

**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»
Декан факультету
_____ Андрій ФОРСЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» червня 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна
інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

_____ КОВАЛЕВСЬКИЙ Михайло Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ РОМАНОВ Микола Сергійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____ Микола КОСТИКОВ
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 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 *«Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

КОВАЛЕВСЬКОМУ Михайлу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику

керівник роботи к.т.н. доц. РОМАНОВ Микола Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «15» квітня 2024 р. №279-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «04» червня 2024 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.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 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	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Михайло КОВАЛЕВСЬКИЙ

(підпис)

Керівник роботи Микола РОМАНОВ

(підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі приводиться опис розробки системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику.

Система автоматизації процесу вентиляції в пташнику розроблялася з використанням промислового логічного контролера ПЛК160 від виробника ОВЕН.

Детально розглянуто принцип монтажу технічного засобу автоматизації – датчик температури РТ1000

З використанням програмного забезпечення Vijeo Citect 7.20 розроблена дисплейна мнемосхема для автоматизованого робочого місця оператора.

В кваліфікаційній роботі також наведено спосіб знаходження коефіцієнтів ПІ-регулятора для процесу регулювання температури нагрівання в пташнику за допомогою комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: вентиляція, автоматизація, ПЛК160, РТ1000.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

The qualification work describes the development of the automation system of the ventilation process in the poultry house.

The automation system of the ventilation process in the poultry house was developed using the PLC160 industrial logic controller from the manufacturer ARIES.

The principle of installation of the technical means of automation - PT1000 temperature sensor - is considered in detail

Using Vijeo Citect 7.20 software, a display mnemonic for an automated operator's workplace was developed.

The qualification work also provides a method of finding the coefficients of the PI controller for the process of regulating the heating temperature in the poultry house using computer simulation.

Keywords: ventilation, automation, PLC160, PT1000.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ	9
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	10
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	14
Розділ 2. Система автоматизації.....	15
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	15
2.2. Схема автоматизації.....	30
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	31
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	32
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) ..	32
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	35
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру	37
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів... ..	40
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	42
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога... ..	47
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	47
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора... ..	48
Висновки	49
Список використаної літератури	50

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

На нинішній момент часу автоматизації виробничих процесів є одним з найважливіших аспектів підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції.

Вимірювання та підтримка на заданих значеннях параметрів технологічних процесів здійснюється за допомогою приладів, під контролем спеціалістів. На харчових підприємствах відбувається перехід від автоматизації окремих машин, установок, ділянок до системного використання електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) в управлінні виробництвом.

Однією з найважливіших автоматизованих систем на виробництві вирощування птиці – є система вентиляції. Від цього напряму залежить життя птиці, а значить, що й економічна частина підприємства. Саме тому велику кількість уваги потрібно приділити вибору обладнання.

Метою даної кваліфікаційної роботи – розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику з використанням сучасних технічних засобів автоматизації для забезпечення оптимального проходження технологічного процесу вентиляції в пташнику.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Приточна вентиляція в пташнику є системою, що забезпечує подачу свіжого повітря в приміщення для підтримки здорового мікроклімату для птиці. Ця система складається з вентиляційних отворів або клапанів, вентиляторів, повітроводів, фільтрів та систем керування. Вентиляційні отвори або клапани розташовуються у стінах або даху пташника, через які свіже повітря входить у приміщення.

Вентилятори використовуються для примусової подачі повітря і можуть бути встановлені як на вході, так і на виході для забезпечення циркуляції.

Повітроводи, тобто труби або канали, транспортують свіже повітря до різних частин пташника. Фільтри встановлюються для очищення повітря від пилу, мікробів та інших забруднень перед його подачею до приміщення.

Системи керування включають різні датчики та контролери, які автоматично регулюють роботу вентиляційної системи в залежності від параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість і рівень CO₂.

Принцип дії приточної вентиляції полягає в наступному. Вентилятори або інші механічні засоби примусово забирають свіже повітря ззовні і подають його через вентиляційні отвори або повітроводи. Свіже повітря розподіляється по приміщенню через спеціальні повітряні канали або системи розподілення повітря, забезпечуючи рівномірний розподіл по всьому пташнику.

Відпрацьоване повітря, яке містить вологу, аміак, пил та інші забруднення, виводиться назовні через витяжні вентилятори або природним шляхом через вентиляційні отвори.

					Кваліфікаційна робота		
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Ковалевський			Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику		
Перев.		Романов М.С				10	5
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					
Зав. каф.		Смітюх Я.В.					
						НУХТ АК-4-2ск	

Системи керування постійно моніторять параметри повітря у пташнику (температура, вологість, рівень CO₂) і автоматично регулюють роботу вентиляторів та клапанів для підтримки оптимальних умов. На вході повітря проходить через фільтри, які видаляють пил, мікроорганізми та інші шкідливі частинки, що може впливати на здоров'я птиці.

Перевагами приточної вентиляції є підтримання оптимального мікроклімату, регулярний обмін повітря знижує рівень аміаку, вуглекислого газу та інших шкідливих газів у пташнику. Фільтрація повітря допомагає зменшити кількість пилу та мікроорганізмів, що сприяє зниженню захворюваності серед птиці. Сучасні системи вентиляції можуть бути обладнані енергоефективними вентиляторами та системами керування, що дозволяє знизити споживання електроенергії.

Приточна вентиляція відіграє важливу роль у підтриманні здорового мікроклімату в пташнику. Вона забезпечує занесення свіжого повітря всередину приміщення, що необхідно для комфорту і здоров'я птахів. Основними компонентами системи вентиляції є датчики температури, вологості та диференціального тиску, які постійно відстежують параметри навколишнього середовища в пташнику. Коли покази датчиків виходять за межі встановлених норм, система автоматично активує вентиляцію для коригування параметрів до оптимальних значень.

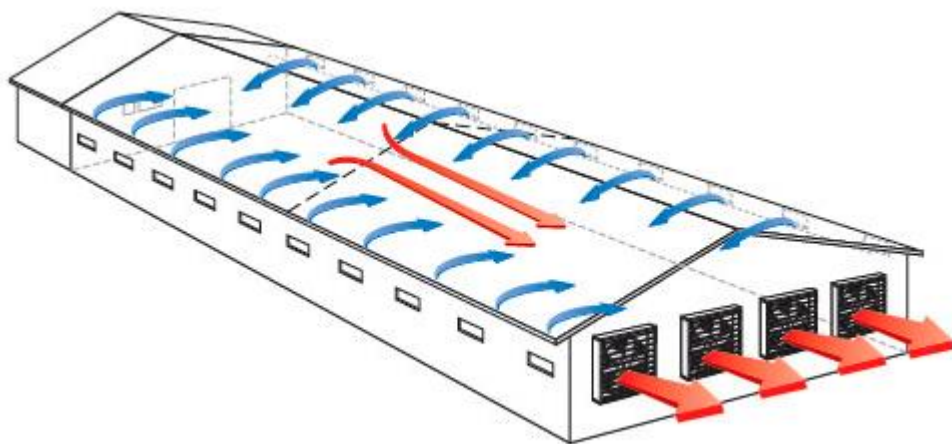


Рисунок 1.1 – Принцип роботи приточної вентиляції в пташнику

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

В певний момент часу датчик диференціального тиску відправляє сигнал на контролер, який подає команду на включення сервопривода лівої сторони. Він відповідає за відкриття заслінок однієї сторони пташника, а за іншу – датчик температури, він регулює праву сторону пташника. Коли заслінки відкриті свіже повітря надходить в пташник. Зміну вологості фіксує датчик вологості, який подає сигнал на вмикання витяжної вентиляції.

Датчик диференціального тиску вимірює різницю тисків між внутрішньою і зовнішньою сторонами пташника. Цей датчик забезпечує важливу інформацію для контролера, який порівнює отримані дані з заданими нормами. Якщо різниця тисків перевищує встановлені параметри, датчик надсилає сигнал на контролер. Контролер обробляє цей сигнал і активує сервопривод лівої сторони пташника, що відповідає за відкриття заслінок з лівого боку. Відкриття заслінок дозволяє свіжому повітрю потрапляти всередину, нормалізуючи тиск.

Датчик температури контролює температуру в пташнику. Коли температура піднімається вище встановленої норми, датчик відправляє сигнал на контролер. Контролер, отримавши цей сигнал, подає команду на включення сервопривода правої сторони, який відкриває заслінки з правого боку пташника. Це дозволяє свіжому повітрю надходити і знижувати температуру до прийняттого рівня.

Датчик вологості вимірює рівень вологості всередині пташника. Після відкриття заслінок і надходження свіжого повітря, рівень вологості може змінюватися. Датчик вологості фіксує ці зміни і надсилає сигнал на контролер, який активує витяжну вентиляцію. Це допомагає знизити вологість до оптимального рівня, забезпечуючи комфортні умови для птахів.

Коли параметри мікроклімату в пташнику повертаються до нормальних значень, датчики тиску і температури надсилають сигнали на контролер про необхідність закриття заслінок. Контролер обробляє ці сигнали і подає команду на закриття заслінок. Після їх закриття датчик вологості надсилає сигнал про вимкнення витяжної вентиляції. Таким чином, система

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує автоматичний і безперервний контроль мікроклімату в пташнику.

Електродвигун регулюючого клапана/лебідки 230В або 400 В змінного струму або 24В постійного струму. Вбудоване з'єднання для кінцевих вимикачів, Зворотній зв'язок з потенціометром.

Двокомпонентна мембрана з унікальною геометрією забезпечує високу чутливість і чудову відтворюваність вимірювань, навіть в діапазоні тиску нижче 20 Па.

Сервопривод – допоміжний двигун для дистанційного автоматичного керування або регулювання машин, апаратів, закривання і відкривання засувки, клапанів тощо. Сервомотори виділяються у окрему групу моторів у зв'язку з тим, що, як правило, діапазон роботи ротора такого мотора менше одного повного оберту. Основні характеристики: маса, динаміка двигуна, рівномірність руху, енергоефективність.



Рисунок 1.2 - Сервопривод GW10-30

У пташнику використовується два сервопривода GW10-30. Вони розташовані з різних сторін пташника та натягують лебідки, які контролюють заслонки. Одна з переваг GW10-30 – це те, що максимальна потужність намотування – 400 кг. Один вал для одинарного або подвійного барабана лебідки. Доступний в одно- або трифазному двигуні, також в ньому вбудовані кінцеві перемикачі. Зворотній зв'язок з потенціометром 5 кОм або 10 кОм. [7]

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1 Завдання на розробку системи автоматизації

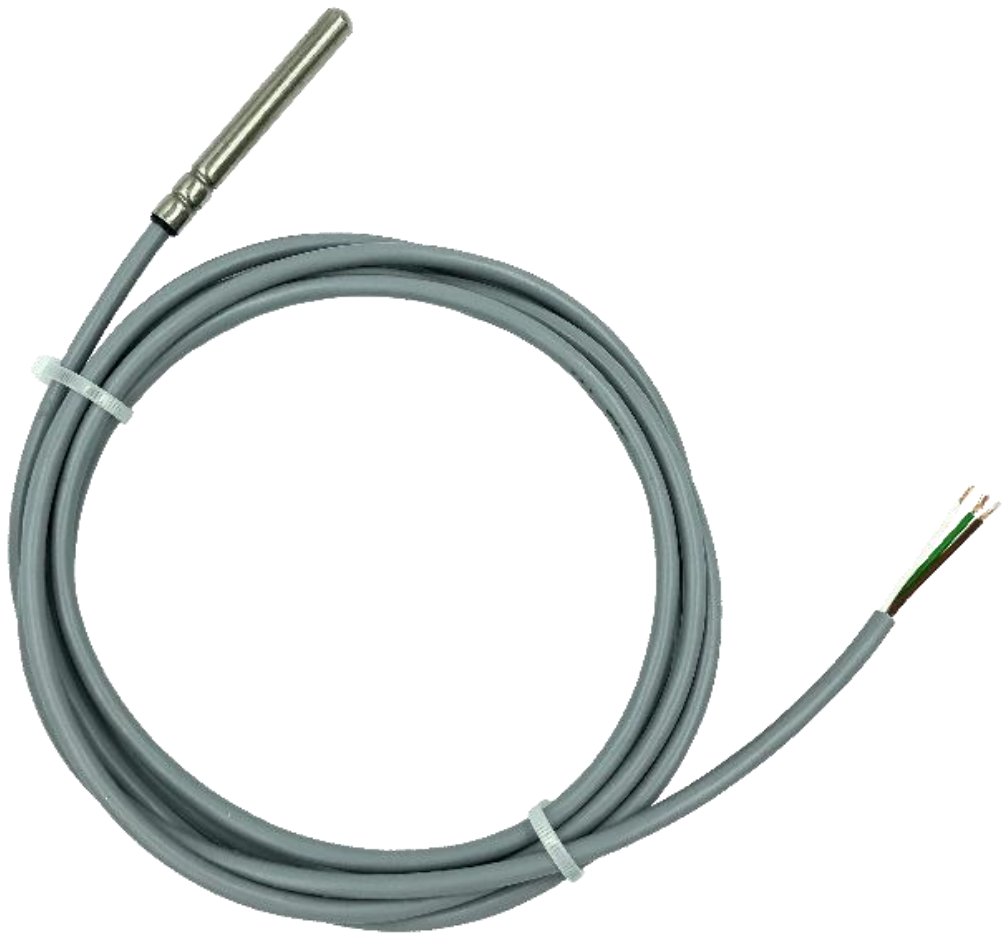
Машина агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
Приточна вентиляція	Температура	17°C ... 30 °C	Контроль	Стабілізація	Сервопривод М2	
	Тиск	25 кПа ... 50 кПа	Контроль	Стабілізація	Сервопривод М1	
	Вологість	50% ... 60%	Контроль	Стабілізація	Запускає витяжну вентиляцією	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимір температури

Для виміру температури при регуляції під час процесу вентиляції в пташнику задіяний датчик температури РТ1000 зображений на рисунку 2.1.



2.1. Вид датчика температури РТ1000

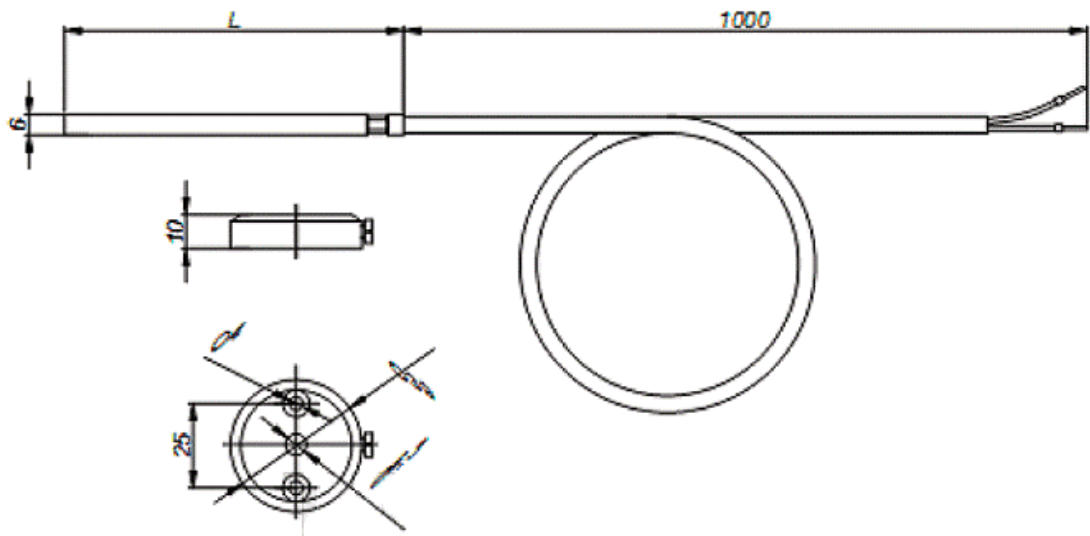
					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ковалевський			Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Романов М.С.					15	17
					НУХТ АК-4-2ск			

Технічні характеристики датчика температури РТ1000:

- вихідний сигнал: від 4 мА до 20 мА;
- клас точності: від 0.25;
- діапазон вимірювань: від -35°C до $+190^{\circ}\text{C}$;
- ступінь захисту від пилу і вологи: IP65;
- напруга живлення: від 12В до 36 В.

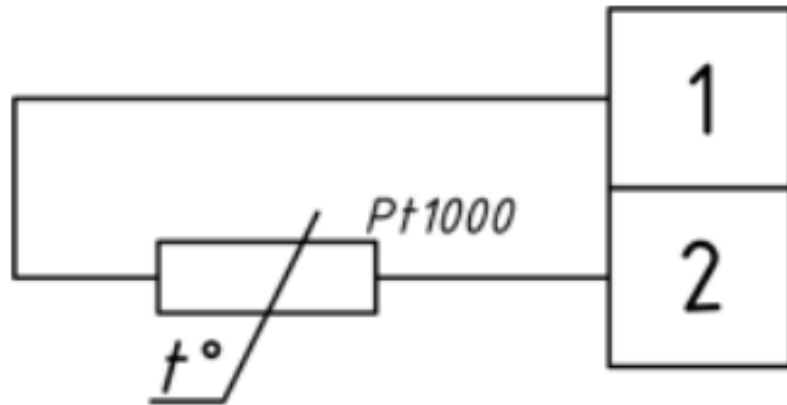
Принцип вимірювання температури:

Датчик температури РТ1000 – це термоопір, електричний опір якого лінійно залежить від температури. Він поміщений в гільзу, що захищає його від впливу навколишнього середовища. Сама гільза виготовлена з хімічно стійкої і міцної нержавіючої сталі. Сталь характеризується високою теплопровідністю і швидко нагрівається до температури досліджуваного середовища, одночасно нагріваючи (охолоджуючи) вимірювальний елемент [8].



2.2. Габаритні розміри датчика температури РТ1000

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



2.3. Схема з'єднання датчика температури PT1000

Вимір різниці тисків

Для виміру диференціального тиску при регуляції під час процесу вентиляції в пташнику задіяний датчик DOL-18 зображений на рисунку 2.4.



2.4. – Вид датчика диференціального тиску DOL-18

Технічні характеристики датчика диференціального тиску DOL-18:

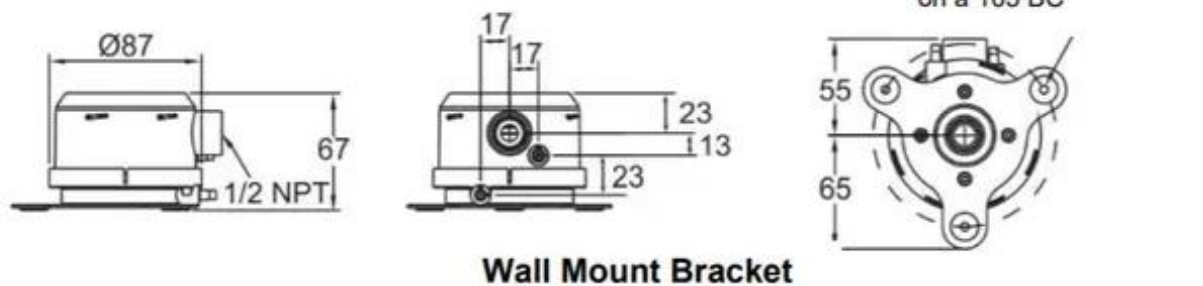
- точність - $\pm 1\%$ при 100 Pa;
- максимальна споживана потужність - 40 мА;
- температура зберігання / робоча температура -66 °С / -18 °С;
- електричні з'єднання від 0 В до 5 В, від 0 В до 10 В і від 4 мА до 20 мА.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип вимірювання різниці тисків:

Різниця тисків створювана між двома порожнинами датчика, з'єднаними ПВХ трубками, що виходить за межі встановленого діапазону, призводить до спрацьовування підпружиненої діафрагми, яка в свою чергу, механічно перемикає контакти датчика, тим самим замикаючи/розмикаючи ланцюг управління. [9]

DIMENSIONS



2.5. Габаритні розміри датчика диференціального тиску DOL-18

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимір вологості

Для виміру вологості при регуляції під час процесу вентиляції в пташнику задіяний датчик DOL-14 зображений на рисунку 2.6.



2.6. Вид датчика вологості DOL-14

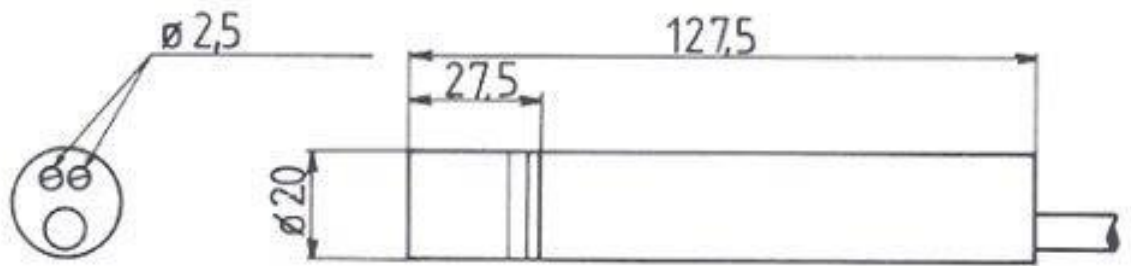
Технічні характеристики датчика вологості DOL-14:

- напруга живлення від 12 В до 30 В;
- діапазон вимірювання вологості від 0 В до 100 В;
- вихідний сигнал перетворення вологості від 0 до 10 В;
- робоча температура від -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Принцип вимірювання вологості:

DOL-14 – це електронний датчик вимірювання відносної вологості повітря. Датчик має вбудований підсилювач напруги $0,1 \text{ В} / \% \text{ RH}$, який дає можливість прямого приєднання до блоку індикації і блоку управління. Чутливий елемент захищений знімною кришкою. Всі електронні компоненти датчика герметично закриті спеціальною пластмасою. Можливо встановлювати нульову точку і напруга в отворі біля входу кабелю. [10]

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2.7. Габаритні розміри датчика вологості DOL-14

2.8.

DOL 14 можуть бути закріплені за допомогою затисків кріплення або можуть просто підвішуватися на дроті. Напруга живлення повинна бути не менше 13V постійного струму і підключається до синього і чорного проводів. Якщо датчик підключений до джерела живлення більше 24 V, необхідно встановити додатковий резистор. Сигнал від датчика передається по синьому та коричневому проводам. Довжина кабелю DOL 14 необмежена, якщо використовується кабель із перетином 1,5 мм².

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Частотні перетворювачі

Для управління сервоприводами при регуляції під час процесу вентиляції в пташнику задіяні частотні перетворювачі lenze esmd551 зображений на рисунку 2.9.

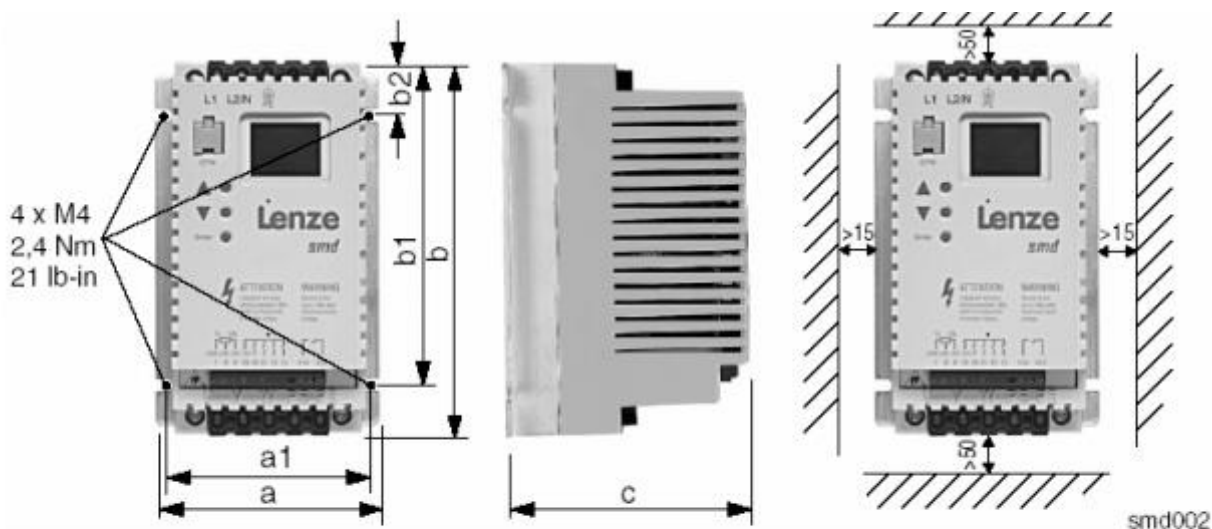


2.9. Вид частотного перетворювача lenze esmd551

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Основні характеристики частотного перетворювача lenze esmd551:

- сила струму 6А;
- потужність 0,55кВт;
- параметри електроживлення 1/230/50. [11]



Тип ESMD...	a [mm]	a1 [mm]	b [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	c [mm]	s1 [mm]	s2 [mm]	m [kg]
551 X2SFA	93	84	146	128	17	92	15	50	0.6

2.10. Габаритні розміри частотного перетворювача lenze esmd551

Враховуючи сервоприводи GW10-30, для підключення яких потрібні частотні перетворювачі lenze esmd551, вони підходять для системи проточної вентиляції.

Магнітні пускачі

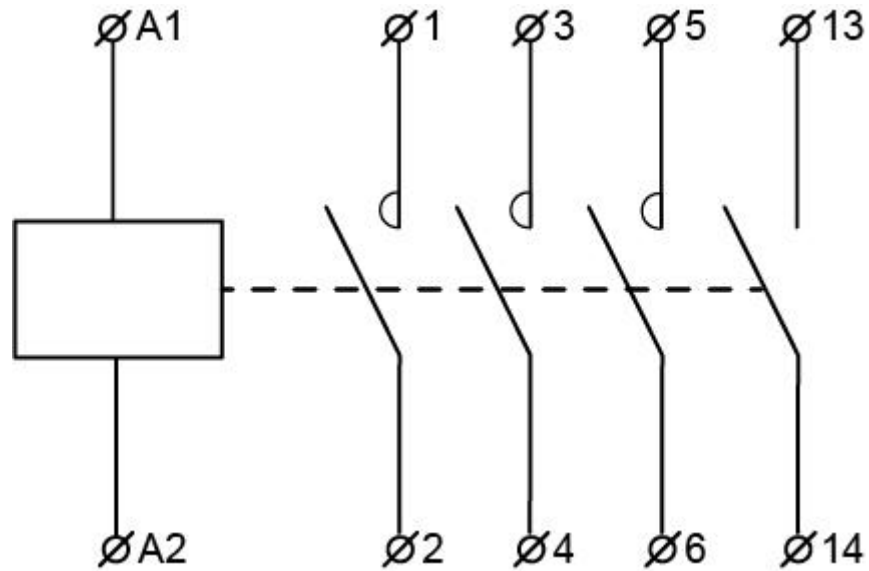
Для управління двигунами витяжних вентиляторів при регуляції під час процесу вентиляції в пташнику задіяні магнітні пускачі ПМ 1-12-10 зображений на рисунку 2.11.



2.11. Вид магнітного пуска ПМ 1-12-10

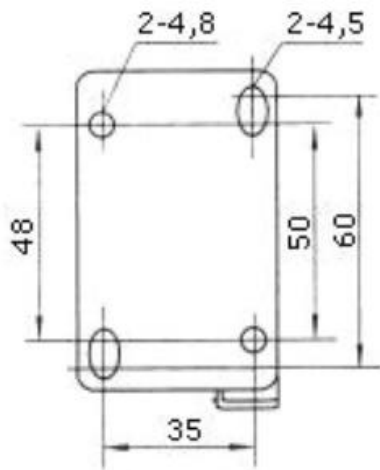
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Магнітний пускач АСКО серії ПМ призначений для запуску, зупинки і реверсування асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором. Також пускачі АСКО можуть застосовуватися для управління різними активними та індуктивними навантаженнями. Трьох- та чотирьополюсні електромагнітні пускачі низької напруги серії ПМ, в комбінації з тепловим реле, представляють собою поширений засіб захисту і комутації електричних двигунів. Пускачі АСКО можна встановлювати на монтажну панель або DIN-рейку. [12]

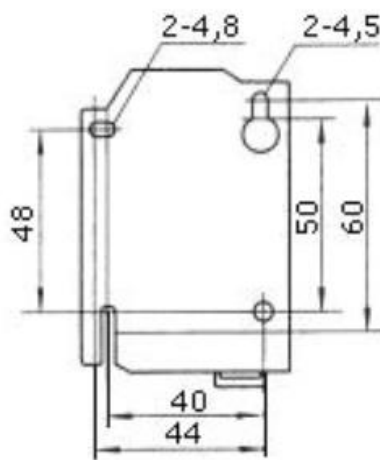


2.12. Електрична схема магнітного пускача 1-12-10

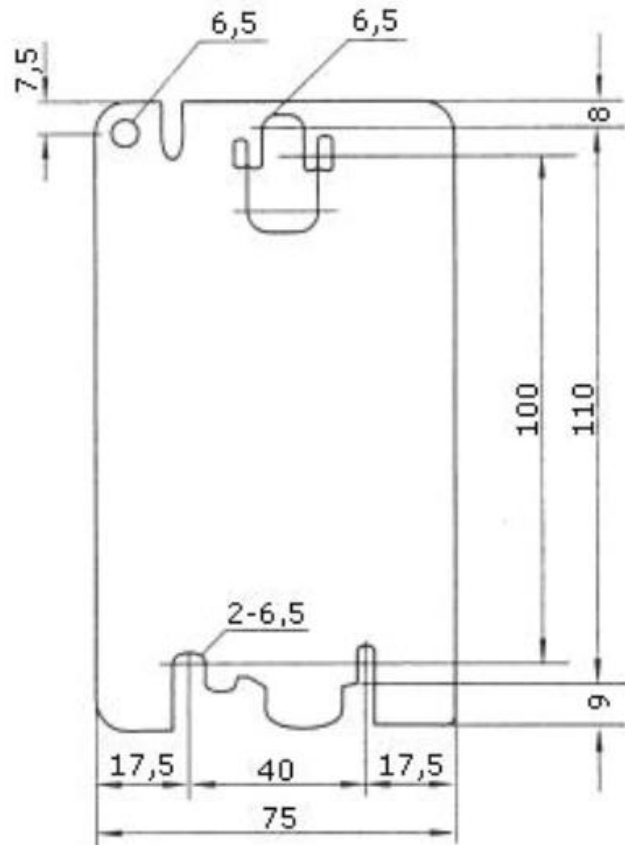
					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



ПМ-1



ПМ-2



ПМ-3, ПМ-4

2.13. Габаритні розміри магнітного пускача 1-12-10

Модель		ПМ-1-09	ПМ-1-12	ПМ-1-18	ПМ-2-25	ПМ-2-32	ПМ-3-40	ПМ-3-50	ПМ-4-65	ПМ-4-80	ПМ-4-95
Номінальний робочий, струм Ie A	АС-1	20		32	40	50	60	80		125	
	АС-3	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
	АС-4	3,5	5	7,7	8,5	12	18,5	24	28	37	44
Ном. робоча напруга, Ue В АС 50Гц	400										
Ном. напруга ізоляції, Ui В	660										
Ном. імпульсна напруга Uimp, кВ	6										
Максимальний струм комутації (t≤1сек), Imax А	162		216	324	450	576	720	900	1170	1440	1710
Ном. потужність по АС-3, кВт	230В	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25
	400В	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
Умовний струм КЗ, Inc, кА	3			5			3			5	
Потужність розсіювання, Вт	АС-1	1,56		2,5	3,2	5	5,4	6,4	9,6	12,5	
	АС-3	0,2	0,36	0,8	1,25	2	2,4	3,7	4,2	5,1	7,2
Електрична зносостійкість, циклів	×10 ⁶ , АС-3	2									
	×10 ⁴ , АС-4	20	15-20	7-20	7-15			7-10	7	6-7	5-7
Механічна зносостійкість, циклів	2×10 ⁷										
Кількість і тип додаткових контактів	1NO(10), 1NC(01)						1NO+1NC				

2.14. Технічні характеристики магнітного пускача 1-12-10

					Кваліфікаційна робота		Арк.
							26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Нормуючі термоперетворювачі

Для перетворення сигналів термодатчиків на струмовий при регуляції під час процесу вентиляції в пташнику задіяні нормуючі термоперетворювачі типу "Таблетка" ОВЕН НПТ-2Н зображений на рисунку 2.15. [13]

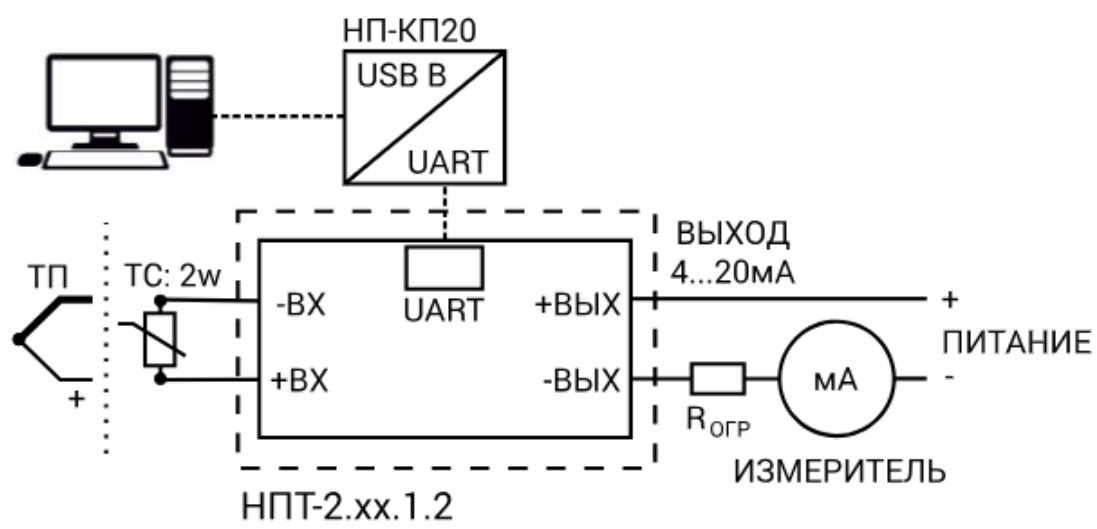


2.15. Вид нормуючого термоперетворювача типу "Таблетка" ОВЕН НПТ-2Н

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

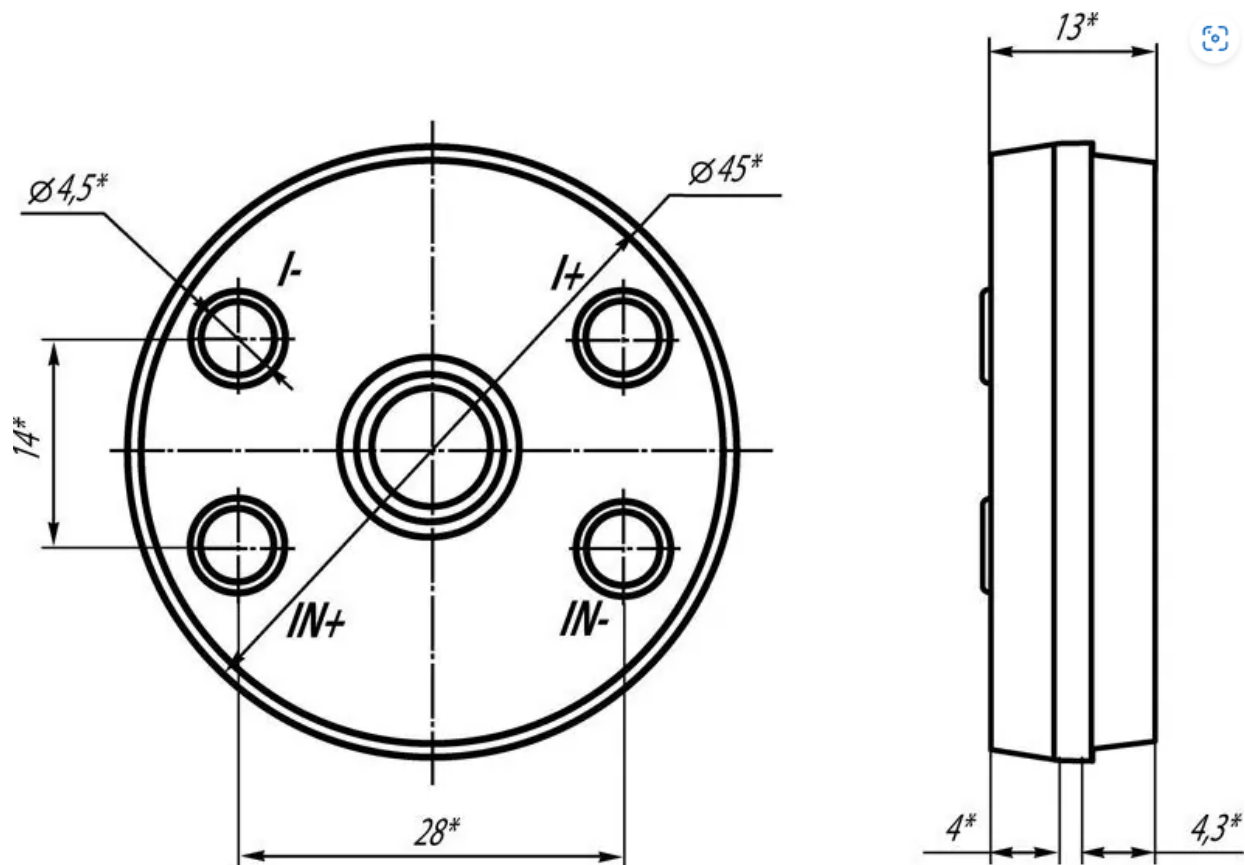
Основні переваги та характеристики нормуючого термоперетворювачу типу "Таблетка" ОВЕН НПТ-2Н

- висока точність, похибка вимірювання для ТП 0,25%, для ТЗ 0,1%;
- дискретність вихідного сигналу 4...20мА становить трохи більше 8мкА.
- широкий діапазон робочих температур довкілля: від -40 °С до +85 °С.



2.16. Електрична схема підключення ВЕН НПТ-2Н

Температурний нормуючий перетворювач ОВЕН НПТ-2 у виконанні таблетка вимірювально-перетворювальний пристрій для встановлення в комутаційну головку датчиків температури та перетворення сигналів термодатчиків на струмовий сигнал 4...20 мА



2.17. Габаритні розміри нормуючого термоперетворювача типу "Таблетка"
ОВЕН НПТ-2Н

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

29

2.2. Схема автоматизації

Різниця тисків в пташнику та на дворі вимірюється датчиком диференціального тиску DOL-18 5а, сигнал якого надходить на контролер ОВЕН ПЛК160. Управляючий сигнал з контролера поступає на сервопривод М1, який розташований на лівій стороні пташника по центру. Він натягує лебідки, які контролюють заслонки.

Різниця тисків створювана між двома порожнинами датчика DOL-18, з'єднаними ПВХ трубками, що виходить за межі встановленого діапазону від 25 Па до 50 Па, призводить до спрацьовування підпружиненої діафрагми, яка в свою чергу, механічно перемикає контакти датчика, тим самим замикаючи/розмикаючи ланцюг управління.

Температура в пташнику вимірюється за допомогою датчика температури ПТ1000 А1-А4, які розташовані в чотирьох зонах обігріву. Один з датчиків є регулюючим А3, при зміні температури він подає сигнал, що приводить до вмикання сервопривода М2, він розташований з правої сторони. Норма температури встановлюється в залежності від погодних умов, пори року та віку птиці. Абсолютний максимум – 35 °С. Заслонки мають ступені відкриття - 0%, 1%, 10%, 25%, 50%, 75% або 100%.

В пташнику знаходиться датчик вологості DOL-14 А6, який вимірює вологість і подає сигнал на контролер, якщо параметр відійшов від зазначеного значення 65%. Аварійне відхилення від +25% до -35%. Він призначений для контролю витяжної вентиляції М3-М6. Вона вмикається тільки тоді, коли відкриті всі заслонки в пташнику, а вимикається після її зачинення.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1 – Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть
1	2	3	4	5	6
1	1а, 2а,3а, 4а	по місцю	Датчик температури вихідний сигнал: від 4 мА до 20 мА; клас точності: від 0.25; діапазон вимірювань: від -35°C до +190 °C;	PT1000	4
2	6а	по місцю	Датчик вологості апруга живлення від 12 В до 30 В; діапазон вимірювання вологості від 0 В до100 В; вихідний сигнал перетворення вологості від 0 до 10 В; робоча температура від -40°C до +60°C.	DOL-14	1
3	5а	по місцю	Датчик диференціального тиску максимальна споживана потужність - 40 мА; температура зберігання / робоча температура -66 °C / -18 °C;	DOL-18	1
3	М1, М2	по місцю	Сервопривод максимальна намотувальна здатність 400 кг; зворотній зв'язок з потенціометром 5 кОм або 10 кОм.	GW10-30	2
4	М3,М4,М5, М6	По місцю	Вентилятор потужність – 0,25 кВт; оберти – 1500 обертів за хвилину;	ВО-06-300	4
5	3в, 5в	На щиті	Частотний перетворювач сила струму 6А; потужність 0,55кВт;	lenze esmd551	2
6	КМ1, КМ2, КМ3, КМ4	на щиті	Магнітний пускач номінальна робоча напруга силових контактів: ~220/380/660 В; напруга ізоляції: 660 В; номінальна робоча напруга котушки керування: 380 В;	ПМ 1-12-10	4

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

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Найоптимальнішим вибором для подібної системи буде ОВЕН ПЛК160 - лінійка програмованих моноблочних контролерів з дискретними і аналоговими входами/виходами на борту для автоматизації середніх систем. Оптимальні для побудови систем автоматизації середнього рівня і розподілених систем управління.

Переваги ОВЕН ПЛК160

- Наявність вбудованих дискретних і аналогових входів / виходів на борту;
- Швидкісні входи для обробки енкодерів;
- Ведення архіву роботи обладнання або робота за заздалегідь обумовленими сценаріями при підключенні до контролера USB-накопичувачів;
- Просте і зручне програмування в системі CODESYS V. 2 через порти USB Device, Ethernet, RS-232 Debug;
- Передача даних на верхній рівень через Ethernet або GSM-мережі (GPRS);
- 3 послідовних порти (RS-232, RS-485):
 - збільшення кількості входів-виходів;
 - управління частотними перетворювачами;
 - підключення панелей операторів, GSM-модемів, зчитувачів штрих-кодів і т. д.;
- Наявність двох виконань з живленням (220 В і 24 В). [14]

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ковалевський			Розробка системи автоматизації процесу Вентиляції в пташнику	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Романов М.С.					32	8
					НУХТ АК-4-2ск			



3.1. Вид програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК160

Характеристики Контролер ПЛК160:

- дискретні входи: 16;
- дискретні виходи: 12;
- аналогові входи: 8;
- аналогові виходи: 4.

Аналогові виходи можуть бути:

- по струму, мА 4 ... 20;
- по напрузі, В 0 ... 10;
- універсальні – програмно перемикаються струм \ напруга.

Всі контролери даної лінійки мають велику кількість інтерфейсів на борту, які працюють незалежно один від одного:

- Ethernet;
- до трьох послідовних портів;
- USB Device для програмування контролера.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Підтримка інтерфейсів та протоколів зображено на таблиці 2.1;

Таблиця 3.1 – Підтримка інтерфейсів та протоколів

Протокол	Інтерфейс	Призначення
ОВЕН	RS-232 RS-485	Підтримка модулів вводу/вивода ОВЕН Мх110 Робота вмережі ОВЕН разомз ТРМ2хх
Modbus RTU Modbus ASCII	RS-232 RS-485	Підтримка модулів вводу/вивода и операторських панелей (наприклад, ОВЕН СПЗхх), зв'язок з SCADA-системами
Modbus TCP	Ethernet 10/100 Mbps	Зв'язокз SCADA-системами
DCON	RS-232 RS-485	Підтримка модулів вводу/вивода ICP DAS I-7ххх, ADAM-4ххх, операторських панелей
GateWay (протокол CODESYS)	RS-232 Ethernet 10/100 Mbps USB-Device	Програмування контролера, отладка пользовательской программы Зв'язок з контролерами інших виробників на базі CODESYS Робота з OPC-сервером CODESYS

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

При розробці принципової електричної схеми живлення були використані наступні компоненти:

- Магнітні пускачі КМ1-КМ4 – 4 шт. для вмикання та вимикання двигунів витяжної вентиляції;
- Частотні перетворювачі А12-А13 – 2 шт. для підключення сервоприводів;
- Блок живлення Q1 – 1 шт. для перетворення змінної напруги 220 В в постійну напругу 24 В для живлення датчиків та інших елементів.

В принциповій електричній схемі живлення та в принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК застосовувалася наступна нумерація провідників:

- Нумерація провідників підключених до аналогових входів починається з 27 (27-40);
- Нумерація провідників підключених до дискретних виходів починається з 51 (51-58);
- Нумерація провідників підключених до дискретних входів починається з 73 (73-76).

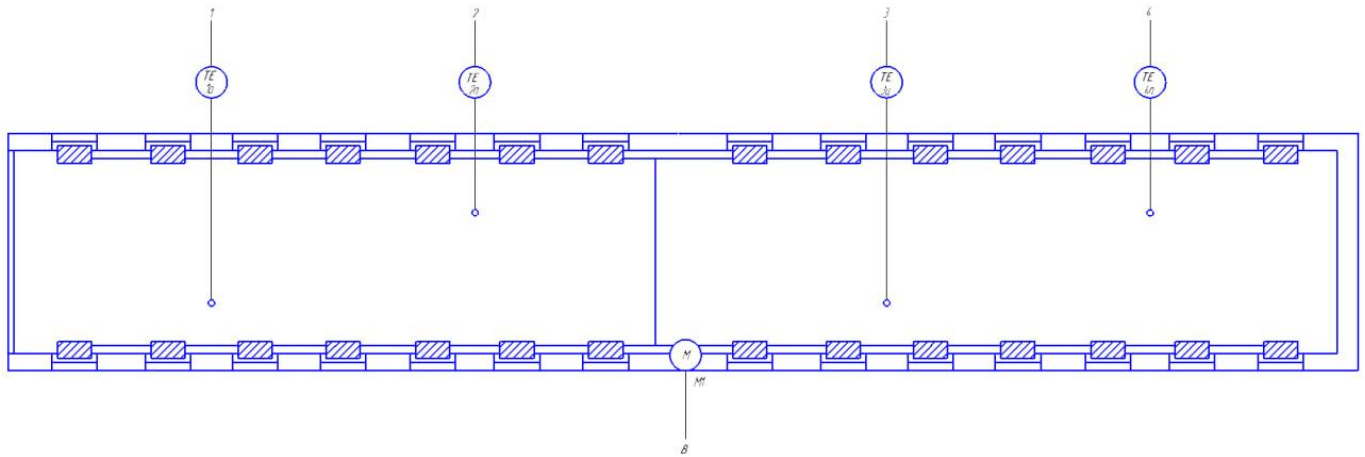
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2– Підключення приладів

Провідник	Звідки йде	Куди йде
101	ОВЕН БП120;3	ОВЕН ПЛК – 160:1
102	ОВЕН БП120;4	ОВЕН ПЛК – 160:2
103	РТ-1000:1	ОВЕН ПЛК – 160:28
104	РТ-1000:1	ОВЕН ПЛК – 160:30
105	РТ-1000:1	ОВЕН ПЛК – 160:32
106	РТ-1000:1	ОВЕН ПЛК – 160:34
107	DOL-18:1	ОВЕН ПЛК – 160:36
108	DOL-14:1	ОВЕН ПЛК – 160:38
109	GW10L:1	ОВЕН ПЛК – 160:52
110	GW10L:2	ОВЕН ПЛК – 160:54
111	ПМ 4-65 220В АСКО	ОВЕН ПЛК – 160:56
112	ПМ 4-65 220В АСКО	ОВЕН ПЛК – 160:58
113	ПМ 4-65 220В АСКО	ОВЕН ПЛК – 160:60
114	ПМ 4-65 220В АСКО	ОВЕН ПЛК – 160:62
115	lenze esmd551x2sfa:8	ОВЕН ПЛК – 160:73
116	lenze esmd551x2sfa:7	ОВЕН ПЛК – 160:74
117	B06-300:1	ОВЕН ПЛК – 160:76
118	B06-300:1	ОВЕН ПЛК – 160:78
119	B06-300:1	ОВЕН ПЛК – 160:80
120	B06-300:1	ОВЕН ПЛК – 160:82

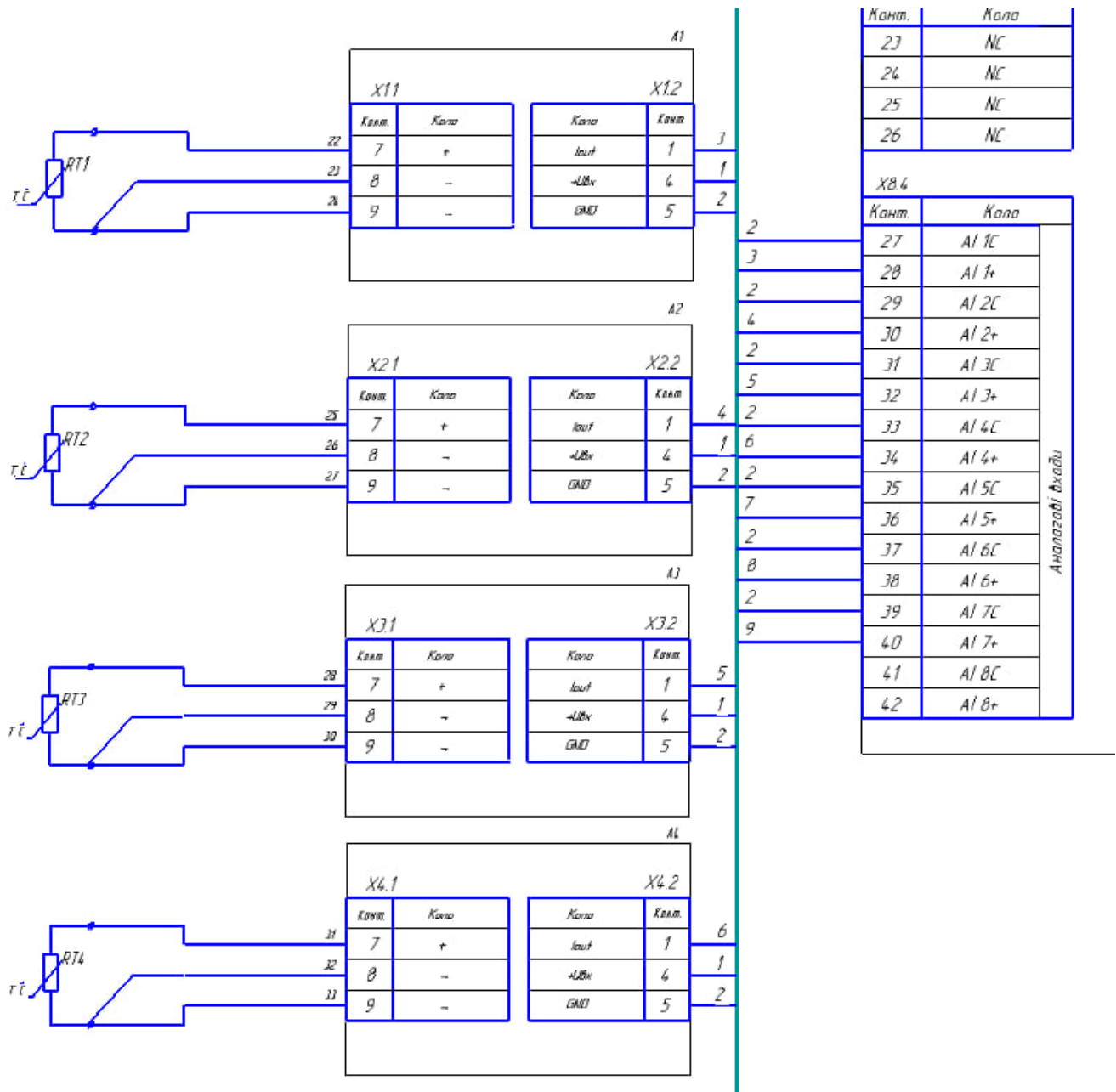
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання температури в пташнику



		1	2	3	4	8	
Прилади по місцю		ТТ 10	ТТ 20	ТТ 30	ТТ 40	СИЕ 30	
Прилади на щиті							
ПЛК	У	ВА					
		ВД					
		АВ					
		ДВ					
	С						
	С						
ПК	R						
	I						
	С						
	С						
	А						

3.1 Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання температури в пташнику



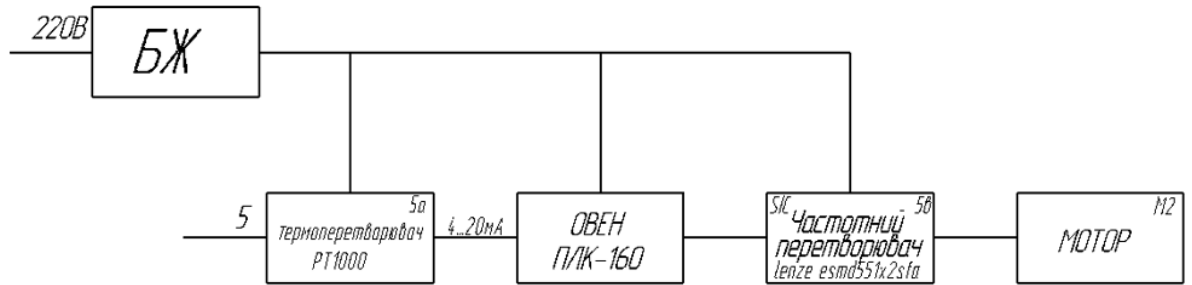
3.2. Принципова розширена схема підключення датчика температури RT1000 до ПЛК160

Температура в пташнику вимірюється датчиками RT1000 (поз. 1а-4а).

Регулюючим датчиком є датчик температури RT1000 (поз. 3а), який при перевищенні 30°C подає сигнал на ПЛК160.

Програмований логічний контролер подає сигнал на частотний перетворювач lenze esmd551, який в свою чергу подає сигнал на сервопривод M1 та відкриває заслонки лівої сторони пташника.

При зниженні температури до стандартного значення, датчик температури подає новий сигнал для закриття заслонок.



3.3 Структурна схема контура регулювання температури

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

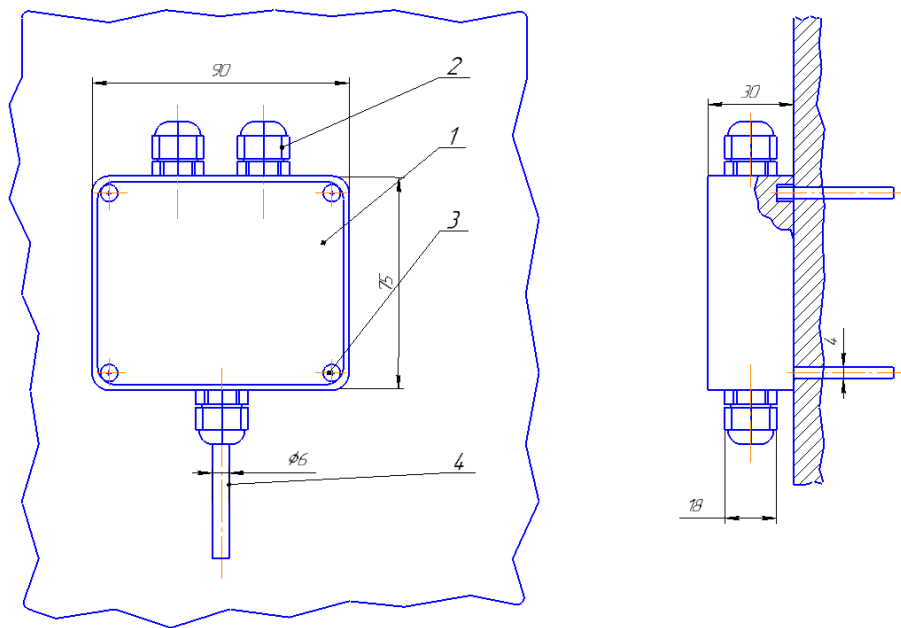
Вимірювання температури в пташнику відбувається датчиком температури РТ1000. Зовнішній вигляд зображений на рис. 4.1



4.1 Датчик температури РТ1000 в коробці

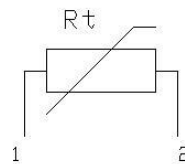
					Кваліфікаційна робота		
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушів
						40	2
Розроб.		Ковалевський			Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику		
Перев.		Романов М.С					
					НУХТ АК-4-2ск		

Схема монтажу датчика температуры РТ1000 зображена на рис. 4.2

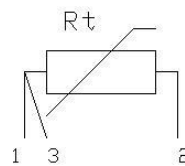


4.2 Монтаж датчика температуры РТ1000

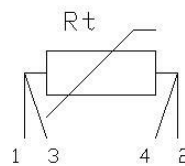
Двухпроводная схема подключения датчика



Трехпроводная схема подключения датчика



Четырехпроводная схема подключения датчика

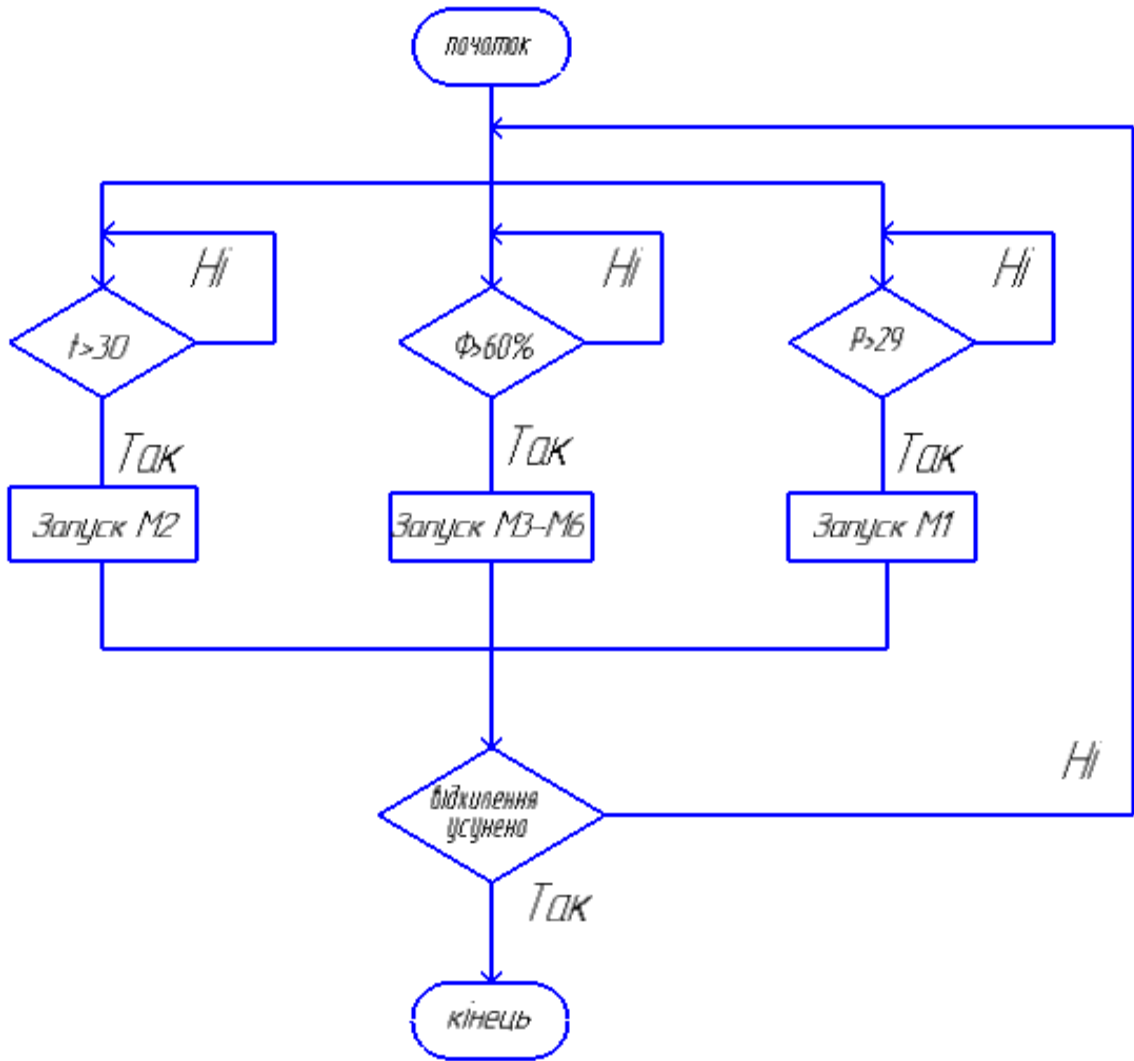


4.3 Методи підключення датчика температури РТ1000

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

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Проходження процесу керування вентиляцією в пташнику проходить за таким алгоритмом:



					Кваліфікаційна робота		
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ковалевський			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Романов М.С.				42	5
					НУХТ АК-4-2ск		
					Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику		

Змінні для програми в ПЛК представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Змінні для програми в ПЛК.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
DPT	%IW0.0	Різниця тисків в пташнику
T_A1	%IW0.1	Температура ззовні (зона 1)
T_A2	%IW0.2	Температура ззовні (зона 2)
T_A3	%IW0.3	Температура ззовні (зона 3)
T_A4	%IW0.4	Температура в пташнику (зона обігріву 1)
T_A5	%IW0.5	Температура в пташнику (регулююча зона)
T_A6	%IW0.6	Температура в пташнику (зона обігріву 3)
T_A7	%IW0.7	Температура в пташнику (зона обігріву 4)
HUM	%IW0.8	Вологість в пташнику
M1_CMD	%QW0.0	Команда на сервопривід M1
M2_CMD	%QW0.1	Команда на сервопривід M2
M3_CMD	%QW0.2	Команда на вентилятор M3
M4_CMD	%QW0.3	Команда на вентилятор M4
M5_CMD	%QW0.4	Команда на вентилятор M5
M6_CMD	%QW0.5	Команда на вентилятор M6

Програма процесу написана на мові програмування ST (Structured Text):

!%L1: (*Старт*)

REPEAT

 RESET M1_CMD;

 RESET M2_CMD;

 RESET M3_CMD;

 RESET M4_CMD;

 RESET M5_CMD;

 RESET M6_CMD;

UNTIL (NOT %M1)

END_REPEAT;

IF %M1 THEN (* Різниця тисків за межами допустимого діапазону *)

 SET M1_CMD;

 DO

 IF DPT < targetPressure - pressureThreshold THEN

 M1_CMD := TRUE; (* Відкриваємо заслонки *)

 ELSIF DPT > targetPressure + pressureThreshold THEN

 M1_CMD := FALSE; (* Закриваємо заслонки *)

 END_IF;

 UNTIL DPT >= targetPressure - pressureThreshold AND DPT <= targetPressure + pressureThreshold

 END_REPEAT;

 RESET %M1;

 SET %M2;

END_IF;

IF %M2 THEN

 (* Обчислення середньої температури *)

 TempAveraged := (T_A4 + T_A5 + T_A6 + T_A7) / 4.0;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

IF TempAveraged > temperatureMax THEN
    M2_CMD := TRUE; (* Відкриваємо заслонки для зниження
температури *)
ELSE
    M2_CMD := FALSE; (* Закриваємо заслонки *)
END_IF;
RESET %M2;
SET %M3;
END_IF;
IF %M3 THEN
    SET M3_CMD;
DO
    IF HUM > humidityTarget + humidityThreshold THEN
        M3_CMD := TRUE; (* Вмикаємо вентиляцію для зниження
вологості *)
    ELSE
        M3_CMD := FALSE; (* Вимикаємо вентиляцію *)
    END_IF;
UNTIL HUM <= humidityTarget
END_REPEAT;
RESET %M3;
SET %M4;
END_IF;
IF %M4 THEN
    SET M4_CMD;
DO
    IF M1_CMD AND M2_CMD THEN
        M4_CMD := TRUE;
        M5_CMD := TRUE;
        M6_CMD := TRUE;

```

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

```

ELSE
    M4_CMD := FALSE;
    M5_CMD := FALSE;
    M6_CMD := FALSE;
END_IF;
UNTIL NOT (M1_CMD OR M2_CMD)
END_REPEAT;
RESET %M4;
SET %M5;
END_IF;
IF %M5 THEN
    START TM1;
    DO
        UNTIL TM1 >= 60000 (* Затримка на 60 секунд *)
        END_REPEAT;
        RESET %M5;
        SET %M6;
    END_IF;
    IF %M6 THEN
        (* Перевірка стану і повернення на початок *)
        IF M1_CMD = FALSE AND M2_CMD = FALSE AND M3_CMD =
FALSE THEN
            RESET %M6;
            JMP %L1;
        END_IF;
    END_IF;

```

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Мнемосхема процесу керування вентиляцією в пташнику розроблена в SCADA-програмі Citect SCADA 2020. Опис змінних для SCADA-програми наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Опис змінних для SCADA-програми.

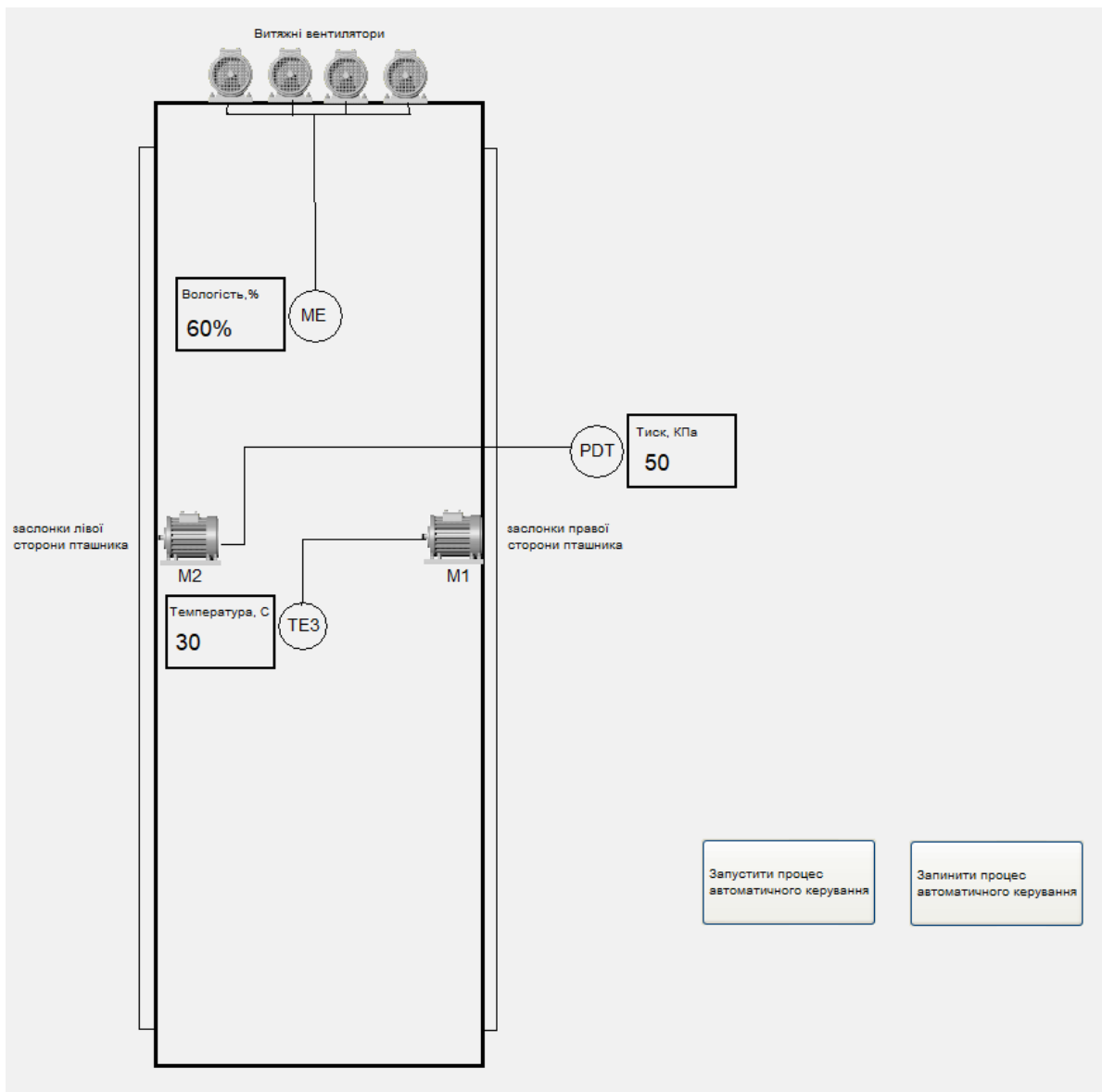
Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
DPT	%IW0.1.0	0	10000	-300	600	INT
T_A1	%IW0.1.1	0	10000	-300	600	INT
T_A2	%IW0.1.2	0	10000	-300	600	INT
T_A3	%IW0.1.3	0	10000	-300	600	INT
T_A4	%IW0.1.4	0	10000	0	400	INT
T_A5	%IW0.1.5	0	10000	0	2000	INT
T_A6	%IW0.1.6	0	10000	0	2000	INT
T_A7	%IW0.1.7	0	10000	0	2000	INT
HUM	%IW0.2.0	0	1	1	1	BOOL
M1_CMD	%QW0.3.0	0	10000	0	100	INT
M2_CMD	%QW0.3.1	0	10000	0	100	INT
M3_CMD	%QW0.3.2	0	10000	0	100	INT
M4_CMD	%QW0.3.3	0	10000	0	100	INT
M5_CMD	%QW0.3.4	0	10000	0	100	INT
M6_CMD	%QW0.4.0	0	1	1	1	BOOL
NSM1	%QW0.4.1	0	1	1	1	BOOL
NSM2	%QW0.4.2	0	1	1	1	BOOL
NSM3	%QW0.4.3	0	1	1	1	BOOL

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ковалевський				Розробка системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Романов М.С.						47	2
					НУХТ АК-4-2ск			

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема процесу контролю вентиляції в пташнику допомагає оператору спостерігати за проходженням технологічного процесу та зміною технологічних параметрів з автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора, а також, при необхідності, вносити вручну управляючі дії щодо заслонок та вентиляції.

Вигляд мнемосхеми процесу вентиляції в пташнику представлений на рисунку 6.1.



6.1 Мнемосхема процесу вентиляції в пташнику

Висновки

В кваліфікаційній роботі проводився опис розробки системи автоматизації процесу вентиляції в пташнику з використанням сучасних технічних засобів автоматизації.

Система автоматизації процесу виготовлення ігристого сидру розроблялася з використанням промислового логічного контролера ОВЕН ПЛК160.

З використанням програмного забезпечення Vijeo Citect 7.20 розроблена дисплейна мнемосхема для автоматизованого робочого місця оператора.

Подібні дії мінімізують участь людини в виробничому процесі і надають змогу надати більшу увагу обслуговуванню обладнання.

Отже, розробка подібної системи автоматизації вентиляцією в пташнику покращить технічне та економічне становище підприємства.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Сервопривод GW10-30 [Електронний документ] : офіційний сайт «VDL Agrotech».— Текст.дані. – Режим доступу https://www.vdlagrotech.com/asset/public/site_11/VDLAgrotech/Klimaatbeheersing/Ventilatie/English-Ventilation.pdf
8. Датчик температури ПТ-1000 [Електронний документ] : офіційний сайт «Engineering Tomorrow».— Текст.дані. – Режим доступу https://www.afonya-spb.ru/upload/documents_pdf/instructions/danfoss/VD74I950_Pt1000.pdf
9. Датчик диференціального тиску DOL-18 [Електронний документ] : офіційний сайт «DOL-Sensors».— Текст.дані. – Режим доступу <https://www.dol-sensors.com/products/dol-18/>

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

10. Датчик вологості DOL-14 [Електронний документ] : офіційний сайт «DOL-Sensors».– Текст.дані. – Режим доступу <https://www.dol-sensors.com/products/dol-14/>

11. Частотний перетворювач lenze esmd551 [Електронний ресурс]: офіційний сайт «Translated.Turbopages». – Текст. дані. – Режим доступу https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.adf6a7a6-62ae43c1-03d4de58-74722d776562/https/www.manualslib.com/products/Lenze-Esmd551x2sfa-9024258.html

12. Магнітний пускач ПМ 1-12-10 [Електронний ресурс]: офіційний сайт «Stroyukrs». – Текст. дані. – Режим доступу <https://stroyukrs.ru/rizne/16315-magnitni-puskachi-pm12.html>

13. Нормуючий термоперетворювач типу "Таблетка" ОВЕН НПТ-2Н [Електронний документ]: офіційний сайт «ОВЕН».– Текст.дані. – Режим доступу https://owen.ru/uploads/re_npt-2_1631.pdf

14. Контролер ОВЕН ПЛК160 [Електронний документ]: офіційний сайт «ОВЕН».– Текст.дані. – Режим доступу https://owen.ua/uploads/119/re_oven_plk160_m02_2-uk-60666-1.6.pdf

15. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп’ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

16. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

17. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

18. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
19. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
20. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
25. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
26. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

27. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

28. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

29. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

30. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

31. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53