

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій
систем управління

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

(підпис) Форсюк А.В.
(прізвище та ініціали)

(підпис) Ельперін І.В.
(прізвище та ініціали)

« ____ » червня 2020 р.

« ____ » червня 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на
базі ПЛК VIPA 100

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 2ск

Марченко Сергій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

Керівник

Романов Микола Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

Загоровська Лариса Григорівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

« » 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Марченку Сергію Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100

керівник роботи Романов Микола Сергійович, к.т.н, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» квітня 2020 р. №270-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «10» червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Марченко С.А.

_____ (підпис)

Керівник роботи Романов М.С.

_____ (підпис)

Анотація

Даний дипломний проект присвячений розробці системи автоматизації кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA100.

Запропонований варіант системи автоматизації реалізований на ПЛК VIPA 100. Розробка системи автоматизації направлена на підвищення якості проведення процесу кондиціонування повітря. Основною метою розробки системи автоматизації даної технологічної установки є отримання додаткового прибутку підприємством.

В пояснювальній записці наведені: основні технічні характеристики об'єкта автоматизації, опис системи автоматизації, опис схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК, опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК, розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога, заходи з охорони праці.

В графічній частині проекту наведені: схема автоматизації, креслення встановлення технічних засобів, принципові схеми регулювання, управління та сигналізації.

Ключові слова: система кондиціонування повітря, контролер, датчик, повітропровід.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

This diploma project is devoted to the development of air conditioning automation system based on VIPA 100 PLC.

The offered variant of the system of automation is realized on the set of VIPA 100 PLC. Development of the system of automation is sent to upgrading of realization of process the air-conditioning. The primary purpose of development of the system of automation of this technological setting is a receipt of additional profit an enterprise.

In an explanatory message pointed: basic technical descriptions of object of automation, description of the system of automation, description of the scheme of connection of sensors and VM to PLC, description of special software for microprocessor controller, development of man-machine interface of the operator of the technologist, measure on a labour protection.

In graphic part of project pointed: chart of automation, draft of setting of hardwares, fundamental charts of adjusting, management and signaling.

Keywords: air conditioning system, controller, sensor, air duct.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації	9
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	18
Розділ 2. Система автоматизації.....	19
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів	19
2.2 Схема автоматизації.....	31
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	34
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера та схеми підключення.	36
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера.....	36
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	37
3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру	38
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу	41
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	43
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	51
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	51
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	53
Висновок.....	61
Список використаної літератури.....	62

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку цивілізації життя людини не можна уявити без автоматизації. Автоматизація являється одним з основних і найбільш прогресивних напрямків технологічного розвитку. Сьогодні основною частиною технологічних процесів є створення автоматизованих цехів і заводів, пришвидшене введення автоматизованих методів і засобів контролю якості і випробування продукції. Завдяки автоматизації знижується трудомісткість виробництва, створюються відповідні умови праці, виключаються шкідливі для людини технологічні операції.

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

Тільки із здійсненням автоматизації можна досягнути високого рівня продуктивності праці і якості продукції.

З точки зору автоматизації, системи автоматизованого та автоматичного управління повинні забезпечувати необхідне протікання технологічних процесів шляхом підтримки заданих режимів роботи агрегатів та технологічних комплексів. Вимірювання та підтримка на заданих значеннях параметрів технологічних процесів здійснюється за допомогою приладів, під контролем спеціалістів. Здійснення розгорнутої програми робіт в цій області буде сприяти вирішенню проблеми трудових ресурсів, вивільненню багатьох робітників від фізично важких і монотонних виробничих операцій. На харчових підприємствах відбувається перехід від автоматизації окремих машин, установок, ділянок до системного використання електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) в управлінні виробництвом.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший ефект автоматизація дає на виробництвах з масовим випуском продукції і порівняно трудомісткими технологічними процесами.

У наш час на підприємствах харчової промисловості проводять роботи по частковій, комплексній і повній автоматизації технологічних процесів. Впроваджуються прогресивні схеми переробки продукції, які не можуть бути здійснені без сучасних засобів автоматизації.

Метою розробки даного дипломного проекту є вдосконалення системи автоматизації системи кондиціонування повітря на базі мікропроцесорної техніки.

Системи кондиціонування дають приплив свіжого повітря і видалення забрудненого. При відсутності вентиляції в приміщеннях підвищується концентрація вуглекислого газу та інших шкідливих речовин. Це погано позначається на самопочутті людей, викликає головний біль, сонливість, втрату працездатності.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Система кондиціонування повітря є активною, звичайно регульованою системою, призначеною для комплексної підтримки заданих параметрів внутрішнього повітря. Система кондиціонування повітря може працювати в будівлі спільно з системами опалення та системами вентиляції, але найчастіше система кондиціонування повітря бере на себе функції останніх і створює в приміщеннях необхідні кліматичні умови як в холодний, так і в теплий період року.

Система кондиціонування повітря застосовуються на підприємствах харчової промисловості для створення нормативних умов роботи людей та техніки у виробничих приміщеннях, проведення технологічних процесів, зберігання сировини та готової продукції [1].

Дана система працює в двох режимах відповідно до періоду року та необхідним кліматичним умовам. Режим «Тепло» та режим «Холод».

Зовнішнє повітря за допомогою притяжного вентилятора через вхідний патрубок надходить в систему. Кількість повітря що надходить в систему регулюється за допомогою заслінки зовнішнього повітря. Далі повітря очищається, проходячи через фільтр, від пилу та інших забруднень.

Далі повітря може змішуватись із циркуляційним повітрям що видаляється з приміщення. Зазвичай, повітря рециркуляції подається тільки в холодний період року, для зменшення затрат на підігрівання повітря та пришвидшення процесу нагрівання. Але за необхідності подачі рециркуляційного повітря в систему, можна відкрити заслінку.

Кількість циркуляційного повітря визначається тим на скільки відкрита заслінка.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Марченко С.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Романов М.С.</i>					9	10
<i>Зав.каф.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				<i>НУХТ ЗАК-2-2-ск</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Далі, в режимі «Тепло» повітря підігрівається за допомогою першого контуру калорифера до температури $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Після чого потрапляє в форсункову камеру, в якій зволожується до потрібного значення. Зволоження здійснюється розпиленням води в форсунковій камері. Вода подається до форсунок за допомогою насоса. Тут повітря взимку зволожується, а влітку охолоджується.

Зволожене повітря, стан якого характеризується «точкою роси», з відносною вологістю $55 \pm 5\%$, підігрівається другим контуром підігрівання калорифера до більш точної температури (дотримуючись Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99), враховуючи категорії робіт що виконуються в приміщенні, в холодний період року $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

А в теплий період року повітря охолоджується, шляхом періодичного вмикання компресорно - кондинсаційного блоку (ККБ), до температури $+22 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Підігріте (охолоджене) повітря проходячи через притяжний вентилятор подається у виробниче приміщення.

Повітря із приміщення висмоктується витяжним вентилятором в атмосферу. Кількість видаляемого повітря регулюється за допомогою заслінки витяжного повітря. Проходячи яку, повітря очищується від пилу через фільтр, потім частково повертається в приміщення (змішуючись із притяжним повітрям), а все інше повітря викидається в атмосферу.

Ефективність роботи системи кондиціонування повітря визначається точністю підтримування, на заданому рівні, вихідних параметрів – температури та вологості повітря в приміщенні, а також витратою енергії на нагрівання та зволоження або охолодження повітря.

Ці показники залежать від багатьох вхідних та проміжних величин, таких, як температура та вологість зовнішнього повітря, температура води

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що подається в форсункову камеру, короткості повітрообміну, температура насиченого повітря після зволоження та інших факторів.

Розгляд особливостей роботи системи кондиціонування повітря у взаємодії з кондиціонуємим приміщенням, дозволяє сформулювати основні вимоги до її автоматизації: стабілізація температури насиченого повітря, що подається в приміщення, стабілізація температури повітря в кондиціонуємому приміщенні.

Система кондиціонування повітря, до складу якої входять система кондиціонування і приміщення, як об'єкт автоматизації володіє рядом властивостей, що ускладнюють завдання побудови автоматичних систем регулювання: розподіленість параметрів приміщення і системи кондиціонування, значні постійна часу і чисте запізнювання приміщення по каналах регулювання температури, зумовлені великими розмірами приміщення; взаємопов'язаність більшості параметрів кондиціонера, в результаті чого зміни однієї з вхідних величин викликають зміни відразу декількох проміжних і вихідних параметрів; значні сезонні зміни параметрів зовнішнього повітря, що вимагають різних способів введення регулюючих впливів: взимку зовнішнє повітря необхідно нагрівати і зволожувати, влітку - прохолоджувати й осушувати.

Технологічна карта

Температура повітря в приміщенні (в холодний період)	+19... +21°C
Температура повітря в приміщенні (в теплий період)	+20... +24°C
Вологість повітря в приміщенні	40-60%
Необхідна потужність системи	10200
м ³ /год	
Кратність повітрообміну	3,5 раз
Швидкість руху повітря	не більше 0.3
м/с	
Ступінь очищення повітря	до 95%

Температура підігрівача	до +150°C
Тиск води в підігрівачі	до 1,4
Мпа(14атм.)	

Параметричний аналіз об'єкту автоматизації

Система кондиціонування повітря, як об'єкт автоматизації має ряд особливостей, які необхідно враховувати при виборі способів регулювання та засобів управління і контролю. А саме складність плавного регулювання продуктивності в залежності навантажень.

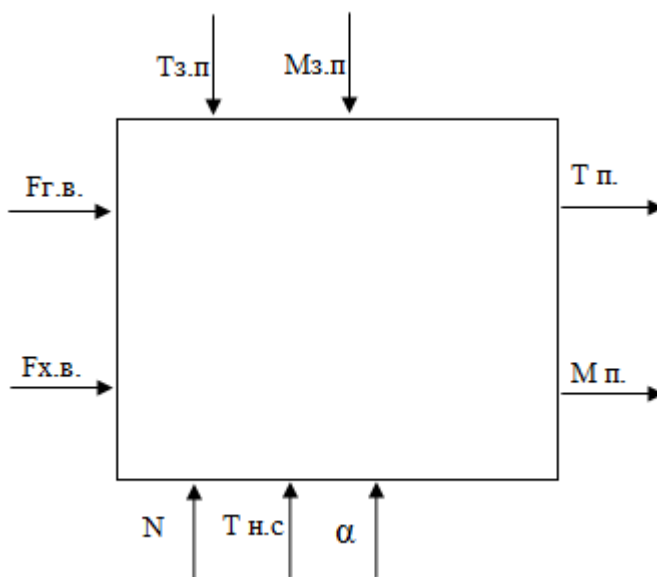


Рисунок 1.1 - Параметричний аналіз об'єкту автоматизації

Розглянувши параметричну модель системи кондиціонування повітря заносимо в таблицю характеристик всі параметри такі як: керівні параметри, керовані параметри, контрольовані збурення та не контрольовані збурення.

Таблиця 1.1 - Параметричний аналіз об'єкту автоматизації

Назва параметра	Умовне позначення	Межі вимірювання	Допустима похибка	Роль і значення параметра
Керівні параметри				
Витрата гарячої води	$F_{г.в.}$	80-100%	$\pm 2\%$	Вплив на температуру повітря
Витрата холодної води	$F_{х.в.}$	50-100%	$\pm 2\%$	Вплив на вологість повітря
Керовані параметри				
Температура повітря в приміщенні	$T_{п.}$	$+19-21^{\circ}\text{C}$	$\pm 1-2\%$	Впливає на створення норматив-них умов роботи
Вологість повітря	$M_{п.}$	40-60%	$\pm 3\%$	
Контрольовані збурення				
Температура повітря що поступає	$T_{з.п.}$	$-20\dots+35^{\circ}\text{C}$	$\pm 2\%$	Впливає на час протікання процесу
Вологість повітря що поступає	$M_{з.п.}$	20-90%	$\pm 2\%$	
Не контрольовані збурення				
Кількість поломок	N	-	-	Впливає на хід процесу
Температура навколишнього середовища	$T_{н.с.}$	-	-	
Коефіцієнт тепловіддачі	α	-	-	

Зробивши параметричний аналіз робимо висновок, що притяжно-витяжна установка, як об'єкт автоматичного регулювання за структурою багатомірний та багато зв'язковий. Має ємкісне та транспортне запізнювання, що зумовлене великим шляхом надходження повітря [1].

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз машинно-апаратурної схеми

Машинно-апаратурна схема системи кондиціонування повітря приведена на рисунку 1.2

Корпус установки складається із модульних секцій:

2 секції вентиляторів; 1250x1250x1350 мм

2 секції підігріву (вода) 1250x1250x340 мм

1 секція охолодження (вода) 1250x1250x540 мм

1 секція перемішування і подачі повітря 1250x1250x910 мм

2 секції панельних фільтрів 1250x1250x340 мм

2 порожні секції 1250x1250x340 мм

Каркас установки виготовлений із сталевих деталей з гальванічним алюцинковим покриттям і дюраль алюмінієвих кріпильних елементів, які мають високу міцність, несучу здатність і корозійно стійкі.

Панелі установки виготовлені з листової сталі з алюцинковим покриттям. Тип даного покриття забезпечує надійний захист металу від корозії і рекомендований для застосування в районах з агресивним повітряним середовищем. Термін служби алюцинка - понад 50 років [5].

Наповнення панелі - мінеральна вата:

Клас горючості DIN 4102: A1 - не горючий;

Коефіцієнт теплопередачі: 1,16 Вт / м²;

Теплопровідність: 0,035 Вт / м²;

Звукоізоляція: R_w DIN 52210: 33 дБ;

В якості наповнення панелі може використовуватися екструдований пінополіуретан:

Клас горючості DIN 4102: B1 - не підтримує горіння;

Коефіцієнт теплопередачі: 0,65 Вт / м²;

Теплопровідність: 0,028 Вт / м²;

Звукоізоляція R_w DIN 52210: 26 дБ;

Товщина панелей 25 мм і 50 мм .

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

З'єднання панелей з каркасом проклеєні поліуретановими ущільнювачами або просилеконеним технічним герметиком (клас «В» по герметичності. Норма EN 1886).

Повітропроводи виконані із оцинкованої сталі, розміром 400x400 мм
Водяний нагрівач / охолоджувач.

Водяний нагрівач/охолоджувач складається з мідних трубок з алюмінієвим ребрами. Колектори виготовлені з міді. Колектори мають сполучні сталеві патрубки з зовнішньою різьбою і забезпечуються фітингами з внутрішньою різьбою для дренажу і продування. Водяний охолоджувач комплектується піддоном для збору і відводу конденсату і крапле вловлювачем. Піддон виконаний з нержавіючої сталі і забезпечений відвідним патрубком. За бажанням піддон може комплектуватися сифоном.

Допустимий тиск до 1,4 МПа (14 атм.). Максимальна температура до +150 °С.

Панельний фільтр.

Фільтр призначений для очищення припливного і витяжного повітря від пилу. Має максимальну пиле затримуючу здатність, невелике падіння первинного тиску, висока ефективність, довгий термін служби. Ідеальний попередній фільтр кому потрібна економія і гарантована якість.

Виробляється в наступних класах: G3, G4. Корпус з оцинкованої сталі.
Захисний екран з оцинкованої сітки.

1-й ступінь - фільтр грубого очищення: панельний фільтр G4 класу фільтрації (ступінь очищення від пилу до 92%). Фільтруючий матеріал - синтетичне волокно. Герметичність кріплення - клас В. Початковий опір фільтра 30-60 Па. Рекомендований кінцевий перепад тиску – 250 Па.

2-й ступінь – фільтр тонкого очищення: фільтр F5 - F9 класу фільтрації.

Ступінь очищення F5 - до 60%. Початковий опір фільтра від 50 Па.

Ступінь очищення F6 - до 80%. Початковий опір фільтра від 70 Па.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінь очищення F7 - до 90%. Початковий опір фільтра від 100 Па.

Ступінь очищення F8 - до 95%. Початковий опір фільтра від 120 Па.

Порожня секція

Порожня секція призначена для інспекції елементів установки, може використовуватися для розміщення агрегатів відсутніх в стандартній комплектації обладнання АСМ або для зміни габаритів (зовнішнє виконання).

Повітря в систему потрапляє при відкритій заслінці зовнішнього повітря, за допомогою притяжного радіального вентилятора WWOax-31,5, з двигуном 11кВт та потужністю 10500 м³/год. При цьому воно проходить очистку від пишу, та інших забруднюючих речовин, що можуть потрапити в приміщення. Потім повітря може змішуватись (в залежності від режиму роботи) з уже підігрітим повітрям, що видаляється із приміщення. Далі повітря підігрівається калорифером, або (в залежності від пори року) охолоджується за допомогою подачі холодної води в контур. Гаряча (холодна) вода циркулює по трубам, таким чином підігріваючи (охолоджуючи) повітря до необхідної температури. Також передбачений циркуляційний насос, для прискорення руху води в трубопроводах та захисту від заморожування. Далі повітря, якщо це необхідно, зволожується, процес зволоження забезпечує насос, який подає воду до форсунок. Після зволоження, та при необхідності, додаткового підігрівання повітря потрапляє в приміщення.

Повітря із приміщення видаляється за допомогою витяжного вентилятора, та проходить очистку перед викиданням в атмосферу. Частина повітря може повертатися, назад в приміщення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

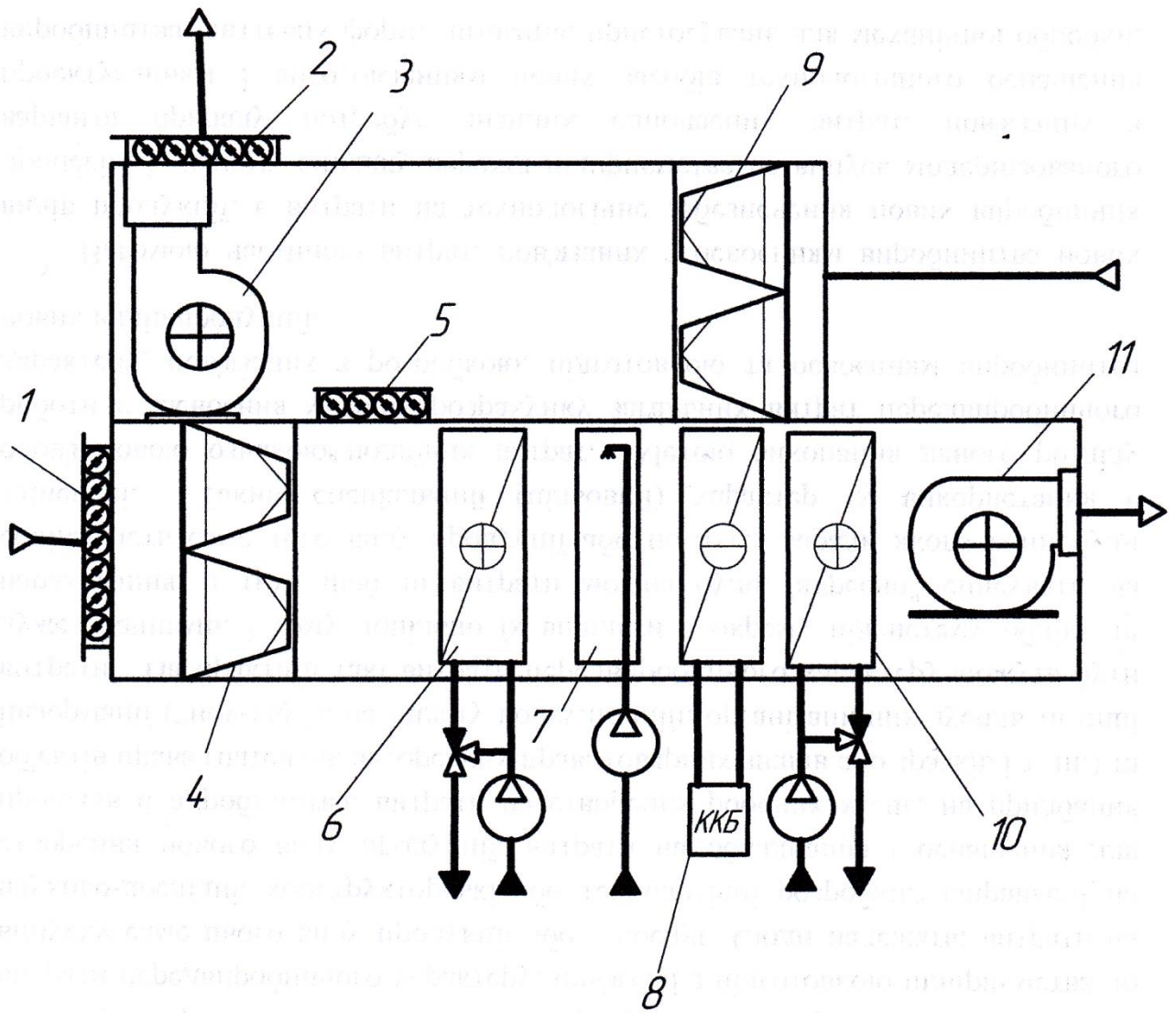


Рисунок 1.2 – Машинно-апаратна схема.

1,2 – Заслінки

3,11 – Відповідно притяжний і витяжний вентилятори

4,9 – Фільтр

5 – Заслінка рециркуляції повітря

6,10 – Калорифер

7 – Форсункова камера

8 – Компресорно-кондинсаційний блок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

У таблиці 1.2 «Завдання на розробку систему автоматизації» наведено умови експлуатації технологічного об'єкту та способи контролю та регулювання технологічних параметрів технологічного об'єкту [2].

Таблиця 1.2 - Завдання на розробку систему автоматизації

№ №	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Приміщення	Температура	25 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі холодної води	
			22 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі холодної води	
			19 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі гарячої води	
			6 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі гарячої води	
		Вологість	55%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі води	
		Тиск	100 Па	Контроль	Відображення реєстрація	АРМ оператора	

Розділ 2. Система автоматизації

2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів

При виборі засобів автоматизації будемо враховувати наступні умови:

- Характеристика середовища;
- Діапазон виміру і клас точності;
- Врахування вхідних і вихідних сигналів;
- Техніка безпеки;
- Економічність.

Для вимірювання температури у всій системі вибрані такі типи датчиків: датчик температури повітря ОВЕН ДТС-И, датчик температури повітря АТМ2, накладний датчик температури АЛТМ2.

Розглянемо мотивацію вибору кожного датчика окремо.

1. Датчик температури повітря ОВЕН ДТС-И.

Вихідний сигнал аналоговий сигнал постійного струму 4-20 мА, сприймається контролером.



Рисунок 2.1 - Датчик температури повітря ОВЕН ДТС-И

Датчик використовується в системах автоматизації технологічних процесів спільно з контролерами, регуляторами і вторинними приладами.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Марченко С.А.			Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Романов М.С.					19	17
Зав.каф.		Ельперін І.В.			НУХТ ЗАК-2-2-ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Має невелику похибку вимірювань, та необхідний діапазон вимірюваної температури. Зручний для монтажу в повітропроводі. Також має хороший ступінь захисту чутливого елемента та корпусу, що впливає на тривалість експлуатації [11].

Технічні дані:

Напруга живлення	12-36 В пост. струму
Вихідний сигнал	4-20 мА
Діапазон вимірюваних температур	-40...+85 °С
Межа наведеної основної похибки не більше	1%
Довжина занурюваної частини	200 мм
Ступінь захисту корпусу	IP54
Ступінь захисту чутливого елемента	IP20
Габаритні розміри не більше	67x58x80 мм + L

2. Датчик температури повітря АТМ2.

Датчик температури повітря АТМ2 служить для вимірювання зовнішньої температури, температури в приміщеннях з підвищеною вологістю - наприклад, для установки на зовнішніх стінах, у холодильних установках і теплицях, в промисловості і в сільському господарстві, чим і підходить нам для використання його в системі автоматизації.



Рисунок 2.2 - Датчик температури повітря АТМ2

Переваги такого датчика схожі на попередній датчик. Кріплення/підключення за допомогою гвинтів, що є досить зручним та простим [10].

Технічні дані:

Напруга живлення	24В пост/зм. струму
Діапазон вимірювання	-50...+50°C
Температура навколишнього середовища	-30...+70°C
Вологість повітря	<95%
Тип підключення	дво- або трьохпровідна схема
Ступінь захисту	IP65
Вихідний сигнал	4-20 мА
Кріплення/підключення	за допомогою гвинтів

3. Накладний датчик температури ALTM2.

Призначений для вимірювання температури на поверхні трубопроводів, труб (наприклад, гарячого і холодного водопостачання) або опалювальних магістралей з метою регулювання ступеня нагріву.



Рисунок 2.3 - Накладний датчик температури ALTM2

Така конструкція датчика дає нам можливість швидкого та зручного монтажу на трубопроводах, для вимірювання температури як навколишнього повітря так і температури теплоносіїв. Технічні дані відповідають всім вимогам і добре підходять для підключення до контролера [12].

Технічні дані:

Напруга живлення	24В пост/зм. струму
Діапазон вимірювання	-50...+100°C
Вихідний сигнал	4-20 мА
Температура навколишнього середовища	-30...+70°C
Вологість повітря	<95%
Тип підключення	дво- або трьохпровідна схема
Ступінь захисту	IP65
Клас захисту	III
Кріплення/підключення	за допомогою хомута

Для вимірювання вологості використовуємо два типи датчиків, а саме:

4. Канальний датчик вологості KFF.

Цей датчик добре підходить для використання в нашій системі, оскільки має необхідні технічні дані. В якості вимірювального елемента для реєстрації вологості використовується цифровий датчик з високою довгостроковою стабільністю, що допускає точне підстроювання.



Рисунок 2.4 - Канальний датчик вологості KFF

Для монтажу у комплект постачання включений приєднувальний фланець. Має діапазон вимірювання 0...100%, вихідний сигнал, який сприймається контролером.

Технічні дані:

Напруга живлення 24В зм. стр., 15...36В пост. струму

Діапазон вимірювання 0...100%

Вихідний сигнал 4-20 мА

Температура навколишнього середовища -30...+70°C

Вологість повітря <95%(без конденсату

Тип підключення дво- або трьохпровідна

схема

Ступінь захисту IP65

Клас захисту III

Кріплення/підключення за допомогою фланця

5. Датчик вологості повітря AFF-LC.

Цей датчик добре підходить для вимірювання зовнішньої вологості.



Рисунок 2.5 - Датчик вологості повітря AFF-LC

Достатній діапазон температури навколишнього середовища - 30...+70°C, просте кріплення, необхідні для нашої системи вихідний сигнал, точність та діапазон вимірювання [11].

Технічні дані:

Напруга живлення	24В зм. стр., 15...36В пост. струму
Діапазон вимірювання	0...100%
Вихідний сигнал	4-20 мА
Температура навколишнього середовища	-30...+70°C
Вологість повітря	<95%(без конденсату)
Тип підключення	дво- або трьохпровідна схема
Ступінь захисту	IP65
Клас захисту	III
Кріплення/підключення	за допомогою гвинтів

6. Для вимірювання різниці тиску вибираємо датчик диференціального тиску типу PS600.



Рисунок 2.6 - датчик диференціального тиску типу PS600

Цей датчик розроблений для цілей які нам необхідно реалізувати в системі автоматизації, а саме: призначений для вимірювання різниці тиску повітря і можуть бути використані для контролю опору повітряних фільтрів.

Технічні дані:

Діапазон вимірювання: 20...200 Па

Точність датчика ±5 Па

Дискретний вихідний сигнал.

7. Магнітний пускач типу ПМ 4-95.

Магнітний пускач вибираємо за напругою управління, потужністю.

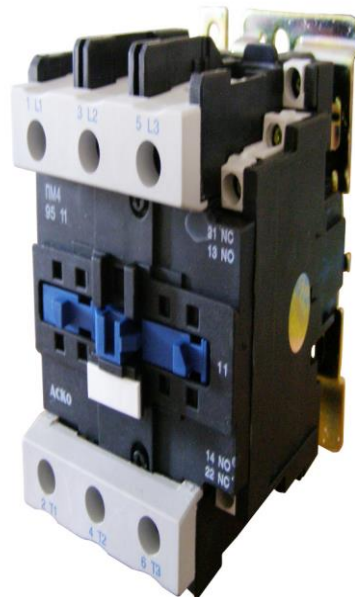


Рисунок 2.7 - Магнітний пускач типу ПМ 4-95

Напруга управління даного пускача 24 В.

8. Блок ручного управління аналоговий БРУ-7.

За своїм призначенням призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів в якості:

- Блоку ручного задатчика аналогового сигналу

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Блоку ручного управління аналоговим виконавчим механізмом.

Даний блок ми будемо використовувати для можливості ручного управління заслінками, в разі поломки мікропроцесорного контролера. Він має широкий діапазон установки сигналу завдання, споживає не велику кількість електричної енергії, має невелику похибку $\pm 0,1\%$



Рисунок 2.8 - Блок ручного управління аналоговий БРУ-7

Технічні дані:

Вхідний аналоговий сигнал	0-10В
Вихідний аналоговий сигнал	0-10В
Максимальна похибка установки сигналу завдання:	$\pm 0,1\%$
Діапазон зміни установки завдання	0-100%
Кількість розрядів цифрового індикатора	4
Висота цифр світлодіодних індикаторів	14 мм
Температура навколишнього середовища	від -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$
Напруга живлення БРУ-7	$\sim 220\text{В}$
Споживана потужність	не більше 7 Вт

9. Блок ручного управління БРУ-10.



Рисунок 2.9 - Блок ручного управління БРУ-10

Даний блок є більш новішим, а відповідно дорожчим, але ж незважаючи на це ми використовуємо його, оскільки в нього більше функціональних можливостей ніж його попередника. Він може бути використаний в якості [13]:

- Багатофункціональної станції ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами

- Блоку ручного задатчика аналогового сигналу

- Блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше" - "менше"

- Цифрового індикатора двох технологічних параметрів

Має два канал вимірювання. Малу споживчу потужність.

Технічні дані:

Кількість каналів вимірювання	2
Період вимірювання	0,25 сек
Вхідний сигнал	0-10В
Вих. аналоговий сигнал	0-10В
Максимальна похибка установки сигналу завдання	$\pm 0,1\%$
Діапазон зміни установки завдання	0 - 100%

Кількість розрядів цифрового індикатора	4
Кількість розрядів лінійного індикатора	21
Висота цифр світлодіодних індикаторів	10 мм
Висота сегмента лінійних індикаторів	5 мм
Температура навколишнього середовища	від +5°C до +50°C
Напруга живлення	~ (220 ± 22) В
Споживана потужність	не більше 6 Вт

10. Для управління заслінками найбільше підходить привод заслінки GM24-SR. Саме цей привід призначений для використання в повітряних установках та системах кондиціонування.



Рисунок 2.10 - Привод заслінки GM24-SR

Споживана потужність 4,5Вт, що є незначним. Точність позиціонування ±5%. Також дуже корисним є те що передбачено механічне управління - кнопка із само поверненням.

Технічні дані:

Напруга живлення	24В зм./пост струму
Споживана потужність	4,5Вт
Управляючий сигнал	0...10В

Робочий діапазон	2...10В
Напруга зворотнього зв'язку	2...10В
Точність позиціонування	±5%
Механічне управління	кнопка із само поверненням
Крутний момент	мін. 40 Нм
Степінь захисту	IP 54
Клас захисту	III
Температура навколишнього середовища	-30...+50°C
Вологість	95% без конденсата
Рівень шуму	макс. 45 дБ(А)

11. Виконавчий механізм 3-х ходовий клапан типу АМ060.



Рисунок 2.11 - Виконавчий механізм 3-х ходовий клапан типу АМ060

Переваги:

Система повернення в безпечне положення при вимкненні живлення

Ручна корекція

Не потребує обслуговування.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Також до переваг можна віднести малу споживну потужність, хід штоку, двосторонній напрям руху.

Технічні дані:

Споживана потужність 20ВА пікова 6ВА

Час переміщення на на 12.7мм 60 секунд (в залежності від зусилля)

Електричне з'єднання провід з перерізом не менше 0,8мм²

Хід штоку 25,4 мм (електронне регулювання)

Напрямок руху двосторонній. Нормально відкрито, нормально закрито

Напруга живлення ~22-26 В

Температура зовнішнього повітря від -18 ° С до +50 ° С

Відносна вологість 5-95% без конденсації

12. CPU 115SER MicroPLC VIPA 115-6BL33 процесорний модуль з дискретними входами та виходами

CPU 115SER MicroPLC VIPA 115-6BL33, DC 24V, 24/32кБайт пост./опер. пам'яті, DI 16(20)xDC 24V / DO 16(12)xDC 24V, 1A, расшир. до 4 модулей, 2-й інтерфейс: PtP RS 485, потенціально розделены, ASCII, STX/ETX, 3964R, Modbus master/slave, USS master

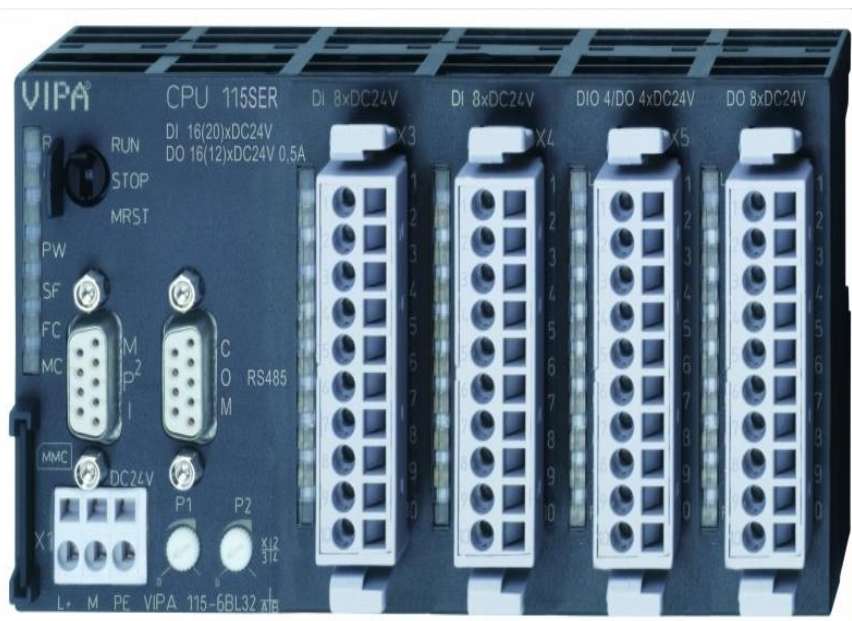


Рисунок 2.12 - VIPA 115-6BL33 процесорний модуль

13. Модуль аналогових входів/виходів EM 134

Модуль призначений для підключення датчиків температури, рівня, тиску, і інших датчиків з аналоговим сигналом, а також для виведення сигналів на керуючі механізми.

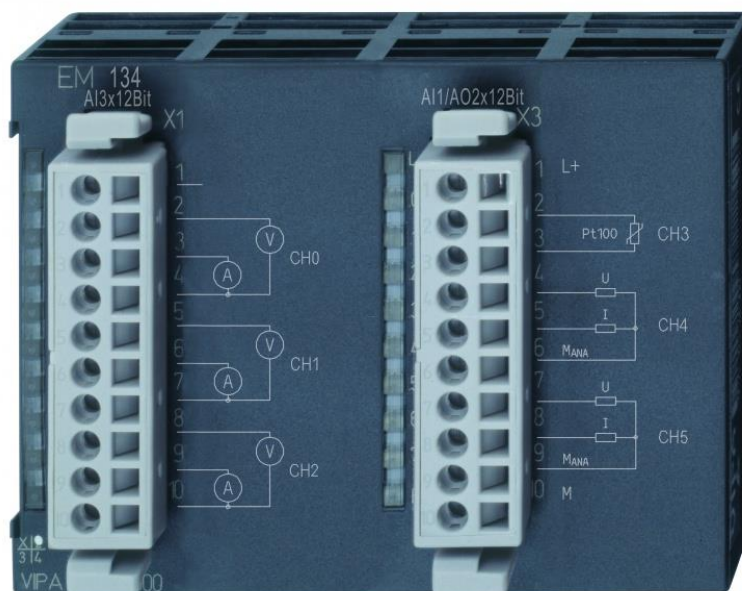


Рисунок 2.13 - VIPA134-4EE0 модуль аналогових входів виходів

2.2 Схема автоматизації

Робота системи здійснюється по часовій програмі або по команді оператора. Контролер за допомогою інтерфейсу RS-485, з'єднаний з комп'ютером, який може здійснювати такі ж функції як і контролер. Пуск здійснюється із затримкою для відкриття повітряних клапанів (притяжного та витяжного, і відповідно до режиму роботи, рециркуляційного). Повітряні клапани відкриваються за допомогою електричних виконавчих механізмів типу GM24-SR (позиція 10б, 11б, 12б). Ступінь відкритості клапанів регулюється за допомогою контролера або блоку ручного управління БРУ-7 та БРУ-10 (позиція 10а, 11а, 12а), вихідний сигнал якого 0...10В регулює положення клапанів 0...100%.

Перед запуском вентиляторів здійснюється прогрів теплообмінника.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка роботи вентиляторів (позиція Д1, Д2), які здійснюють подачу свіжого та відбір з приміщення відпрацьованого повітря, здійснюється за допомогою диференціального реле тиску типу PS600 (позиція 9а, 8а), із часовою затримкою для розгону вентиляторів. Якщо в період певного інтервалу часу (визначається при налагоджувальних роботах в залежності від продуктивності вентилятора) не надходить сигнал про роботу вентиляторів, відбувається відключення установки із видачою сигналу про аварію.

Контроль забруднення фільтрів відбувається за допомогою диференціального реле тиску типу PS600 (позиція 6а, 7а). При надходженні сигналу про перевищення допустимої різниці тиску на фільтрі, видається сигнал про аварію, без зупинки установки.

Регулювання температури притяжного повітря, для більшої точності, здійснюється двома контурами регулювання.

Вимірювання температури повітря після проходження першого контуру підігрівання, здійснюється датчиком температури ОВЕН ДТС-И (позиція 1а), вихідний сигнал якого 4-20мА, подається на контролер, де здійснюється показ, та регулювання параметру. Вихідний сигнал із контролера подається на блок ручного управління типу БРУ-10 (позиція 1б), а з нього на електричний виконавчий механізм 3-х ходовий клапан типу АМ060(позиція 1в), за допомогою якого здійснюється регулювання витрати теплоносія.

Після проходження контуру першого підігрівання, зволоження, повітря за необхідності, додатково підігрівається другим контуром підігрівання (або охолоджується, в залежності від режиму роботи). Вимірювання температури здійснюється датчиком що встановлений в повітропроводі, датчик ОВЕН ДТС-И, та датчика, що знаходиться безпосередньо в приміщенні, типу АТМ2. Вихідні сигнали яких 4-20мА, надходять на контролер, де здійснюється показ та регулювання параметру. Відповідно для досягнення

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідної температури повітря, вихідний сигнал від контролера через блок ручного управління БРУ-10 (позиція 2в), надходить на електричний виконавчий механізм, 3-х ходовий клапан типу АМ060, що регулює подачу теплоносія в 2 контурі калорифера. Охолодження повітря здійснюється періодичним вмиканням компресорно-конденсаційного блоку (ККБ).

Вимірювання вологості повітря здійснюється датчиком що встановлений в повітропроводі, типу КFF (позиція 5а) та датчиком вологості, який знаходиться в приміщенні, типу АFF-LC. Вихідні сигнали датчиків 4-20мА подаються на контролер, який здійснює показ та регулювання параметру. Регулювання вологості здійснюється шляхом періодичного вмикання насоса, який здійснює подачу води до форсунок. Регулюючий сигнал з контролера подається на магнітний пускач типу ПМ 4-95 (позиція КМ4), який в свою чергу вмикає насос (позиція 5в).

Для надійного спрацьовування системи захисту від заморожування по температурі зворотньої води, ввімкнення циркуляційного насосу здійснюється при зниженні температури зовнішнього повітря нижче 6°C. Температура зовнішнього повітря вимірюється датчиком температури типу АТМ2 (позиція 4а), вихідний сигнал якого 4-20мА, подається на контролер, в якому відбувається показ, сигналізація, регулювання параметру. І відповідно контролер видає регулюючий сигнал на магнітний пускач типу ПМ 4-95 (позиція КМ3), що вмикає циркуляційний насос (позиція 4б).

Система захисту теплообмінника підігріву від заморожування функціонує як на робочому так і на зупиненому кондиціонері.

При зниженні температури зворотньої води в першому контурі підігрівання нижче 19°C, вмикається циркуляційний насос. Температура зворотньої води вимірюється за допомогою накладного датчика температури типу АЛТМ1 (позиція 3а), сигнал із якого 4-20мА надходить на контролер, це відбувається показ, сигналізація та регулювання параметру. Сигнал із

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
						33
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

контролера надходить на магнітний пускач типу ПМ 4-95 (позиція 3б), що вмикає насос (позиція 3в).

Аварійне відключення кондиціонера, з видачою аварійного сигналу на панель оператора здійснюється як при температурі приточного повітря за калорифером (нижче 8°C), так і по температурі зворотної води в контурі калорифера (нижче 19°C) шляхом зупинки вентиляторів, закриття повітряних клапанів, 100% відкриття 3-х ходових регулюючих клапанів та ввімкнення циркуляційного насосу в першому контурі калорифера підігріву на час не менше 3-х хвилин.

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Специфікація комплексу технічних засобів розробленої системи автоматизації наводиться у таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1 - Специфікація засобів автоматизації

№	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Кількість	Примітка
1	1а, 2а	Датчик температури Вих. сигн. 4-20мА	ОВЕН ДТС-И	2	
2	2б, 4а	Датчик температури Вих. сигн. 4-20мА, 0...10В	S+S Regeltechnik ATM2	2	S+S Regeltechnik Німеччина
3	3а	Накладний датчик температури, Вих. сигн. 4-20мА, 0...10В	S+S Regeltechnik ALTM1	1	S+S Regeltechnik Німеччина
4	5а	Датчик вологості, Вих. сигн. 4-20мА 0...10В	S+S Regeltechnik KFF	1	S+S Regeltechnik Німеччина

Продовження таблиці 2.3.1

№	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Кількість	Примітка
5	5б	Датчик вологості, Вих. сигн. 4-20мА	S+S Regeltechnik AFF-LC	1	S+S Regeltechnik Німеччина
6	1в, 2г	Виконавчий механізм. 3-х ходовий клапан, В х. сигн. 4-20мА 0...10В	AM060	2	
7	3б, 4б, 5в	Насос Живлення 380В		3	
8	6а, 7а, 8а, 9а	Датчик диференціального тиску Вих.сигн. дискретний	PS600	4	
9	10а,11а	Блок ручного управління Живлення 220В	БРУ-7	2	Мікрол
10	1б,2в, 12а	Блок ручного управління Живлення 220В	БРУ-10	3	Мікрол
11	10б,11б 12б	Привод заслонки Вх. сигн. 0...10В	GM24-SR	3	BELIMO Швейцарія
12	КМ1- КМ6	Магнітний пускач Напруга управління 24в	ПМ 4-95	6	
13	Д1, Д2	Привод вентиляторів U=380В, P=11 кВт		2	
14	ККБ	Компресорно-конденсаційний блок U=380В		1	

Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера та схеми підключення

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера

Контролер VIPA 100 призначений для створення систем автоматизованого управління технологічним обладнанням в енергетиці, на транспорті, в т.ч. залізничному, в різних областях промисловості, житлово-комунального та сільського господарства.

В системі використовується - центральний модуль VIPA 115-6BL33 з дискретними входами та виходами та 3 модуля аналогових входів виходів VIPA134-4EE0.

Переваги модульних контролерів VIPA 100:

1) Модульна конструкція, що забезпечує підключення від 4 до 7 модулів розширення дискретного або аналогового введення / виведення до базового контролеру (залежно від моделі).

2) Різноманітність додаткових модулів, що забезпечує ступінь гнучкості платформ великих контролерів. До модульних контролерів одночасно можна підключити модулі карти пам'яті, карти годин реального часу, цифрового дисплея або послідовного інтерфейсу. В останні два модулі можна додати адаптер другого послідовного порту RS 485 або RS 232C.

3) Кілька варіантів підключення, таких як знімні гвинтові клемні колодки, підключення пружинного типу або роз'єми HE 10, що забезпечують просте, швидке і безпечне під'єднання. Система швидкого монтажу дозволяє здійснювати підключення модулів з роз'ємом HE 10 до розключення кабелями з вільними проводами на одному кінці для безпосереднього під'єднання до датчиків / виконавчим механізмам [4].

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Марченко С.А.			Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Романов М.С.					36	5
Зав.каф.		Ельперін І.В.			НУХТ ЗАК-2-2-ск			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Програмне забезпечення - це просте програмування за допомогою мови Instruction List або Ladder.

Таблиця 3.1 Специфікація на замовлення контролера

№	Найменування блока	Кількість
11	VIPA 115-6BL33	1
22	VIPA134-4EE0.	3

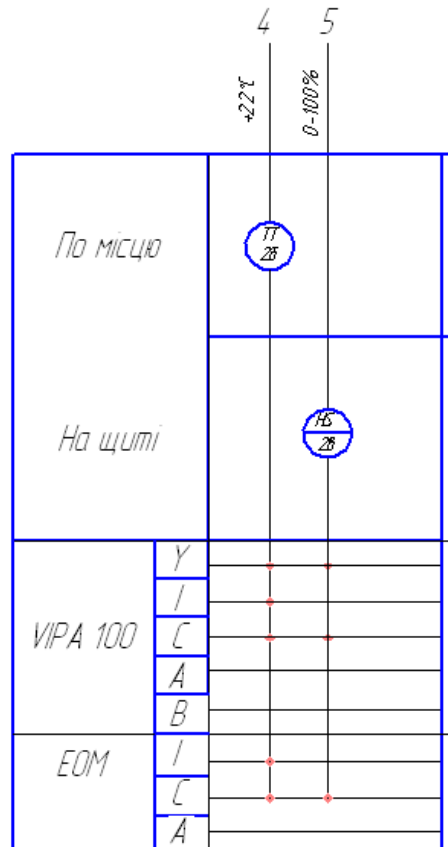
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципова схема системи автоматизації – схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, причому кожний елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Отже, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації [7].

На другому аркуші графічної частини розроблена принципова схема автоматичного регулювання та сигналізації на базі мікропроцесорного контролера VIPA 115-6BL33

В даному дипломному проекті оброблення інформації й утворення управляючих дій відбувається в контролері.

Стандартні аналогові сигнали від датчиків та перетворювачів надходять на вхідні модулі розширення VIPA134-4EE0, звідки вже у цифровій формі безпосередньо поступають для оброблення відповідно до програми процесором. Оброблена інформація через вихідні модулі розширення



<i>Умовне позначення</i>	<i>Найменування</i>
-1-	<i>Вода</i>
-1г-	<i>Гаряча вода</i>
-1х-	<i>Холодна вода</i>
-3-	<i>Повітря</i>
-3п-	<i>Підігріте повітря</i>
-3в-	<i>Витяжне повітря</i>

Рисунок 3.1 - Фрагмент функціональної схеми контуру регулювання температури

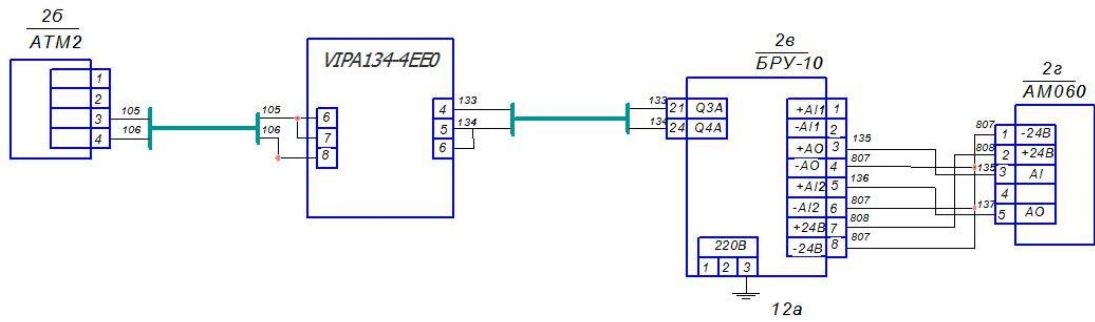


Рисунок 3.2 - Фрагмент принципової схеми контуру регулювання температури

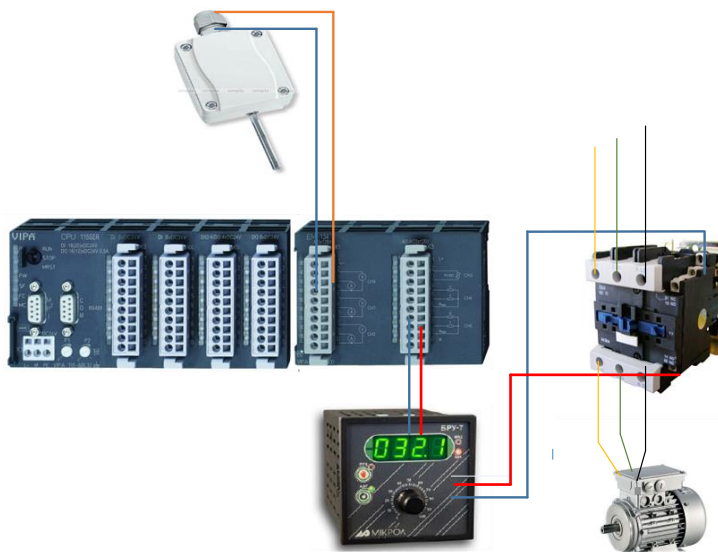


Рисунок 3.3 - Графічна схема контуру регулювання температури

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Основним при монтажу первинних вимірювальних перетворювачів і відбірних пристроїв, засобів автоматизації, являється правильний вибір місця установки і конструктивне рішення вузла обладнання, яке відповідає умовам роботи даного обладнання і експлуатаційним вимогам.

Місця установки приладів та способи монтажу, визначають враховуючи заводські інструкції. Прилади монтують так, щоб забезпечити необхідну точність вимірювань, якщо це вимірювальний прилад, та точність регулювання (виконавчі механізми). Також необхідно передбачити вільний доступ до приладів, для обслуговування їх в процесі експлуатації.

Необхідно при виборі місць установки приладів та засобів автоматизації враховувати класифікацію приміщень і зон щодо вибухопожежної і пожежної небезпеки, категорії виробництва, стану повітряного середовища в приміщенні, класифікацію приміщень у відношенні ураження людей електричним струмом.

На кресленні зображено встановлення датчика типу АТМ 2. Даний датчик монтується на поверхню стіни, стінки обладнання за допомогою 4 гвинтів.

Також на кресленні зображено встановлення датчика вологості типу КФФ. Ці датчики монтуються на повітропроводі, за допомогою фланця, який за допомогою 2 гвинтів кріпиться до корпусу повітропроводу. Датчик виміру температури та датчик вологості повітря, що подається в приміщення, монтується в кінці установки, що забезпечить вимір необхідного параметру. Датчики для вимірювання температури зовнішнього повітря та температури в приміщенні, монтуються на стіну.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Марченко С.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Романов М.С.</i>					41	2
<i>Зав.каф.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				<i>НУХТ ЗАК-2-2-ск</i>		
<i>Секр. ЕК.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Диференціальне реле тиску монтується на притяжно-витяжну установку біля відповідного вентилятора або фільтра.

Місце монтажу регулюючих органів і виконавчих механізмів передбачається проектом. Монтаж супроводжується виконанням всіх необхідних обвідних комунікацій (байпасів), обладнаних вентилями або засувками. Це дозволяє провести ремонт або заміну регулюючих органів, а також вести процес вручну при пусковому або аварійних режимах.

Датчик температури ДТС-И монтують за допомогою бобишки. При такому монтажі термометр вкручують в бобишку. Різьбове з'єднання ущільнюють прокладкою з параніту. Прилад необхідно монтувати так, щоб кінець занурюваної частини був на 25-30 мм нижче осі вимірювального потоку. Якщо температура навколишнього середовища вище 50°C, то виступаючу частину термометра ізолюють (при теплопередачі) або екранують (при тепловипромінюванні).

Термометри опору рекомендується встановлювати в місцях, де потік рівномірний і не порушений поблизу розташованою запірною, або регулюючою арматурою.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
	42					42
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК)

В дипломному проекті використовуються технічні засоби автоматизації з уніфікованими аналоговими сигналами (4...20мА) та дискретними сигналами. В таблиці 5.1 вказуються аналогові та дискретні змінні. Кнопка «Пуск» дискретний сигнал підключається безпосередньо до контролера і має адресу %I0.0.

Програма для процесу кондиціонування повітря на базі мікропроцесорного контролера VIPA 100 розроблена на технологічній мові програмуванні Ladder Diagram.

Ladder Diagram – це мова релейної – контактної - логіки, яка використовується для програмування ПЛК. Синтаксис мови є зручним для заміни логічних схем, виконаних на релейній техніці й розрахований на знайомих з нею інженерів з автоматизації, що працюють на промислових підприємствах. Забезпечує наочний інтерфейс логіки роботи контролера, який полегшує не лише задачі власне програмування і введення в експлуатацію, але й швидкий пошук неполадок у підключеному до контролера обладнанні.

Програма керування, написана мовою релейної логіки має наочний та інтуїтивно зрозумілий інженерам графічний інтерфейс, що подає логічні операції, як електричні кола із замкнутими та розімкненими контактами. Проходження або відсутність струму у цьому колі відповідає результату логічної операції («істина» — якщо струм проходить; «неправда» — якщо струм не проходить).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Марченко С.А.</i>				<i>Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Романов М.С.</i>						43	8
<i>Зав.каф.</i>	<i>Ельперін І.В.</i>				<i>НУХТ ЗАК-2-2-ск</i>			
<i>Секр. ЕК</i>	<i>Проскурка Є.С.</i>							

Рішення задачі на технологічній мові програмуванні Ladder Diagram

Таблиця 5.1 – Адреси входів-виходів

Вхідні сигнали			
Джерело сигналу	Позначення на СА	Адреса	Symbol
Кнопка “Пуск”	SB1	%I0.0	PUSC
Кнопка “Стоп”	SB2	%I0.1	STOP
Датчик температури повітря 1 контуру підігрівання	TE1a	%IW1.0	TE1A
Датчик температури повітря 2 контуру підігрівання	TE2a	%IW1.1	TE2A
Датчик температури в приміщенні	TE2б	%IW2.0	TE2B
Датчик температури зворотної води	TE3a	%IW1.2	TE3A
Датчик температури навколишнього повітря	TE4a	%IW1.3	TE4A
Датчик вологості в повітропроводі	ME5a	%IW2.1	ME5A
Датчик вологості в приміщенні	ME5б	%IW2.2	ME5B
Датчик тиску притяжного фільтра	PE6a	%IW3.0	PE6A
Датчик тиску витяжного фільтра	PE7a	%IW3.1	PE7A

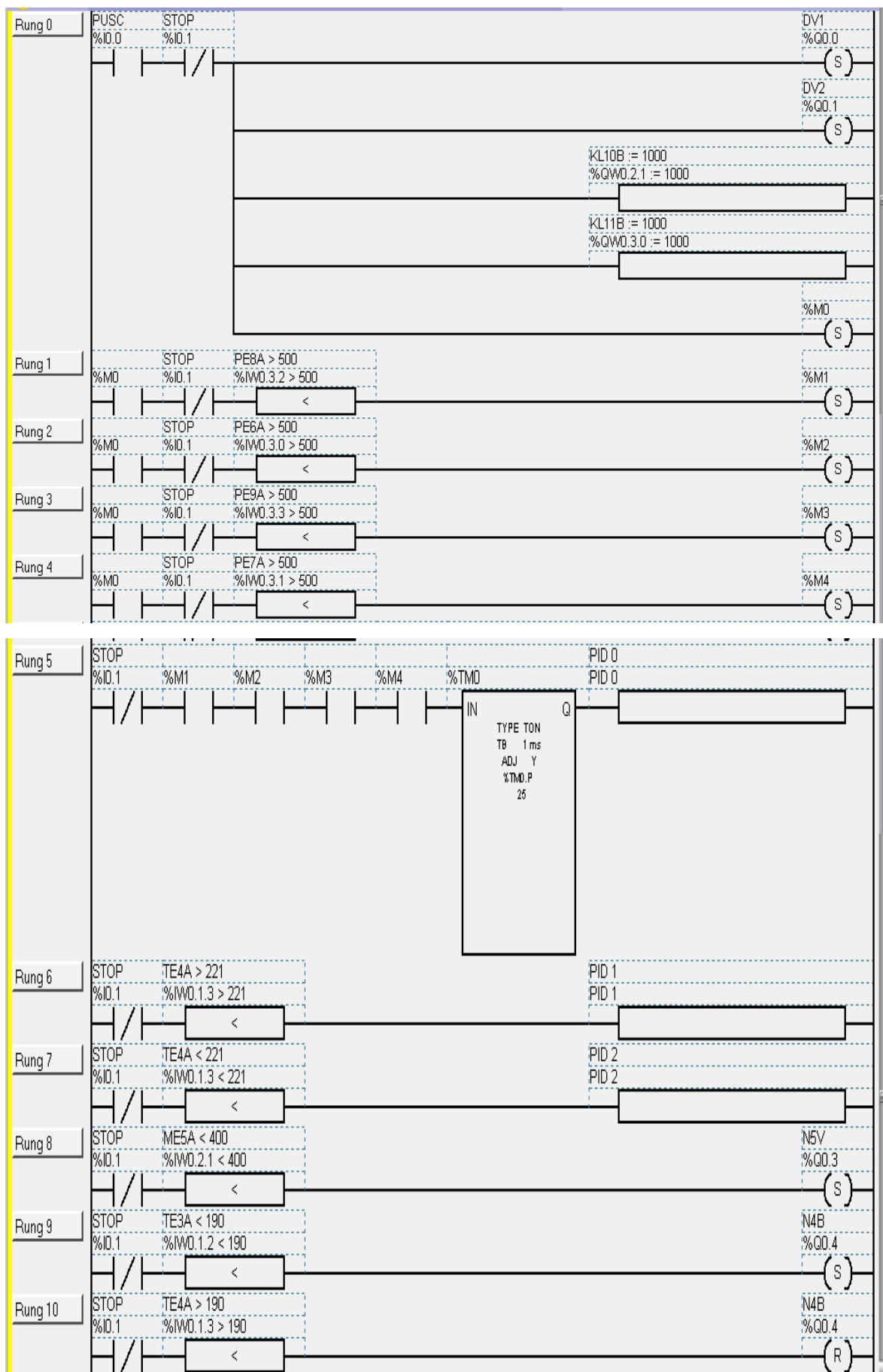
Продовження таблиці 5.1

Вхідні сигнали			
Джерело сигналу	Позначення на СА	Адреса	Symbol
Датчик тиску витяжного вентилятора	PE8a	%IW3.2	PE8A
Датчик тиску притяжного вентилятора	PE9a	%IW3.3	PE9A
Вихідні сигнали			
Виконавчий пристрій	Позначення на СА	Адреса	Symbol
Притяжний вентилятор	Д1	%Q0.0	DV1
Витяжний вентилятор	Д2	%Q0.1	DV2
Компресорно конденсаційний блок	ККБ	%QW1.0	DV3
Клапан теплоносія в 1 контурі	К1в	%QW2.0	KL1v
Клапан теплоносія в 2 контурі	К2г	%QW1.1	N2G
Клапан притяжного повітря	К10б	%QW2.1	KL10B
Клапан витяжного повітря	К11б	%QW3.0	KL11B
Клапан рециркуляції	К12б	%QW3.1	KL128B
Насос циркуляції 1 контур	3б	%Q0.2	N3B

Продовження таблиці 5.1

Вихідні сигнали			
Джерело сигналу	Позначення на СА	Адреса	Symbol
Насос циркуляції 2 контуру	46	%Q0.4	N4B
Насос зволожувача	5В	%Q0.5	N5V

Складемо програму на мові Ladder Diagram.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

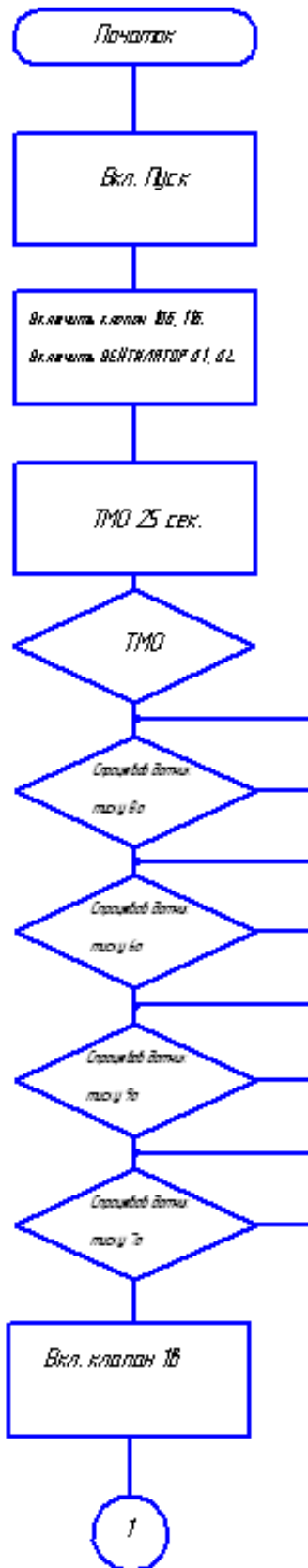
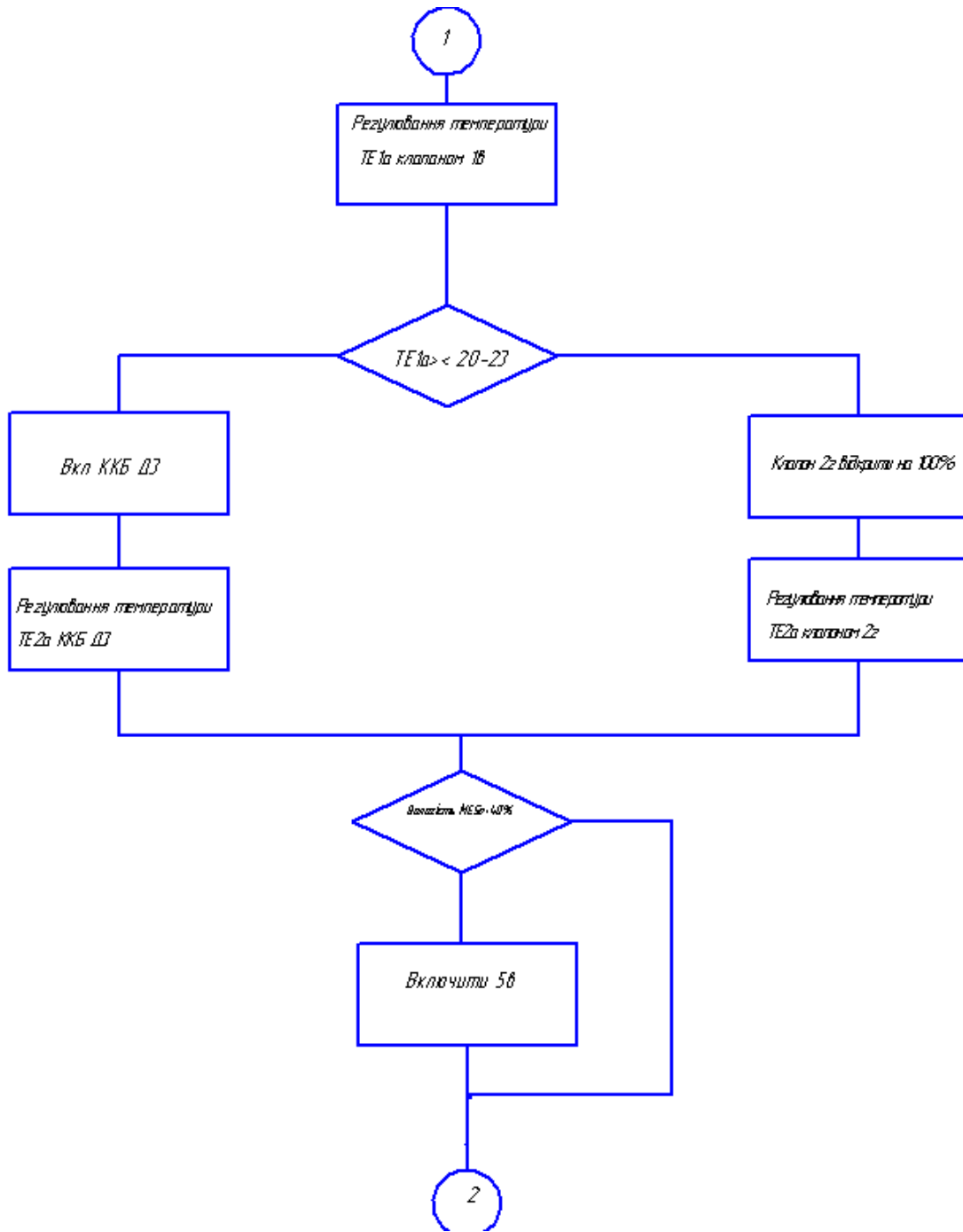
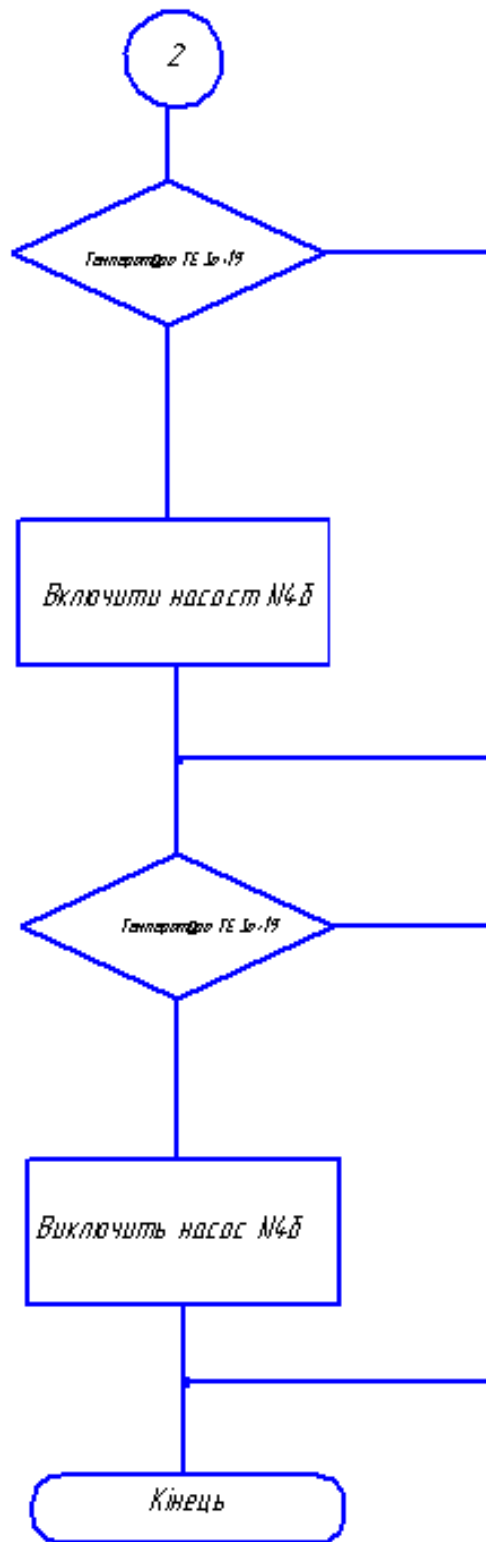


Рисунок 5.2 – Блок-схема алгоритму роботи системи



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

SCADA (абр. від англ. Supervisory control and data acquisition, диспетчерське управління і збір даних) - програмний пакет, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. SCADA може бути частиною АСУ ТП, АСКОЕ, системи екологічного моніторингу, наукового експерименту, автоматизації будівлі і т. д. SCADA-системи використовуються у всіх галузях господарства, де потрібно забезпечувати операторський контроль за технологічними процесами в реальному часі. Це програмне забезпечення встановлюється на комп'ютери і, для зв'язку з об'єктом, використовує драйвери вводу-виводу або OPC / DDE сервери. Програмний код може бути як написаний на мові програмування (наприклад на C + +), так і згенерований в середовищі проектування. Іноді SCADA-системи комплектуються додатковим ПЗ для програмування промислових контролерів. Такі SCADA-системи називаються інтегрованими і до них додають термін SoftLogic. Термін «SCADA» має двояке тлумачення. Найбільш широко поширене розуміння SCADA як додатки [2], тобто програмного комплексу, що забезпечує виконання зазначених функцій, а також інструментальних засобів для розробки цього програмного забезпечення. Однак, часто під SCADA-системою увазі програмно-апаратний комплекс. Подібне розуміння терміна SCADA більш характерно для розділу телеметрія. Значення терміна SCADA зазнало змін разом з розвитком технологій автоматизації і управління технологічними процесами. У 80-ті роки під SCADA-системами частіше

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Марченко С.А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу кондиціонування повітря на базі ПЛК VIPA 100</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Романов М.С.</i>					51	10
<i>Зав.каф.</i>		<i>Ельперін І.В.</i>			<i>НУХТ ЗАК-2-2-ск</i>			
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

розуміли програмно-апаратні комплекси збору даних реального часу.

З 90-х років термін SCADA більше використовується для позначення тільки програмної частини людино-машинного інтерфейсу АСУ ТП.

SCADA-системи вирішують такі завдання:

Обмін даними з «пристроями зв'язку з об'єктом» (тобто з промисловими контролерами і платами вводу / виводу) в реальному часі через драйвери. Обробка інформації в реальному часі. Логічне керування. Відображення інформації на екрані монітора в зручній та зрозумілій для людини формі. Ведення бази даних реального часу з технологічною інформацією. Аварійна сигналізація і управління тривожними повідомленнями. Підготовка та генерування звітів про хід технологічного процесу. Здійснення мережевої взаємодії між SCADA ПК. Забезпечення зв'язку із зовнішніми програмами (СУБД, електронні таблиці, текстові процесори і т. д.). У системі управління підприємством такими додатками найчастіше є додатки, зараховують до рівня MES.SCADA-системи дозволяють розробляти АСУ ТП в клієнт-серверної або в розподіленої архітектурі.

Основні компоненти SCADA [ред]SCADA-система зазвичай містить наступні підсистеми: Драйвери або сервери введення-виведення - програми, що забезпечують зв'язок SCADA з промисловими контролерами, лічильниками, АЦП та іншими пристроями введення-виведення інформації. Система реального часу - програма, що забезпечує обробку даних в межах заданого тимчасового циклу з урахуванням пріоритетів. Людино-машинний інтерфейс (HMI, англ. Human Machine Interface) - інструмент, який представляє дані про хід процесу людині оператору, що дозволяє оператору контролювати процес і керувати ним. Програма-редактор для розробки людино-машинного інтерфейсу. Система логічного керування - програма, що забезпечує виконання програм користувача (скриптів) логічного управління в SCADA-системі. Набір редакторів для їх розробки. База даних

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реального часу - програма, що забезпечує збереження історії процесу в режимі реального часу. Система управління тривогами - програма, що забезпечує автоматичний контроль технологічних подій, віднесення їх до категорії нормальних, що попереджають або аварійних, а також обробку подій оператором або комп'ютером. Генератор звітів - програма, що забезпечує створення звітів користувача про технологічні події. Набір редакторів для їх розробки. Зовнішні інтерфейси - стандартні інтерфейси обміну даними між SCADA та іншими додатками. Зазвичай OPC, DDE, ODBC, DLL і т. д.

В даному дипломному проєкті для здійснення людино-машинного інтерфейсу використовується SCADA-програма Advantech Genie.

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Відеокадри мнемосхем зображені на рисунку 6.1. Виконані вони за допомогою Advantech Genie – програма для розробки програмного забезпечення, збору даних і управління [9].

Редактор завдань пакету GENIE 3.0 використовує інформаційно-поточну модель програмування, яка значно зручніше для сприйняття і алгоритмічної інтерпретації, чим традиційна лінійна архітектура текстових мов програмування. При розробці додатка збору даних і управління користувачем створюється блок-схема стратегії без приділення особливої уваги різним логічним і синтаксичним угодам, прийнятим в стандартних мовах програмування. Просто виберіть об'єкти (піктограми функціональних блоків) з набору інструментів редактора завдань і з'єднаєте їх провідниками для передачі даних від одного блоку до іншого.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
						53
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

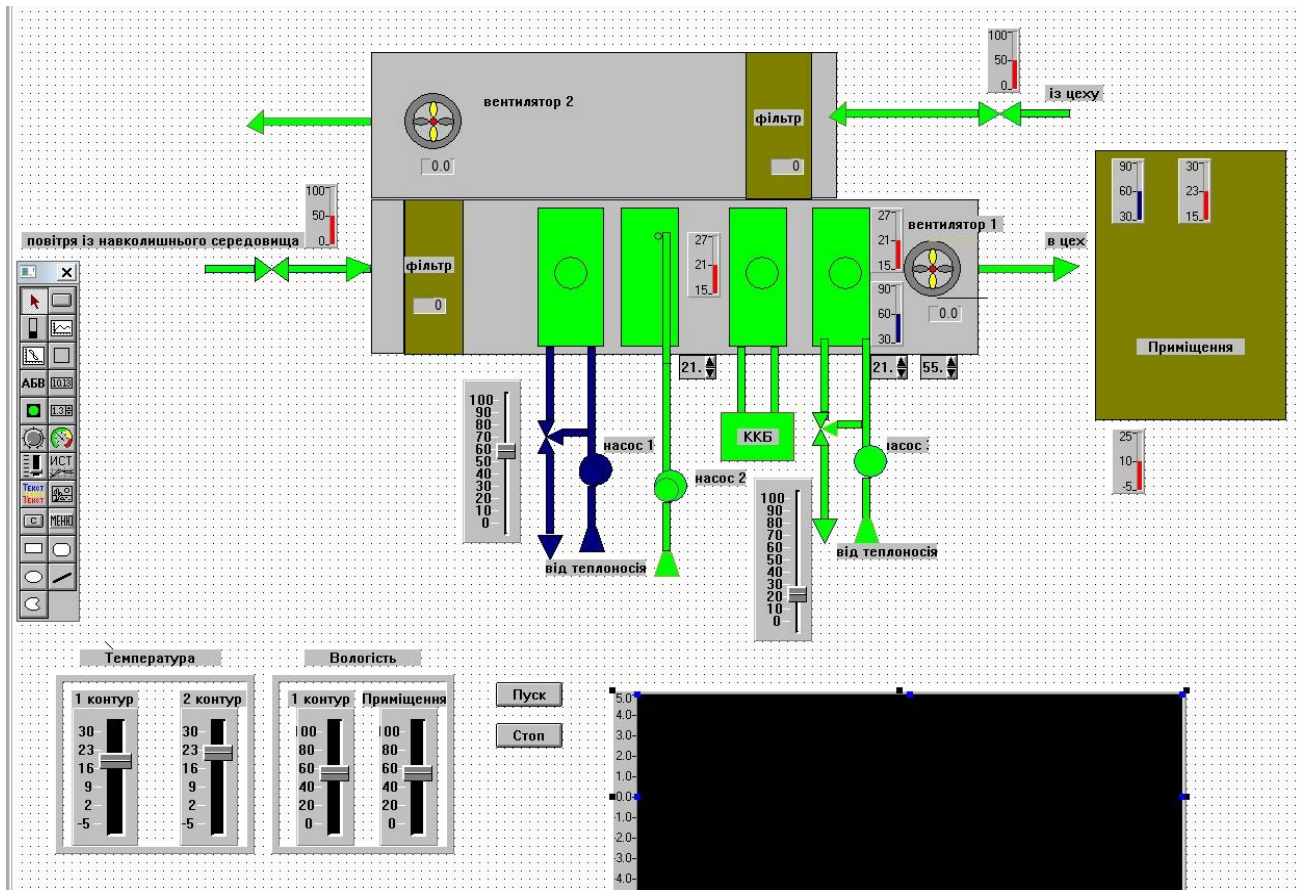


Рисунок 6.1 - Дисплейна мнемосхема оператора

Редактор сценаріїв пакету GENIE є VBA-сумісний засіб написання фрагмента стратегії, функціональність якого повинна відповідати специфічним вимогам користувача. Редактор сценаріїв не лише надає потужний засіб програмування, але також додає безліч завдань і функцій доступу до даних в реальному масштабі часу. Через механізм сценарію користувачі можуть викликати функції DDE, OLE Automation і ODBC (SQL) для зв'язку з іншими застосуваннями.

VBA-сумісним редагуванням сценаріїв Редактор сценаріїв є текстовий редактор з рядом зручних можливостей для редагування коду сценарію. Вихідний текст сценарію компілюватиметься в псевдокод відразу після редагування, так що не буде необхідності в його повторній компіляції при запуску програми. Синтаксис Бейсик - сценарія сумісний з Microsoft VBA (Visual Basic for Application, використовуваним в Excel, Word, Access і тому

подібне) і Microsoft Visual Basic. При використанні в Бейсик-сценарії базових функцій є можливість компіляції і виконання програм, написаних на Visual Basic, без яких-небудь змін. Ці два середовища розробки мають вельми багато загального. На стадії розробки доступні функції вирізування, копіювання і вставки фрагментів тексту.

Функції відладки сценарію стратегія, що розробляється, може виконуватися в режимі відладки, при якому програма виконується з можливістю спостереження кожного сканованого завдання блок за блоком. Це головне удосконалення дозволяє користувачам розробляти і відлагоджувати складні стратегії в редакторові, перш ніж запускати програму на виконання. Програма під час виконання використовує менший об'єм пам'яті і має кращу продуктивність.

Програмування завдань і уведення-виведення в реальному масштабі часу Редактор сценаріїв призначений для редагування основного сценарію, а також сценарних процедур усередині завдань, включаючи попередній сценарій і пост-сценарій завдань, а також блок Бейсик-сценарія. Основний сценарій повністю контролює процес виконання завдання, включаючи її запуск і/або зупинку. Окрім управління завданнями GENIE надає всілякі команди для введення і виведення даних.

Мультизадачність засіб поліпшення продуктивності Редактор завдань пакету GENIE 3.0 забезпечує можливість одночасного редагування декількох завдань. Кожне завдання відображується в своєму вікні і має свої власні параметри: період сканування, методи запуску/зупинку і ін. збереження всіх завдань, що відносяться до однієї стратегії, що управляє, використовується один файл стратегії. Для складної стратегії, яка складається з більшої кількості завдань, управління виконанням всіх завдань повинне здійснюватися високорівневим основним сценарієм.

Велике складне завдання може бути розбите на декілька простих завдань меншого об'єму. Цей не лише спрощує процес розробки, але також і

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

збільшує продуктивність при виконанні, оскільки при кожному скануванні має бути оброблена менша кількість функціональних блоків.

Можливість зміни порядку виконання функціональних блоків Редактор завдань пакету GENIE 3.0 має функцію впорядковування блоків в послідовності, яка визначає черговість виконання всіх блоків завдання. Використовуючи порядкові номери виконання, користувач може встановлювати необхідний порядок виконання блоків, заснований на пріоритеті виконуваної операції.

При необхідності створення графічного інтерфейсу оператора Редактор форм відображення пакету GENIE 3.0 забезпечує можливість розробки зручних для сприйняття екранних форм відображення в найкоротші терміни шляхом використання вхідних в пакет стандартних елементів відображення і управління. Крім того, вказаний графічний інтерфейс оператора може бути вдосконалений за допомогою спеціальних інструментів малювання і елементів відображення, визначуваних користувачем.

Засоби малювання GENIE, на додаток до наявних стандартних елементів відображення, надає розробникові інструменти для малювання призначених для

користувача графічних елементів таких, як насоси, клапани, прямокутники, круги, сегменти, багатокутники і тому подібне. Крім того, користувач може конфігурувати кольори і розміри вказаних графічних примітивів. Призначені для користувача інструментальні засоби малювання включають овал (круг), прямокутник, прямокутник, що округляє, полігон і лінію. Крім того GENIE надає команди згрупувати і розгрупувати", що дозволяють об'єднувати графічні примітиви в єдине зображення.

Основні принципи створення інтерфейсу

1. Природність (інтуїтивність)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Робота з системою не повинна викликати у користувача складностей у пошуку необхідних директив (елементів інтерфейсу) для управління процесом розв'язання поставленої задачі.

2. Несуперечність

Якщо в процесі роботи з системою користувачем були використані деякі прийоми роботи з деякою частиною системи (окремим технологічним монітором), то в іншій частині системи прийоми роботи повинні бути ідентичними. Також робота з системою через інтерфейс повинна відповідати встановленим звичним нормам (наприклад, використання клавіші Enter).

3. Ненадмірність

Це означає, що користувач повинен вводити тільки мінімальну інформацію для роботи або управління системою. Наприклад, користувач не повинен вводити незначущі цифри (00010 замість 10). Аналогічно, не можна вимагати від користувача ввести інформацію, яка була заздалегідь введена або яка може бути автоматично отримана з системи. Бажано використати значення за замовчанням де тільки можливо, щоб мінімізувати процес введення інформації.

4. Безпосередній доступ до системи допомоги

У процесі роботи необхідно, щоб система забезпечувала користувача необхідними інструкціями. Система допомоги має забезпечувати три основні аспекти інтерфейсу:

- якість команд;
- кількість команд;
- повідомлення про помилки і підтвердження того, що система робить. Причому повідомлення про помилки мають бути корисними і зрозумілими користувачеві.

5. Гнучкість

Наскільки добре інтерфейс системи може обслуговувати користувача з різними рівнями підготовки? Для недосвідчених користувачів інтерфейс

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		57

може бути організований як ієрархічна структура меню. І навпаки, для досвідчених користувачів – у вигляді команди, комбінацій натиснень клавіш із параметрами.

Створення людино-машинного інтерфейсу управлінням об'єктом в вікні DISP

За допомогою графічного редактора відображення DISP, створено людино-машинний інтерфейс обміном між технологічним процесом дифузії та оператором.

Для зображення панелі оператора використані наступні графічні елементи:

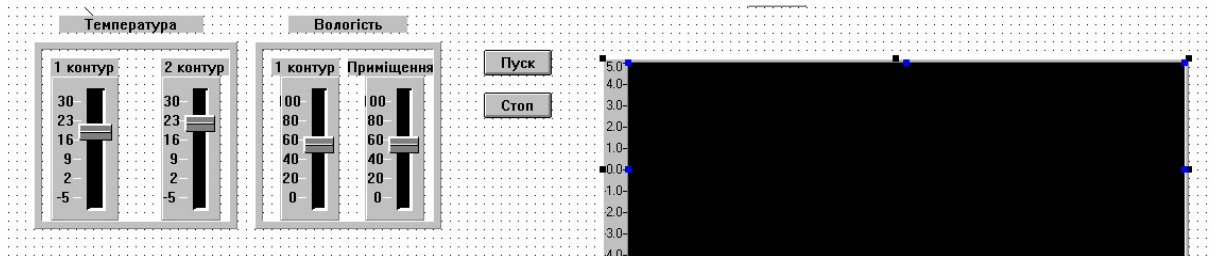
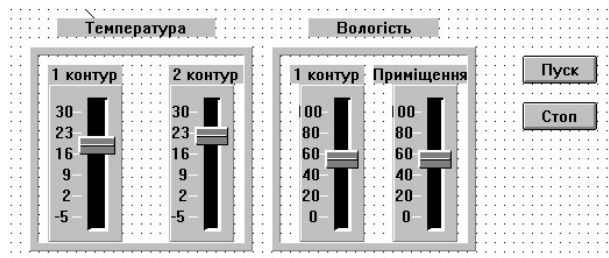
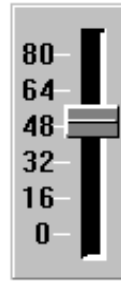


Рисунок 6.2 - Пульт оператора

Для управління насосами використано кнопочний елемент ВВТН з графічної панелі елементів



Для управління основними технологічними параметрами використані елементи SPIN



Элемент управления: Движковый регулятор

Тэг: SPIN4 Описание: SPIN4

Режим регулирования: Плавно ОК

Начальное значение: 50 Отмена

Уровень привилегий: 0 Справка

Настройка делений шкалы

Показать деления

Да Нет

Количество делений: 5

Начало шкалы: 0 Конец шкалы: 80

Рисунок 6.3 - Элемент управління движковой регулятор

Элемент управления: Кнопка с двумя состояниями

Тэг: BBTN1 Надпись на кнопке: Насос 1

Режим функционирования: С фикс ОК Шрифт ...

Зависимые кнопки при нажатии

Отмена Справка

Управление от клавиатуры: NULL Уровень привилегий: 0

Цвет надписи на кнопке в отжатом состоянии: Black

Цвет надписи на кнопке в нажатом состоянии: Red

Выходное значение:

Отжато = 0, Нажато = 1 Отжато = 1, Нажато = 0

Звуковой сигнал при нажатии Автоподбор размера шрифта

Рисунок 6.4 - Элемент управління «Кнопка»

Для сигналізації критичних значень параметрів застосовані елементи відображення – індикатори:



Элемент отображения: Индикатор

Ввод из:

Форма индикатора:

Цвет для состояния ВКЛ(1):

Цвет для состояния ВЫКЛ(0):

Рисунок 6.5 - Индикатор

Висновок

В даному дипломному проекті запропонована одна з можливих систем автоматизації системи кондиціонування повітря. Розроблена система управління на основі МПК VIRA 100 включає:

- автоматичне регулювання;
- управління та сигналізацію;
- схему захисту.

Використана програма візуалізації технологічного процесу забезпечує відображення основних технологічних параметрів, зберігання трендів та історії, можливість управління процесом з ЕОМ.

В проекті враховані всі вимоги щодо системи автоматизації, та передбачені заходи з охорони праці.

Спроектowana система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується більшою мірою на використанні новітньої техніки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						61
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаної літератури

1. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства».
2. Методичні вказівки до дипломного проекту для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за напрямом підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання, /Уклад.: О.М. Пупена, І.В. Ельперін, А.П.Ладанюк, В.Г.Трегуб – К.: НУХТ, 2011. – 16с.
3. Методичні вказівки до виконання схем автоматизації: бібл. номери 3148 та 6055.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник/І.В.Ельперін - К.: НУХТ, 2003. - 320 с.
5. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації [Текст]/ А.К.Бабіченко. - Харків.: НТУ «ХП», 2001.-470 с.
6. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П.Лобок. - Вінниця: Нова книга, 2007. - 160 с.
7. Методичні вказівки до виконання принципів схем: бібл. номер 3168.
8. Трегуб В.Г. Методичні вказівки до проектування принципів схем мікропроцесорних систем автоматизації при виконанні курсових та дипломного проекту / Упоряд. Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Карнаух А.О. - К.: УДУХТ, 1994.-56 с.
9. Методичні вказівки до виконання дисплейних мнемосхем: бібл. номери 5142 та 6055.
10. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник./Дж. Фрайден Москва:Техносфера, 2005. – 592 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

11. Датчик температури повітря ОВЕН ДТС-И URL:
<http://www.kipia.info/termopreobrazovateli-soprotivleniya/oven-dts-i-datchiki-termosoprotivleniya-s-vstroennyim-termopreobrazovatelem/>
12. Накладний датчик температури ALTM2 URL:
<https://sensormatica.ru/catalogue/datchiki-i-preobrazovateli/datchiki-i-regulyatory-temperature/nakladnye-datchiki-temperature/altm2-ss-regeltechnik/altm2-i/>
13. Блоки ручного управління URL: <http://ukrenergy.com.ua/starters17.html>

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63