУ), що базується на спеціалізованій мікропроцесорній техніці, призначеній для управління технологічним процесом спільно з оперативним персоналом в режимі реального часу, та надання інформації у вигляді

технологічних даних, трендів, звітів в заводську ЛВС - директору заводу, головному інженеру, диспетчеру, спеціалістам і т. д.;

- система протиаварійного захисту (надалі ПАЗ), що базується на спеціалізованій мікропроцесорній техніці підвищеної надійності, призначеної для запобігання аварійних ситуацій, автоматичного переведення технологічного процесу в безпечний стан при виникненні аварійних ситуацій, тощо;
- периферійне обладнання - давачі, аналізатори, перетворювачі і виконавчі механізми, а також електричні і інші приводи, встановлені як безпосередньо на технологічному обладнанні, так і в спеціальних приміщеннях, і підключені до РБУ і ПАЗ. Система повинна бути орієнтована на роботу в реальному режимі часу, і бути передбачуваною, тобто забезпечувати виконання всіх функцій із заданою періодичністю і точно в призначений термін.

6.1.2 Показники призначення

До показників призначення, що характеризує ступінь відповідності Системи її призначенням, відносяться наступні параметри та їх значення:

- час виклику відеограм, подання інформації - не більше однієї секунди на одну відеограму;
- час оновлення інформації (цикл опитування вимірюваних параметрів та візуалізації вимірної інформації) - не більше п'яти секунд.

6.1.3 Вимоги до надійності

При розробці програмного забезпечення слід максимально використовувати налагоджені бібліотеки елементів і типових алгоритмів. По можливості, слід використовувати стратегії «виживання», непрямого обчислення вимірюваних параметрів при відмові КВП.

Кількість запланованих зупинок установки повинне бути зведене до мінімуму, по можливості в цілях проведення періодичного технічного обслуговування та випробувань шляхом об'єднання автоматичного і/або периферійного обладнання та систем перевірки сигналів відключення обладнання.

Повинна бути забезпечена можливість коригування прикладних програм контролерів без необхідності зупинки технологічного процесу (редагування online).

Для визначення причин можливих відмов та їх запобігання максимально використовувати діагностику датчиків і виконавчих механізмів шляхом підключення їх до системи управління з цифровим протоколами HART або Modbus.

Виконання систем повинно бути модульним і забезпечувати максимальне застосування вбудованих електронних плат і інших легко замінних елементів. Системи повинні бути забезпечені ефективними засобами діагностики, що забезпечують автоматичне відстеження і сповіщення про відмову конкретної плати або замінного елемента.

6.1.4 Вимоги безпеки

Всі зовнішні елементи технічних засобів, що знаходяться під напругою, повинні мати захист від випадкового дотику, а самі технічні засоби - мати захисне заземлення у відповідності з «Правилами облаштування електроустановок».

Технічні засоби Системи по вимогам пожежовибухобезпечності повинні відповідати «Правилам облаштування електроустановок».

6.1.5 Вимоги до ергономіки та технічної естетики

1. Підсистема формування і візуалізації даних звітності повинна забезпечувати зручний для користувача інтерфейс, що відповідає наступним вимогам. У частині зовнішнього оформлення:
 - інтерфейси підсистем повинен бути типізовані;
 - повинно бути забезпечено наявність українськомовного інтерфейсу користувача;
 - повинен використовуватися шрифт, який буде масштабуватись до екрану;
2. У частині діалогу з користувачем:
 - для найбільш частих операцій повинні бути передбачені «гарячі» клавіші;
 - при виникненні помилок в роботі підсистеми на екран монітора повинне виводитися повідомлення з найменуванням помилки і з рекомендаціями щодо усунення.
3. У частині процедур введення-виведення даних:
 - повинна бути можливість отримання звітності з моніторингу роботи Системи;
 - повинна бути можливість експорту для багатовимірного аналізу даних у інших аналітичних програмах.

6.1.6 Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування та ремонту

1. Система повинна бути розрахована на цілодобовий режим роботи.
2. Види, періодичність і регламент обслуговування технічних засобів повинні бути вказані в експлуатаційній документації.
3. Для нормального функціонування обчислювальної та мікропроцесорної техніки в приміщенні, де розташовується обладнання Системи, повинні бути забезпечені такі умови:
 - температура повітря від плюс 5 до плюс 35°C;
 - відносна вологість повітря при температурі 20 °C від 35 до 90 % без конденсації вологи;
 - запиленість повітря в приміщенні – не більше 0,3 мг/м³ при розмірі часток не більше 3 мкм;
 - частота вібрації - не більше 14 Гц при амплітуді зміщень не більше 2 мм;
 - атмосферний тиск від 84 до 107 кПа;
 - відсутність у повітрі приміщень агресивних речовин, що викликають корозію.
4. У період гарантійного обслуговування заміна і ремонт пристроїв Системи, що вийшли ладу, здійснюється з комплекту ЗІП, робота по заміні та ремонту виконується за рахунок коштів Виконавця при дотримання умов експлуатації Замовником.

6.1.7 Вимоги до стандартизації та уніфікації

В Системі повинні бути використані:

- вхідні аналогові сигнали зі значеннями току від 4 до 20 мА;
- вихідні аналогові сигнали зі значеннями току від 4 до 20мА;
- вхідні дискретні сигнали зі значенням вхідного сигналу 24 В постійного струму;
- вихідні дискретні сигнали зі значенням вихідного сигналу 24 В постійного струму;

- інтерфейси послідовної передачі даних RS-232/485 з протоколами передачі даних Modbus RTU;
- інтерфейс Ethernet с протоколом передачі даних TCP/IP.

6.2 Вимоги до функцій, що реалізуються Системою

Система повинна забезпечити:

- автоматизований збір і первинну обробку технологічної інформації;
- автоматичний контроль стану технологічного процесу, сигналізацію при виході технологічних показників за встановлені межі;
- управління технологічним процесом у реальному масштабі часу;
- подання інформації в зручному для сприйняття та аналізу вигляді на кольорових графічних операторських станціях у вигляді, мнемосхем, таблиць і т. п.
- автоматичне формування звітів і робочих (режимних) листів за затвердженою формі за певний період часу, і виведення їх на друк за розкладом і за вимогою;
- отримання інформації від системи протиаварійного захисту, сигналізації та реєстрацію спрацьовування системи ПАЗ;
- контроль за працездатністю засобів РБУ і ПАЗ;
- підготовку вихідних даних для розрахунку матеріальних та енергетичних балансів з виробництва, розрахунків витратних норм сировини, реагентів, енергії;
- автоматизовану передачу даних в загальнозаводську мережу і єдину ("корпоративну") мережу підприємства;
- захист баз даних та програмного забезпечення від несанкціонованого доступу;
- діагностику і видачу повідомлень про відмову елементів комплексу технічних засобів з точністю до модуля;

6.3 Вимоги до видів забезпечення Системи

6.3.1 Вимоги до математичного забезпечення

1. Математичне забезпечення (МО) повинна забезпечувати в системі реалізацію перерахованих в ТЗ функцій та вимог.
2. Використовувані в МО алгоритми повинні бути уніфіковані і розроблятися за модульним принципом.
3. Для реалізації функцій обробки аналогових сигналів повинні використовуватись стандартні алгоритми масштабування, лінеаризації, згладжування, фільтрації та усереднення.
4. Всі типові задачі, що пов'язані зі збором, зберігання та використанням і поданням інформації, видачею керуючих впливів, повинні бути реалізовані мовами програмування, відповідають вимогам стандарту ІЕС 61131-3.
5. Опис алгоритмів повинен бути виконаний із застосуванням блок-схем.
6. Стандартні сервісні програми повинні проставлятися разом з обчислювальним комплексом.

7. Порядок контролю виконання і здавання-приймання проекту

Всі документи узгоджуються керівником проекту.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:
"Система управління тепличним господарством"

Керівник проекту

Мозок Є.М.

Проектант:

студент групи СУз-51Ш

А.А. Красняк

Залікова книжка №

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ	4
2. ОГЛЯД І АНАЛІЗ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ	7
Контур регулювання температури в теплиці	7
3. ОПИС ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	15
4. ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ПТКЗА	19
5. ОПИС ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПТКЗА	24
6. РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ПТКЗА	27
7. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІЙ ПТКЗА	33
8. ОПИС ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ ПТКЗА	41
9. ОПИС ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СУПЕРВІЗОРНОГО РІВНЯ ПТКЗА	47
10. ОПИС ПЗ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ ПТКЗА	50
11. ОПИС ПЗ СУПЕРВІЗОРНОГО РІВНЯ	66
12. ПОРЯДОК ПЕРЕВІРКИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	70
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	76

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів є одним з вирішальних факторів підвищення продуктивності і покращення умов праці, підвищення якості і розширення асортименту продукції.

На даному етапі розвитку, в сільськогосподарській промисловості використовуються складні і трудомісткі технології, які потребують розробки комплексної автоматизації даних підприємств. Впровадження прогресивних технологій, механізації і автоматизації окремих виробничих процесів має забезпечувати високу якість виробів, підвищення продуктивності роботи, забезпечувати економію часу та гарний результат.

Сучасні системи автоматичного регулювання мають змогу впливати на зміну технологічних параметрів.

У випадку аварійної ситуації повинна слідувати швидка зупинка апарата. Оператор не завжди зміг би зробити це настільки своєчасно, як це зробить захисний автоматичний пристрій. Тому показник якості будь-якої системи автоматичного регулювання залежить від багатьох причин, а саме: як вона спроектована, як змонтована, як налагоджена і як експлуатується.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Об'єктом регулювання є теплиця, у котрій будуть вирощуватися троянди. Теплиці бувають доволі різноманітними, як за конструкціями так і за методами реалізаціями їх контурів регулювання. Габарити теплиці – 40м - довжина, 10м - ширина, 4,5м - висота.

В роботі розглядається АСР температури в теплиці, АСР концентрації вуглекислого газу та АСР вологості в теплиці, проведено ідентифікацію об'єкту і промодельовано розроблену систему автоматичного регулювання.

Для чого потрібно автоматичне регулювання параметрів теплиці?

Вранці, як тільки сонячні промені потрапляють в теплицю, температура в останній починає досить швидко підвищуватися - і чим більше, тим швидше. Для троянд це - добре. Ось тільки перепад температур в цей час між ґрунтом і повітрям досягає різниці в 30 °С. Коріння залишаються ще холодними, тоді як верхівки рослин вже розігрілися. І більш «холодна» підземна частина погано постачає більш «теплу» верхню частину рослин, що призводить до елементарного дефіциту вологи. Ще більший стрес троянди відчують в спеку в такій теплиці.

Сучасна автоматика для теплиці являє собою складну систему з безліччю обладнання, що відслідковує температуру, освітленість і вологість, а також виконує управління різними технологічними процесами, необхідними для повноцінної і ефективної діяльності подібного виробництва. Як правило, обладнання для теплиць керується з єдиного центру, а зв'язок з пристроями автоматизації процесів здійснюється за допомогою кабельних або бездротових ліній. Завдяки подібній автоматизації в теплицях в потрібний час і на необхідний період відкриваються фрамуги, включається вентиляційна система, зволожувачі повітря, освітлення і система поливу, а також виконуються інші, не менш складні і не менш важливі завдання. Однак подібна автоматизація теплиць відрізняється високою вартістю і на виробництвах з малим об'ємом продукції може виявитися нерентабельною.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Технологічна схема регулювання температури та вологості повітря в теплиці наведена на рис.1.1

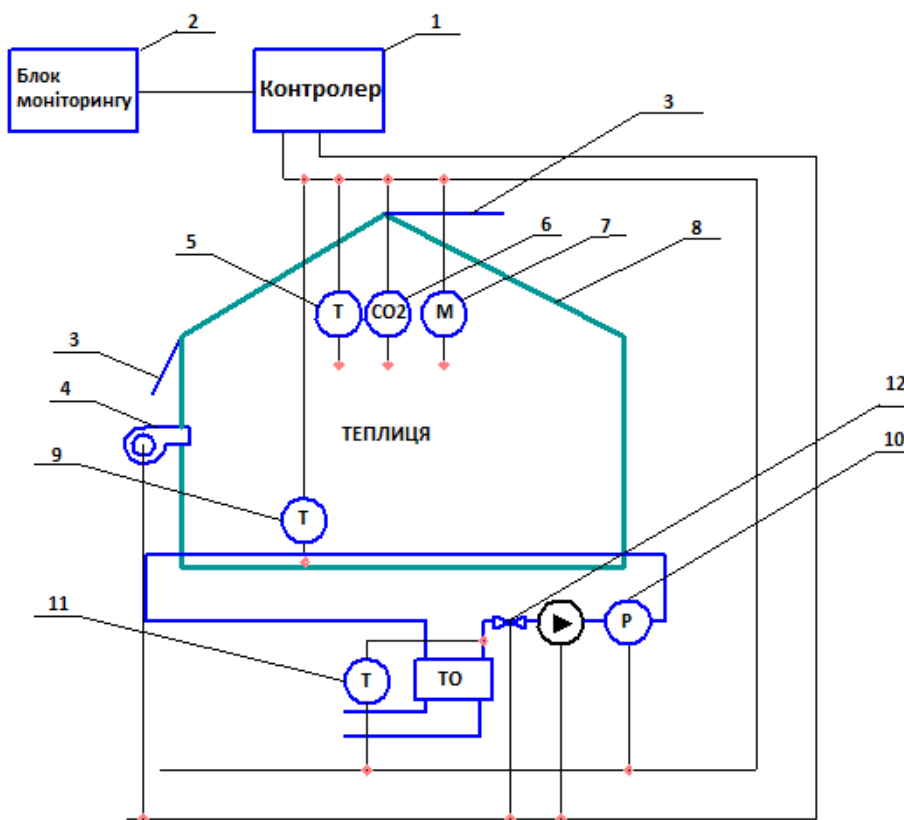


Рис.1.1. Технологічна схема теплиці

Даний винахід відноситься до сільськогосподарської промисловості. Для вирощування овочів та квітів нині широко використовують парники, оранжереї, теплиці. Каркас теплиці вироблений з полікарбонату (поз.8). Дуже часто виникають проблеми в регулюванні мікроклімату всередині, тому була спроектована теплиця, яка може забезпечувати регулювання таких ключових параметрів, як температура, концентрація CO_2 та вологість всередині.

Крім мінеральних і органічних добрив, поливу і температурного режиму трояндам необхідний вуглекислий газ. Деякі садівники називають його добривом. Він бере участь у фотосинтезі – «обмін речовин» в організмі рослини. Саме тому дуже важливо, щоб була організована система подачі вуглекислого газу в теплиці. Газ в теплиці стимулює раннє і більш активне цвітіння. Він більш важливий, ніж мінеральні добрива. CO_2 бере участь у синтезі сухої речовини

					ТО21171.001.001.АТХ.П		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			5

рослин на 94 %, і лише 6% утворюється з допомогою мінеральних добрив. Крім того, він підвищує стійкість рослин до хвороб і шкідників.

Управління контролером (поз.1) відбувається через блок моніторингу (поз.2), яким буде орудувати оператор. Підсистема датчиків та ВМ включає в себе:

- датчик температури всередині теплиці(поз.5);
- датчик концентрації CO₂ всередині теплиці(поз.6);
- датчик вологості всередині теплиці(поз.7);
- датчик температури ґрунту(поз.9);
- датчик температури після теплообмінника(поз.11);
- вентилятор(поз.4);
- клапан для подачі води на обігрів ґрунту(поз.12);
- фрамуги для регулювання температури та вологості(поз.3);
- датчики перепаду тиску(поз.10);

Таблиця 1.1. Основні технічні характеристики теплиці

Параметр	Одиниці вимірювання	Номінальне значення
Довжина	м	40
Ширина	м	10
Висота	м	4,5
Температура всередині	°С	22
Температура ґрунту	°С	20
Вологість	%	70
Концентрація CO ₂	ppm	400

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.ОГЛЯД І АНАЛІЗ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ

Контур регулювання температури в теплиці.

А) Опалення теплиці газовим котлом

Зазвичай такі генератори використовують при виборі джерела тепла для приватних будинків. Для опалення теплиць вони також можуть використовуватися.

Існують окремі нагрівальні елементи для повітряного опалення. У них немає необхідності в постійному технічному обслуговуванні. Мають зручне управління. Навіть у найпростіших виробках передбачені регулятори потужності. У більш досконалих - присутній датчик температури, завдяки якому змінюється потужність генератора тепла в залежності від температури навколишнього середовища.

Мають недоліки: у конструкції приміщення необхідно буде передбачити димар. Не завжди можливо реалізувати газове постачання до теплиці.

Б) Опалення теплиці котельнею

Контур ґрунтового обігріву впливає на температуру землі та температуру всередині теплиці. Вода для потреб обігріву береться з індивідуального теплового пункту(котельні). Качається вода за допомогою насосів. Біля насосів ставляться датчики перепаду тиску. Далі вода йде на теплообмінник, де нагрівається до потрібної температури. Після теплообмінника стоїть датчик температури та насос, який качає воду по теплиці. Мають зручне управління. Підігрівають коріння рослин. Вода в закритих трубах не впливає на концентрацію вуглекислого газу.

В) Електричне опалення

Сучасні теплиці, де не використовується природний ґрунт використовують електричне опалення. Вона має просту експлуатацію, відсутні продукти горіння (не потрібен димар), мінімальне технічне обслуговування, не займають площу теплиці.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Але потрібне постійне підключення до електромережі. Мало того що при перебоях електрики теплиця будете довгий час залишатися без опалення, також ці скачки можуть привести до поломки самого пристосування.

Рішення що до вибору методу опалення

З доречних методів для опалення промислової теплиці можна виділити такі методи:

-Газове опалення (є розповсюдженим методом і передбачає наявність димоходу і газопроводу)

-Електричне опалення(є недоречним якщо використовується природний ґрунт , та велике опалення)

-Інфрачервоне опалення (є доречним коли не треба підігрівати ґрунт)

-Ґрунтове (підігрів самого ґрунту за допомогою труб з теплоносієм)

-Комбіноване

У даній роботі для вирощування троянд було вирішено використовувати ґрунтовий обігрів за допомогою подачі гарячої води. Так як для троянд необхідно підігрівати коріння. Також система є безпечнішою, відносно газового та електричного опалення.

Управління обігріву теплиці здійснюється наступним чином. Блок контролера аналізує дані з датчиків і обчислює температуру теплоносія за ступенем неузгодженості розрахункових і виміряних даних.

Автоматична система регулювання призначена для підтримки температури ґрунту на заданому рівні 20⁰С та температуру повітря 22⁰С. Для цього необхідно регулювати подачу гарячої води до ґрунту. Для збільшення температури потрібно відкривати клапан і навпаки для зменшення температури – закривати. При перевищенні температури повітря відкриваються фрамуги для провітрювання. Структурна схема системи регулювання температури зображена на рис.2.1.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

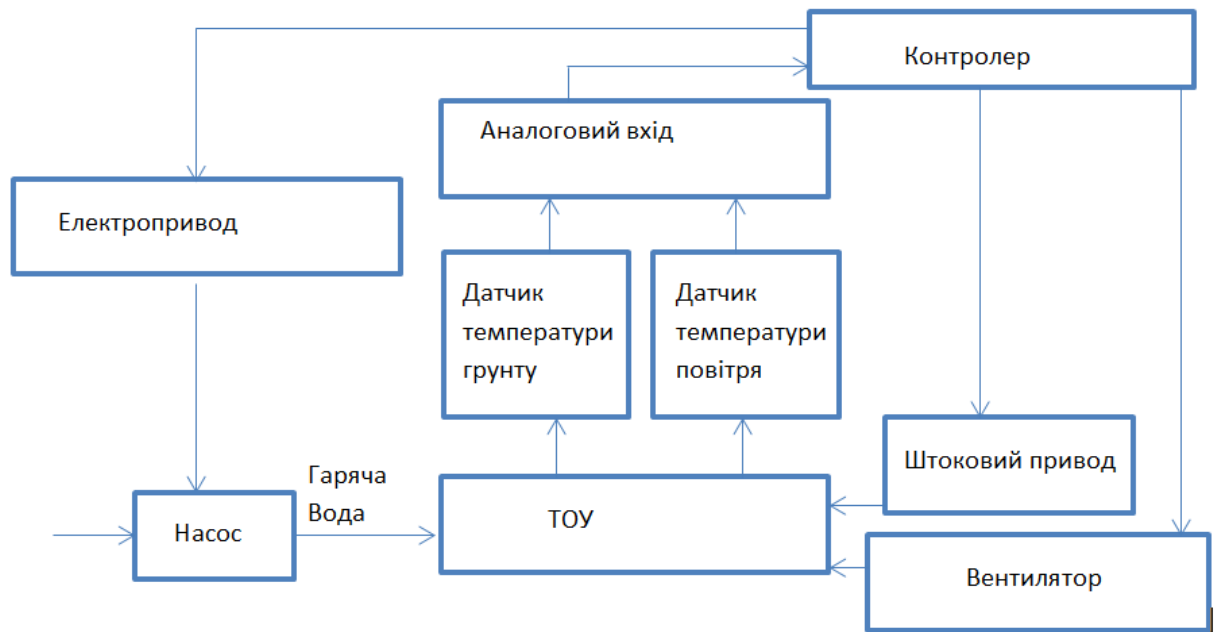


Рис.2.1. Комбінована схема регулювання температури водяним клапаном та фрамугами.

2.2. Контур регулювання концентрації вуглекислого газу.

Вміст CO₂ в теплицях важливий для нормального росту рослин. Від достатньої його кількості залежить якість культур.

А) Випаровування «сухого льоду»

Найпростішим рішенням буде використання твердої вуглекислоти – “сухого льоду”, який можна розкласти в теплицях, для виділення необхідної кількості газу. Підгодівля твердої вуглекислотою (сухим льодом) – це простота.

Тверду вуглекислоту завозять в ізотермічних автофургоних шматками по 25-35 кг. Сухий лід розбивають на шматки масою близько 1 кг і розкладають рівномірно по теплиці в ящики, встановлені на стелажі або підвішені на дротяні каркаси на висоті 1,7-2 м. Для насичення повітря вуглекислим газом на 1 м³ теплиці витрачають 15-20 г сухого льоду.

Якщо параметр опускається за задане критичне значення, то в дію вступають фрамуги з вентилятором, які піднімають це значення до допустимого.

Структурна схема системи регулювання концентрацією CO₂ зображена на рис.2.2.

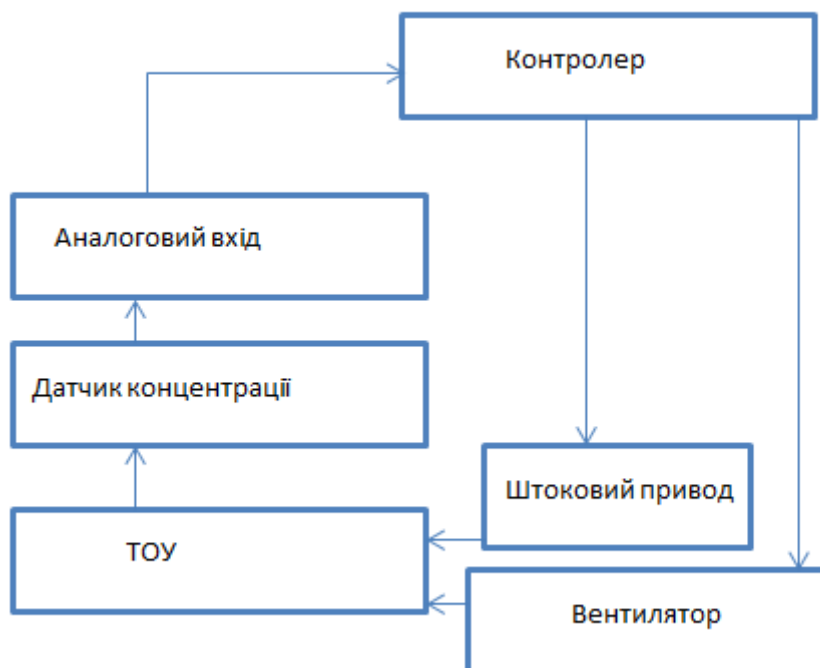


Рис.2.2. Схема регулювання концентрації фрамугами

Б) Регулювання газопровідною системою

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У великих масштабах часто використовують газ котельень (дим). Перед тим, як подавати газ в теплиці, його необхідно очистити і охолодити, тільки після цього він подається до грядок з газопровідною системою.

Обладнання для відбору включає конденсор з вбудованим вентилятором, дозатор і газопровідні розподільні мережі. Інформація з датчика концентрації поступає на контролер, який запрограмований на поступову подачу очищеного газу. В критичних ситуаціях дозатор збільшує, або зменшує подачу CO₂.

Загальна вартість такого обладнання досить висока. Структурна схема системи регулювання концентрацією CO₂ газопровідною системою зображена на рис.2.3.

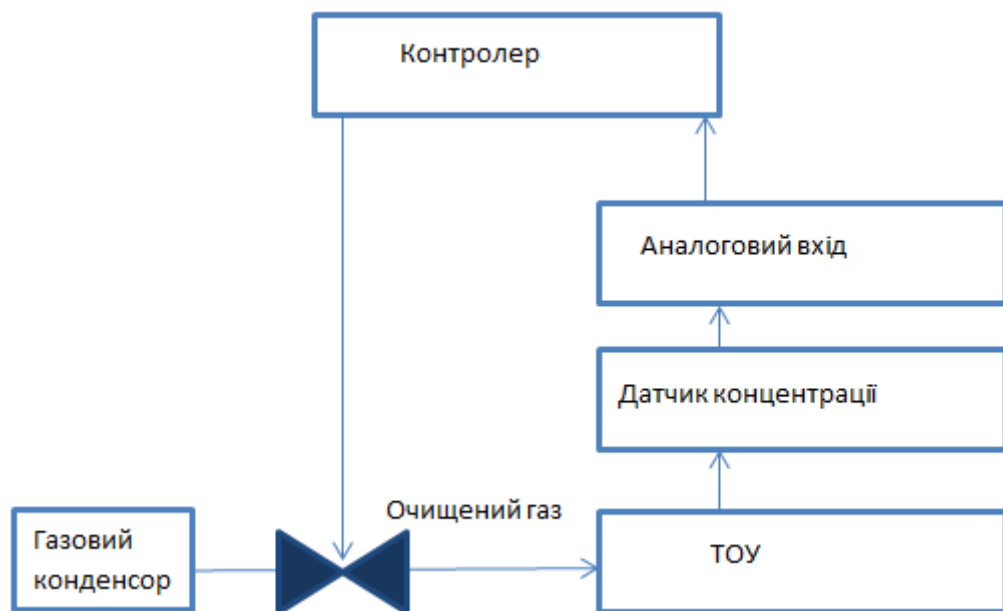


Рис.2.3. Схема регулювання концентрації газопровідною системою

Рішення щодо вибору методу регулювання концентрації CO₂

За нормами технологічного проектування теплиць НТП 10-95 максимальна концентрація CO₂ в повітрі для троянд 900ppm(0,09%). Для нашого технологічного об'єкту недоцільно та не вигідно використовувати систему підкормки газом котельень, тому будемо утримувати це значення на 500ppm за допомогою підпитки CO₂ з «сухого льоду» та повітря з вулиці.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2.3. Контур регулювання вологості.

Для отримання максимальної якості троянд, для них треба підтримувати спеціальний режим вологості повітря. Як тільки троянди висаджені в теплицю, вологість в ній повинна становити 80-85%, а в подальшому її потрібно буде знижувати до 75%. У період же цвітіння вологість не повинна бути вище 70%.

А) Регулювання через туманоутворення в теплиці

Функціонально система туманоутворення складається з: насоса високого тиску (80 бар), нейлонового або металевого трубопроводу і розпилювальних форсунок для газу.

Дані системи дуже гнучкі в проектуванні і монтажі, систему туманоутворення можна спроектувати і встановити практично на будь-якому об'єкті, і якщо початкові умови з часом змінюються, система легко трансформується під нові умови, при необхідності туманотвірних конструкції і устаткування можна легко демонтувати і перенести в інше місце установки. Структурна схема системи регулювання вологості через туманоутворення зображена на рис.2.4.



Рис.2.4. Схема регулювання вологістю через туманоутворення

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Б) Регулювання через водяний полив в теплиці

Функціонально система регулювання через форсунки вологості складається з: регулюючого клапану, нейлонового або металевого трубопроводу і розпилювальних форсунок для води.

До теплиці підходить загальна труба для зволоження з фільтром, по якій тече вода. Далі стоять клапани, які регулюють подачу води відповідно до завдання по вологості.

Майже не відрізняється від регулювання газовими форсунками, але при вприску води не змінюється концентрація CO₂. Структурна схема системи регулювання вологості через туманоутворення зображена на рис.2.5.

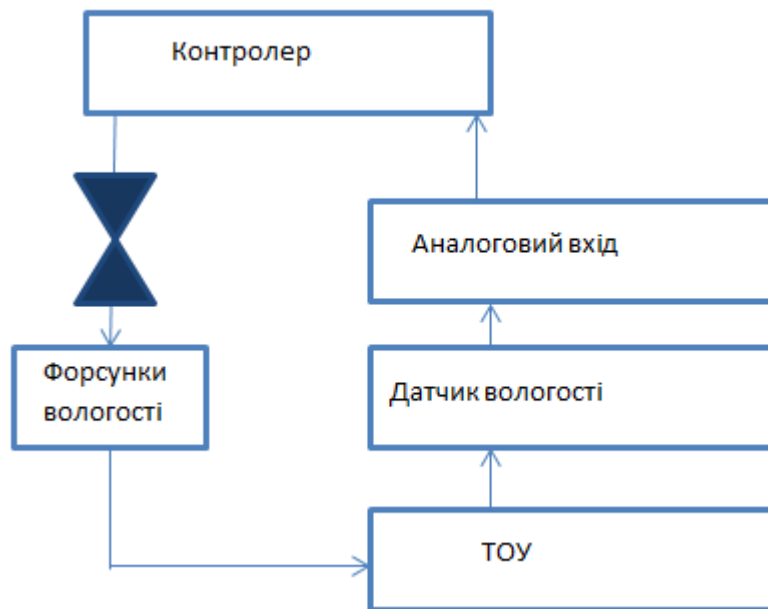


Рис.2.5. Схема регулювання вологості за допомогою форсунок вологості

В) Регулювання через вентилювання повітря в теплиці

Також використовується вентилювання для видалення теплого повітря з теплиці і заміни його на більш холодне повітря зовнішнього середовища, а також для зниження відносної вологості всередині теплиці. Такий метод також має місце, але його неможливо використовувати у зимовий період.

Рішення що до вибору методу регулювання вологості

У даній системі передбачене регулювання вологості за рахунок форсунків вологості, оскільки для вирощування троянд потрібна висока вологість 70-95%, яку важко регулювати навколишнім повітрям. Також потрібно слідкувати за концентрацією вуглекислого газу в повітрі, тому газове регулювання буде ускладнювати процес.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3. ОПИС ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

АСР теплиці забезпечує функції контролю, регулювання, сигналізації, захисту та блокування. Для забезпечення нормального режиму роботи об'єкту керування необхідно забезпечити виконання таких функцій:

1. Функція контролю.

Контролю підлягають наступні технологічні параметри:

- Температура повітря та ґрунту (22, 20°C)
- Температура води після теплообмінника (40°C)
- Відносна вологість повітря (70%)
- Відносна концентрації вуглекислого газу(400ppm)
- Перепад тиску на насосах.

2. Функція регулювання

Регулюванню підлягають такі параметри теплиці:

- Температура повітря та ґрунту в теплиці
- Концентрація вуглекислого газу
- Вологість повітря

3. Функція сигналізації

У розробленій АСР передбачена технологічна сигналізація двох типів:

1. Попереджувальна, котра дає сигнал, якщо регульований параметр відрізняється від номінального значення, або виходить за межі номінального допустимого діапазону.

2. Аварійна, яка спрацьовує якщо регульований параметр досягає аварійного значення. Вона спрацьовує одночасно з автоматичним захистом.

Технологічна сигналізація застосовується для оповіщення обслуговуючого персоналу у наступних випадках:

- при виході значення фізичної величини за межі, які визначають надійність роботи устаткування;
- при виході значення фізичної величини за межі, які визначають безпечність роботи устаткування (аварійна сигналізація);
- випередження спрацьовування технологічного захисту;

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- при відмові окремих елементів устаткування;
- при втраті напруги у системі живлення.

Перелік параметрів, відхилення яких забезпечують сигналізацію:

- перепад тиску на насосах;

Відповідно, при досягненні межі допустимих відхилень параметром на контролер надходить відповідний сигнал.

4. Функція блокування

Автоматичні захисти призначені для запобігання аварії обладнання у випадку відхилення параметрів за допустимі границі. По змісту свого призначення захисні пристрої повинні бути більш надійними, ніж обладнання, яке вони захищають. Всі елементи захисту повинні спрацьовувати у визначений (продиктований ситуацією) момент, до початку якого можуть довгий час не бути задіяними. Це визиває підвищені вимоги до надійності датчиків, які надають сигнал на спрацьовування релейних пристроїв, виконуючих цей сигнал.

Блокування реалізоване в тому, що не допускає самостійного ввімкнення в роботу системи регулювання після того, як було ліквідовано недопустимі або аварійні відхилення параметрів або після ліквідації наслідків зникнення струму в мережі живлення системи.

Система здійснює блокування подачі води для ґрунтового контуру по прямій трубі у випадках падіння тиску нижче допустимої межі. Реалізація блокування подачі води здійснюється зупинкою частотного перетворювача.

Перший (нижній) рівень утворюють датчики контролю параметрів, виконавчі механізми, мікропроцесорні керуючі пристрої. Другий рівень утворений ЕОМ, що входить до складу автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора.

На нижньому рівні АСУ реалізуються такі функції:

- вимірювання температури ґрунтової зони, приміщення теплиці, температури після теплообмінника;
- вимірювання відносної вологості;
- вимірювання концентрації CO₂;

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контроль значення перепаду тиску на насосах.

На верхньому рівні АСУ реалізуються такі функції:

- відображення основних параметрів на історичних трендах та трендах реального часу;

- автоматична реєстрація та архівування поточної інформації про всі параметри в теплиці та їх зміну;

- реєстрація, архівування аварійних повідомлень, алармів при відхиленні температури від заданої норми;

- дистанційне управління виконавчим механізмом запірних і регулюючих органів у водопроводі, фрамугах та форсунках вологості.

Система управління забезпечує виконання таких функцій:

- інформаційних;

- керуючих;

- допоміжних.

Інформаційна функція включає в себе:

- вимірювання технологічних параметрів;

- ввід сигналів від датчиків;

- ввід сигналів управління на виконавчої апаратури;

- візуалізація процесів на мнемосхемі;

- ведення алармів;

- ведення системи звітності;

- обмін даними між верхнім и нижнім рівнем АСУ.

Управляюча функція:

- неперервне регулювання технологічних параметрів;

- програмно-логічне управління технологічним обладнанням и т.д.

Програмований контролер (мікропроцесорно управляючий пристрій) забезпечує виконання таких функцій:

- збір і первинна обробка отриманої інформації від первинних вимірювальних пристроїв;

- контроль стану процесу та обладнання;

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- управління технологічним процесом;
- безпосереднє цифрове регулювання параметрів процесів;
- формування відхилень параметрів від номінальних значень;
- видачу прийнятої від об'єктів інформації та результатів її обробки на

АРМ оператора по інтерфейсу зв'язку:

- управління виконавчими механізмами запірних і регулюючих органів;
- прийом від верхнього рівня управління команд, установок.

АРМ оператора забезпечує виконання таких функцій:

- відображення, автоматичну реєстрацію та архівування поточної інформації про технологічні параметри, стан устаткування;
- реєстрацію архівування аварійних повідомлень, дій оператора при управлінні об'єктом;
- дистанційне управління виконавчими механізмами запірних і регулюючих органів.

На верхньому рівні продубльована сигнальна функція у вигляді алармів.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

4. ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ПТКЗА

Призначенням програмно-технічного комплексу, що входить до складу АСУ ТП теплиці з трояндами:

- Контроль та регулювання основних технологічних параметрів;
- Виконання функцій сигналізації та технологічного захисту і блокувань;
- Ручне та автоматичне керування виконавчою апаратурою;
- Зв'язок та обмін даними з верхнім рівнем АСУ ТП;
- Реалізація функцій верхнього рівня АСУ ТП.

До ПТКЗА системи керування, що розробляється ставляться наступні вимоги:

1. Вимоги щодо відповідності державним та міжнародним стандартам:

- Програмовані логічні контролери та супутнє обладнання повинні відповідати вимогам державного стандарту ДСТУ 4108-2002 «Контролери програмовані. Частина 2. Вимоги до обладнання та випробування», міжнародним аналогом якого є стандарт ІЕС 61131-2. Дані стандарти визначають вимоги щодо обслуговування, експлуатації, зберігання ПЛК та супутнього обладнання, а також вимоги щодо безпеки;

- Мови програмування ПЛК повинні відповідати вимогам стандарту ІЕС 61131-3;

- Також ПТКЗА повинен відповідати вимогам стандарту ДСТУ 3481-96 «Локальна мережа введення - виведення для розподілених автоматизованих систем керування. Загальні технічні вимоги».

2. Вимоги щодо реалізації функцій автоматизації

Реалізація функцій автоматизації здійснюється за допомогою приладів вимірювання технологічних параметрів, контролерної техніки, що сприймає сигнали від вимірювальних приладів і на основі отриманої інформації формує керуючі сигнали, які за допомогою виконавчих механізмів перетворюються в керуючі впливи на робочі органи. Тому якість виконання функцій системи

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

автоматизації буде залежати від якості інформації, що надходить від вимірювальних приладів, можливості реалізації законів керування та якості виконавчої апаратури.

Тому для якісної реалізації функцій системи автоматизації необхідно в якості основи нижнього рівня обрати якісний вільно програмований контролер, за допомогою якого можна реалізувати необхідні закони керування, який використовує операційну систему реального часу. Контролер повинен мати необхідну кількість аналогових та дискретних входів-виходів або можливість підключення необхідної кількості модулів вводу-виведення. Також контролер повинен мати максимально швидкий канал зв'язку з верхнім рівнем системи автоматизації для реалізації своєчасного спрацювання технологічної сигналізації та попередження обслуговуючого персоналу. Повинна бути можливість резервування даного каналу зв'язку. Усі датчики температури повинні бути такими, допустима похибка вимірювання яких не перевищує $\pm 0,2\%$. Максимальна допустима похибка вимірювання вологості не повинна перевищувати $\pm 5\%$, а концентрації - $\pm 10\%$.

Для реалізації функцій верхнього рівня необхідно реалізувати SCADA-систему, за допомогою якої можна відслідковувати значення всіх технологічних параметрів та їх зміну в часі, змінювати завдання для контурів регулювання. Також в SCADA-системі повинні відображатися повідомлення про аварійні ситуації, технологічна сигналізація та повинна бути база даних для архівації значень технологічних параметрів, подій, сигналізацій, аварій.

3. Вимоги щодо забезпечення показників якості регулювання

В системі, що розробляється повинно бути реалізовано три контури регулювання для яких ставляться наступні вимоги:

- Для контуру регулювання температури необхідно дотримання наступних показників якості: час встановлення необхідного рівня 200с, максимальна статична похибка $\pm 2^\circ\text{C}$, перерегулювання не повинне перевищувати 20%;

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- Для контуру регулювання концентрації вуглекислого газу: час перехідного процесу не більше 150с, максимальна статична похибка $\pm 50\text{ppm}$, перерегулювання не повинне перевищувати 20%;

- Для контуру регулювання вологості: час встановлення необхідного рівня не повинен перевищувати 70с, максимальна статична похибка $\pm 5\%$, перерегулювання не повинне перевищувати 20%.

4. Вимоги щодо інтерфейсів та протоколів

Необхідне використання стандартних інтерфейсів(RS 485, Ethernet) на базі відкритих протоколів обміну даними(Modbus, Modbus TCP, Profinet).

5. Вимоги щодо ведення архіву та форми звітності

Повинна здійснюватися архівація значень усіх технологічних параметрів, а також інформація про спрацювання технологічної сигналізації, аварійної сигналізації, спрацювання захистів та блокувань.

При цьому значення технологічних параметрів повинні вноситись до архіву кожні 5с та при зміні значення кожного параметру. Дані про спрацювання сигналізації, захистів та блокувань вносяться до архіву одразу після виникнення даних подій. До архіву вносяться також дата та час доби, коли було записано технологічний параметр або інформація про інші події, дані про оператора (його ПІБ), який перебував в той час на зміні. При спрацюванні технологічної або аварійної сигналізації також архівується назва та значення параметра, що спричинив спрацювання сигналізації. При спрацюванні захистів та блокувань архівуються також значення та назви технологічних параметрів при яких мали місце дані події.

Архів даних повинен зберігатись протягом періоду між двома плановими ремонтами технологічного обладнання та агрегатів.

При формуванні звітів про події, спрацювання захистів та блокувань і сигналізації необхідно вказувати дату та час їх виникнення, інформацію про оператора, що перебував на зміні. Також необхідно вказати значення технологічних параметрів, причини виникнення даних ситуацій, заходи, що були

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

вжиті для повернення технологічного процесу до номінального режиму та час відновлення роботи технологічних агрегатів.

6. Вимоги щодо своєчасного оповіщення персоналу про нештатні ситуації

Оповіщення персоналу про виникнення нештатних ситуацій повинне здійснюватись одразу після виникнення подібних ситуацій. Зокрема сигналізація повинна здійснюватись безпосередньо на робочому місці оператора за допомогою SCADA-системи, де будуть реалізовані певні заходи для привернення уваги оператора та чітко вказано оператору про виникнення нештатної ситуації.

7. Вимоги щодо керування об'єктом у ручному режимі

Для реалізації можливості керування технологічним об'єктом в ручному режимі на щиті керування необхідно встановити блоки ручного керування електроприводами регулюючих клапанів, що встановлені на технологічних трубопроводах. За допомогою блоків ручного керування обслуговуючий персонал повинен мати змогу перевести контур керування в ручний режим, здійснювати індикацію положення виконавчих механізмів та керувати положенням виконавчих механізмів, таким чином реалізувати керуючі впливи.

Вказані прилади повинні бути встановлені на щиті керування, а обслуговуючий персонал повинен мати вільний доступ до них.

8. Вимоги щодо відображення інформації про хід технологічного процесу

Інформація про хід технологічного процесу повинна відображатись у вікні мнемосхеми, де повинне відображатись технологічне обладнання, значення усіх технологічних параметрів, трубопроводи та напрямки руху матеріальних потоків. В реальному часі повинні відображатись графіки зміни технологічних параметрів, а також графіки історичних значень технологічних параметрів.

9. Вимоги щодо надійності системи автоматизації

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Показником надійності інформаційної функції являється середнє напрацювання на відмову $T_{\text{сер}}$. Така умова являється достатньо жорсткою, так як при відмові інформаційної функції інформація безповоротно втрачається та при відновленні працездатності функції не може бути відновлена.

Більш жорсткі вимоги пред'являються до керуючої функції, тому її надійність характеризується середнім часом відновлення $T_{\text{в}}$.

Середнє напрацювання на відмову для всіх функцій $T_{\text{сер}}=20000$ год. Середній час відновлення для керуючої функції $T_{\text{в}} \leq 4$ год. Коефіцієнт готовності для захисної функції 0,95.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.ОПИС ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПТКЗА

До складу інформаційного забезпечення ПТКЗА входять системи класифікації і кодування техніко-економічної інформації, система документування та масиви інформації, які використовуються в процесі експлуатації.

Інформаційне забезпечення включає вхідну інформацію, що характеризує поточний стан об'єкта керування. Вхідна інформація являє собою аналогові сигнали (уніфіковані та не уніфіковані) від датчиків, що вимірюють значення технологічних параметрів, а саме:

Таблиця 5.1. Вхідні сигнали.

Інформаційний канал	Діапазон вимірювань	Необхідна точність	Тип сигналу	Функція сигналу
Температура повітря в теплиці	-40...180 °C	±2°C	Аналоговий уніфікований (4...20mA)	Контроль, сигналізація
Температура ґрунту в теплиці	-40...180 °C	±2°C	Аналоговий уніфікований (4...20mA)	Контроль, сигналізація
Температура води після теплообмінника	-40...180 °C	±2°C	Аналоговий уніфікований (4...20mA)	Контроль, сигналізація
Вологість повітря в теплиці	0...100%	±5%	Аналоговий уніфікований (0...10V)	Контроль, сигналізація
Концентрація CO ₂	0...2000ppm	±50ppm	Аналоговий уніфікований (4...20mA)	Контроль, сигналізація

Таблиця 5.2. Вихідні сигнали.

Канал керування	Діапазон сигналу	Тип сигналу	Функція сигналу
Електроприводом для водяної заслінки 1- го трубопроводу	0...10В	Аналоговий (струмовий постійної напруги)	Регулювання
Електроприводом для водяної заслінки 2- го трубопроводу	0...10В	Аналоговий (струмовий постійної напруги)	Регулювання
Частотний перетворювач для вентилятора	0...10В	Аналоговий (струмовий постійної напруги)	Регулювання
Частотний перетворювач для насоса	0...10В	Аналоговий (струмовий постійної напруги)	Регулювання
Електропневмоперетворювач	4...20мА	Аналоговий	Регулювання

Засоби вимірювання температури

Для вимірювання температури використовується перетворювач опору з уніфікованим вихідним сигналом постійного струму ТСМ102. Діапазон вимірювання датчика становить -40...180 °С, клас точності – 1,0. Вихідний сигнал – 4...20мА

Засоби вимірювання концентрації CO₂

Для вимірювання концентрації використовуються Датчик концентрації СО102. Діапазон вимірювання приладів – 0...2000ppm, клас точності – 1,0. Вихідний сигнал датчика – 4...20мА постійного струму.

Засоби вимірювання вологості

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Для вимірювання вологості використовується датчик відносної вологості повітря НСН-1000 (клас точності – 1,0) Робочий діапазон вимірювання приладу становить 0-100%. Вихідний сигнал приладу – 0...10мА.

Для забезпечення можливостей розширення та модернізації системи автоматизації контролер повинен підтримувати підключення додаткових модулів вводу-виводу, мати декілька інтерфейсів обміну даними для реалізації мережевої взаємодії. Програмне забезпечення повинне мати можливість оновлення та розширення функціональності.

Для забезпечення виконання всіх функцій автоматизації контролер повинен мати достатню кількість точок вводу-виводу, а саме:

- Кількість аналогових входів - не менше 5, для підключення всіх аналогових датчиків.
- Кількість аналогових виходів - не менше 6. При цьому тип вихідних аналогових сигналів – уніфікований струмовий сигнал 0/4...20мА або 0...10В;
- Кількість дискретних входів – не менше 1.

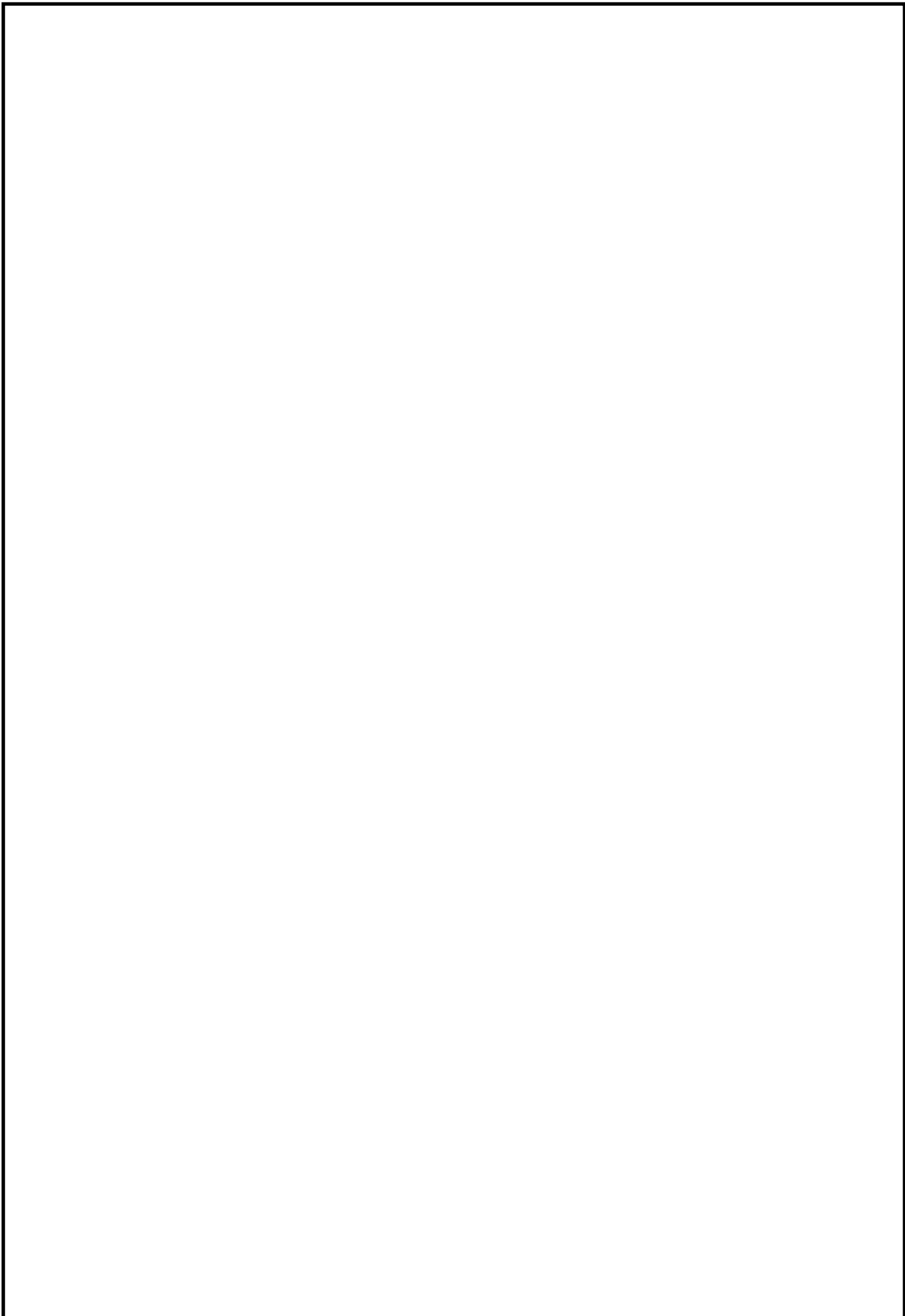
					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

6. РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ПТКЗА

Верхній рівень даної АСУ - рівень супервізорного управління, нижній рівень – рівень локального управління та збору інформації. Локальна система управління буде реалізуватись на базі ПЛК. Основним елементом такої системи є програмно-логічний контролер, функцією якого є виробка керуючої дії згідно заданого закону регулювання. На нього через модулі вводу заводяться сигнали від датчиків. Деякі з цих сигналів використовуються при реалізації алгоритму управління.

Розглянемо порівняльну характеристику контролерів ОВЕН ПЛК160-220-У-М, SIMATIC S7-1200 CPU 1215C, Advantech ADAM-5000E.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

В якості програмно-технічного комплексу для створення системи керування теплицею було обрано комплекс на апаратній основі від виробника Siemens.

Показник напрацювання на відмову у обраного ПЛК Siemens S7-1200 становить 19років, в той час як у ПЛК ОВЕН – 11,5років, Advantech – 8років, що свідчить про надійність обраного пристрою.

Швидкість виконання логічних операцій у Siemens S7-1200 не вище 0,1 мкс, порівняно с Advantech ADAM-5000E – не вище 250 мкс, ОВЕН ПЛК160-220-У-М – 0,1 мс. Швидка реакція на збурення, забезпечить швидше формування керуючого сигналу, а відповідно і якість керування.

Таблиця 6.2. Технічні характеристики Siemens Simatic S7-1200

		Siemens Simatic S7-1200
Напруга живлення		~85..264В Номінальне (~115/230) В
Напруга споживання процесором		100 мА при ~120 В, 50 мА при ~230
Запобіжник у колі живлення		Вбудований, 3 А/ 250 В
Постійна пам'ять		4 МБ, розширюється картою пам'яті до 2ГБ
Енергонезалежна пам'ять		10кб
Типовий час виконання		Логічних операцій - 0,08мкс, операцій зі словами - 1.7мкс, математичних операцій з плаваючою крапкою - 2.3мкс.
Вбудовані лічильники	високочастотні	6x100/30кГц
Дискретні входи		
Кількість		14
Гальванічна розв'язка		групова
Вхідна напруга/ струм		24 В/ 4 мА
Довжина кабелю, не більше		500м, 50м для високочастотного лічильника
• екранований		300м
• звичайний		
Дискретні виходи		
Кількість		10
Тип виходів		Замикаючі контакти реле
Вихідна напруга		=5 ... 30 В/ ~5 ... 250 В

Гальванічна розв'язка	індивідуальна
Частота перемикання релейних виходів, не більше	1 Гц
Довжина кабелю, не більше	500м
• екранований	150м
• звичайний	
Аналогові входи	
Кількість	2
Діапазон вимірювання вхідних сигналів	0..10В
Точність перетворення	±3%, при t 25°C; ±3,5% при t 0..+55°C
Довжина екранованого кабелю	100м, вита пара
Аналогові виходи	
Кількість	2
Точність перетворення	±3%, при t 25°C; ±3,5% при t 0..+60°C
Тип вихідного сигналу	0..20мА
Інтерфейси зв'язку	
Вбудовані інтерфейси	Ethernet/PROFINET
Обмін даними через мережі	Industrial Ethernet/ PROFINET/ PROFIBUS DP, PtP (Point-to-Point)
Протоколи	TCP/IP, ISO, MODBUS TCP
Програмування	
Середовище програмування	STEP 7 от V11 SP2 + HSP

Таблиця 6.3. Технічні характеристики модуля виводу аналогових сигналів
SIMATIC SM 1232

	SIMATIC SM 1232
Напруга живлення	=24В постійного струму
Кількість виходів	4
Типи вихідних сигналів	0...20мА, -10...10В
Інтерфейс зв'язку	RS-485
Межа основної приведенної похибки, %	0,3

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Вхідний опір при вимірюванні струму 0...20мА, 4...20мА, Ом	130-250
Вхідний опір в режимі вимірювання напруги 0...10В, кОм	Не менше 200

Як видно зі структурної схеми ПТКЗА елементну базу нижнього рівня складає контролер Siemens Simatic S7-1200.

До аналогових входів контролера підключені датчики температури - TSM102; датчик відносної вологості повітря – HCH-100; датчик концентрації CO₂ – CO102, датчик перепаду тиску MBS 3000, електропневмоперетворювачі EP5.

До аналогових виходів підключені перетворювачі частоти Siemens 6SL3210-5BE32-2UV0 та FC-51 Danfoss VLT Micro Drive, які керуються сигналом 0-10В, Електроприводи для водних заслінок - «Belimo» LMQ24A-SR та LMQ24A, блоки ручного керування БРУ-17.

До дискретних виходів контролера підключені лампочки для світлової сигналізації.

Для розширення точок вводу-виводу контролера додатково використовуються модулі розширення:

- модуль вводу аналогових сигналів;
- модуль виводу аналогових сигналів;

До центрального процесору програмованого контролера S7-1200 підключають комунікаційні модулі (CM); сигнальні модулі (SM) і сигнальні плати (SB) введення-виведення дискретних і аналогових сигналів. Всі модулі встановлюються на профільну шину S7-1200 і фіксуються в тих положеннях вбудованими в них гвинтами. Спільно з ними використовуються 4-канальний комутатор Industrial Ethernet (CSM 1277) і модуль блоку живлення (PM 1207). Для обміну даними контролера з верхнім рівнем системи автоматизації використовується вбудований інтерфейс зв'язку Profinet або Ethernet.

Структурна схема ПТКЗА зображена на рис.6.1.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

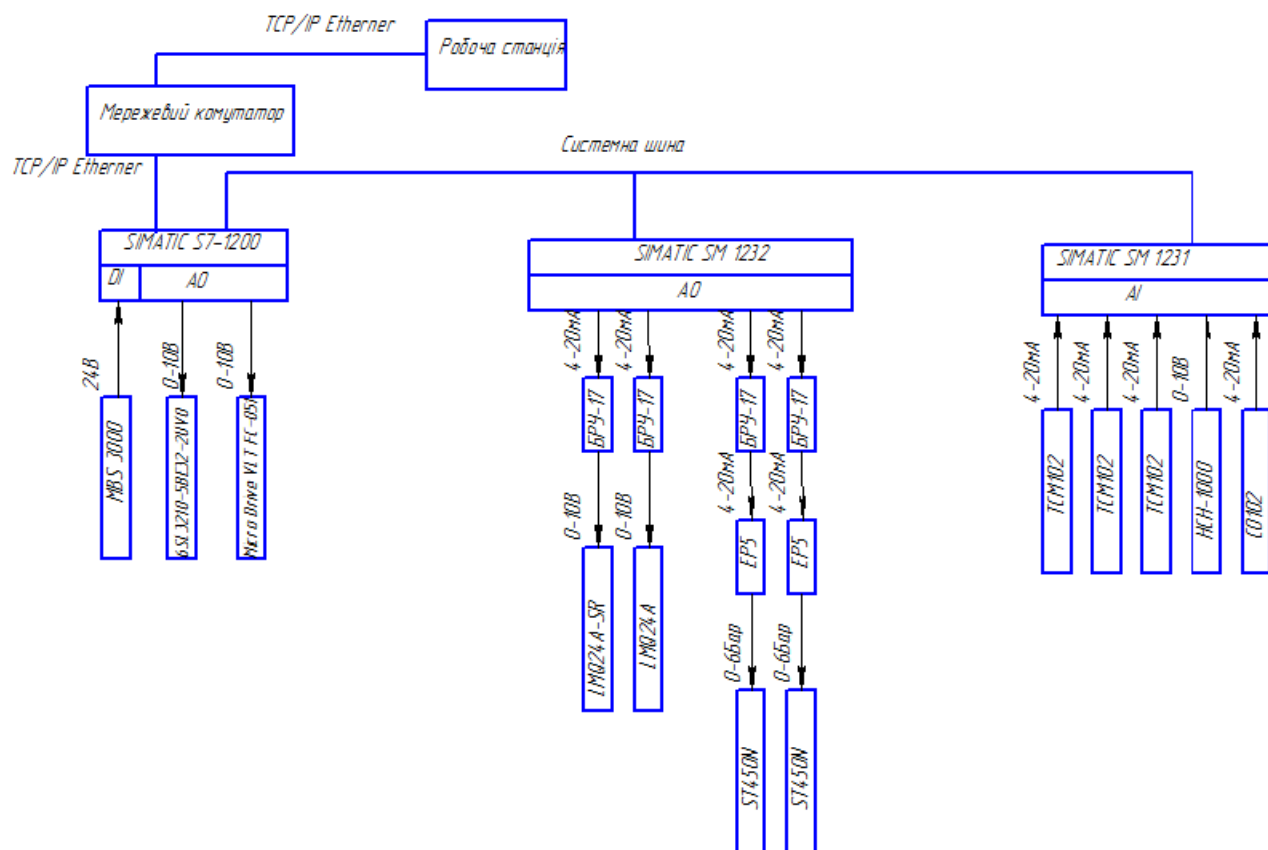


Рис.6.1. Структурна схема ПТКЗА

7. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІЙ ПТКЗА

Метою розрахунку надійності АСР є розрахунок надійності реалізації інформаційної, керуючої та захисної функції. Задачею розрахунку є порівняння розрахованого показника надійності із заданим. Якщо розрахований показник надійності менший від заданого, треба зарезервувати найменш надійні елементи АСР.

Показником надійності інформаційної функції являється середнє напрацювання на відмову $T_{сер}$, або ймовірність безвідмовної роботи P_6 . Така умова являється достатньо жорсткою, так як при відмові інформаційної функції інформація безповоротно втрачається та при відновленні працездатності функції не може бути відновлена.

Більш жорсткі вимоги пред'являються до керуючої функції, тому її надійність характеризується $T_{сер}$, середнім часом відновлення $T_в$ та ймовірністю безвідмовної роботи за час τ з урахуванням відновлення відмовляючої функції $P_c(\tau)$.

Вимоги до захисної функції більш жорсткі ніж до інформаційної та керуючої. При цьому працездатність захисної функції повинна бути забезпечена в момент аварії, а в проміжках між аваріями її відмови не впливають на працездатність АСР в цілому. Захисна функція характеризується $T_{сер}$, коефіцієнтом готовності $K_{гот}$, або ймовірністю безвідмовної роботи при виконанні очікуваної задачі $P_{оч}$.

Розрахуємо загальну інтенсивність відмов, середній час напрацювання на відмову та ймовірність безвідмовної роботи для кожної функції АСР за формулами (7.1), (7.2) та (7.3).

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (7.1)$$

де n – кількість елементів у структурній схемі надійності; λ_i – інтенсивність відмов для i -го елемента схеми; λ – загальна інтенсивність відмов.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{сер} = \frac{1}{\lambda}, \quad (7.2)$$

де $T_{сер}$ – середнє напрацювання на відмову для схеми; λ – загальна інтенсивність відмов.

$$P(\tau) = e^{-\lambda\tau}, \quad (7.3)$$

де P_6 – ймовірність безвідмовної роботи за час τ ; λ – загальна інтенсивність відмов. Задаємо $\tau=720$ год.

Для керуючої функції вірогідність відновлення роботоздатності:

$$P_6(\tau) = 1 - e^{-\frac{T_{доп}}{T_в}} \quad (7.4)$$

де $T_в=2$ год – час відновлення роботи функції, $T_{доп}$ 4 год – допустимий час функціонування об'єкту при невиконанні керуючої функції.

Вірогідність безвідмовної роботи протягом одного місяця з урахуванням відновлення функції, що відмовляє:

$$P_c(\tau) = P_6(\tau) + (1 - P_6(\tau)) \times P_6(\tau) \quad (7.5)$$

Для захисної функції:

Коефіцієнт готовності:

$$K_{гот} = \frac{T_{сп}}{T_{сп} + T_6} \quad (7.6)$$

Вірогідність безвідмовної роботи при виконанні очікуваної задачі :

$$P_{оч}(\tau) = K_{гот} \times P_6(\tau) \quad (7.7)$$

Кожний елемент структурної схеми надійності характеризується інтенсивністю відмов $\lambda, 1/200$ або середнім часом напрацювання на відмову

$T_{сер} = \frac{1}{\lambda}, 200$. Ці значення наведені в таблиці 7.1.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1. Середній час напрацювання на відмову елементів ПТКЗА.

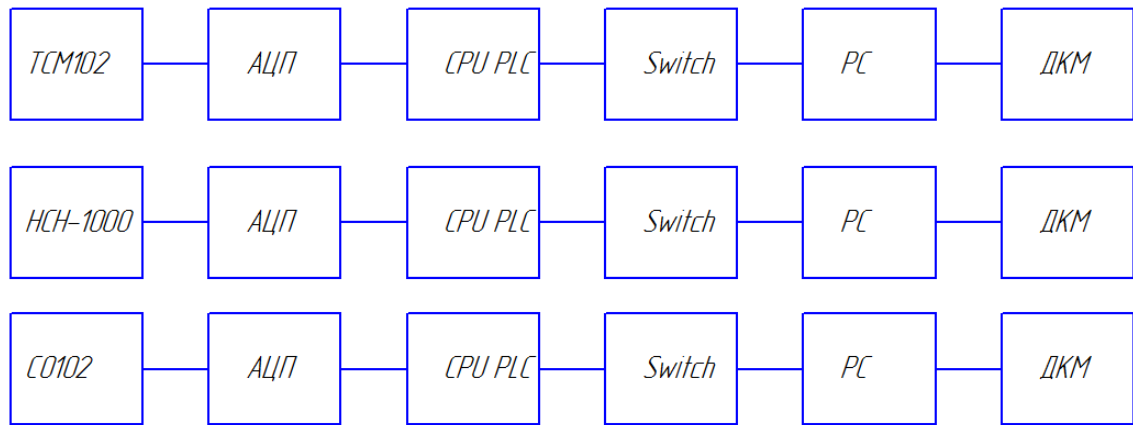
Елемент	$\lambda \cdot 10^{-6}$, 1/год	T _{сер} , ГОД
Термометр опору TCM102	25	40000
Деталі кріпильного монтажу(ДКМ)	11,4	87500
CPU PLC Siemens S7-1200	1,9	525600
Частотний перетворювач 6SL3210-5BE32-2UV0	15	67000
Регулюючий орган (РО)	63,4	25750
Модуль АЦП 6ES7 231-4HF32-0XB0	1	1000000
Модуль ЦАП 6ES7 232-4HD32-0XB0	1	1000000
РС	6,7	150000
Switch	25	40000
Датчик відносної вологості повітря HCH-1000	10	100000
Датчик концентрації CO ₂ CO102	20	50000
Електропривід LMQ24A-SR	75	13300
Електропневмоперетворювач EP5	50	20000
Штоковий привід ST450N	75	13300
Електродвигун	52,6	19000
Сигнальне обладнання LTD1101J	5	200000
Блок ручного керування БРУ-17	50	20000

Розрахунок надійності інформаційної функції

Для інформаційних функцій розраховуються значення середнього часу напрацювання на відмову, загальну інтенсивність відмов та ймовірність безвідмовної роботи протягом місяця за формулами (7.1-7.3):

Розглянемо структурну схему надійності для інформаційної функції та здійснимо необхідні розрахунки:

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



1) Контур регулювання температури повітря

$$\lambda = 25 + 1 + 1,9 + 25 + 6,7 + 11,4 = 71 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{71 \cdot 10^{-6}} = 14084 \text{ год}$$

$$P_{\text{інф}}(\tau) = e^{-71 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,9501$$

2) Контур регулювання вологості

$$\lambda = 10 + 1 + 1,9 + 25 + 6,7 + 11,4 = 56 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{56 \cdot 10^{-6}} = 17857 \text{ год}$$

$$P_{\text{інф}}(\tau) = e^{-56 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,96$$

3) Контур регулювання концентрації CO₂

$$\lambda = 20 + 1 + 1,9 + 25 + 6,7 + 11,4 = 66 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{66 \cdot 10^{-6}} = 15150 \text{ год}$$

$$P_{\text{інф}}(\tau) = e^{-66 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,953$$

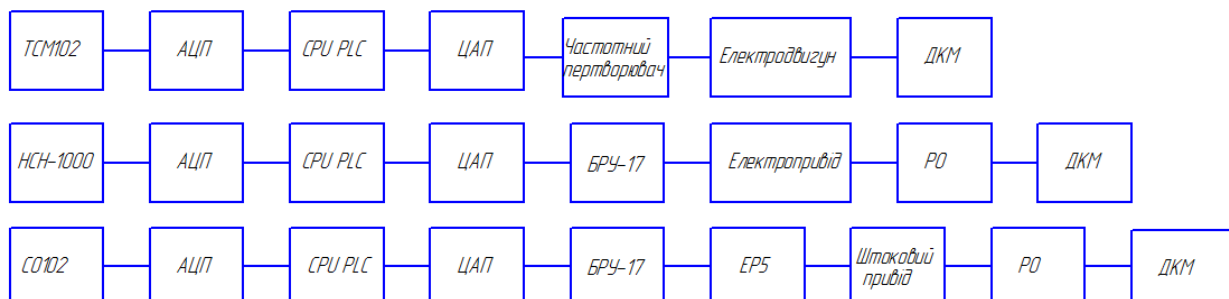
Розрахунок надійності функції керування

Для керуючих функцій розраховуються значення середнього часу напрацювання на відмову, загальна інтенсивність відмов, ймовірність безвідмовної роботи протягом місяця, вірогідність відновлення роботоздатності

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

та вірогідність безвідмовної роботи протягом одного місяця з урахуванням відновлення функції, що відмовляє за формулами (7.1-7.5)

Розглянемо структурну схему надійності для функції керування та здійсимо необхідні розрахунки:



1) Контур регулювання температури повітря

$$\lambda = 25 + 1 + 1,9 + 1 + 15 + 52,6 + 11,4 = 107,9 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{107,9 \cdot 10^{-6}} = 9267 \text{ год}$$

$$P_{\text{інф}}(\tau) = e^{-107,9 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,925$$

2) Контур регулювання вологості

$$\lambda = 10 + 1 + 1,9 + 1 + 50 + 75 + 63,4 + 11,4 = 213,7 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{213,7 \cdot 10^{-6}} = 4679 \text{ год}$$

$$P_{\text{інф}}(\tau) = e^{-213,7 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,857$$

3) Контур регулювання концентрації CO₂

$$\lambda = 20 + 1 + 1,9 + 1 + 50 + 50 + 75 + 63,4 + 11,4 = 273,7 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{273,7 \cdot 10^{-6}} = 3653 \text{ год}$$

$$P_{\text{інф}}(\tau) = e^{-273,7 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,821$$

Задамо середній час встановлення працездатності $T_{\text{в}} = 2$ год та допустимий час функціонування об'єкту при невиконанні керуючої функції $T_{\text{доп}} = 4$ год та розрахуємо ймовірність відновлення працездатності $P_{\text{в}}$ та ймовірність безвідмовної роботи $P_{\text{с}}(T)$ за час з урахуванням можливості відновлення:

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_o(\tau) = 1 - e^{-\frac{\tau}{2}} = 0,865$$

$$1) P_c(\tau) = 0,925 + (1 - 0,925) \cdot 0,865 = 0,989$$

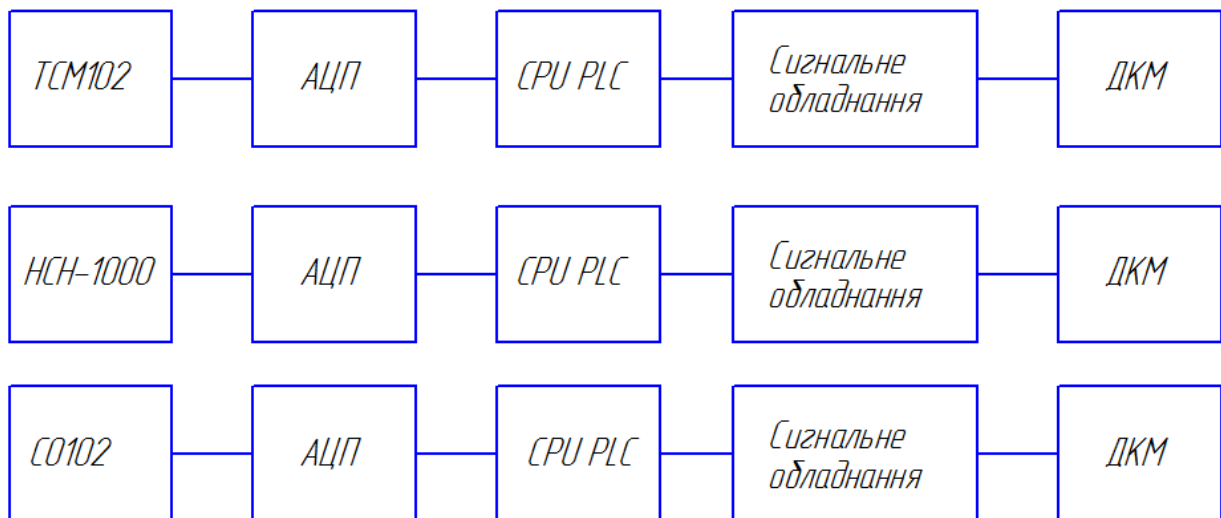
$$2) P_c(\tau) = 0,857 + (1 - 0,857) \cdot 0,865 = 0,98$$

$$3) P_c(\tau) = 0,821 + (1 - 0,821) \cdot 0,865 = 0,9758$$

Розрахунок надійності функції сигналізації

Для захисних функцій розраховуються значення середнього часу напрацювання на відмову, загальна інтенсивність відмов, ймовірність безвідмовної роботи протягом місяця, вірогідність відновлення роботоздатності та вірогідність безвідмовної роботи протягом одного місяця з урахуванням відновлення функції, що відмовляє, коефіцієнт готовності та вірогідність безвідмовної роботи при виконанні очікуваної задачі за формулами (7.1-7.7):

Розглянемо структурну схему надійності для функції сигналізації та здійсимо необхідні розрахунки:



1) Контур регулювання температури повітря

$$\lambda = 25 + 1 + 1,9 + 5 + 11,4 = 44,3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$$

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{44,3 \cdot 10^{-6}} = 22573 \text{ год}$$

$$P_o(\tau) = e^{-44,3 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,968$$

$$K_{\text{гом}} = \frac{22573}{22573 + 2} = 0,99991$$

										Арк.
										38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТО21171.001.001.АТХ.П					

$$P_{oc}(\tau) = 0,99991 \cdot 0,968 = 0,9679$$

2) Контур регулювання вологості

$$\lambda = 10 + 1 + 1,9 + 5 + 11,4 = 29,3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{год}$$

$$T_{сер} = \frac{1}{29,3 \cdot 10^{-6}} = 34129 год$$

$$P_{\bar{o}}(\tau) = e^{-29,3 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,979$$

$$K_{com} = \frac{34129}{34129 + 2} = 0,99994$$

$$P_{oc}(\tau) = 0,99994 \cdot 0,979 = 0,9789$$

Контур регулювання концентрації CO₂

$$3) \quad \lambda = 20 + 10 + 1 + 1,9 + 5 + 11,4 = 49,3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{год}$$

$$T_{сер} = \frac{1}{49,3 \cdot 10^{-6}} = 20283 год$$

$$P_{\bar{o}}(\tau) = e^{-49,3 \cdot 10^{-6} \cdot 720} = 0,965$$

$$K_{com} = \frac{20283}{20283 + 2} = 0,9999$$

$$P_{oc}(\tau) = 0,9999 \cdot 0,965 = 0,9649$$

1) Контур регулювання температури повітря

Таблиця 7.2. Рівень надійності функцій АСУ ТОВ

Функція	$\lambda \cdot 10^{-6}, \frac{1}{год}$	$T_{сер}, год$	$P(\tau)$
Регулююча	107,9	9267	0,925
Інформаційна	71	14084	0,9501
Захисна	44,3	22573	0,968

2) Контур регулювання вологості

Таблиця 7.3. Рівень надійності функцій АСУ ТОВ

Функція	$\lambda \cdot 10^{-6}, \frac{1}{год}$	$T_{сер}, год$	$P(\tau)$
Регулююча	213,7	4679	0,857
Інформаційна	56	17857	0,96

Захисна	23,9	34129	0.979
---------	------	-------	-------

3) Контур регулювання концентрації CO₂

Таблиця 7.4. Рівень надійності функцій АСУ ТОУ

Функція	$\lambda \cdot 10^{-6}, 1/год$	$T_{сер}, год$	$P(\tau)$
Регулююча	273,7	3653	0,821
Інформаційна	66	15150	0,953
Захисна	49,3	20283	0.965

Рівень надійності виконання функцій АСК повинен відповідати наступним вимогам:

Середнє напрацювання на відмову для усіх функцій $T_{сер} > 1000 год$;

Середній час відновлення для регулюючої функції $T_g < 4 год$;

Коефіцієнт готовності для захисної функції $K_{гот} > 0.998$.

За розрахунками ми отримали вірну нерівність :

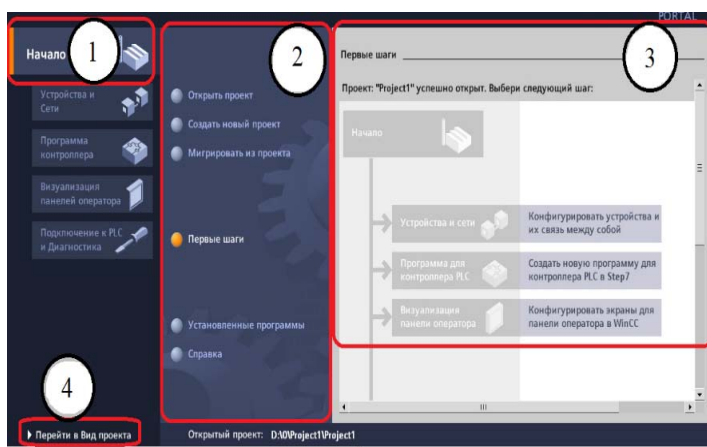
$$P_{кер}(\tau) \leq P_{інф}(\tau) \leq P_{зах}(\tau)$$

8. ОПИС ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ ПТКЗА

Основою нижнього рівня системи автоматизації є контролер Siemens Simatic S7-1200. Для програмування контролера використовується середовище розробки Totally Integrated Automation Portal v13 або скорочено (TIA Portal v13).

Після встановлення необхідного ПЗ для програмування контролера, можна створювати програми користувача. TIA Portal пропонує зручне для користувача середовище розробки, щоб розробити логіку контролера, конфігурувати HMI візуалізацію і налаштувати мережеві комунікації.

Пропонується два різних представлення проекту: орієнтований на завдання набір порталів, які організовані на функціональності інструментів (Portal view) або орієнтоване на проект представлення елементів в проекті (Project view), переключитися між представленнями Portal view і Project view, можна на будь-якій стадії розробки.

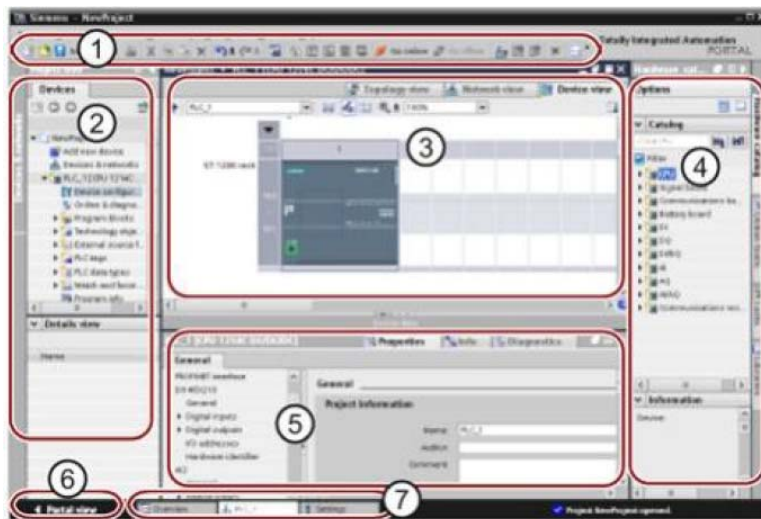


Portal view

1. Порталы для разных задач
2. Задачи для выбранного портала
3. Панель выбора для обраної дії
4. Перехід в Project view

Рис.8.1. Представлення у вигляді Portal view

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Project view

1. Меню і панель інструментів
2. Навігатор проекту
3. Робоча область
4. Карти задач
5. Вікно інспектора
6. Перехід в Portal view
7. Панель редактора

Рис.8.2. Представлення у вигляді Project view

Завдяки наявності всіх цих компонентів в одному місці, ми маємо простий доступ до кожного аспекту проекту. Наприклад, вікно інспектора показує властивості і інформацію про об'єкт, який ми вибрали в робочій області. Оскільки можуть бути обрані різні об'єкти, вікно інспектора виводить на екран властивості, які ми можемо налаштувати. Вікно інспектора містить вкладки, які дозволяють бачити діагностичну інформацію і інші повідомлення.

Відображаючи всі відкриті редактори, панель редактора допомагає працювати більш швидко та ефективно. Щоб переключитися між відкритими редакторами, варто лише натиснути по іншому редактору. Також можна розташувати два редактора разом вертикально або горизонтально. Ця функція дозволяє перетягувати об'єкти між редакторами.

Для створення нового проекту необхідно:

1. Після запуску програми обрати пункт «Створити новий проект» задати ім'я та шлях розміщення в пам'яті нового проекту і натиснути кнопку «Створити». Додатково можна змінювати ім'я автора проекту та додавати коментарі, щодо проекту.

2. Наступним кроком є вибір необхідної дії із запропонованого списку, серед яких: «Пристрої і мережі», «Програмування ПЛК», «Візуалізація панелей оператора», «Підключення до ПЛК й діагностування».

										Арк.
										42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТО21171.001.001.АТХ.П					

В першу чергу необхідно обрати «Пристрої і мережі» і додати контролер та набір модулів підібраних для розширення кількості аналогових та дискретних входів/виходів, що доступні у модулі CPU. У разі обрання будь-якого іншого меню зі списку, програма також запропонує обрати в першу чергу необхідні пристрої.

3. Після додавання пристроїв, відкриється головне вікно робочого середовища TIA Portal(рис 8.1).

З лівої сторони знаходиться дерево проекту, за допомогою якого можна переключатися між вкладками налаштувань, програмування, відображення і т.д.

З правої сторони екрану знаходяться різні допоміжні вкладки, такі як завдання, бібліотеки, набір пристроїв і т.д., що полегшують процес пошуку необхідних компонентів у роботі над проектом.

4. У разі необхідності зміни параметрів пристрою, у меню «Налаштування пристроїв», дерева проекту, необхідно двічі натиснути лівою кнопкою миші (ЛКМ) на пристрій і в меню, що з'явилося налаштувати властивості обраного пристрою.

5. Після налаштування параметрів пристрою, необхідно перейти у вкладку «Програмні блоки» у дереві проекту. При створенні нового блоку, можна обрати його тип (організаційний блок, блок даних, функціональний блок або функція) та мову програмування. Вибір здійснюється серед мов програмування, що визначені стандартом IEC 61131-3. Для контролера Siemens Simatic S7-1200, середовищем розробки передбачено використання мов: LAD, FBD, SCL.

6. Програму, що буде записана в контролер для виконання, необхідно перенести у блок Main(рис 8.3)

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

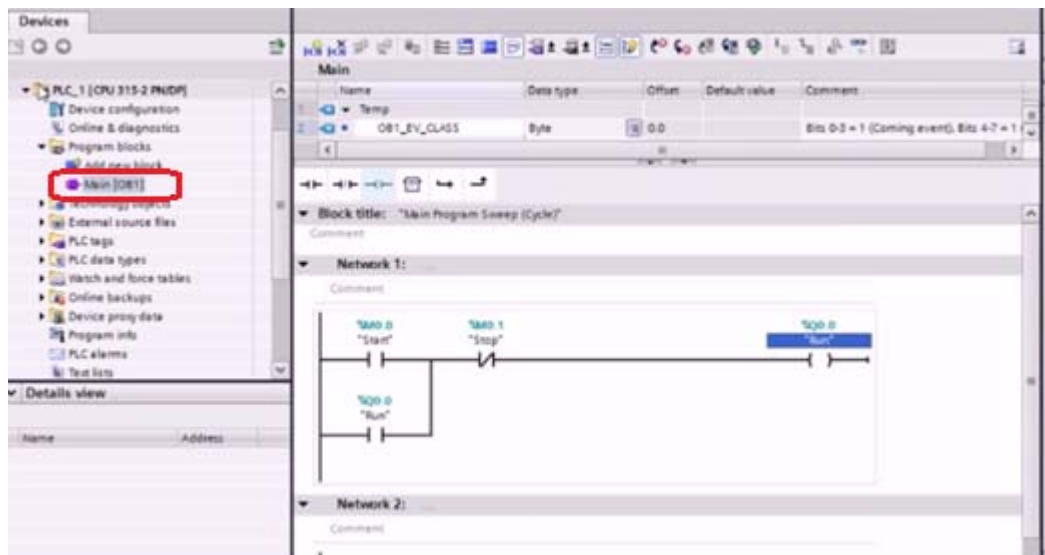





Рис.8.3. Блок Main

7. Наступним кроком є збереження налаштувань, компілювання та завантаження програми в ПЛК. Для цього необхідно натиснути на відповідний значок в панелі інструментів . У наступному вікні обрати тип підключення та просканувати доступні для підключення пристрої. Обравши потрібний пристрій зі списку, натиснути кнопку завантажити.

8. Для спостереження стану змінних у проекті, необхідно натиснути на значок , що знаходиться у верхній частині екрану, або створити Watchtable у дереві проекту, додати потрібні змінні та натиснути .

Встановлення зв'язку контролера з верхнім рівнем автоматизації по інтерфейсу Ethernet:

Для встановлення з'єднання з необхідним Siemens Simatic s7-1200, потрібно встановити наступні обов'язкові параметри підключення:

1. Тип підключення (PN/IE), скорочено від назви протоколу та інтерфейсу Profinet/Ethernet.
2. Обрати зі списку мережеву карту комп'ютера.

Наступним кроком є пошук доступних для підключення пристроїв. На рис.8.3. виділено вікно, де відображається інформація про знайдені для підключення пристрої. Після обрання потрібного пристрою, можна перевірити його зв'язок з комп'ютером, поставивши галочку біля команди "Flash LED". У

разі успішного налаштування зв'язку на контролері протягом певного часу буде мигати світловий індикатор, в іншому випадку ніяких змін не відбудеться. Налаштувавши з'єднання необхідно натиснути клавішу "Go online"(рис 8.4.)

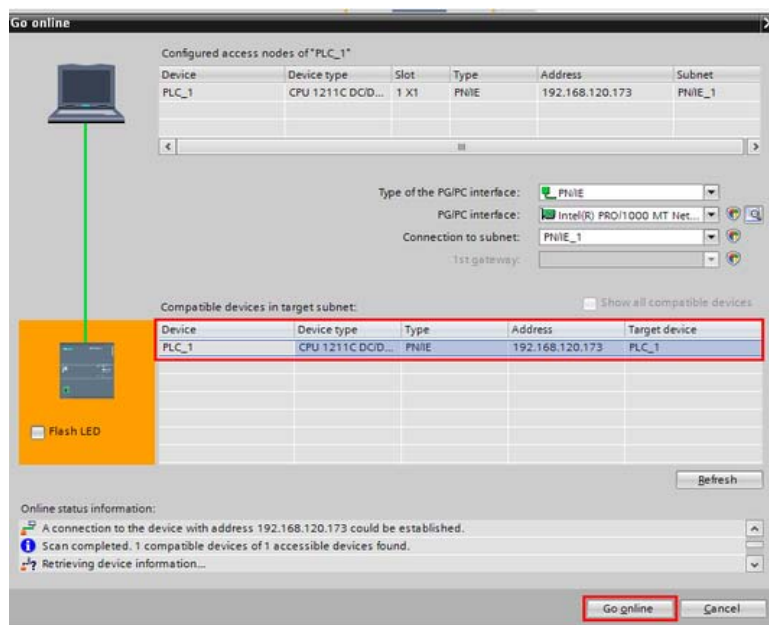


Рис.8.4. Налаштування зв'язку з верхнім рівнем автоматизації

8.2. Реалізація функцій нижнього рівня системи автоматизації

Реалізація регулювання вологості:

- Значення вологості вимірюється датчиком відносної вологості повітря НСН-1000 з уніфікованим виходом 0-10 В.
- Струмний сигнал від датчика надходить на контролер через аналоговий вхід модуля Simatic SM1231.
- В контролері реалізована одноконтурна схема управління. Для регулювання використовується – ПІ-регулятор.
- Контролер видає керуючий сигнал 0..10В через аналоговий вихід модуля Simatic SM1232 .
- Аналоговий сигнал, що проходять через блок управління БРУ-17 поступає на виконавчий механізм.
- Виконавчий механізм LMQ24A-SR приймає сигнал 0..10В і в залежності від нього переміщує шток запірно-регулюючого клапану, що регулює подачу води в теплицю.

Реалізація регулювання концентрації вуглекислого газу :

										ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							45

- Значення концентрації газу вимірюється за допомогою датчика CO102 з уніфікованим виходом 4-20 мА.
- Струмний сигнал від датчика надходить на контролер через аналоговий вхід модуля Simatic SM1231.
- В контролері реалізована одноконтурна схема управління. Для регулювання обрано ПІ-алгоритм регулювання.
- Контролер видає керуючий сигнал 4...20А через аналоговий вихід модуля Simatic SM1232.
- Аналоговий сигнал, що проходять через блок управління БРУ-17 поступає на електропневмоперетворювач.
- Електропневмоперетворювач видає пневмосигнал 0...6Бар, який передається на штоковий привід.
- Штоковий привід приймає сигнал, і в залежності від нього регулює положення фрамуги.

Реалізація регулювання температури в робочій зоні:

- Значення тиску в робочій зоні вимірюється термометром опору ТСМ102 з уніфікованим виходом 4-20 мА.
- Струмний сигнал від датчика надходить на вхід модуля Simatic SM1231.
- В контролері реалізована каскадна схема управління. Для регулювання тиску обрано ПІ-алгоритм регулювання.
- Контролер видає керуючий сигнал 0..10 В на свій аналоговий вихід
- Аналоговий сигнал 0-10 В, надходить на частотний перетворювач Siemens 6SL3210-5BE32-2UV0, який в свою чергу змінює потужність насосу ALPHA2 32-40 180 в трубопроводі.

8.3. Ручне керування технологічним процесом

Для регулювання вологості в теплиці, концентрації вуглекислого газу використовуються блоки ручного керування БРУ-17 для керування електроприводами LMQ24A-SR та частотним перетворювачем 6SL3210-5BE32-2UV0.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.ОПИС ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СУПЕРВІЗОРНОГО РІВНЯ ПТКЗА

SCADA система для обраного контролера фірми Siemens, розробляється у програмі WinCC. Вона використовується для візуалізації процесу і розробки графічного інтерфейсу оператора.

Для забезпечення контролю над всім процесом встановлюється з одного боку зв'язок між WinCC і оператором, а з іншого боку - між системою автоматизації і WinCC.

- WinCC дозволяє оператору стежити за процесом, процес відображається на екрані графічно, при цьому відображення оновлюється при кожній зміні стану процесу.

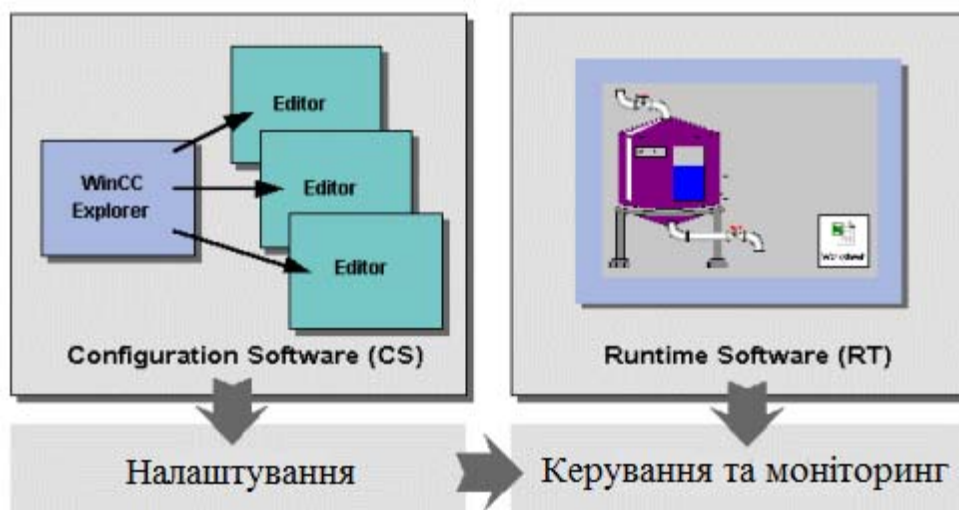
- WinCC забезпечує управління процесом з боку оператора. Наприклад, оператор може задавати значення уставок або задавати положення виконавчого механізму за допомогою графічного інтерфейсу.

- Система аварійних повідомлень автоматично сповістить про критичний стан процесу. Якщо, наприклад, перевищено заздалегідь задане граничне значення, то на екрані з'явиться повідомлення про це.

- У WinCC значення процесу можуть бути роздруковані або збережені в електронний вигляд. Це полегшує процес документування процесу і дозволяє аналізувати технологічні дані пізніше.

Структура WinCC

WinCC - це модульна система. Основними компонентами є Configuration Software [Система проектування] (CS) і Runtime Software (RT) [Система виконання]



У WinCC певні конфігураційні дії доповнюють вже пройдені етапи конфігурації. Тому деякі кроки конфігурації можуть бути виконані тільки після того, як пройдені інші конфігураційні кроки.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Далі представлена послідовність етапів конфігурації



Для створення проекту використовуються редактори системи проектування. Всі редактори WinCC зберігають інформацію про проект в конфігураційній базі даних (англ. CS database). Під час виконання інформація про проект зчитується з конфігураційної бази даних системою виконання і проект виконується. Поточні дані про проект зберігаються в базі даних системи виконання (англ. RT database).

Графічна система відображає мнемосхему на екрані. Можливий зворотній зв'язок, при якому графічна система організовує введення даних оператором, наприклад, натисненням на кнопку або безпосереднім введенням значення в поле введення.

Зв'язок між WinCC і системами автоматизації організовується з допомогою комунікаційних драйверів або "channels [каналів]". Канали збирають інформацію про значення процесу, які опитуються компонентами системи виконання, читають значення тегів процесу з систем автоматизації, і, якщо необхідно, записують нові значення в компоненти системи автоматизації.

Система архівації зберігає значення процесу в архіві значень процесу. Архів значень процесу може використовуватися, наприклад, для відображення змін значень на тренді в Online Trend Control [Вікні відображення трендів] або в таблиці в Online Table Control [Вікні відображення таблиць].

За окремими значеннями можна стежити за допомогою Alarm Logging [Реєстрація аварійних повідомлень]. Якщо перевищено граничне значення, то система Alarm Logging [Реєстрація аварійних повідомлень] згенерує повідомлення, яке буде відображено в Alarm Control [Вікні відображення аварійних повідомлень]. Система повідомлень також стежить за квітуванням повідомлень і управляє станами повідомлень. Система Alarm Logging [Реєстрація аварійних повідомлень] зберігає всі повідомлення в архіві повідомлень. А саме аварії перевищення або зниження температур повітря і ґрунту, концентрації CO₂ та вологості повітря.

Процес документується системою Report System [Система звітів] по запиту або в заданий час. Для цього використовується архів значень процесу і архів повідомлень. Детальну інформацію про редактори WinCC і комунікаціях в WinCC можна знайти в "WinCC Information System [Допоміжна система WinCC]"

Для реалізації функцій ручного управління в SCADA-системі реалізовано кнопки перемикання режимів (Ручний/Автоматичний) керування для всіх каналів регулювання. При переході у «Ручний» режим оператор має можливість вручну задавати положення виконавчих механізмів для регулювання параметрів об'єкта. Зміна положення виконавчих механізмів здійснюється за допомогою відповідного вікна для вводу значень з клавіатури від 0 до 100%. Для ручного режиму передбачені алгоритми перевірки на введення помилкових даних, які не дозволяють встановлювати значення, що наприклад, не входять до діапазону поточного параметру.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

10. ОПИС ПЗ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ ПТКЗА

У даному розділі наведено код програмного забезпечення(ПЗ) локального рівня ПТКЗА АСУТП теплиці. Локальний рівень ПТКЗА АСУТП теплиці забезпечує функції контролю, регулювання, сигналізації, захисту та блокування. ПЗ локального рівня ПТКЗА забезпечує регулювання температури повітря в теплиці, концентрації CO₂ та вологості повітря.

У організаційному блоці Main виконується блоки "Conv", "Blocking" та "Alarms_tep1". "Convert" відповідає за масштабування вхідних та вихідних величин.

"Alarms_tep1" реалізує функцію сигналізації АСУТП теплиці. "Blocking" реалізує функцію блокування АСУТП.

У організаційному блоці Cyclic interrupt [OB30], який працює циклічно та виконується кожних 100мс, реалізовано регулювання температури повітря в теплиці, концентрації CO₂ та вологості повітря.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

11. ОПИС ПЗ СУПЕРВІЗОРНОГО РІВНЯ

Програмне забезпечення верхнього рівня системи автоматизації представлене у вигляді SCADA-програми. SCADA-програма включає наступні розроблені вікна: стартове вікно, мнемосхема, аларми, тренди, налаштування.

На стартовому вікні відбувається авторизація клієнта і подальший перехід на інші вікна (рис. 11.1).



Рис. 11.1. Стартове вікно

Кнопки передбачено для переходу між вікнами системи.

Натиснувши на кнопку «Мнемосхема» відкривається нове вікно(рис. 11.2), на якому зображений об'єкт.

На вікні знаходиться кнопки повернення на стартове вікно та кнопка «Налаштування». При натисненні на неї відкривається вікно «Налаштування» (рис. 11.3).

					ТО21161.0029.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

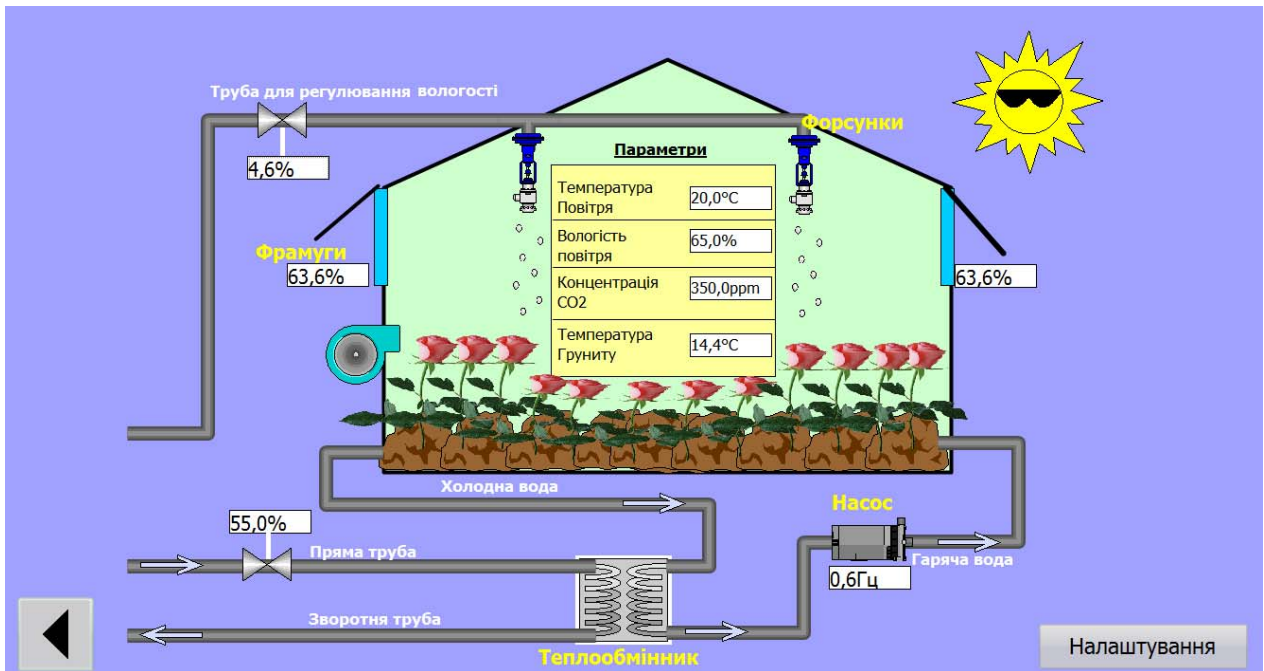


Рис. 11.2. Вікно «Мнемосхема»

Температура повітря в теплиці

Частота обертів	<input type="text" value="1Гц"/>	Ручний/Автомат
Завдання температури	<input type="text" value="20,0°C"/>	
Стабілізуючий регулятор :	Кп <input type="text" value="5,0"/> Ти <input type="text" value="20,0"/>	
Коригуючий регулятора :	Кп <input type="text" value="1,0"/> Ти <input type="text" value="20,0"/>	

Вологість повітря в теплиці

Положення ВМ	<input type="text" value="5,2%"/>	Ручний/Автомат
Завдання вологості	<input type="text" value="+65,0%"/>	
Налаштування регулятора :	Кп <input type="text" value="1,0"/> Ти <input type="text" value="20,0"/>	

Концентрація вуглекислого газу

Положення ВМ	<input type="text" value="80,0%"/>	Ручний/Автомат
Завдання концентрації	<input type="text" value="350ppm"/>	
Налаштування регулятора :	Кп <input type="text" value="7,5"/> Ти <input type="text" value="15,0"/>	
Завдання положення ВМ у ручному режимі	<input type="text" value="80%"/>	

Рис. 11.3. Вікно «Налаштування»

В вікні «Налаштування» здійснюється перехід між режимами роботи регулятора Ручний/Автомат. Також маємо змогу задавати значення параметрів регуляторів, положення ВМ.

При натисненні кнопки «Аларми» переходимо в вікно сигналізації, де відображаються аларми реального часу, до яких входять вихід за межі таких

параметрів: температура повітря і ґрунту, концентрація CO₂ та вологість повітря в теплиці (рис. 11.4).

Date	Time	Alarm text
17/06/17	09:15:31 PM	Критичне зниження концентрації
17/06/17	09:14:06 PM	Критичне зниження вологості
17/06/17	09:07:56 PM	Критичне перевищення температури ґрунту
17/06/17	09:07:56 PM	Критичне перевищення температури повітря

Ready Pending: 4 To acknowledge: 4 Hidden 0 List: 4 9:18:13 PM

Рис. 11.4. Вікно сигналізації.

Натиснувши кнопку «Тренди» відображається вікно з перехідними процесами реального часу кожного контуру регулювання (рис. 11.5).

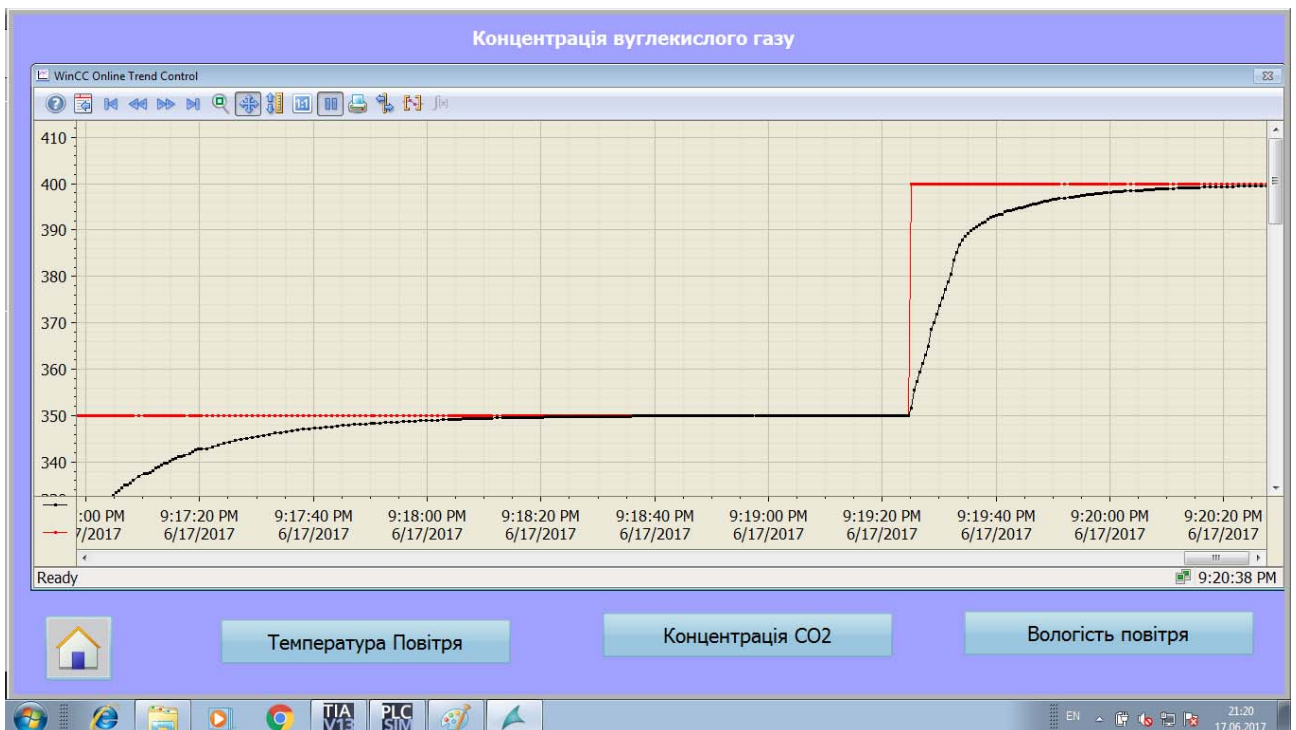


Рис. 11.5. Вікно трендів

Робоча станція та контролер локально з'єднуються за допомогою PN/IE зв'язку. Інтерфейс зв'язку – Ethernet, а протокол передачі даних – Profinet.

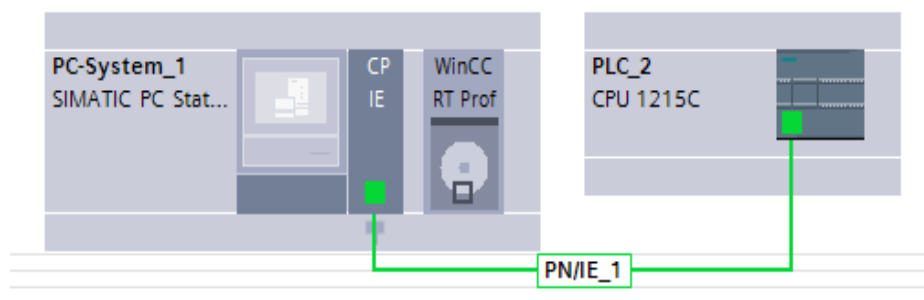


Рис.11.5. Локальне з'єднання контролера з робочою станцією

Для доступу WinCC до даних контролера необхідно створити з'єднання HMI Connection між ними.

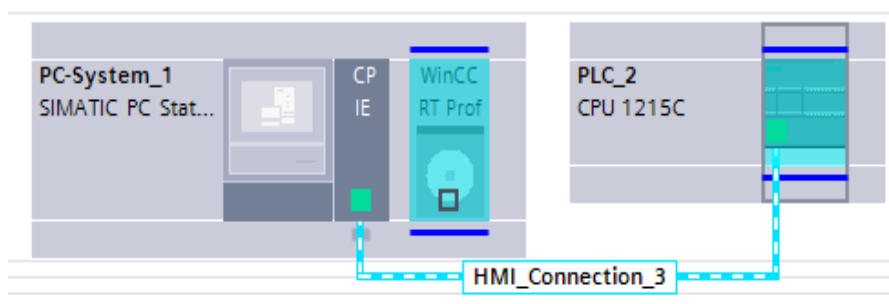


Рис.11.6. HMI Connection

12. ПОРЯДОК ПЕРЕВІРКИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Для перевірки імітації об'єкта в середовищі ТІА Portal було створено блоки: об'єкти для регулювання температури повітря, концентрації вуглекислого газу та вологості.

Моделі представляють собою аперіодичні ланки I порядку, інтегральна ланка та ланка транспортного запізнення.

$$\text{Температура повітря: } W = \frac{36}{95p + 1} e^{-1p}$$

$$\text{Концентрація CO}_2: W = \frac{5,5}{50p} e^{-5p}$$

$$\text{Вологість повітря: } W = \frac{14}{40p + 1} e^{-3p}$$

Всі об'єкти реалізовані в окремих блоках, виходи яких під'єднані до відповідних регуляторів. На вхід об'єкта подається сигнал про положення ВМ, від зміни цього значення об'єкт змінює свій вихідний параметр, за яким працює весь контур регулювання.

Розглянемо контур регулювання вологості повітря (рис.12.1).

```
//Регулятор вологості в теплиці
PID_Compact_5 (Setpoint:="tep_reg".Hum_sp,
  Input:="tep_reg".Hum_in,
  ManualEnable:= "tep_reg".Hum_man_on,
  ManualValue:="tep_reg".Hum_man,
  Output=>"tep_reg".Hum_out);

AP_1_DB_4 (Input:="tep_reg".Hum_out,
  K:=14.0,
  T:=40);

Delay_DB_5 (In:="AP_1_DB_4".Out,
  Time_delay:=T#3ms,
  h:=100.0);
"tep_reg".Hum_in := "Delay_DB_5".Out;
```

Рис. 12.1. Регулювання вологості повітря

Сигнал "Тер_reg".Hum_in йде на вхід ПІ-регулятора, що порівнює його з завданням "Тер_reg".Hum_sp та видає сигнал "Тер_reg".Hum_out на об'єкт.

						ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			70

Контур регулювання температури повітря (рис. 12.2).

```
//Регулятор температури повітря в теплиці
PID_Compact_7 (Setpoint:="tep_reg".T_pov_sp,
  Input:="tep_reg".T_pov_in,
  ManualEnable:= "tep_reg".T_man_on,
  ManualValue:="tep_reg".T_man,
  Output=>"tep_reg".T_pov_out1);

//Регулятор температури ґрунту в теплиці
PID_Compact_8 (Setpoint:="tep_reg".T_pov_out1,
  Input:="tep_reg".T_grunt,
  ManualEnable:= "tep_reg".T_man_on,
  ManualValue:="tep_reg".T_man,
  Output=>"tep_reg".T_pov_out);

"AP_1_DB_5" (Input:="tep_reg".T_pov_out,
  K:=36.0,
  T:=95.0);
"Delay_DB_6" (In:="AP_1_DB_5".Out,
  Time_delay:=T#1ms,
  h:=100.0);
"tep_reg".T_grunt := "Delay_DB_6".Out;

"AP_1_DB_6" (Input:="tep_reg".T_grunt,
  K:=0.9,
  T:=3.0);

"Delay_DB_7" (In:="AP_1_DB_6".Out,
  Time_delay:=T#4ms,
  h:=100.0);

"tep_reg".T_pov_in := "Delay_DB_7".Out;
```

Рис. 12.2. Регулювання температури

Сигнал "tep_reg".T_pov_in йде на вхід стабілізуючого регулятора, що порівнює його з завданням "tep_reg".T_pov_sp. Видає сигнал "tep_reg".T_pov_out_1 як завдання коригуючого регулятора, який порівнює його з сигналом "tep_reg".T_grunt з внутрішнього об'єкта. Сигнал коригуючого регулятора "tep_reg".T_pov_out йде на об'єкт по температурі повітря, далі на об'єкт по температурі ґрунту.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Контур регулювання концентрації CO₂ (рис. 12.3).

```
//Регулятор концентрації вуглекислого газу в теплиці
PID_Compact_6 (Setpoint:="tep_reg".Cons_sp,
  Input:="tep_reg".Cons_in,
  ManualEnable:= "tep_reg".Cons_man_on,
  ManualValue:="tep_reg".Cons_man,
  Output=>"tep_reg".Cons_out);

"AP_1_DB_4" (Input:="tep_reg".Hum_out,
  K:=14.0,
  T:=40);

"Delay_DB_5" (In:="AP_1_DB_4".Out,
  Time_delay:=T#3ms,
  h:=100.0);
"tep_reg".Hum_in := "Delay_DB_5".Out;
```

Рис. 12.3. Регулювання концентрації CO₂

Сигнал "tep_reg".Cons_in йде на вхід регулятора, що порівнює його з завданням "tep_reg".Cons_sp та видає сигнал "tep_reg".Cons_out на об'єкт.

```
#Out_3 := #T / (#h + #T) * #Out_1 + #h / (#h + #T) * #K * #Input;
#Out_1 := #Out_3;
#Out := #Out_3;
```

Рис. 12.4. Код реалізації АП1-ланки

```
#T := #h / 1000;
#Ar[#i] := #In;
#i := #i + 1;
IF NOT (#start2) THEN
  #length := TIME_TO_INT(#Time_delay) / (1000.0 * #T);
  #start2 := TRUE;
END_IF;
IF #i >= #length THEN
  #start := TRUE;
  #i := 0;
END_IF;
IF #start THEN
  #Out := #Ar[#j];
  #buff := #Out;
  #j := #j + 1;
END_IF;
IF #j >= #length THEN
  #j := 0;
END_IF;
```

Рис. 12.5. Код реалізації ланки транспортного запізнення

						ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			72

Перевірка функції автоматичного контролю

Для перевірки функції автоматичного контролю використовується вікно мнемосхеми SCADA-програми. Усі цифрові показчики повинні відображати числові значення параметрів системи, діапазон яких вказано у вікні налаштувань. Якщо значення не відображаються, то функція контролю працює не коректно.

Перевірка функції автоматичного регулювання

У вікні «Налаштування» встановлюємо значення завдання для регулятора одного з контурів регулювання. На мнемосхемі можна побачити зміну значення параметра на цифровому показчику, перехідний процес – у вікні трендів. За умови вставлення значення на вказане значення через певний проміжок часу можна зробити висновок, що функція регулювання працює правильно.

Для перевірки правильності роботи в ручному режимі необхідно перемкнути контур регулювання в ручний режим та задати положення ВМ (рис. 12.7). В результаті коректної роботи можна побачити поступове встановлення ВМ на задане значення.

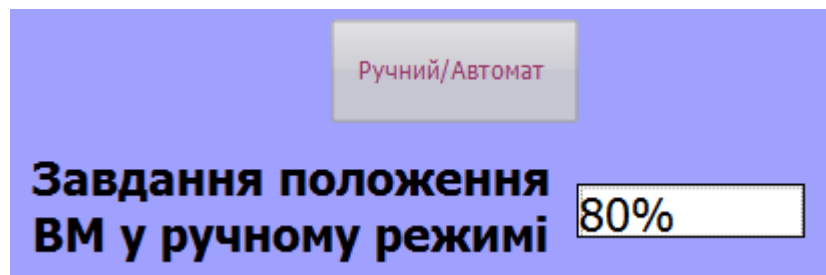


Рис. 12.6. Перемикання режиму роботи системи.

Перевірка функції сигналізації

Для перевірки цієї функції необхідно вивести якийсь з параметрів за технологічні межі. При кожному такому випадку буде додаватись аварія у вікні сигналізації. В такому випадку функція працює коректно.

Перевірка функції блокування

Для перевірки цієї функції необхідно один з параметрів вивести за межі. При блокуванні з'являється попередження про аварію та кнопка скидання аварії, але її можливо скинути лише тоді коли параметр повернеться в допустимі межі.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73



Рис.12.8 Попередження про аварію та встановлення відповідних значень, які відповідають алгоритму під час блокування

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ВИСНОВКИ

Під час виконання курсової роботи було розроблено автоматизовану систему управління теплицею. У роботі реалізовано три контури регулювання: одноконтурна система регулювання концентрації вуглекислого газу, одноконтурна система регулювання вологості повітря та каскадна система регулювання температури повітря в теплиці.

В ході роботи був проведений опис технологічного процесу, дослідження об'єкта управління, були встановлені вимоги до метрологічного забезпечення системи управління, проведений огляд обраної системи автоматизації. Обрані схеми регулювання були обґрунтовані та реалізовані програмними засобами.

Було виконано проектування автоматичної системи управління теплицею. АСУТП є дворівневою. Для реалізації нижнього рівня АСУТП обрано вільнопрограмований модульний контролер Siemens S-7 1200. Можливість приєднання різноманітних модулів вводу–виводу, висока продуктивність задовольняють поставленим вимогам.

Верхній рівень АСУТП – супервізорний. Розробку HMI/SCADA системи було здійснено за допомогою WinCC. Отримана система включає в себе мнемосхему, що описує ОУ та дає користувачеві чітке уявлення про процеси, що протікають в ньому, трендів реального часу та історичних, алармів історичних та реального часу. Верхній рівень системи керування дає змогу повністю контролювати технологічний процес, архівувати дані про хід процесів, вести аларми, а також змогу слідкування за перебігом процесів в реальному часі. Створена можливість дистанційного керування процесу в разі незадовільного процесу нагріву або охолодження.

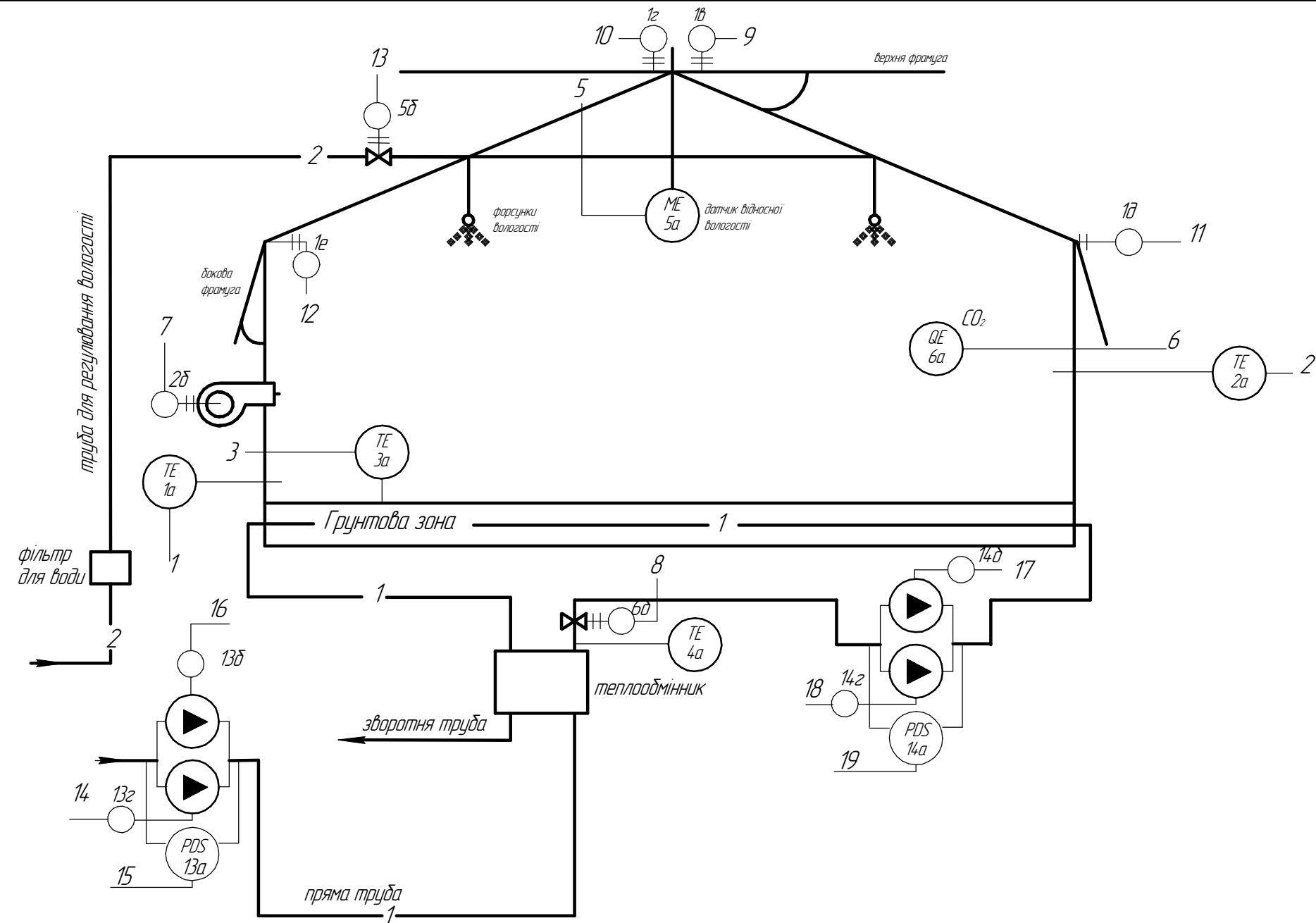
Рівень надійності виконання функцій АСК відповідає поставленим наступним вимогам, середній час відновлення для регулюючої функції $T_g < 4god$, коефіцієнт готовності для захисної функції $K_{gom} > 0.998$.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беккет С. Растения под стеклом, 1988.– 416 с.
2. Элементы и устройства сельскохозяйственной автоматики, справочное пособие. Под ред. Н.И. Бохана – Мн.: Ураджай, 1989 – 315 с.
3. Елистратов А.В. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий: Справочник, – Мн.: Ураджай, 1986 – 328 с.
4. Методические указания к выполнению функционально-технологических схем автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства. – Кострома: издательство Костромской государственной сельскохозяйственной академии, 2000 – 24 с.
5. Довідковий посібник з комплексного інженерного розрахунку промислових АСР в курсовому і дипломному проектуванні із спеціальностей "АТПіВ", "КІТПіВ".
6. Баган Т.Г., Батюк С.Г., Бунь В.П., Изгорев М.Ю., Олійник С.Ю. Методичні рекомендації щодо оформлення курсових та дипломних проектів.–Київ: Політехніка, 2002.
7. «Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Проектування систем управління» для студентів спеціальності «Автоматизація технологічних процесів та виробництв» // Укладач: Баган Т.Г– К.: НТУУ "КПІ".– 2011.– 45 с.
8. ДСанПін 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами ЕОМ. – К.: МОЗ України, 1998. – 20 с.

					ТО21171.001.001.АТХ.П	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76



Таблиця умовних позначень трубопроводів

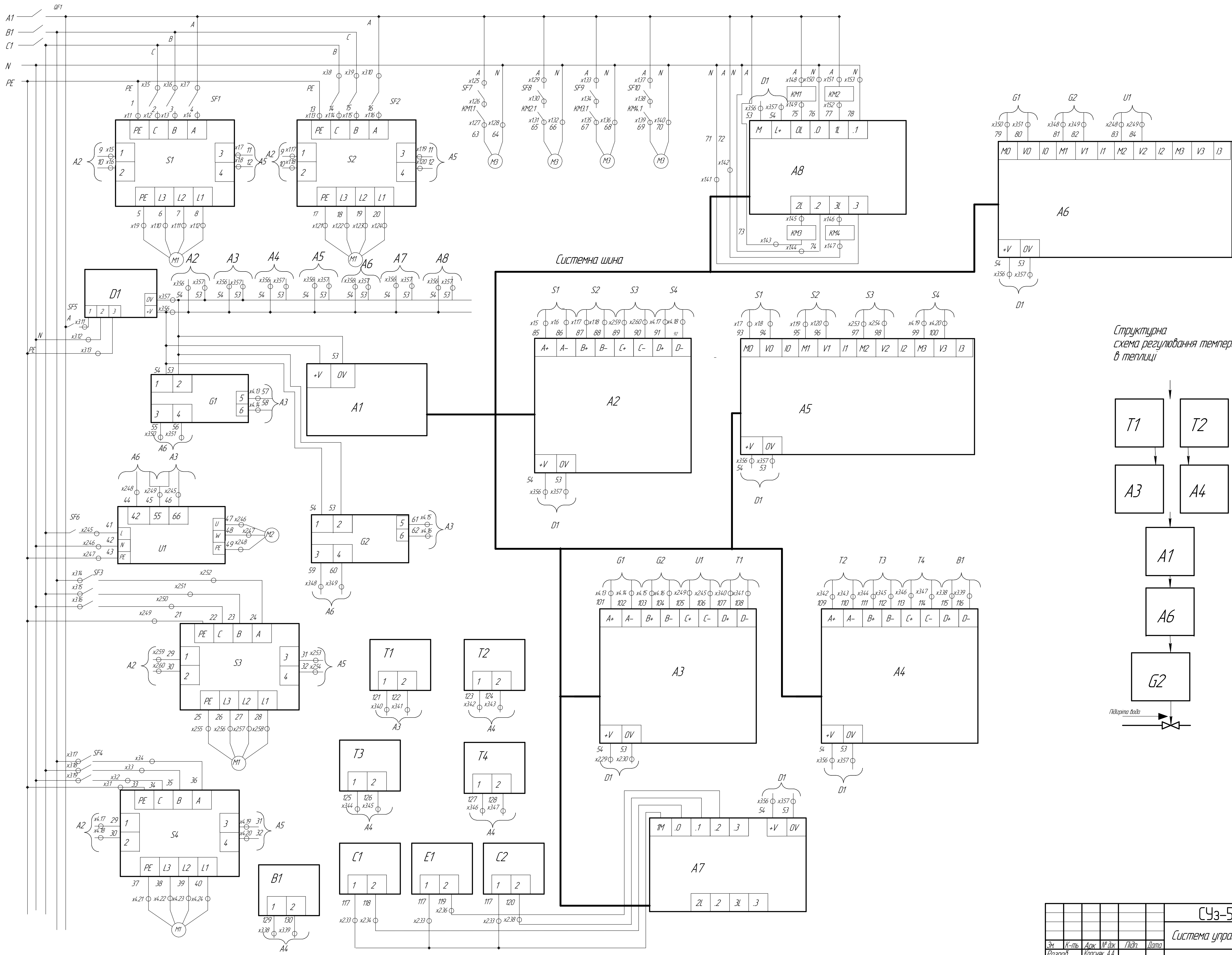
Позначення	Найменування
-1-	Вода для ґрунтового контуру
-2-	Вода для зволоження

Соголасовано

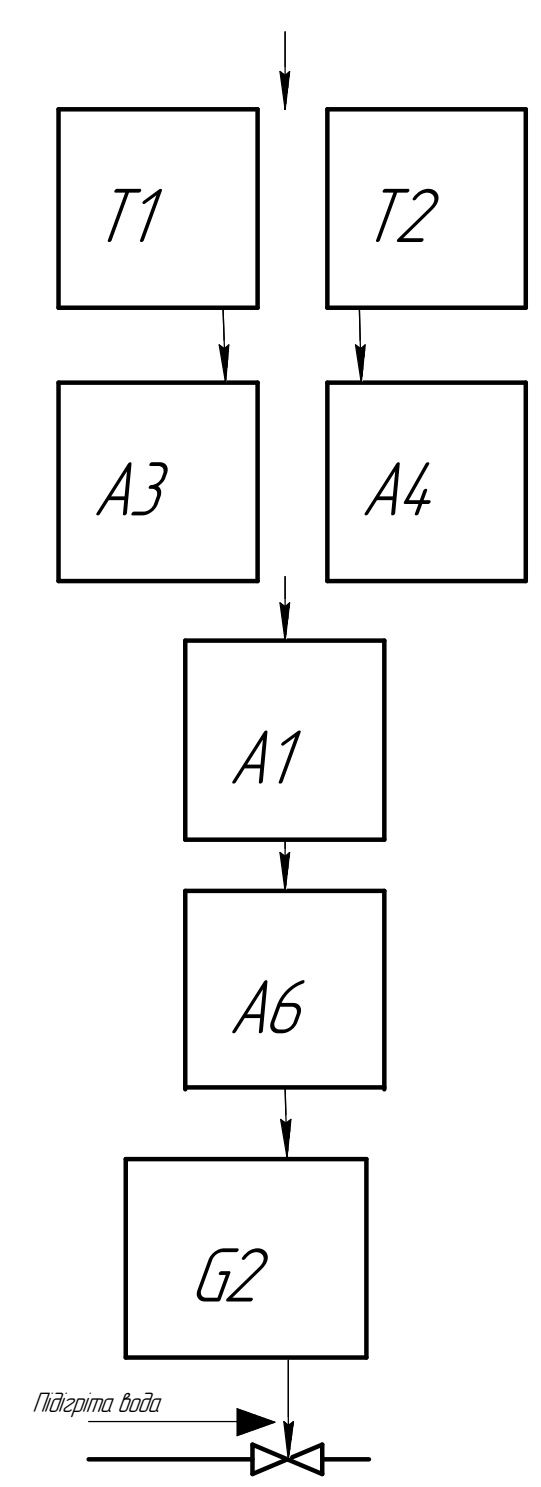
Взам. инв. №
Підп. і дата
Инв. № подл.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Прогоди за місцем	26 C°	28 C°	32 C°	65 C°	10-100%			70 C°												
Щит управління							SY 2b	SY 6b	SY 1b	SY 1z	SY 1d	SY 1e	SY 5b	SY 13e	SY 14b	SY 14e				
Контролер																				
Технічна специфікація																				

СУз-51ш 6.050201. 04. А2					
Система управління тепличним господарством					
Зм.	К-ть	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Разроб.	Красняк А.А.				
Перев.	Худолей Г.М.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.	Худолей Г.М.				
Схема функціональна автоматизації				Стадія	Арк.
				ДП	1
				ШІСумДУ зр. СУЗТ-51Ш	



Структурна схема регулювання температури в теплиці



Суз-51ш 6.050201. 04. Е3				
Система управління тепличним господарством				
Зм.	К-ть	Арж.	№ арж.	Підп.
Разраб.	Красняк А.А.			
Проект.	Хидолеу Г.М.			
Т.контр.				
Схема принципу електрична				
Стадія	Арж.	Архив		
дп	1	2		
ШСумДУ зр. СУЗТ-51Ш				
Н.контр.	Хидолеу Г.М.			
Утв.				

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100