

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Автоматизована система керування насосною установкою
Назва теми

КвРАКІТ.2022225.01.02.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Шифр, назва

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

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Назва

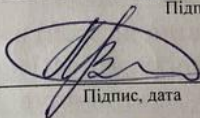
Виконав:

студент III курсу, група АКІТс-21-1


Підпис

Дмитро ВОЗНІОК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

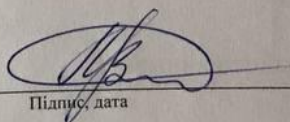
Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«19» червня 2024 р.

Хмельницький 2024

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою АКИТтаР

Валерій МАРТИНЮК

«19» 01 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Вознюк Дмитро Сергійович

1 Тема роботи: Автоматизована система керування насосною установкою керівник роботи Мартинюк В.В, д.т.н, професор

Затверджено наказом по університету від «15» 02 2024р. № 8 .

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 01.06.24р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Завдання на дипломне проєктування





4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Огляд та аналіз розроблюваної автоматизованої системи керування. Основна частина. Розробка проєкту автоматизованої системи керування насосною установкою. Розробка проєкту автоматизованої системи керування насосною установкою. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) Презентаційні матеріали

Завдання отримав В.В.

Науковий керівник В.В.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2024 р.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2024р.	Виконано
2	Огляд та аналіз розроблюваної автоматизованої системи керування	15.03.2024р.	Виконано
3	Основна частина Розробка проекту автоматизованої системи керування насосною установкою	10.04.2024р.	Виконано
4	Розробка проекту автоматизованої системи керування насосною установкою	10.05.2024р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2024р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2024р.	Виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	1.06.2024р.	Виконано

Студент

Керівник роботи


Підпис


Підпис

Д.С. Вознюк
Ініціали, прізвище

В.В. Мартинюк
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування насосною установкою».

Автор роботи: Вознюк Дмитро Сергійович

Керівник роботи: Мартинюк В.В., д.т.н., проф

Пояснювальна записка: 68 с., 19 рис., 16 табл., 3 дод., 52 джерела.

Графічна частина: Презентаційні матеріали.

НАСОСНІ АГРЕГАТИ, НАСОСНІ УСТАНОВКИ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ,
ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, АЛГОРИТМ РОБОТИ.

Метою роботи є розробка автоматизованої система керування насосною установкою для підприємств нафтової та газової промисловості.

Було розроблено автоматизовану систему керування насосними агрегатами. Виконано підбір технічних засобів нижнього рівня. Рівень тиску на прийомі та викиді насосних агрегатів вимірюється за допомогою Метран-150CG, рівень температури підшипників вимірюється за допомогою ТСП Метран-246, рівень температури в робочому приміщенні - за допомогою ТХАУ Метран-271. В якості давача вібрації було обрано ДВСТ-1, в якості сигналізатору загазованості використано СТМ-10.

Для середнього рівня керування було обрано контролер І-8810. Для розроблення прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця було використано програмний продукт Trace Mode 7 виробництва Adastrа. Розроблено людино-машинні інтерфейси та програми керування. Проведено розрахунок надійності вимірювальних каналів рівня тиску і рівня температури підшипників.

01.06.2023р.

дата



. Підпис

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	3
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ РОЗРОБЛЮВАНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ	5
1.1. Коротка характеристика об'єкта керування	5
1.2. Розробка необхідної структури системи керування насосною станцією та підбір комплексу технічних засобів нижнього рівня	6
1.3. Постановка завдань для розробки системи керування насосною станцією	14
1.4. Висновки до першого розділу	15
2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ	16
2.1. Засіб керування та збору даних	16
2.2. Розробка алгоритмів роботи автоматизованої системи керування насосною установкою	22
2.3. Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця	31
2.4. Висновки до другого розділу	42
3 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ	43
3.1. Розрахунок надійності вимірювальних каналів системи керування	43
3.2. Розрахунок безпечності експлуатації системи керування	48
3.3. Висновки до третього розділу	60
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ	68

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ									
Зм.	Арк.	Надокум.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування насосною установкою. Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів	
Виконав		Вознюк Д.С.		14.06.24		y		2	68
Перевір.		Мартинюк В.		14.06.24					
Н.контр.		Корещька Л.О.		14.06.24					
Затвер.		Мартинюк В.В.		14.06.24					
						ХНУ гр. АКІТс-21			

ВСТУП

В останнє десятиріччя на підприємствах нафтової та газової промисловості відбуваються досить суттєві переміни. Про те, що технологічні процеси (ТП) в нафтопереробній галузі не можуть бути реалізовані без використання значної автоматизації, відомо давно. Дійсно, потрібно вимірювати, контролювати основні технологічні параметри ТП, стежити за їх можливими відхиленнями. Потрібно мати можливість дистанційно (з диспетчерського пункту) відкривати та закривати засувки, вмикати або вимикати окремі агрегати; забезпечувати режими роботи установок шляхом підтримання найважливіших параметрів на заздалегідь встановлених значеннях.

Реалізація таких та багатьох інших функцій автоматизованих систем (АС) значно видозмінилася внаслідок бурхливого впровадження в промисловості персональних комп'ютерів (ПК), мікропроцесорів (МП) та прикладного програмного забезпечення (ППЗ).

Здешевлення МП та розширення функцій уможливило побудову так званих «інтелектуальних давачів» (ІД), що обчислюють значення непрямих параметрів на основі прямих вимірів за встановленими математичними формулами, показують значення вимірюваних параметрів на рідкокристалічних індикаторах, перетворюють вимірюваний параметр на стандартний уніфікований сигнал для його передавання каналами зв'язку. З'явилися нові засоби вимірювальної техніки, такі як радарні та ультразвукові рівнеміри, електромагнітні, ультразвукові та коріолісові витратоміри тощо.

Істотним етапом у розвитку АС стала поява програмованих логічних контролерів (PLC). І якщо призначення перших PLC зводилося, в основному, до реалізації функцій «увімкнути-вимкнути» на основі логічних виразів, то надалі в PLC з'явилися спеціальні модулі автоматичного регулювання, що реалізують стандартні закони регулювання. З урахуванням можливостей програмування сучасних PLC, що розширюються, і так званих «керівних процесів» стало

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

можливим створення складних багатоконтурних систем керування (СК), теорія яких була відома давно, але технічна реалізація не відбувалась через відсутність потрібних технічних засобів.

Відповідно, при появі нової техніки виникли труднощі з її освоєнням. Потрібно було зуміти «запрограмувати» PLC відповідно до створених алгоритмів. Рішення було знайдено в розробці спеціальних методів програмування, зрозумілих широкій масі фахівців з автоматизації ТП.

За всього різноманіття нових технічних засобів автоматизації ТП оператор з видобутку нафти і газу найтісніше взаємодіє з сучасними пультами (панелями, станціями) керування, на моніторах яких відображаються мнемосхеми ТП із зазначенням значень найбільш важливих технологічних параметрів і супроводом системами автоматичних сигналізації, блокувань та захистів. Створюють дані екранні форми за допомогою спеціальних програм пакетів операторського інтерфейсу.

Кожен такий пакет зазвичай складається із двох частин: середовища розроблення, за допомогою якого фахівці з автоматизації ТП створюють СК, і середовища виконання, в якому працює оператор. Оператор має можливість втручатися в перебіг ТП в межах своєї відповідальності відповідно до чинних регламентів та встановлених інструкцій [1-4].

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ РОЗРОБЛЮВАНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

1.1 Коротка характеристика об'єкта керування

Автоматизації підлягають наступні об'єкти керування (ОК):

- насосна підстанція підтоварної води (НПВ) НПВ-4;
- спеціальні насосні блоки зовнішнього відкачування БН-1/1 та БН-1/2.

Насосні блоки зовнішнього відкачування призначені для транспортування нафти, наприклад, в напірний нафтопровід. На вхід надходить нафта з буферної ємності. З виходу насосного блоку (БН) нафта надходить у вузол обліку нафти.

НПВ-4 використовується для переміщення води в родовища нафти, на вхід буде надходити вода з резервуарів. До складу НПВ будуть входити три насоси типу ЦНС 60x198, з яких один робочий, два - резервні.

У приміщеннях насосних агрегатів встановлено спеціальні витяжні вентилятори, які будуть вмикатись в випадку високої загазованості в робочому приміщенні [5-8].

Призначення розроблюваної АСК [1-4]

Система призначена для виконання наступних функцій:

- місцевого контролю рівня тиску на прийомі та викиді насосних агрегатів (НА);

- дистанційного керування:

- 1) НА;
- 2) витяжними вентиляторами розташованими в насосних станціях.

- дистанційної індикації:

- 1) тиску на прийомі та викиді НА;
- 2) температури підшипників електродвигунів і НА;
- 3) стану витяжних вентиляторів у робочих приміщеннях насосних станцій;
- 4) стану НА.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- аварійної сигналізації:

- 1) виникнення пожежі в насосних станціях;
- 2) перевищення 1-го та 2-го порога загазованості біля НА;
- 3) перевищення віброшвидкості підшипників НА та електродвигунів.

- збереження отриманої даних в архівах;

- відображення поточних та накопичених даних у вигляді графічних залежностей [5-8].

1.2 Розробка необхідної структури системи керування насосною станцією та підбір комплексу технічних засобів нижнього рівня

Структура СК логічно розділена на три рівні [1-4]:

- нижній рівень - рівень датчиків та виконавчих механізмів;

- середній рівень - рівень PLC;

- верхній рівень - рівень програмно-технічних засобів оперативного контролю та керування всім ТП.

Структуру СК представлено на рисунку 1.1.

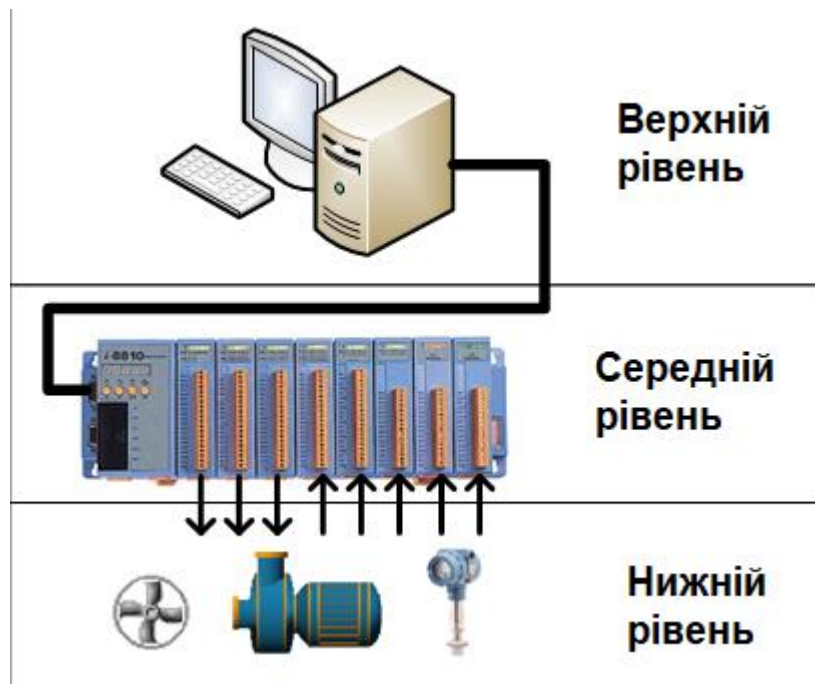


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд системи керування насосною станцією

Комплекс технічних засобів нижнього рівня СК

Підбір засобу вимірювання рівня тиску

Для вимірювання рівня тиску проведемо порівняльний аналіз наступних давачів:

- EJX430A [9];
- JUMO 404753 [10];
- Метран 150 [11].

Перетворювач рівня тиску фірми JUMO тип 404753 [10] призначений для вимірювання рівня тиску неагресивних та агресивних газів, парів, пилю та рідин. Прилад JUMO 404753 [10] працює за п'єзорезистивним принципом вимірювань.

Вихідний сигнал являє собою сигнал постійного струму, прямопропорційний вхідному рівню тиску. JUMO 404753 [10] відповідає вимогам для вибухозахищеного обладнання групи II категорій 1/2 G/D для застосування в наступних зонах:

- у вибухонебезпечних зонах 20, 21 та 22, де вибухонебезпечність атмосфери зумовлюється наявністю горючих пилю або волокон (або Dust);
- у вибухонебезпечних зонах 1 та 2, де вибухонебезпечність атмосфери зумовлюється наявністю горючих газів або парів легкозаймистих рідин (або Gas).

Підключення до ТП (штуцер для відбору рівня тиску) допускається монтувати в зоні 0.

Вибухобезпека II 1/2 GD EEx та ІІС Т4...Т6 допустимі рівні температур - $T/T_a(T4) \leq 95 \text{ }^\circ\text{C}$; $(T5) \leq 85 \text{ }^\circ\text{C}$; $(T6) \leq 70 \text{ }^\circ\text{C}$ із рівнем захисту IP 65

Номинальні умови експлуатації згідно із стандартами DIN 16 086 та DIN ІЕС 770/5.3 [10].

Діапазон вимірювань рівня тиску від 0 до 60 МПа.

Тиск розриву 10-кратна верхня межа вимірювань не більше 200 МПа.

Матеріал деталей, що стикаються з вимірюваним середовищем (агресивним):

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

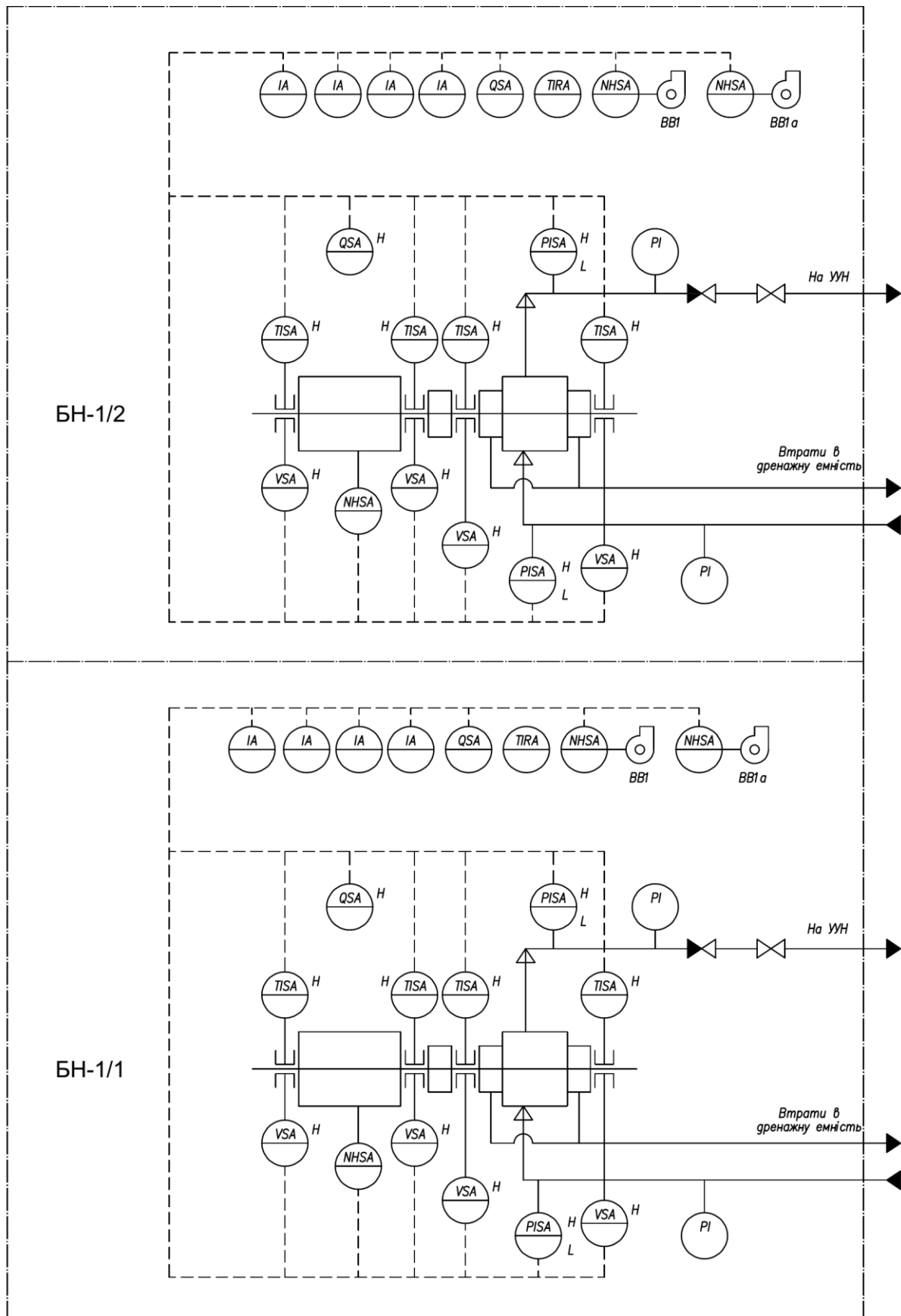


Рисунок 1.2 – Загальна схема автоматизації роботи насосних блоків зовнішнього відкачування БН-1

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
8

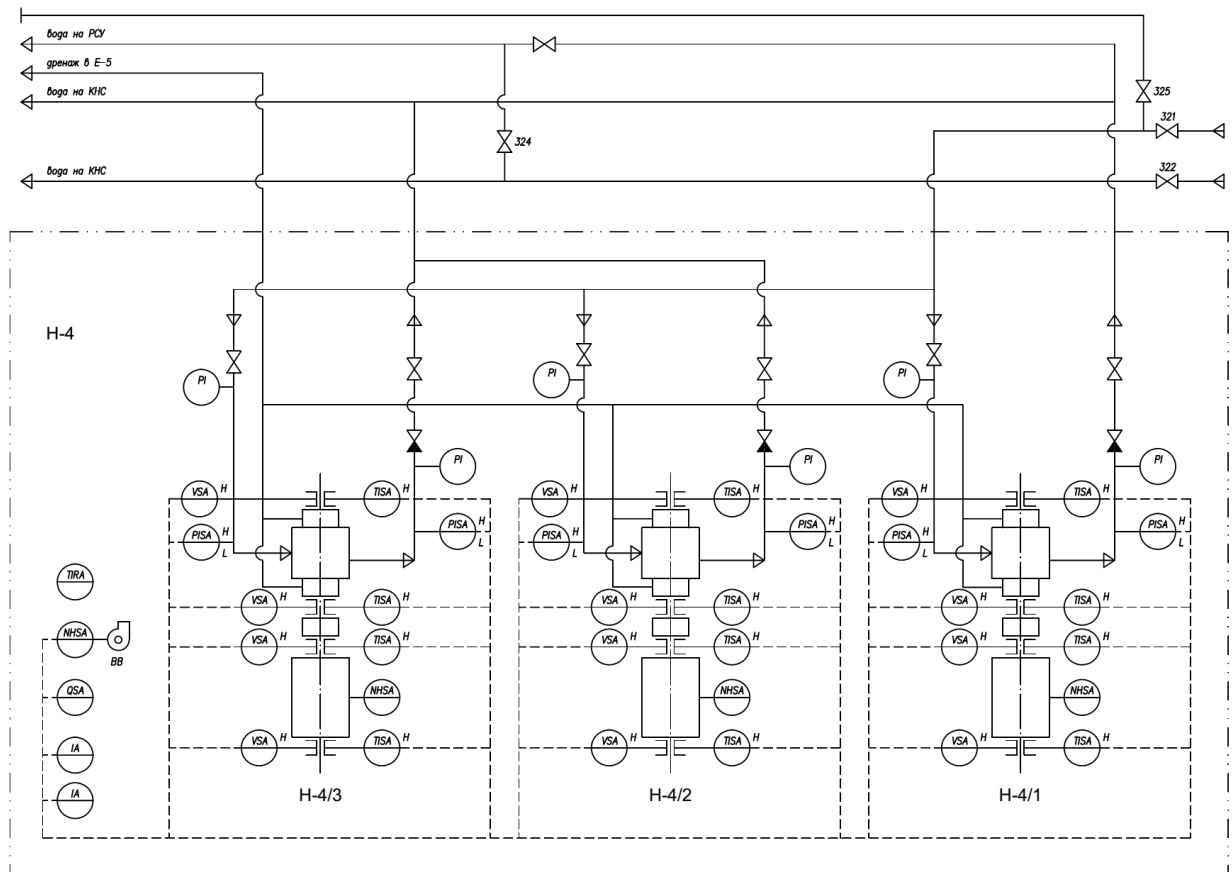


Рисунок 1.3 – Загальна схема автоматизації роботи НПВ

- нержавіюча сталь марка 1.4436, 1.4571;
- у випадку діапазонів рівня тиску більше рівно 60 МПа нержавіюча сталь марки 1.4571, 1.4542;

- для опції 406 (виконання зонд рівня) матеріал кабелю РЕ (поліетилен).

Вихідний сигнал в діапазоні від 4 до 20 мА постійного струму, двопровідний.

Дрейф нуля менше рівний 0,3 % від кінцевого значення.

Температурний гістерезис в межах [10]:

- для діапазонів вимірювання рівня тиску менше 600 мПа: $\leq \pm 1 \%$ від кінцевого значення;

- для діапазонів вимірювання рівня тиску більше 600 мПа: $\leq \pm 0,5 \%$ від кінцевого значення.

Врахування впливу рівня температури навколишнього середовища.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.

9

Для діапазонів 250 та 400 мПа:

- нульова точка: $\leq 0,03$ %/К – нормальна робота, $\leq 0,05$ %/К – максимально;
- діапазон вимірювань: $\leq 0,02$ %/К нормальна робота, $\leq 0,04$ %/К – максимально.

Для діапазонів від 600 мПа:

- нульова точка: $\leq 0,02$ %/К нормальна робота, $\leq 0,04$ %/К – максимально;
- діапазон вимірювань: $\leq 0,02$ %/К нормальна робота, $\leq 0,04$ %/К – максимально.

Відхилення характеристики $\leq 0,5$ % від кінцевого значення (у разі встановлення граничної точки).

Гістерезис $\leq 0,1$ % від кінцевого значення.

Нестабільність за рік $\leq 0,5$ % від кінцевого значення.

Напруга живлення в діапазоні від 11 до 28 В постійного струму (з іскробезпечного кола).

Залишкова пульсація:

- піки напруги не повинні бути меншими або більшими за наведені вище знання;
- максимальний рівень споживаного струму - 45 мА (при напрузі 24 В постійного струму).

Вплив напруги живлення $\leq 0,03$ % від кінцевого значення.

Допустимий рівень температури навколишнього середовища в діапазоні від мінус 40 до +85 °С.

Діапазон температури зберігання від мінус 40 до +85 °С.

Допустимий рівень температура вимірюваного середовища в діапазоні від мінус 40 до +85 °С (або від мінус 40 до +200 °С при розширенні типу 0004).

Результати порівняння давачів представлено в табличному вигляді (див. табл. 1.1).

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.1 – Порівняння характеристик давачів рівня тиску [9-11]

Характеристики	EJX430A	Jumo 404753	Метран 150
Фірма виробник	Yokogawa	JUMO	Метран
Робоче середовище	Рідина, газ та пара	Агресивні та неагресивні гази, пара, пил та рідини	Рідини, нафтопродукти, газ, газові суміші та пара
Діапазон вимірювань, МПа	від 0 до 16	Від 0 до 60	Від 0 до 68
Температура навколишнього середовища, °С	Від мінус 40 до +85	Від мінус 40 до +85	Від мінус 40 до +80
Вихідні сигнали	4-20/HART/BRAIN, Foundation Fieldbus	4-20 мА постійного струму	4-20 мА с HART-протоколом; 0-5 мА
Відносна похибка, %	0,04	0,05	0,075

Обираємо засіб вимірювання рівня тиску типу Метран 150 [11], оскільки він має ж більш поширеним на ринку та відповідає вказаним вимогам до ТП.

Для вимірювання рівня надлишкового тиску будемо використовувати Метран 150CG [12].

Підбір засобу вимірювання рівня температури підшипників

Для вимірювання рівня температури проведемо порівняльний аналіз наступних давачів:

- JUMO 90.1109 [13];
- ТСП Метран-246 [14];
- Sitrans T 7MC-1DB.

Результати порівняння представлено в табличному вигляді (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняння характеристик давачів рівня температури [13-15]

Характеристика	Jumo 90.2109	ТСП Метран-246	Sitranс T 7MC-1DB
----------------	--------------	----------------	-------------------

Фірма виробник	JUMO	Метран	Siemens
Робоче середовище: для вимірювання рівня температури в	Інструментах, твердих тілах, підшипниках ковзання	Поверхнях твердих тіл, малогабаритних підшипників	Для контролю рівня температури підшипників
Тип НСХ	Pt100		
Діапазон вимірювань, °С	Від мінус 50 до +200	Від мінус 50 до +120	Від мінус 50 до +400
Клас допуску	В	С	В

Для вимірювання рівня температури підшипників вибираємо ТСП Метран-246 [14], оскільки він більш поширений на ринку та повністю відповідає встановленим вимогам до ТП.

Підбір засобу вимірювання рівня температури робочого приміщення

Виконаємо порівняльний аналіз давачів кількох фірм. Характеристики представлено в табличному вигляді (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Характеристики давачів вимірювання рівня температури робочого приміщення [16-18]

Характеристика	ТСМУ Метран – 274 [16]	ТХАУ Метран – 271 [17]	ТС 5008 [18]
Призначення	Вимірювання рівня температури агресивних (до яких вимірювальний елемент є корозостійким) та нейтральних середовищ		Вимірювання рівня температури рідких та газоподібних неагресивних середовищ
Діапазон рівня температури, °С	Від 0 до +180	Від мінус 40 до +600	Від мінус 50 до +400
Температура навколишнього середовища, °С	Від мінус 45 до +70	Від мінус 45 до +70	Від мінус 40 до +70
Відносна похибка, %	±0,25	±0,5	±0,25
Діапазон вихідного сигналу	Від 4 до 20 мА		
Міжповірочний інтервал, рік	1		

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

Як видно з таблиці ТХАУ Метран-271 [17] більш поширений на ринку та відповідає встановленим вимогам до ТП, тому обираємо його в якості давача вимірювання рівня температури робочих приміщень.

Підбір давачів рівня вібрації [19-21]

Виконаємо порівняльний аналіз давачів рівня вібрації декількох фірм, характеристики представлено в табличному вигляді (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 - Характеристики давачів вимірювання рівня вібрації [19-21]

Характеристика	ДВСТ-1 [19]	Hauber 640 [20]	MMF RSI 80 [21]
Призначення	Для перетворення в постійний струм середніх значень віброшвидкості в контрольних точках	Для вимірювання вібрації корпусу	Для вимірювання вібрації корпусу
Діапазон віброшвидкості, мм/с	Від 2 до 20	Від 0 до 10	Від 0,2 до 25
Гарантійний термін, рік	2	3	2
Температура навколишнього середовища, °С	Від мінус 40 до + 80	Від мінус 40 до +85	Від мінус 40 до +100
Відносна похибка, %	4	2	2
Діапазон вихідного сигналу	Від 4 до 20 мА		

Обираємо давач рівня вібрації ДВСТ-1 [19] так як він більш поширений на ринку та відповідає встановленим вимогам до ТП.

Підбір сигналізатора загазованості приміщення

Під час вибору комплекту стаціонарного сигналізатора звертають увагу на вимоги які висуваються технічним завданням. Якщо немає певних побажань, зазвичай використовують давачі рівня загазованості типу СТМ-10 [22]. Перевага даних давачів визначена великим терміном експлуатації, невисокою ціною.

Порівняння давачів рівня загазованості представлено в табличному вигляді (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 - Основні характеристика сигналізаторів рівня загазованості

Назва приладу	Діапазон температури навколишнього середовища для давача, °С	Діапазон сигнальних концентратів, %	Час спрацювання сигналізації, с	Термін експлуатації, рік
СТМ-10 [22] («Аналітприлад»)	Від мінус 60 до +50	Від 5 до 50	10	10
ДУГ-24 [23] («Електрон-прилад»)	Від мінус 40 до +50	Від 0 до 100		
ГСМ-05 [24] («Електронна компанія»)	Від мінус 60 до +50	Від 0 до 50		

Як сигналізатор рівня загазованості приміщення вибираємо СТМ-10 [22] так як він більш поширений на ринку та відповідає встановленим вимогам до ТП.

1.3 Постановка завдань для розробки системи керування насосною станцією

- забезпечення функціонування ОК за участю мінімуму людей-операторів;
- зменшення витрат на функціонування СК;
- зменшення випадків виходу з ладу та простою обладнання;
- зменшення загальної кількості аварійних ситуацій;
- зменшення впливу «людського фактора».

1.4 Висновки до першого розділу

Наведено коротку характеристику об'єкта керування насосної станції, виконано розробку необхідної структури системи керування насосною станцією та підбір комплексу технічних засобів нижнього рівня.

Виконано постановку завдань для розробки системи керування насосною станцією.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

2 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ

2.1 Засіб керування та збору даних

Функції контролерних засобів [25-29]

Нині МП техніка впроваджується в усі сфери діяльності людини. І сучасну автоматизацію ТП важко уявити без участі в ній МП засобів. Взяти хоча б ПК, знайомий усім зі шкільної лави. Але ж цей самий ПУ - один з найважливіших програмно-технічних засобів автоматизації ТП.

Є ще один МП пристрій, добре відомий у колі фахівців з автоматизації ТП, - контролер або PLC. Як і ПК, PLC - обов'язковий компонент будь-якої сучасної СК ТП.

PLC отримав свою назву від слова control. Уже з назви стає зрозумілим, що основне призначення даного пристрою - керування. Перша основна сфера застосування PLC (80-ті роки минулого століття) - дискретні СК, в основу функціонування яких покладено логіку. Так з'явилася назва цих пристроїв, що зберіглася до теперішнього часу - PLC.

Слід зазначити, що сучасні PLC далеко пішли у своєму розвитку від ранніх представників даного класу технічних засобів автоматизації ПК. За останні десять років істотно розширилися їхні функції та обчислювальні можливості. Сьогодні PLC здатні розв'язувати завдання з керування складними ОК як у безперервних, так і в дискретних виробництвах.

В ієрархії рівнів АСКТП (автоматизованої системи керування технологічними процесами) PLC займають певний рівень - перший або нижній рівень.

На їхній основі будуються системи автоматичного керування (САК) окремими апаратами, установками або блоками ТП. Функціонування САК відбувається без постійної присутності обслуговуючого персоналу в

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

автоматичному режимі за алгоритмами та програмами, створеними на стадії проєктування СК (ППЗ).

ОК в даній ієрархії представлений вимірювальними перетворювачами (ВимП) різних технологічних параметрів – рівня тиску, рівня речовини, рівня температури, величини витрати тощо, а також виконавчими пристроями (ВП) - регулювальними клапанами, кранами, засувками. За допомогою таких технічних засобів САК виконують збір необхідних даних, що характеризують стан ОК, і реалізують керуючі впливи на ОК з метою забезпечення заданих (економічно доцільних) режимів його функціонування.

Рівень оперативно-виробничої служби (ОВС) - другий або верхній рівень АСКТП - реалізує оперативне та режимне керування ТП. Основні складові даного рівня - оперативний персонал (диспетчери, оператори, фахівці) і програмно-технічні засоби. До їх числа, насамперед, належать ПК, на базі яких створюються автоматизовані робочі місця (АРМ) диспетчерів, операторів і фахівців, і сервери баз даних, в основу функціонування яких покладено ППЗ. Присутність оперативного персоналу на цьому рівні й визначила саму назву системи - АСКТП. Поняття «автоматизована» за визначенням передбачає участь людини в керуванні ТП. Таким чином, АСКТП - це людино-машинна система [25-29].

У невеликих СК локальні PLC можуть безпосередньо мережею взаємодіяти із сервером та АРМ (без інтерфейсного PLC). Але є досить велика кількість проєктів АСКТП, що передбачають у своїй структурі інтерфейсні контролери (так звані концентратори) [1-4].

Залежно від завдань, які вирішує СК, PLC здатні виконувати широкий набір функцій. До основних (базових) функцій PLC відносять:

- збір і первинну обробку інформації про параметри ТП і стан обладнання;
- архівування технологічної та допоміжної інформації;
- автоматична обробка отриманої технологічної інформації;
- формування керуючих впливів - дискретне керування та регулювання;

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

- виконання команд з пункту керування оператора;
- самодіагностика PLC;
- обмін інформацією з верхнім рівнем керування.

Функція «Збір і первинна обробка даних» передбачає:

- циклічне опитування пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО);
- аналогово-цифрове перетворення (АЦП) сигналів;
- первинну обробку сигналів для компенсації впливу перешкод (так звана фільтрація сигналів);
- визначення достовірності інформації за відхиленнями сигналів давачів за межі діапазону вимірювання.

Функція «Архівування технологічних та допоміжних даних» забезпечує запис і зберігання в пам'яті PLC технологічних даних і даних, що забезпечують заданий режим роботи технологічного обладнання. Дана функція також забезпечує збереження інформації в разі виникнення відмов технічних засобів або зникнення живлення.

Реалізація функції «Автоматичне опрацювання технологічних даних, формування впливів керування» передбачає дискретне керування відповідно до розроблених алгоритмів керування, створених на етапі проєктування СК, і регулювання (стабілізація технологічних параметрів на заданому рівні) за стандартними (П, ПІ, ПІД) або спеціалізованими алгоритмами керування.

Функція «Виконання команд з пункту керування» забезпечує можливість втручання оперативного персоналу в автоматичне керування ТП. При цьому оперативний персонал може здійснювати пуск, вимкнення, перемикання технологічного обладнання, а також виконувати режимне керування ТП - задавати уставки регулювання, рівні спрацьовування сигналізацій чи блокувань, алгоритмів автоматичного введення резервного обладнання тощо.

Функція «Самодіагностика PLC» містить у собі перевірку працездатності як технічних, так і програмних засобів PLC з оповіщенням оперативного персоналу.

Функція «Обмін даними» є однією з найважливіших функцій PLC. Дана функція виконується в автоматичному режимі і реалізується спеціалізованими засобами PLC з використанням протоколів прийому/передачі отриманих даних.

Підбір PLC

Для реалізації середнього рівня можливо використати наступні PLC [30-32]:

- Simatic S7-300 [30];
- I-8810 [31];
- CompactLogix [32].

Для вибору PLC виконаємо порівняння та представимо його в табличному вигляді (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Порівняльна таблиця PLC для середнього рівня СК [30-32]

Параметри обладнання	Simatic S7-300 [30]	I-8810 [31]	CompactLogix [32]
Фірма виробник	Siemens	ICPDAS	Allen-Bradley
Максимальна кількість входів/виходів: A/D	4096/65536	Необмежено	1024 (сумарно)
Комутаційні можливості	MPI, Profibus Industrial Ethernet/PROFINET, AS-i, BACnet, MODBUS TCP	RS232, RS485	Ethernet/IP, DeviceNet, DH-485
Модулі розрішення	Великий вибір модулів вводу/виводу, спеціалізованих модулів		Не більше 30 модулів вводу/виводу
Мови програмування	STL, LAD, FBD	C++	Ladder, FBD, SFC, ST

Логічний контролер фірми ICP DAS має найнижчу вартість, більш поширений на ринку та відповідає встановленим вимогам до ТП тому вибираємо PLC I-8810 [31].

Підбір конфігурації PLC I-8810 [31]

У СК здійснюється введення і виведення наступних типів сигналів:

- аналогових вхідних сигналів (AI) - 53 (з них 20 сигналів термоопорів);
- дискретних вхідних сигналів (DI) - 17;
- дискретних вихідних сигналів (DQ) - 26.

Для опитування 20 аналогових вхідних сигналів термоопорів необхідно використати три спеціальні 7-канальні модулі I-87015 [33].

Для опитування 33 аналогових вхідних сигналів з урахуванням запасу необхідно використати два спеціальні 16-канальні модулі I-8017HS [34] і один спеціальний 8-канальний модуль I-8017H [35].

Для опитування 17 дискретних вхідних сигналів з урахуванням запасу необхідно використати один спеціальний 32-канальний модуль I-8040 [36].

Для формування 26 дискретних вихідних сигналів з урахуванням запасу необхідно використати один спеціальний 32-канальний модуль I-8041 [37].

Кількість резервних входів/виходів представлено в табличному вигляді (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Загальна кількість резервних входів/виходів

Модуль	Кількість входів/виходів на модулі	Кількість модулів	Загальна кількість входів/виходів	Необхідна кількість входів/виходів	Резерв
I-87015 [33]	7	3	21	20	1
I-8017 [34]	8	1	32+8=40	33	7
I-8017HS [35]	16	2			
I-8040 [36]	по 32	1	по 32	17	15
I-8041 [37]		1		26	6

Для живлення PLC і спеціальних модулів необхідно буде використовувати зовнішній блок живлення.

PLC споживає 5,1 Вт, вбудоване джерело живлення споживає 20 Вт. Необхідне джерело живлення з вихідною потужністю понад 25,1 Вт. Тому вибираємо блок живлення ACE-540A [38] тієї ж фірми з вихідною потужністю 48 Вт. Характеристики блока живлення представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики блоку живлення ACE-540A [38]

Характеристика	Значення
Вхід	
Тип вхідної напруги	Змінний струм
Діапазон амплітуди напруги, В	Від 85 до 264
Діапазон частоти, Гц	Від 47 до 62
Сила струму споживання, А	0,6 (при 230 В)
Вихід	
Тип вихідної напруги	Змінний струм
Рівень вихідної напруги, В	24
Вихідна потужність, Вт	48
Максимальне навантаження по силі струму, А	2
Загальні характеристики	
Час напрацювання на відмову, год	396220
Діапазон температур навколишнього середовища, °С	Від мінус 20 до +70

Отже, необхідно зібрати наступну конфігурацію PLC [31]:

- три спеціальні 7-канальні модулі введення сигналів термоопору I-87015 [33];
- один спеціальний 8-канальний модуль аналогового введення I-8017H [34];
- два спеціальні 16-канальні модулі аналогового введення I-8017HS [35];
- один спеціальний 32-канальний модуль дискретного введення I-8040 [36];
- один спеціальний 32-канальний модуль дискретного виведення I-8041 [37].

2.2 Розробка алгоритмів роботи автоматизованої системи керування насосною установкою

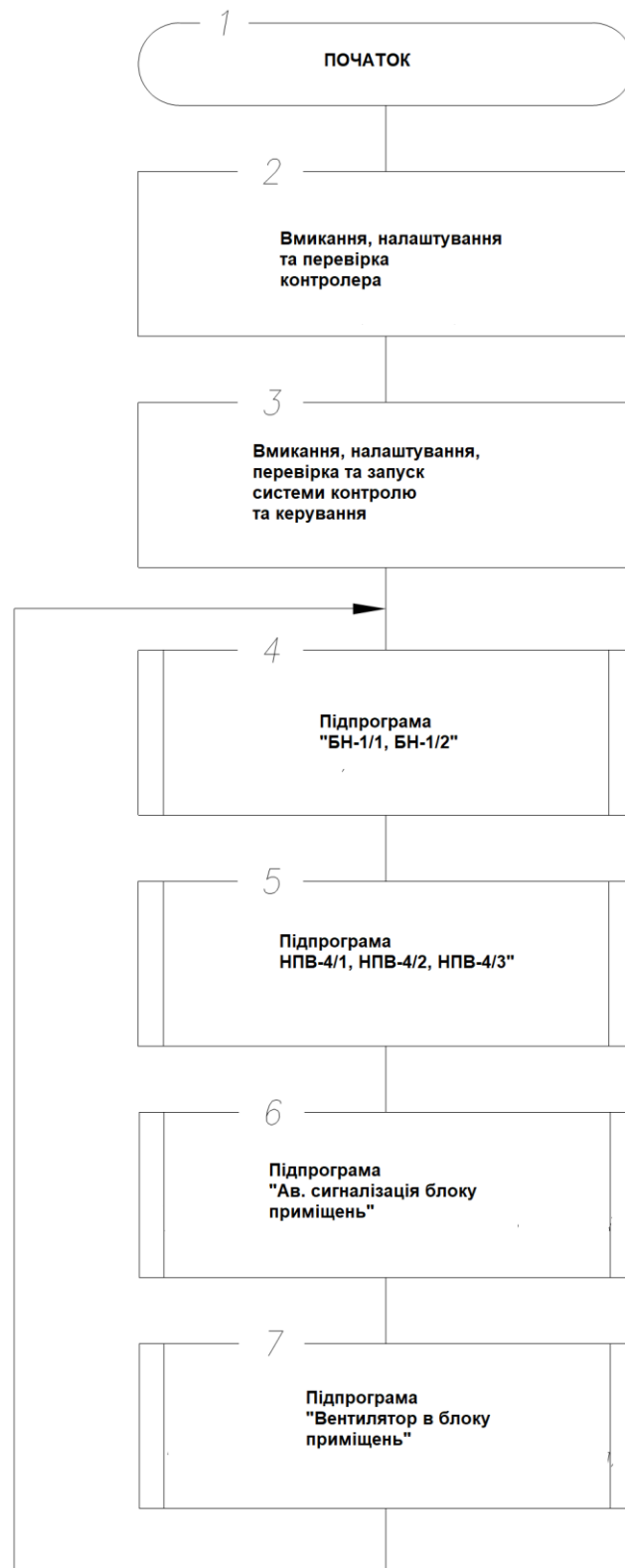


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд алгоритму основної програми

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.

22

Детальний опис логіки алгоритму контролю параметрів та керування насоса зовнішнього відкачування нафти типу БН-1/1

Програма контролю та керування вимірювальною апаратурою насоса БН-1/1 починається із запиту зміни уставок керування. Людина-оператор виконує переналаштування параметрів керування з АРМ оператора.

Програма контролю і керування містить блок технологічних захистів, блок блокувань, блок керування та блок індикації.

Блок технологічних захистів містить контроль виникнення пожежі, другого порога загазованості, вібрації підшипників, рівня тиску на прийомі та викиді насоса, рівня температури підшипників насоса і електродвигуна. У разі виходу будь-якого параметра за межі уставок відбувається екстрена зупинка НА БН-1/1 і встановлення відмітки «Аварія БН-1/1».

Блок блокувань містить контроль першого порога загазованості, рівня температури підшипників насоса і електродвигуна. У разі виходу параметрів за межі уставок відбувається блокування повторного запуску НА БН-1/1.

Блок керування містить алгоритм керування НА, який залежить від режимів роботи. Алгоритм керування НА починається з опитування відмітки «Аварія БН-1/1». Якщо відмітка встановлена, то видається команда «Немає готовності до пуску» та блок контролю на цьому закінчується. В іншому разі проводиться опитування відмітки «Блокування пуску». Якщо відмітка встановлена, то команда «Готовність до пуску» не видається. У разі знятої відмітки «Блокування пуску» і робочого рівня тиску на прийомі насоса видається команда «Готовність пуску» [1-4].

При натиснутій дистанційній кнопці «Стоп» на АРМі людини-оператора проводиться зупинка НА БН-1/1. У разі натискання на місці кнопки «Стоп» на АРМі людини-оператора також відбувається зупинка НА БН-1/1.

Пуск НА можливий тільки за місцем за наявності дозвільного сигналу «Готовність до пуску», який генерує система автоматики [1-4].

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		23

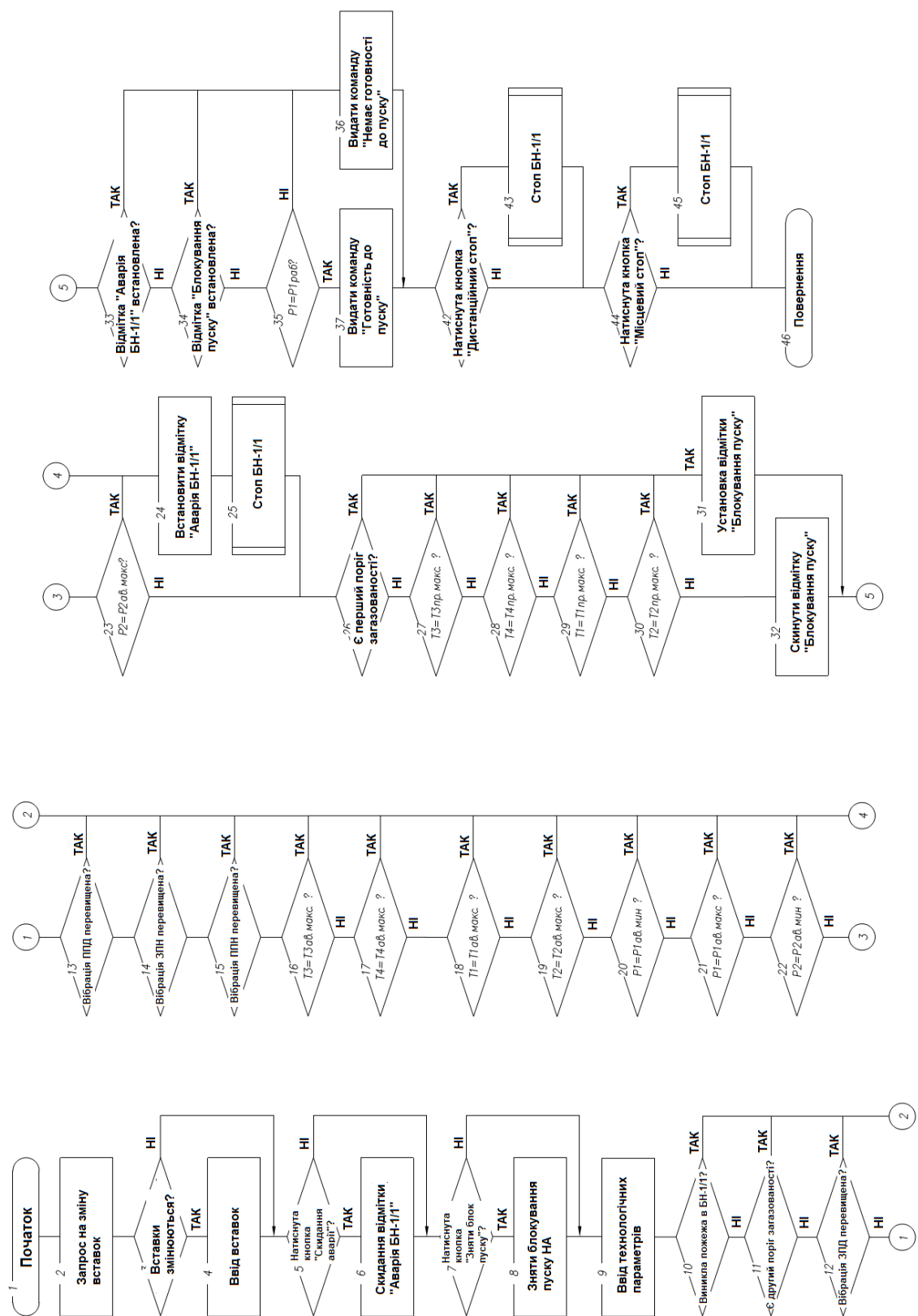


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд алгоритму контролю та керування НА БН-

Блок індикації містить контроль ВАП, НАП, ВПП, НПП технологічних параметрів НА БН-1/1.

Опис логіки алгоритму контролю та керування НПВ-4/1

Програма контролю і керування вимірювальною апаратурою насоса НПВ-4/1 починається із запиту зміни уставок керування. Людина-оператор здійснює переналаштування параметрів керування з АРМ оператора.

Програма контролю і керування містить в своїй структурі блок технологічних захистів, блок блокувань, блок керування і блок індикації.

Блок технологічних захистів містить контроль виникнення пожежі, рівня температури підшипників насоса і електродвигуна, вібрації підшипників, рівня тиску на прийомі та викиді насоса. У разі виходу будь-якого параметра за межі уставок відбувається зупинка насоса НПВ-4/1 і встановлення відмітки «Аварія НПВ-4/1».

Блок блокувань містить контроль рівня температури підшипників насоса і електродвигуна. У разі виходу будь-якого параметра за межі уставок проводиться блокування повторного пуску насоса НПВ-4/1.

Блок керування містить у собі алгоритм керування насосом, залежно від режимів роботи. Алгоритм керування насоса починається з опитування відмітки «Аварія НПВ-4/1». Якщо відмітку встановлено, то видається команда «Немає готовності до пуску» і блок контролю на цьому закінчується. В іншому разі проводиться опитування відмітки «Блокування пуску». Якщо відмітку встановлено, то команда «Готовність до пуску» не видається. У разі знятої відмітки «Блокування пуску» і робочого тиску на прийомі насоса, видається команда «Готовність пуску».

При натиснутій дистанційній кнопці «Стоп» на АРМі людини-оператора проводиться зупинка НА НПВ-4/1.

Пуск НА можливий тільки за місцем за наявності дозвільного сигналу «Готовність до пуску», який генерує система автоматики [1-4].

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

Блок індикації містить контроль ВАП, НАП, ВПП, НПП технологічних параметрів НА НПВ-4/1.

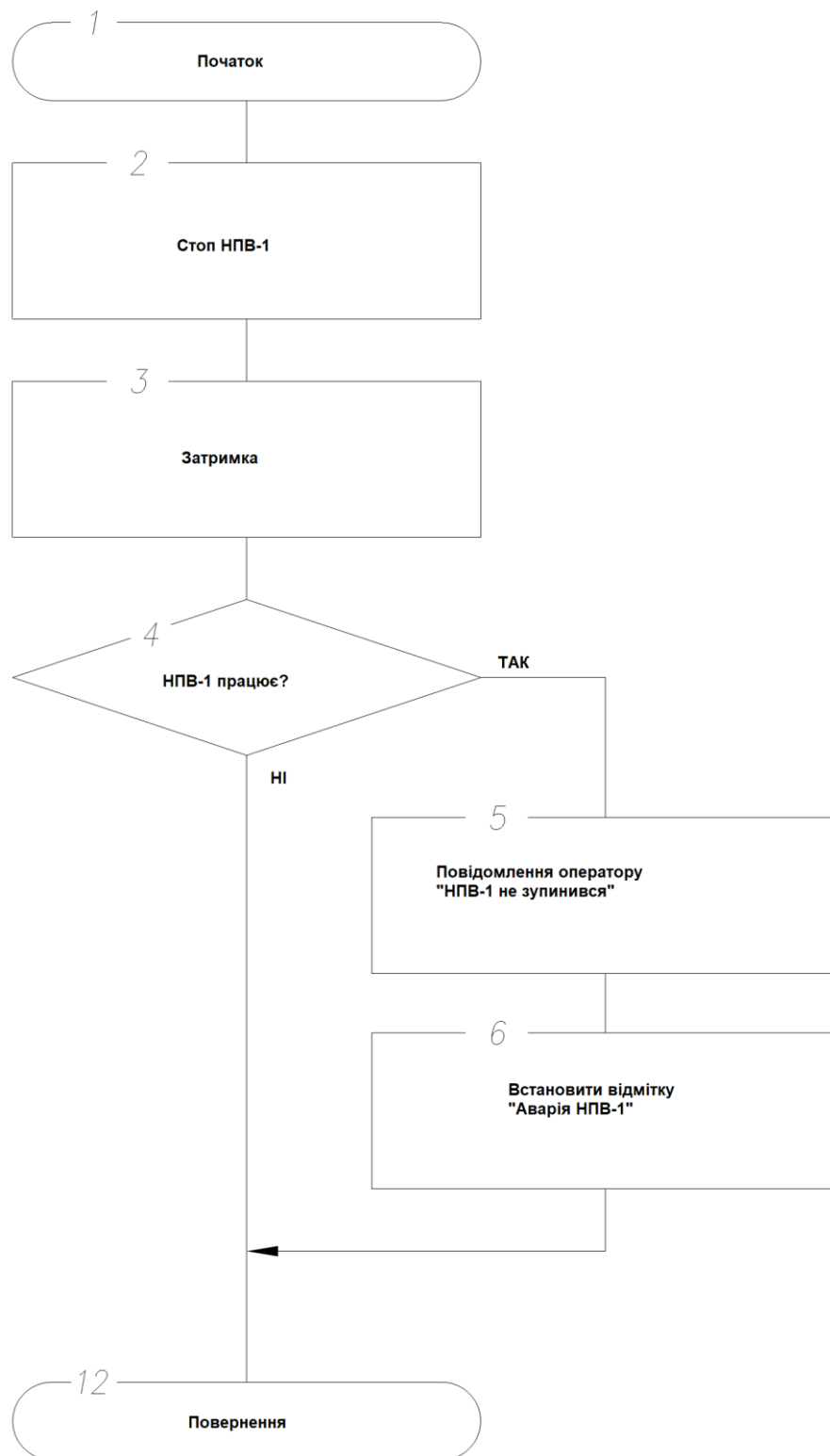


Рисунок 2.3 – Алгоритм зупинки насосного агрегату

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
26

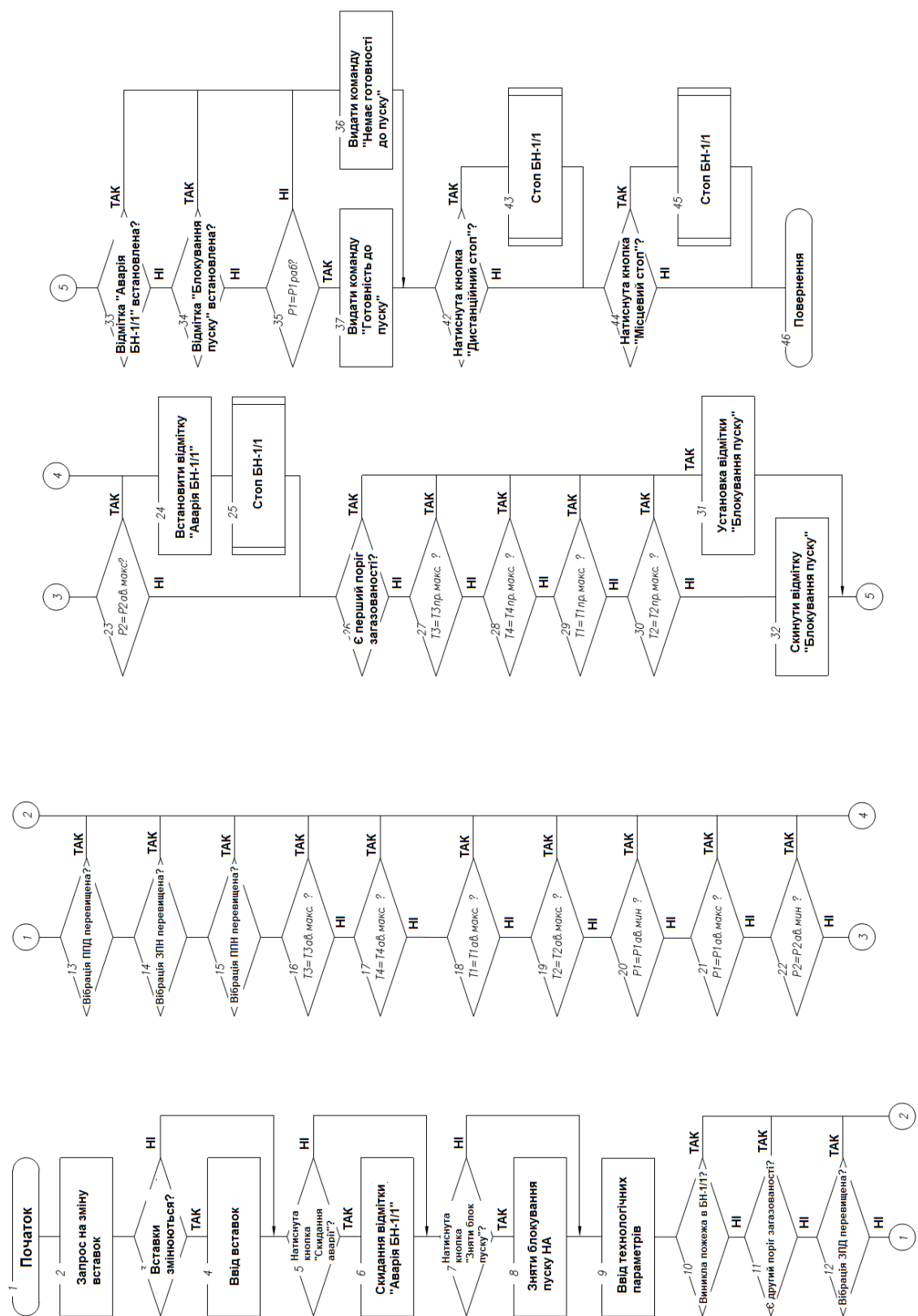


Рисунок 2.4 - Загальний вигляд алгоритму контролю та керування ПНВ-4

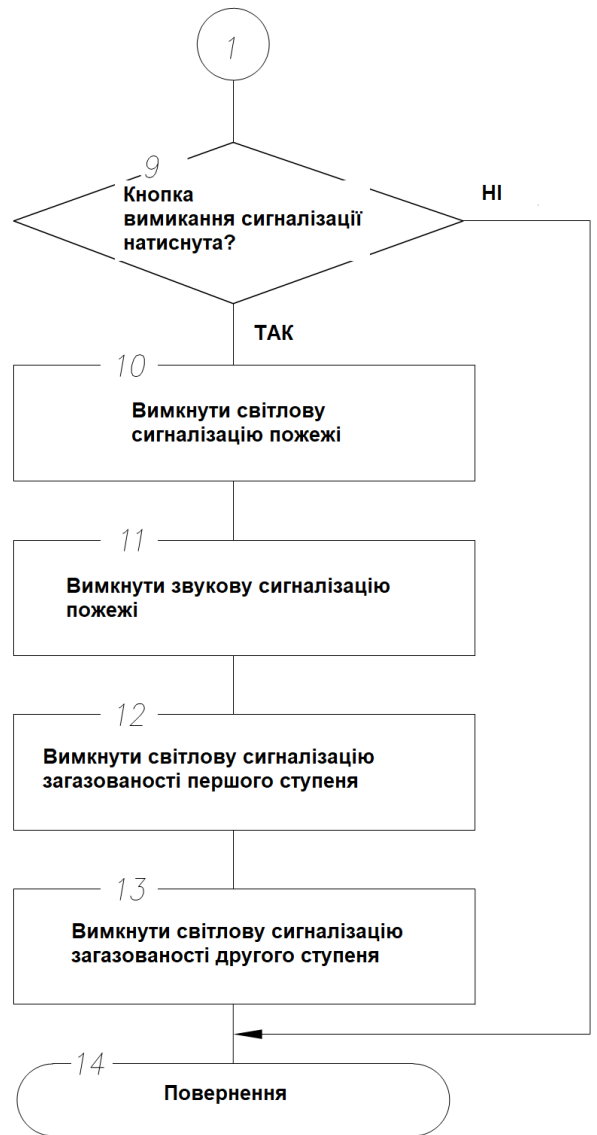
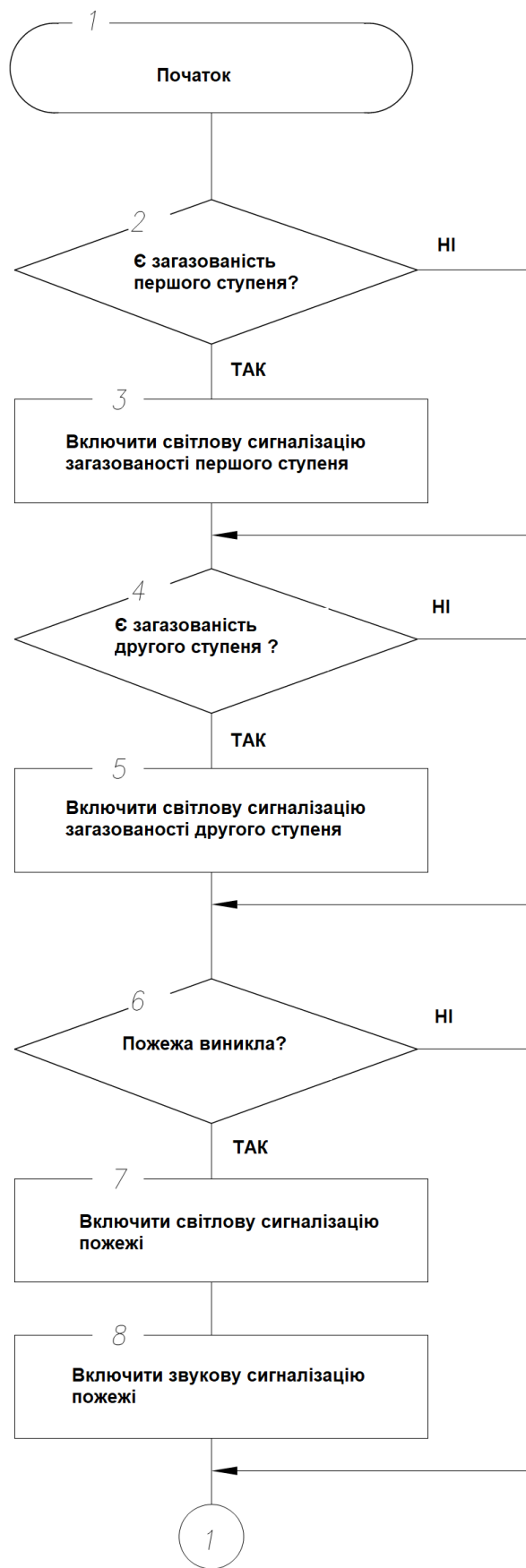


Рисунок 2.5 – Алгоритм керування звуковою та світловою сигналізацією

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
28

Усі події та параметри ТП фіксуються в базі даних, які потім можна переглянути в журналі подій та тривог та графіках технологічних параметрів за будь-який проміжок часу.

Алгоритм контролю параметрів та керування технологічним обладнанням насоса НПВ-4/1 (аналогічно для НПВ-4/2, НПВ-4/3) наведено на рисунку 2.4.

Опис логіки алгоритму керування аварійною сигналізацією блокових приміщень

Програма контролю та керування аварійною сигналізацією починається із контролю рівня загазованості в робочому приміщенні. У разі виникнення сигналу про загазованість першого ступеня видається команда на ввімкнення світлової сигналізації.

У разі виникнення сигналу про загазованість другого ступеня видається команда на ввімкнення світлової сигналізації загазованості другого ступеня.

Потім проводиться контроль наявності пожежі в робочому приміщенні. У разі виникнення сигналу про пожежу видається команда на ввімкнення світлової та звукової сигналізації пожежі. Звуковий сигнал буде безперервний.

Зняття сигналізації здійснюється за допомогою використання кнопки «Зняття сигналізації».

Алгоритм керування аварійною сигналізацією блокових приміщень наведено на рисунку 2.5.

Опис логіки алгоритму контролю параметрів та керування витяжним вентилятором

Керування витяжним вентилятором (ВВ) виконується у двох режимах [1-4]:

- автоматичному;
- місцевому.

На верхньому рівні АРМ людини-оператора мають відобразитися наступні стани ВВ:

- увімкнений/вимкнений;

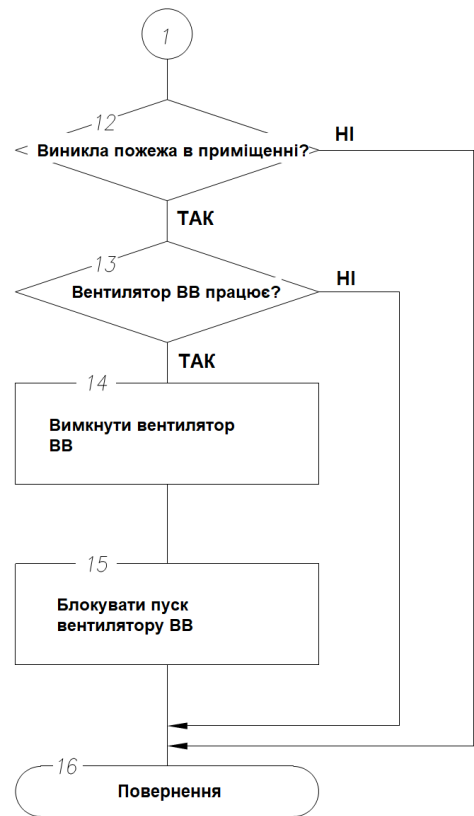
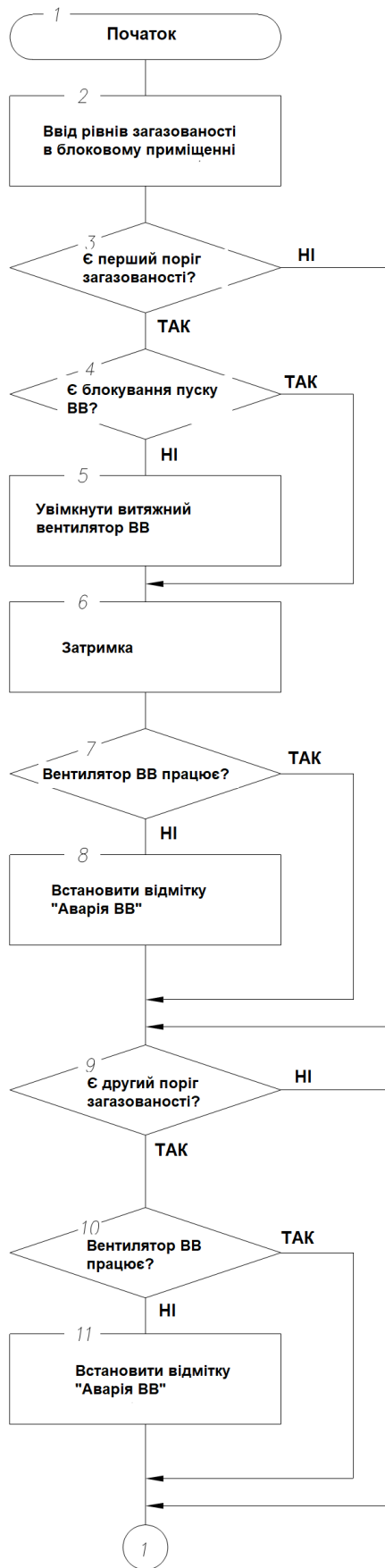


Рисунок 2.6 – Алгоритм керування ВВ

- несправність - не увімкнувся;

- несправність - не вимкнувся.

На початку роботи алгоритму відбувається опитування входів PLC на наявність сигналів рівня загазованості та виникнення пожежі в блоці.

У місцевому режимі керування увімкнення/вимкнення ВВ відбувається кнопкою за місцем [1-4].

ВВ автоматично вмикається в разі надходження на PLC сигналу про загазованість першого ступеня, і вимикається в разі загазованості другого ступеня та сигналу про виникнення пожежі незалежно від режиму керування.

Якщо після подавання команди на увімкнення ВВ у місцевому або в автоматичному режимі ВВ не увімкнувся, то виставляється відмітка «Несправність - не увімкнувся». Після підтвердження даної події оператором, ця відмітка має зніматися.

Якщо після подавання команди на вимкнення ВВ у місцевому або в автоматичному режимі ВВ не вимкнувся, то виставляється відмітка «Несправність - не вимкнувся». Після підтвердження даної події оператором, ця відмітка має зніматися.

Алгоритм керування ВВ представлений на рисунку 2.6 [1-4].

2.3 Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця

Для розробки ППЗ АРМ ми розглянули наступні програмні продукти:

- InTouch 10.1.0 [39];

- Trace Mode 7 [40];

- CitectSCADA 7.1 [41].

Trace mode 7 [40] складається з інструментальної системи (інтегрованого середовища розробки) та з набору ВМ.

За допомогою виконавчих модулів Trace mode® [40] проект АСК запускається на виконання в реальному часі. Trace mode [40] дає змогу створювати проект одразу для кількох виконавчих модулів - вузлів проекту.

Інструментальна система включає повний набір засобів розробки АСКТП, а саме засоби розроблення [1-4]:

- людино-машинний інтерфейс (SCADA/HMI);
- розподілених систем керування (PCU);
- промислової бази даних реального часу;
- програм для промислових контролерів (наприклад, SOFTLOGIC), а також засоби управління бізнес-процесами виробництва (АСУП):

- СК основними фондами і технічним обслуговуванням обладнання (EAM);
- систем управління людиною персоналом (HRM);
- систем керування виробництвом (MES).

ВМ для АСКТП та АСУП відрізняються. Модулі для АСКТП (клас SOFTLOGIC та SCADA/HMI) входять до комплексу Trace mode [40], а виконавчі модулі для АСУП (клас EAM, HRM, MES) - до комплексу T-FACTORY.exe™ [42].

Разом Trace mode [40] і T-FACTORY™ [42] дають рішення для комплексного керування в реальному часі ТП та виробничим бізнесом, утворюючи інтегровану платформу для керування виробництвом.

Trace mode [40] зручна та проста у використанні. Проте, архітектура системи дозволяє створювати великі АСК корпоративного рівня з десятками тисяч сигналів.

Основні переваги Trace Mode [40]:

- підтримка близько 2 тисяч контролерів та плат вводу/виводу;
- підтримка керування нечіткої логіки;
- понад 150 алгоритмів обробки даних і керування;
- понад тисячу графічних зображень;

- висока надійність;
- багатоплатформеність.

Серед спеціальних технологій та особливостей, що підвищують продуктивність праці розробників:

- єдина база даних розподіленого проєкту;
- принцип автопобудови проєкту;
- великі бібліотеки для драйверів, графічних об'єктів та алгоритмів;
- вбудована система гарячого резервування;
- потужні засоби налагодження;
- власний генератор звітів;
- промислова база даних реального часу SIAD/SQL [40, 42].

Технологія інтегрованої розробки АСКТП об'єднує програмування як операторського інтерфейсу, так і PLC.

Інструментальна система складається з наступних редакторів:

- редактор бази каналів - використовується для розроблення структури проєкту, а також містить математичні основи опрацювання даних і керування (розподілена база реального часу):

- 1) описуються вхідні, вихідні сигнали, їхній зв'язок із ПЗД і керування;
- 2) налаштовуються інформаційні потоки між ними;
- 3) описуються конфігурації всіх робочих станцій, PLC;
- 4) налаштовуються закони первинної обробки даних, технологічні межі;
- 5) здійснюється налаштування архівування та мережевого обміну тощо;

- редактор подання даних (РПД) - використовуються для розробки графічної складової проєкту:

- 1) динамічні форми відображення та керування накладаються на статистику;
- 2) створення статичних малюнків ТП;
- 3) редактор шаблонів.

- редактор шаблонів - використовується для розробки шаблонів документів. Крім того, в інтегроване середовище розробки Trace mode® [40] вбудовані:

- 1) редактор програм;
- 2) редактор персоналу (HRM);
- 3) редактор паспортів обладнання (EAM);
- 4) побудовник зв'язків із СУБД;
- 5) редактор матеріальних ресурсів (MES).

InTouch 10.1.0 [39] - це пакет потужних та досить гнучких засобів розроблення НМІ для створення АСК ТП дискретних та безперервних виробництв, розподілених СК, диспетчерського управління та збирання реальних даних (наприклад, SCADA) та інших галузей промислового застосування. InTouch 10.1.0 [39] – один із найпопулярніший у світі НМІ-пакет. Він дає змогу стежити за роботою підприємства, спостерігаючи за процесами, графічно відображеними на НМІ у реальному масштабі часу.

Застосування програмного середовища InTouch 10.1.0 [39] фірми Wonderware дає змогу вирішувати наступні основні завдання:

- збір сигналів, що визначають стан виробничого процесу в реальний момент часу (рівень температури, рівень тиску, положення тощо) з промислової апаратури (PLC, давачі тощо);

- графічне відображення зібраних даних на екрані ПК в зручній для людини-оператора формі (на сигнальних пристроях, мнемосхемах, у вигляді текстових повідомлень, індикаторах тощо);

- автоматичний моніторинг за станом контрольованих параметрів, генерація сигналів тривоги, видача необхідних повідомлень людини-оператору в графічній та текстовій формі в разі виходу значень параметрів за границі заданого діапазону;

- виведення (автоматично або за командою людини-оператора) керуючих впливів за допомогою PLC на ВМ для регулювання безперервних або

дискретних ТП, подача повідомлень персоналу на спеціальне інформаційне табло;

- автоматичне ведення журналів подій чи списку аварійних повідомлень, в яких реєструється зміна контрольованих параметрів і настання аварійних ситуацій;

- контроль дій людини-оператора шляхом реєстрації його в системі за допомогою імені та пароля, і призначення оператору певних прав доступу, що обмежують можливості людини-оператора (якщо це необхідно) з керування виробничим ТП;

- створення та зберігання звітних документів.

WindowMaker [43] - це програмне середовище розробки, в якому для створення діалогових вікон використовується, так звана, об'єктно-орієнтована графіка. У даному середовищі створюються мнемосхеми, визначаються і прив'язуються до апаратних засобів вхідні та вихідні параметри та сигнали, розробляються алгоритми візуалізації, призначаються права користувачів ППЗ АСКТП.

Розроблене ППЗ функціонує в середовищі виконання InTouch 10.1.0 [39] WindowViewer. WindowViewer [44] виконує реєстрацію користувачів і створення необхідних звітів за контрольованими параметрами пристроїв ТП і за виникаючими аварійними повідомленнями.

Обмежений варіант WindowViewer – FactoryFocus [39] використовується лише для перегляду виведеної технологічної інформації. FactoryFocus [39] дає змогу користувачеві ППЗ АСКТП тільки спостерігати за перебігом ТП у масштабі реального часу. При цьому користувач не буде мати права встановлювати жодні керуючі впливи на контрольовані пристрої ТП.

Таке розмежування прав користувачів дає змогу запобігти несанкціонованій зміні ППЗ, не визначеній порядком роботи АСКТП.

Основні властивості ППЗ АСКТП, виконаного в програмному середовищі InTouch 10.1.0 [39], наступні:

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- легкість використання та необмежені можливості для подальшого розроблення ППЗ (необмежена складність алгоритмів, будь-яке число мнемосхем, тощо);
- використання базових протоколів обміну даними (DDE, TCP/IP, OPC та ін.);
- архітектура клієнт-сервер для ефективної роботи в загальній мережі;
- база даних архівується лише на сервері, немає необхідності копіювати її на клієнтські станції;
- висока швидкість роботи завдяки механізму, що динамічно змінює швидкість зчитування вхідних сигналів (зчитування відбувається тільки при зміні значення контрольованого параметра);
- відкритість - можна додавати і застосовувати готові компоненти інших фірм через підтримку технологій ActiveX і OPC [39];
- можливість інтеграції з іншими програмними пакетами фірми Wonderware [39] і легкий обмін даними з популярними програмними пакетами для операційної системи Windows [45], наприклад, Microsoft Excel, Microsoft Access, Microsoft Visual Basic тощо;
- можливість створення власних бібліотек алгоритмів;
- багатозадачний режим функціонування (багатопотокове виконання користувачьких алгоритмів);
- автоматичний контроль якості сигналів, що надходять з датчиків і PLC;
- засоби мережевої розробки - оновлення додатків на робочих станціях відбувається автоматично через копіювання змін зі станції розробки;
- можливість роботи з 64 тисячами сигналів та параметрів (перемінних);
- розподілена система відстеження та реєстрації аварійних ситуацій одночасно підтримує безліч серверів (так званих «провайдерів») аварійних ситуацій, що дає змогу операторам бачити інформацію про аварії в багатьох віддалених місцях синхронно.

Порівняння засобів розробки представимо в табличному вигляді (табл. 2.4).

Як видно з таблиці 2.4, кожен програмний продукт має власні переваги та недоліки. Підсумкова вартість проєкту, розробленого в Trace Mode [40], найнижча. Крім того дане середовище розробки існує в безкоштовному варіанті, що дає змогу ознайомитися з можливостями пакета повною мірою. Тому для розробки програмного забезпечення АРМ будемо застосовувати програмний продукт Trace Mode 7 [40].

Таблиця 2.4 – Порівняння засобів розробки

Параметр порівняння	TraceMode 7 [40]	InTouch 10.1.0 [39]	CitectSCADA 7.1 [41]
Вимоги	1,6 ГГц, 512Мб, 1,5Gb на диску	400Mhz, 256 Мб RAM, 2 Gb на диску	1 ГГц, 500 Мб RAM, 80 Gb на диску
Операційна система	Microsoft Windows		
Звіти	Є можливість		
Мови програмування	Алгоритми керування на мовах міжнародного стандарту ІЕС 61131-3	Сценарії QuickScripts	Мова CiCode (більше як 1000 функцій). Можливе використання CitectVBA
Тривоги	СК тривогами, пріоритети тривоги	Відображення сигналів тривоги і випадків	Відображення із звуковим супроводом та анімацією
Масштабованість	до 64000 крапок	від 1 до 1 млн. вводів/виводів	Необмежена кількість
Допомога	Можлива допомога на різних мовах		
Тренди	Тренди в режимі реального часу + зберігання в необмеженій кількості	Є можливість	Тренди з декількома перемінними, від 10мс до декількох годин

Параметр порівняння	TraceMode 7 [40]	InTouch 10.1.0 [39]	CitectSCADA 7.1 [41]
Мнемосхеми	Більше як 600 анімацій; Більше 1000 графічних зображень;	Symbol Factory - покращена графічна бібліотека та SmartSymbols - бібліотека графічних символів	Лінії, прості фігури, зображення, технічне обладнання
Створення резервних копій	Системи телемеханіки та резервовані АСКТП	Є можливість	Вбудоване резервування, мережеві з'єднання та зв'язки

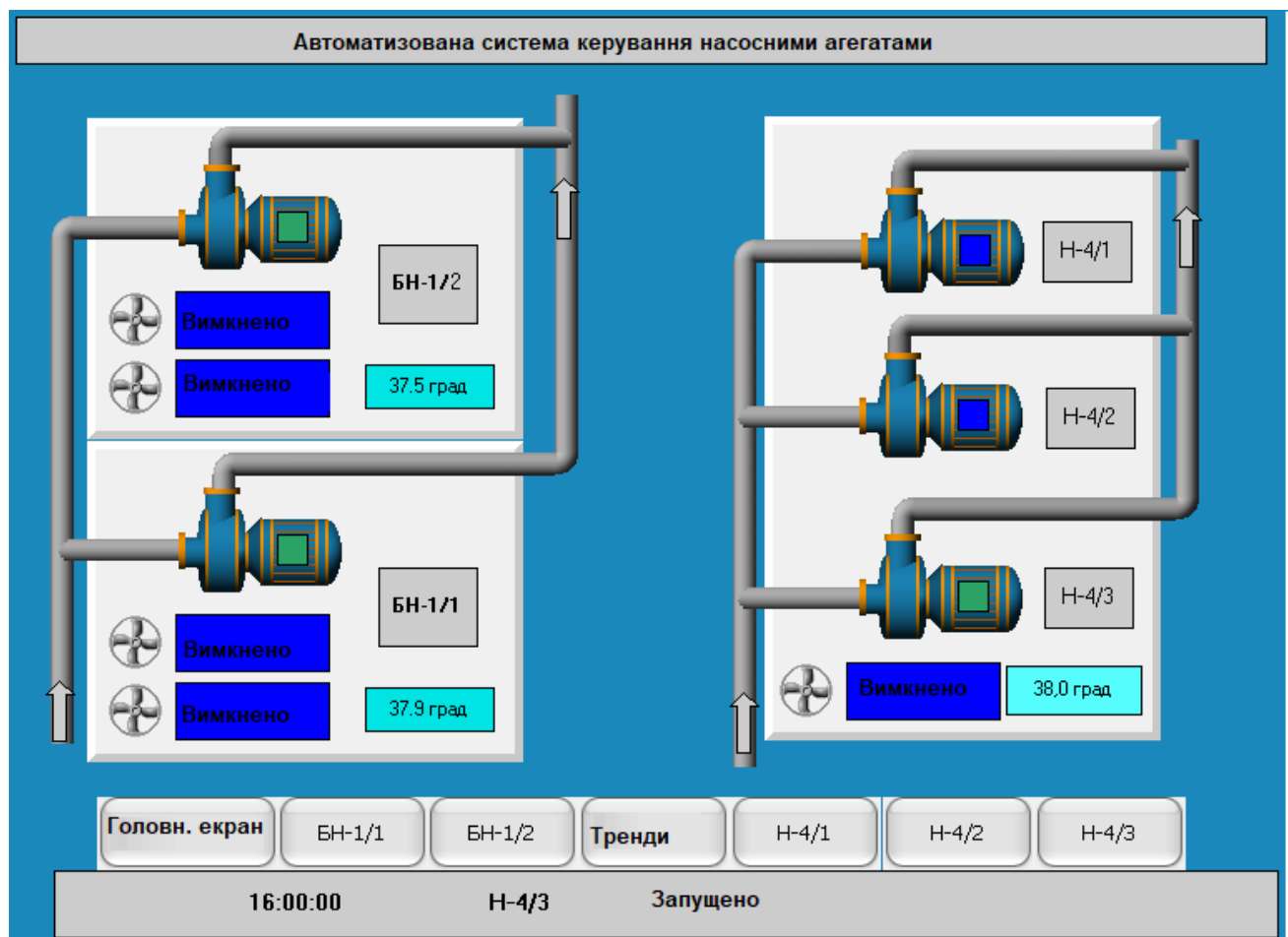


Рисунок 2.7 – Загальний вигляд головного НМІ керування насосними агрегатами

Розробка НМІ для керування ТП

Було розроблено наступні НМІ для ТП:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
38

- головний НМІ для ТП;
- НМІ для керування насосними агрегатами;
- НМІ трендів.

На рисунку 2.7 представлено головний НМІ.

На даному НМІ відображається: - загальний стан НА; - стан ВВ; - рівень температури в насосних приміщеннях.

Внизу НМІ відображаються реальні події [40].

З головного НМІ можливо виконати перехід на НМІ окремого НА або НМІ трендів.

У разі перевищення одного з ступенів загазованості у відповідному робочому приміщенні з'являється сигнал аварії, рядок стану забарвлюється в червоний колір і виводиться відповідне повідомлення, як представлено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд НМІ при перевищенні ступеня загазованості приміщення

У разі виникнення пожежі відповідне робоче приміщення змінює колір на червоний, з'являється сигнал пожежі, рядок стану забарвлюється в червоний колір і виводиться відповідне повідомлення, як представлено на рисунку 2.9.

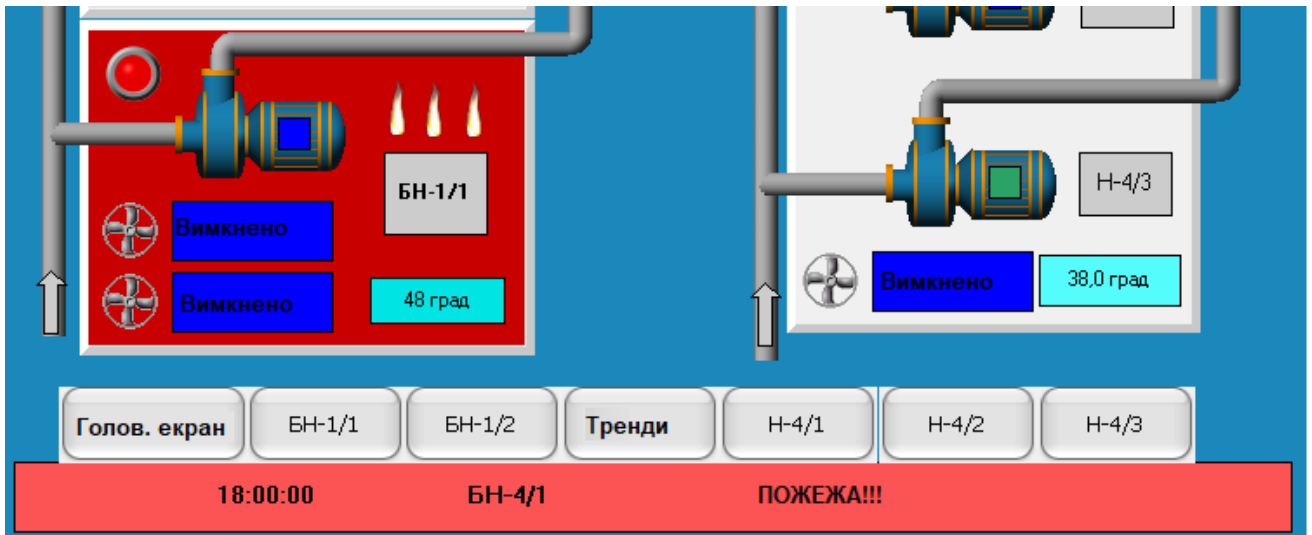


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд НМІ при виникненні пожежі в робочому приміщенні

На рисунку 2.10 представлено НМІ НА.

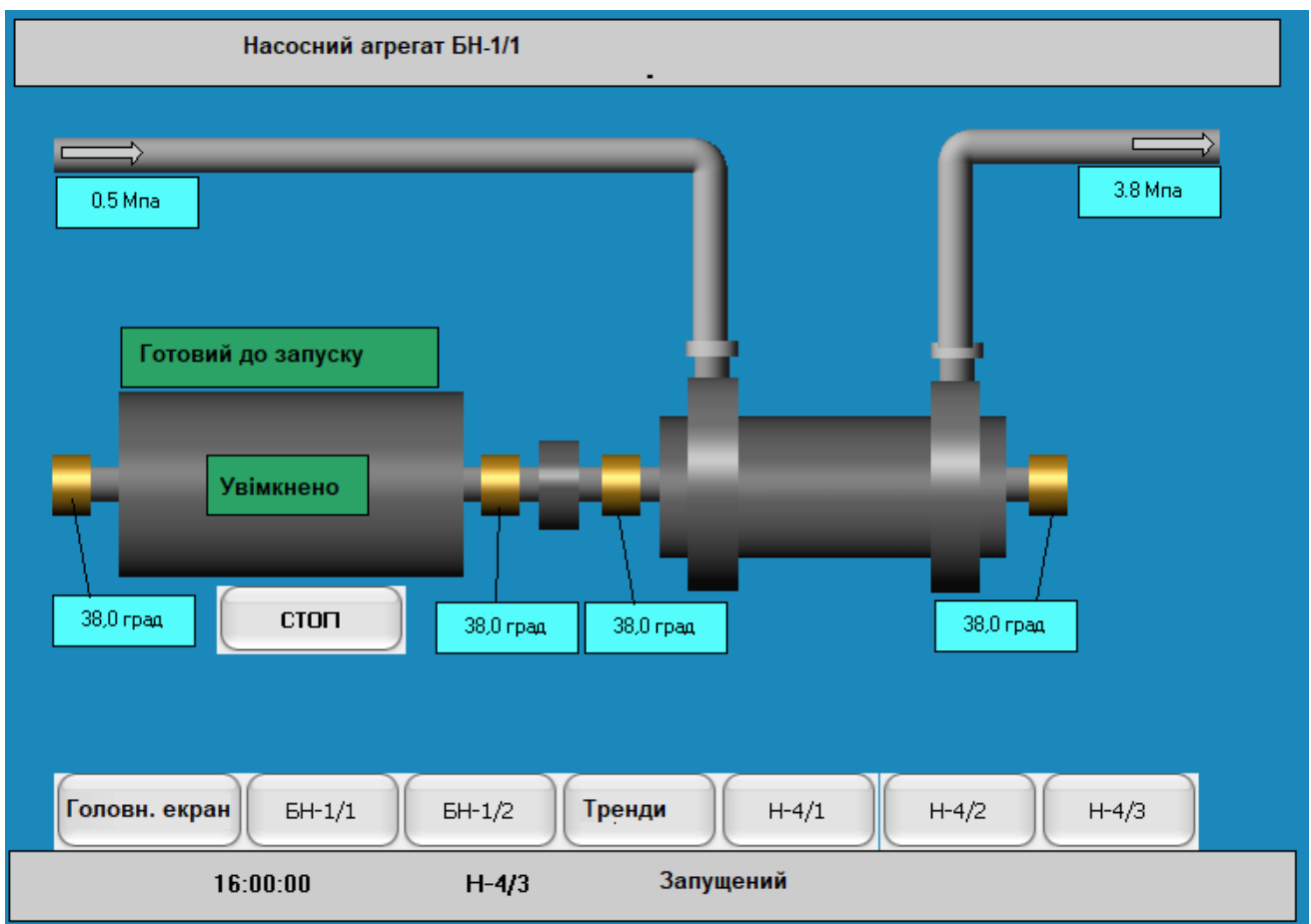


Рисунок 2.10 – Загальний вигляд НМІ керування насосним агрегатом

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
40

На НМІ керування НА відображено наступні параметри:

- значення рівнів тиску на прийомі та викиді НА;
- стан НА;
- рівень температури підшипників насоса і електродвигуна.

З НМІ керування НА можна перейти на екран іншого НА, головний НМІ або НМІ трендів.

Також передбачено можливість повної зупинки НА під час натискання на кнопку «СТОП».

Також, як на головному НМІ, внизу відображається стрічка події.

На рисунку 2.11 представлено НМІ трендів.

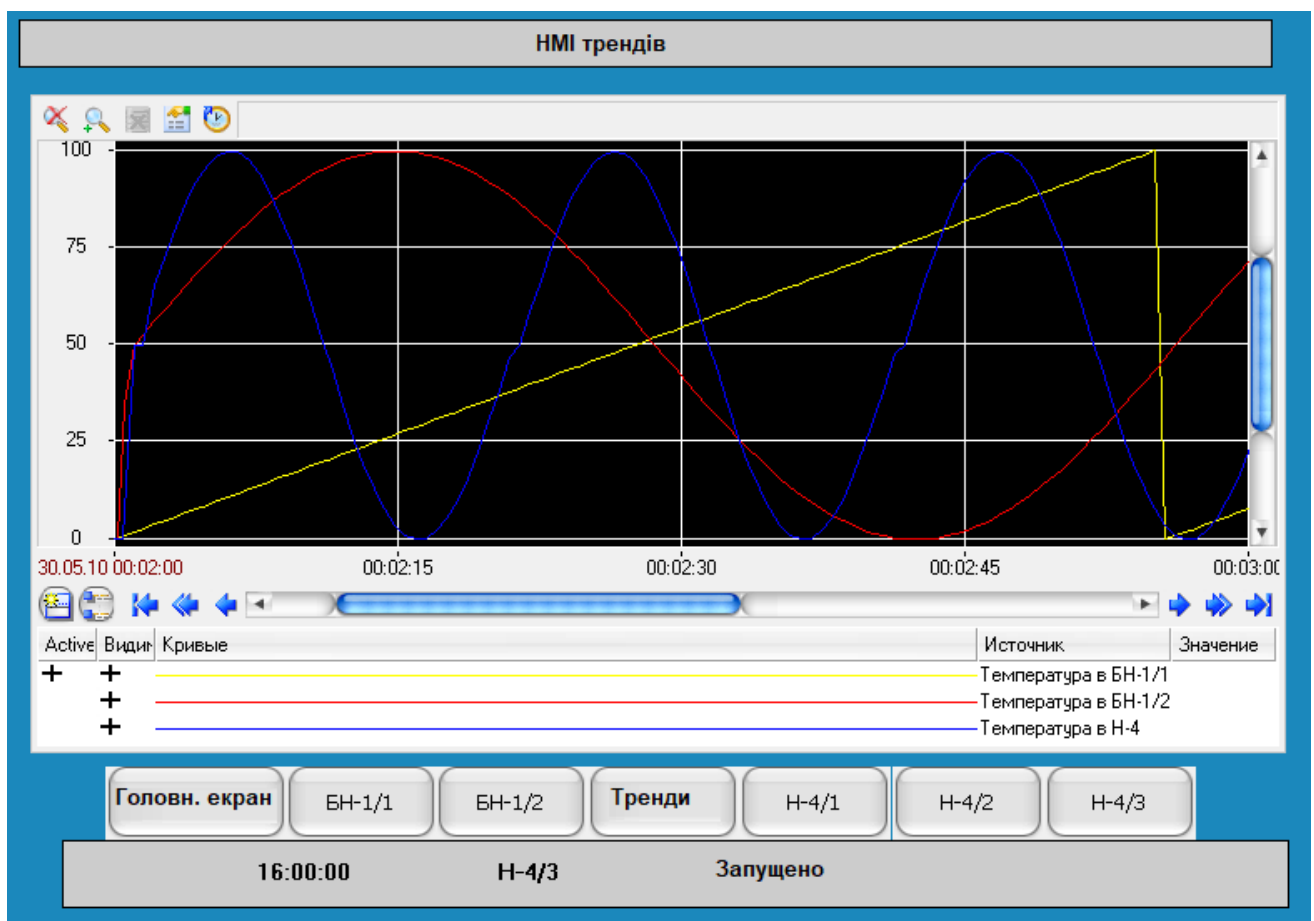


Рисунок 2.11 – Загальний вигляд НМІ трендів

На цьому НМІ відображаються графіки зміни рівнів температури в робочих приміщеннях.

З НМІ трендів можна перейти на НМІ будь-якого НА або головний НМІ, внизу відображаються події [40].

2.4 Висновки до другого розділу

Виконано підбір технічних засобів нижнього рівня. Рівень тиску на прийомі та викиді НА вимірюється за допомогою засобу вимірювання Метран-150CG. Рівень температури підшипників вимірюється за допомогою ТСП Метран-246. Рівень температури в робочому приміщенні - за допомогою ТХАУ Метран-271. В якості давача вібрації обрано ДВСТ-1, в якості сигналізатору загазованості використано СТМ-10.

Як технічний засіб середнього рівня керування було обрано контролер І-8810. Для розроблення ППЗ АРМ було використано програмний продукт Trace Mode 7 виробництва Adastra. Розроблено НМІ та програми керування.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		42

3 РОЗРОБКА ПРОЄКТУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ

3.1 Розрахунок надійності вимірювальних каналів системи керування

Канал вимірювання рівня тиску

Для розрахунку показників надійності розглянемо структурну схему з'єднань елементів (рис. 3.1). Вимірювальний ланцюжок включає датчик тиску типу Метран-150 [11, 12], модуль аналогового введення I-8017Н [34], PLC I-8810 [31] і джерело живлення АСЕ-540А [38].

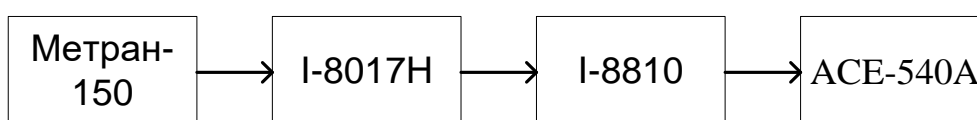


Рисунок 3.1 - Структурна схема з'єднань елементів

Характеристика елементів ланцюжка представлена в табличному вигляді (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Характеристика елементів вимірювального ланцюжка

Елемент вимірювального ланцюжка	Інтенсивність відмов, 10^{-5} 1/год	Середнє напрацювання на відмову, тис. год
Метран-150 [11, 12]	0,67	150
I-8810 [31]	1,25	80
I-8017Н [34]	1,25	80
АСЕ-540А [38]	0,25	396,22

Інтенсивність відмов усього ланцюжка обчислюється за наступною формулою:

$$\lambda_{\text{заг}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n, \quad (3.1)$$

де λ_i - інтенсивності відмов i -го модуля.

За табличними даними (табл. 3.1) знаходимо сумарну інтенсивність відмов розглянутого вимірювального ланцюжка:

$$\lambda_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i = (0,67 + 1,25 + 1,25 + 0,25) \cdot 10^{-5} = 3,42 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год.}$$

Середній час безвідмовної роботи обчислюється за наступною формулою:

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda_{\text{заг}}}. \quad (3.2)$$

Використовуючи отриману сумарну інтенсивність відмов, згідно із формулою (3.2) знаходимо середній час безвідмовної роботи:

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{3,42 \cdot 10^{-5}} = 29248 \text{ год} \approx 3,3 \text{ р.}$$

Розрахуємо ймовірність безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка за наступною формулою:

$$P(t) = e^{-\lambda t}. \quad (3.3)$$

Виконавши підстановку отримаємо:

$$P(t) = e^{-0,000034t}.$$

Графічна залежність імовірності безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка від часу представлено на рисунку 3.2.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		44

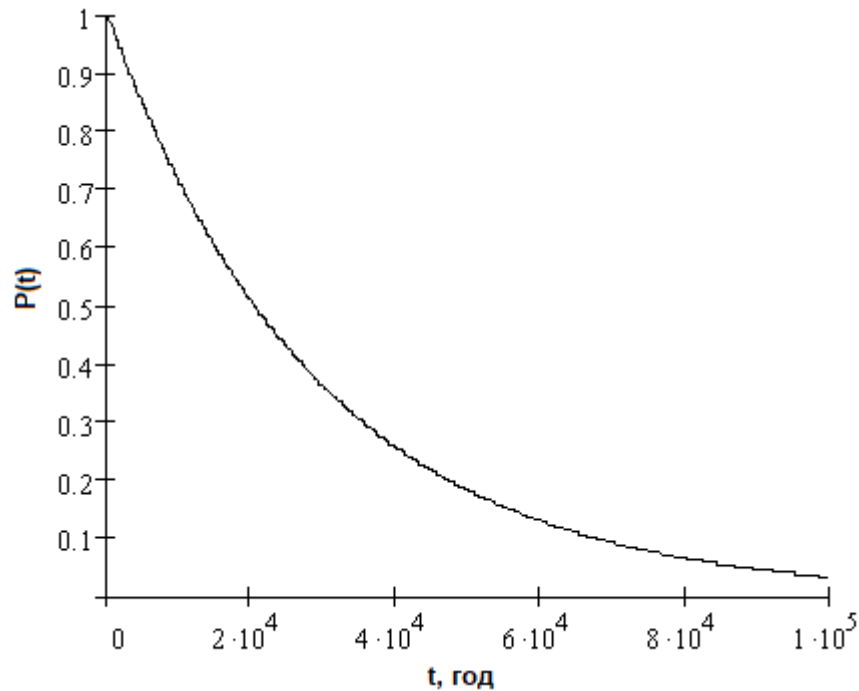


Рисунок 3.2 – Графічна залежність імовірності безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка від часу

З урахуванням отриманих даних вирахуємо ймовірність безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка через 5 років:

$$P = e^{-0,000034 \cdot 43800} = 0,22.$$

Канал вимірювання рівня температури підшипників

Для розрахунку показників надійності розглянемо структурну схему з'єднань елементів. Вимірювальний ланцюжок включає датчик термоопору ТСП Метран-246 [14], модуль введення сигналів термоопору I-87015 [33], PLC I-8810 [31] та джерело живлення АСЕ-540А [38].

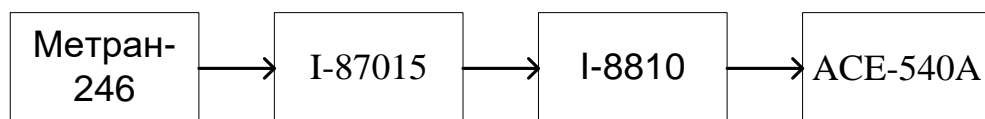


Рисунок 3.3 - Структурна схема з'єднань елементів

Характеристика елементів вимірювального ланцюжка представлена в

табличному вигляді (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Характеристика елементів вимірювального ланцюжка

Елемент вимірювального ланцюжка	Інтенсивність відмов, 10^{-5} 1/год	Середнє напрацювання на відмову, тис. год
Метран-246 [14]	1	100
I-8810 [31]	1,25	80
I-87015 [34]	1,25	80
АСЕ-540А [38]	0,25	396,22

Інтенсивність відмов усього вимірювального ланцюжка обчислюється за наступною формулою:

$$\lambda_{\text{заг}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n,$$

де λ_i - інтенсивності відмов i -го модуля.

За табличними даними (див. табл. 3.2) розрахуємо сумарну інтенсивність відмов розглянутого вимірювального ланцюжка:

$$\lambda_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i = (1 + 1,25 + 1,25 + 0,25) \cdot 10^{-5} = 3,75 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год.}$$

Середній час безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка обчислюється за наступною формулою:

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda_{\text{заг}}}.$$

Використовуючи розраховану сумарну інтенсивність відмов, за формулою знаходимо середній час безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка:

$$T_{сер} = \frac{1}{3,75 \cdot 10^{-5}} = 26650 \text{ год} \approx 3 \text{ р.}$$

Розрахуємо ймовірність безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка за наступною формулою:

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t}.$$

Виконавши підстановку отримаємо:

$$P(t) = e^{-0,000037 \cdot t}.$$

Графічна залежність імовірності безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка від часу представлено на рисунку 3.4.

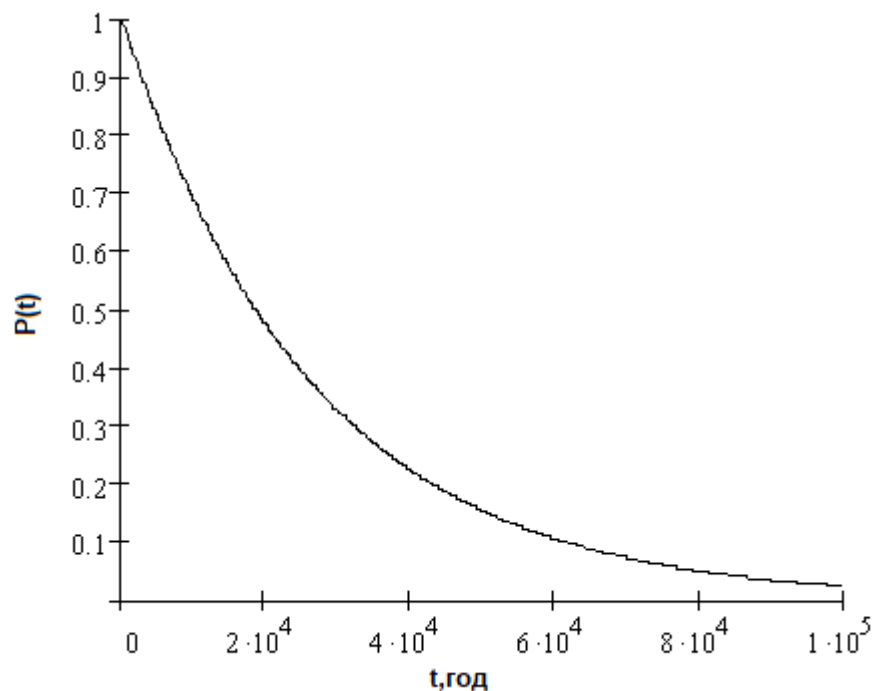


Рисунок 3.4 - Графічна залежність імовірності безвідмовної роботи вимірювального ланцюжка від часу

З урахуванням отриманих даних розрахуємо ймовірність безвідмовної

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
47

роботи вимірювального ланцюжка через 5 років:

$$P = e^{-0,000037 \cdot 43800} = 0,19.$$

3.2 Розрахунок безпечності експлуатації системи керування

Електробезпека, блискавкозахист та захист від статичної електрики

До електрообладнання, що використовується на станції для перекачування нафти, відносять електродвигуни, генератори, пускачі, прилади, що контролюють параметри та режими роботи магістральних агрегатів чи агрегатів допоміжних систем [46, 47].

У правилах експлуатації, наприклад, магістральних нафтопроводів викладено низку вимог, виконання яких забезпечує безпеку людей-операторів щодо ураження електричним струмом, їхню пожежну та вибухобезпеку, а також надійність та безаварійність роботи електрообладнання, встановленого у виробничих приміщеннях. Усе електрообладнання блочно-комплектних пристроїв: пуско-захисна апаратура, освітлювальна арматура, силова та освітлювальна проводка, ланцюги керування й апаратура керування - постачається заводами-виробниками комплектно з пристроями [48].

Прокладання зовнішніх електричних мереж передбачено кабельними естакадами в коробах і лотках [48].

Монтаж кабельних ліній та підключення апаратури виконується відповідно до вимог ПУЕ [49].

Ураження людей електричним струмом можуть бути внаслідок наступних причин [48]:

- ураження полум'ям електричної дуги, що виникає під час фізичного розриву ланцюга струму, під час виникнення КЗ тощо;
- випадковий дотик або наближення до струмоведучих частин, що перебувають під напругою;

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		48

- дотик до конструктивних неструмоведучих металевих частин електрообладнання, які нормально не перебувають під напругою, але могли опинитись під напругою внаслідок пошкодження ізоляції струмоведучих частин.

Ураження людини електричним струмом можливе не тільки під час випадкового дотику до струмоведучих частин, а також і під час дотику до корпусів і конструкцій електрообладнання, металевих кожухів, якщо внаслідок ушкодження ізоляції електричних машин, апаратів, кабелів та іншого обладнання напруга з'явиться на цих неструмоведучих частинах [48].

Одним із захисних заходів, що використовуються проти ураження працівника електричним струмом у разі торкання металевих неструмоведучих частин з пошкодженою ізоляцією є наступні [48]:

- занулення - це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмоведучих частин електрообладнання, які можуть опинитися під напругою;

- захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання із землею металевих неструмоведучих частин електрообладнання, які можуть опинитися під напругою;

- захисне вимкнення - це швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки в разі виникнення в ній небезпеки ураження працівника електричним струмом.

Технічними заходами, що повинні забезпечити безпеку даних робіт є наступні [48]:

- установлення тимчасових огорожень навколо не відключених струмоведучих частин, що знаходяться поблизу від місця виконання ремонтних робіт, і вивішування на рукоятках вимикачів спеціальних попереджувальних плакатів «Не вмикати - працюють люди!»;

- відключення електрообладнання, що в даний момент ремонтується, і вжиття заходів проти помилкового його ввімкнення або випадків самовмикання;

- приєднання переносного заземлення до заземлювальної шини, перевірка

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		49

відсутності напруги на відключених струмоведучих частинах, які з метою безпеки на час виконання ремонтних робіт підлягають замиканню накоротко із наступним заземленням, і накладення переносних заземлень на відключені струмоведучі частини електроустановки відразу після перевірки відсутності напруги. Відсутність напруги повинна перевірятись спеціальним показчиком напруги;

- огороження робочого місця і вивішування на ньому спеціального плакату «Працювати тут».

До спеціальних електрозахисних засобів відносять: ізолювальні штанги (для накладення заземлення, оперативні, вимірювальні), ізолювальні (для роботи із запобіжниками) та електровимірювальні кліщі, показчики напруги для фазування тощо [48].

До додаткових електрозахисних засобів відносять: діелектричні килими; діелектричні калоші; ізолюючі підставки і накладки; переносні заземлення; огорожувальні пристрої; плакати і знаки безпеки.

На виробництві існує небезпека виникнення статичної електрики. Загально відомо, що вона виникає внаслідок механічного розділення зарядів у процесах, що супроводжуються тертям, перекочуванням однорідних речовин тощо [48].

До базових профілактичних заходів, що запобігають небезпечній появі скупчених електричних зарядів, відносять наступні [48, 49]:

- пристрій автоматичної сигналізації;
- відсмоктування повітря з приміщень і апаратів;
- підбір матеріалів технологічного обладнання, щоб унеможливити виникнення статичних зарядів;
- обмеження концентрації запасу горючих чи вибухонебезпечних речовин в одному приміщенні;
- заповнення апаратів, ємностей транспортних пристроїв спеціальним інертним газом.

Заходи, що запобігають скупченню статичних зарядів [48, 49]:

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		50

- підвищення електропровідності матеріалу, що використовується;
- заземлення всіх струмопровідних частин обладнання;
- загальне і місцеве зволоження повітря;
- влаштування спеціальних електропровідних підлог.

Приміщення НА захищене від прямих ударів блискавки, вторинних проявів блискавки чи занесення високих потенціалів через наземні та підземні металеві комунікації [48, 49].

Захист від прямих ударів блискавки здійснюється наступним чином:

- використання в якості блискавкоприймача металевої покрівлі;
- установкою на будівлях і спорудах блискавковідводів;
- приєднання металевих корпусів до спеціального заземлювача.

Для захисту від вторинних проявів блискавки використовують [48, 49]:

- трубопроводи та інші металеві конструкції в місцях їх взаємного зближення на відстань менше ніж 10 метрів повинні бути з'єднані перемичками через кожні 30 метрів;
- металеві корпуси обладнання та апаратів повинні бути приєднані до спеціального заземлювального пристрою;
- у фланцевих з'єднаннях трубопроводів повинно бути забезпечено нормальне затягування щонайменше 4 болтів на кожен фланець.

Пожежо-вибухо-безпека

Для запобігання утворенню вибухонебезпечних концентрацій продуктів у приміщеннях та інших закритих місцях на, наприклад, нафтогазовидобувних підприємствах здійснюють спеціальну герметизацію устаткування і всіх шляхів транспортування нафти і газу, влаштовують ефективну витяжну вентиляцію в робочих приміщеннях.

Межі вибухонебезпечності та гранично-допустимі концентрації деяких вуглеводнів наведені в таблиці 3.3.

Насосна станція за пожежонебезпекою відноситься до категорії «А». За групою вибухонебезпечності виробничі приміщення відносять до категорії «В».

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		51

1а», а зовнішні відкриті майданчики з розташованим на них технологічним устаткуванням відносяться до категорії «В-1г», категорія та група вибухопожежонебезпечної суміші ІА-ТЗ, за санітарною характеристикою споруди належать до 1Б, 3Б [48, 49].

Таблиця 3.3 - Гранично-допустимі концентрації вуглеводнів

Назва газу	Верхня межа вибухонебезпечності, %	Нижня межа вибухонебезпечності, %	Гранично-допустима концентрація в повітрі, мг/м ³
Метан	16	4,9	300
Бутан	8,5	2,5	300
Пентан	7,4	1,4	300
Етан	15	2,5	300
Пропан	9,5	2,1	300
Пари бензину	5,4	1,1	300
Супутній газ	16	5	300

Характеристику об'єктів за категоріями та класами вибухової, вибухопожежної та пожежної небезпеки визначено згідно р ПУЕ [49]; НПБ 105-03 [50].

На майданчику насосної є стаціонарний протипожежний водопровід.

Гасіння загорянь ведеться силами ППЧ, а також первинними засобами пожежогасіння. Первинні засоби гасіння пожежі (вогнегасники, ящики з піском тощо) встановлюються в місцях і кількостях, визначених відповідно до ППБ 01-93. В якості первинних засобів гасіння пожеж і загорянь також використовуються вуглекислотні та порошкові вогнегасники [48-50].

Порошковий вогнегасник ВП призначений для гасіння загорянь електроустановок, що перебувають під напругою 1000В, нафтопродуктів, цінних матеріалів, лужноземельних металів (Na, K, Ca та ін.), які гасити водою не можна, а також у випадках загорянь на автомобільному транспорті.

Порошковий вогнегасник типу ВП складається з металевого (сталевого) корпусу, усередині якого міститься спеціальний дрібнодисперсний порошок, балон вогнегасника перебуває під тиском інертного газу. Об'єм ВП визначено

відповідно до виконання (5л, 10л, 50л). Для подачі порошкового компонента на осередок загоряння використовується гнучкий шланг із затвором, що відкривається при натисканні важеля. Також для приведення в дію ВП необхідно висмикнути чеку у верхній частині. Для правильного користування ВП достатньо прочитати коротку інструкцію, наведену на його корпусі [48-50].

Вуглекислотні вогнегасники (ВВ) використовуються для гасіння загорянь електроустановок, що перебувають під напругою та різних речовин. Ручний ВВ являє собою сталевий балон, у горловину якого утвинчено затвор пістолетного типу із сифонною трубкою. Для приведення в дію розтруб ВВ направляють на об'єкт, що горить, і натискають на курок затвора. Під час гасіння пожежі ВВ не можна тримати в горизонтальному положенні або перевертати головкою вниз [48-50].

Пісок - універсальний, але не дуже ефективний засіб. Механізм дії - поглинання рідини, що горить, і таким чином ліквідація загоряння. Пісок повинен міститися в сухому вигляді для запобігання змерзанню та утворенню грудок у зимовий час [48-50].

Перелік можливих надзвичайних ситуацій а території насосної станції

На основі аналізу статистичних даних про аварії в насосній станції прогноуються наступні надзвичайні ситуації:

- вибух газоповітряної суміші в приміщенні насосної;
- відключення електроенергії;
- пожежа в робочому приміщенні насосної.

Найнебезпечнішою для виробництва і життя людей надзвичайною ситуацією є вибух.

Розрахунок параметрів ударної хвилі

Радіус зони детонаційної хвилі (рис. 3.5) визначається за наступною формулою:

$$R_1 = 18,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (3.4)$$

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		53

де Q - кількість газу, т.

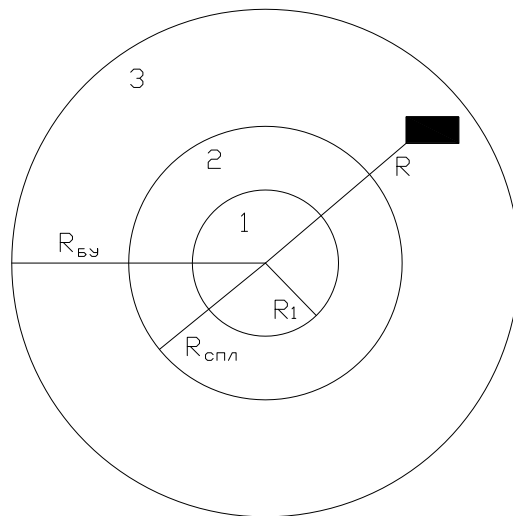


Рисунок 3.5 - Радіус зони детонаційної хвилі у випадку вибуху

Радіус зони смертельного ураження людей визначається за наступною формулою:

$$R_{спл} = 30 \cdot \sqrt[3]{Q}. \quad (3.5)$$

Розрахуємо ймовірні параметри ударної хвилі при вибуху газоповітряної суміші на проєктованій насосній станції:

$$R_1 = 18.5 \cdot \sqrt[3]{0,03} = 5,75\text{м};$$

$$R_{спл} = 30 \cdot \sqrt[3]{0,03} = 9,3\text{м}.$$

Далі визначимо ступінь руйнування проєктованого об'єкта, виходячи з імовірних параметрів ударної хвилі відповідно до таблиці (3.6).

Необхідно врахувати, що

водяної пари. Фізіологічно оптимальною є відносна вологість у межах приблизно від 40 до 60%. Підвищена вологість повітря (діапазон понад 75-85%) у поєднанні з низькими рівнями температурами чинить значну охолоджувальну дію на персонал. З іншого боку відносна вологість нижча за рівень в 25% призводить до висихання слизових оболонок [48].

Людина починає відчувати рух повітря за його швидкості приблизно 0,1 м/с. Більша швидкість руху повітря, особливо в умовах низьких рівнів температур, спричиняє збільшення тепловтрат конвекцій і випарів і веде до сильного переохолодження організму [48].

Оптимальних величин показників мікроклімату дотримуються на робочих місцях виробничих приміщень, на яких виконують роботи операторського типу, пов'язані з нервово-емоційним напруженням (на пультах, у кабінах і постах керування ТП, у залах обчислювальної техніки та ін.). Перелік інших робочих місць і видів робіт, за яких мають забезпечуватися оптимальні величини мікроклімату, визначають Санітарними правилами по окремих галузях промисловості та іншими документами, погодженими з органами Державного санітарно-епідеміологічного нагляду в установленому порядку [48]. Оптимальні величини показників мікроклімату на робочих місцях виробничих приміщень наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Оптимальні величини показників мікроклімату на робочих місцях виробничих приміщень [48].

Період року	Категорія робіт по рівню енерговитрат, Вт	Відносна вологість повітря, %	Рівень температури повітря, °С	Рівень температури поверхні, °С	Швидкість руху повітря, м/с
Теплий	Ia (до 139)	60-40	23-25	22-26	0,1
	Iб (140-174)	60-40	22-24	21-25	0,1
Холодний	Ia (до 139)	60-40	22-24	21-25	0,1
	Iб (140-174)	60-40	21-23	20-24	0,1

Розрахунок освітлення [48]

Природне освітлення має здійснюватися через світлопрорізи (тобто вікна),

орієнтовані переважно на північ і північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче рівня 1,5%. АРМ по відношенню до світлових прорізів повинні розташовуватися так, щоб природне світло падало збоку, краще зліва.

Штучне освітлення в приміщеннях експлуатації ВДТ та ПК має виконуватись за допомогою системи загального рівномірного освітлення. В якості джерела світла при штучному освітленні повинні використовуватись наприклад, люмінесцентні лампи типу ЛБ. Загальне освітлення слід виконувати у вигляді суцільних або переривчастих ліній світильників, розташованих збоку від АРМ.

У нашому випадку, коли одного природного освітлення в робочих приміщеннях недостатньо, влаштовують змішане освітлення. При цьому додаткове штучне освітлення використовують не тільки в темний, а й у світлий період доби.

Рекомендована освітленість для роботи з екраном дисплея складає 200 лк, а під час роботи над документами - 400 лк відповідно до СНіП 23-05-95 [51]. Рекомендовані яскравості в полі зору операторів повинні лежати в межах від 1:5 до 1:10. Контрастність зображення знаків не нижче 0,8.

Під час вибору джерела штучного освітлення враховують наступні чинники: потужність лампи (Вт), номінальну напругу (В), світлову віддачу (лм/Вт), максимальну силу світла (Кд), спектральний склад.

Виконаємо необхідний розрахунок штучного освітлення.

Розрахунок проведемо за допомогою методу так званого «коефіцієнту використання», де необхідно визначити світловий потік лампи у світильнику (F), лм згідно формули:

$$F = \frac{E \cdot k_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot N \cdot \eta}, \quad (3.6)$$

де E - нормована освітленість, лк, приймаємо $E = 300 \text{ лк}$;

k_3 - коефіцієнт запасу, приймаємо $k_3 = 1,5$;

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

S - площа освітлюваної поверхні, m^2 , $S = 20m^2$;

N - число світильників, приймаємо $N = 6$;

n - число ламп у світильнику, $n = 2$;

z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, приймаємо $z = 1,1$;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку знаходимо індекс приміщення i згідно наступної формули:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.7)$$

де A, B, h - відповідно довжина, ширина, висота підвісу світильників над робочою поверхнею.

$$i = \frac{4 \cdot 5}{3 \cdot (4 + 5)} = 0,74.$$

Згідно довідникової інформації коефіцієнт відбиття стелі приймаємо $\rho_{\text{п}} = 70\%$, коефіцієнт відбиття стін приймаємо на рівні $\rho_{\text{ст}} = 50\%$ [51].

Відповідно до отриманих значень підбираємо коефіцієнт використання світлового потоку (для світильників, оснащених люмінесцентними лампами) $\eta = 46\%$.

$$F = \frac{300 \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 6 \cdot 0,46} = 1891 \text{ лм.}$$

У даному випадку підходять люмінесцентні лампи типу ЛД 40, з наступними технічними характеристиками:

- світловий потік - $F = 2340 \text{ лм}$;

- потужність - 40 Вт;

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- світлова віддача - 58 лм/Вт.

Для визначення необхідної кількості світильників використовуємо наступну формулу:

$$N = \frac{E \cdot k_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot F \cdot \eta}; \quad (3.8)$$

$$N = \frac{300 \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 2340 \cdot 0,46} = 5,1 \approx 5.$$

Отже, у робочому приміщенні повинно бути мінімум 6 світильників із 2 лампами потужністю по 40 Вт кожна.

Шум являє собою безладне поєднання звуків різної сили і рівнів частоти. У таблиці 3.9 наведено гранично-допустимі рівні звуку, рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку для диспетчерського пункту [48].

Таблиця 3.9 – Допустимі рівні шуму [48]

Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку (в дБА)	Рівні звукового тиску, дБ в середньо геометричних частотах октавних полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
65	96	83	74	68	63	60	57	55	54

Зниження рівня шуму до значень, нижчих за допустимі норми, може досягатись різними методами.

Шум, створюваний електромагнітними апаратами, можна знизити закріпленням деталей у магнітному ланцюзі з повітряними зазорами або щільним стисненням пакетів сталевих осердь (наприклад, у реле, контакторів тощо). У колекторів електричних машин шум, створюваний щітками, знижується чистотою зборки колектора [48].

Шум від прямих передач у з'єднанні валів машин і механізмів знижується у разі застосування так званих еластичних прокладок між частинами сполучних

муфт.

Аеродинамічний шум, що створюється вихлопними газами, наприклад, двигунів внутрішнього згорання, знижується за допомогою спеціальних глушників, у яких здійснюється дроблення газового потоку.

Безпосередньо на виробництві зниження рівня шуму досягається шляхом правильної технічної експлуатації механічного і електричного устаткування, своєчасного та якісного проведення профілактичних ремонтів, а також застосуванням спеціальних звукопоглинаючих пристроїв (капоти, що закривають механізми, бокси, звуковідбивальні екрани, звуковідбивальні облицювання стін та ін.) [48].

3.3 Висновки до третього розділу

Розроблено сучасний комплекс технічних засобів, що буде забезпечувати надійність спрацьовування захистів, а також повну безпеку виробництва. Оскільки насосна станція відноситься до категорії вибухонебезпечних, то було передбачено автоматичний захист у разі підвищеного рівня загазованості та виникнення пожежі.

Розроблена система контролю технологічних параметрів дає змогу зменшити ймовірність виникнення аварій і надзвичайних ситуацій, що призводять до тяжких екологічних наслідків і можливих людських жертв. Це досягається наступними функціями СК:

- оперативне попередження чергового технолога про відхилення від заданих уставок або зміни технологічних параметрів;
- контроль стану та справності технологічного обладнання;
- контроль значень основних технологічних параметрів;
- контроль ступеня загазованості та пожежонебезпеки приміщення.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

ВИСНОВКИ

Було розроблено автоматизовану систему керування насосними агрегатами.

Система призначена для виконання наступних функцій:

- місцевого контролю рівня тиску на прийомі та викиді НА;
- дистанційної індикації параметрів НА і робочого приміщення насосної;
- дистанційного керування НА і ВВ;
- сигналізації аварійних ситуацій;
- подання поточних і накопичених даних у вигляді графіків;
- збереження отриманої інформації в архівах.

Виконано підбір технічних засобів нижнього рівня. Рівень тиску на прийомі та викиді НА вимірюється за допомогою засобу вимірювання Метран-150CG. Рівень температури підшипників вимірюється за допомогою ТСП Метран-246. Рівень температури в робочому приміщенні - за допомогою ТХАУ Метран-271. В якості давача вібрації обрано ДВСТ-1, в якості сигналізатору загазованості використано СТМ-10.

Як технічний засіб середнього рівня керування було обрано контролер І-8810. Для розроблення ППЗ автоматизованого робочого місця було використано програмний продукт Trace Mode 7 виробництва Adastra. Розроблено людино-машинні інтерфейси та програми керування.

Проведено розрахунок надійності вимірювальних каналів рівня тиску і рівня температури підшипників. Середній час безвідмовної роботи вимірювального каналу рівня тиску – 29,3 тис. годин, а каналу рівня температури підшипників – 26,6 тис. годин.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація виробничих процесів : підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В.М. Сідлецький, С. М. Швед ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харчових технологій. – Київ : Ліра-К, 2015, 2019. – 378 с.

2. Синєглазов В.М., Сергєєв І.Ю. Автоматизація технологічних процесів: Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2010. – 506 с.

3. Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтег. технології / М. В. Лукінюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 236 с.

4. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с. ISBN 978-966-2007-12-1.

5. Герасимов Г.Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник. - Рівне: НУВГП, 2008.- 241 с. з іл. ISBN 978-966-327-090-6

6. Підконтрольна експлуатація обладнання насосних станцій : конспект лекцій / укладачі: В. О. Панченко, В. Ф. Герман. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 264 с.

7. Машини та обладнання нафтогазових виробництв. Аналітичні дослідження: навчальний посібник/ Л.К. Лістовщик, Л.В. Гурєєва. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 60 с.

8. Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. Гідравлічні машини : навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. - 100 с.

9. Датчики тиску YOKOGAWA серії EJX-A [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://vodomer.com.ua/shop/datchiki-davleniya-serii-ejx-a/>

10. Датчик тиску Jumo 404366 / 000-493-405-504-20-61 / 000 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

<https://trade-control.com.ua/ua/products/jumo-404366-000-493-405-504-20-61-000>

11. Датчик тиску МЕТРАН-150 [Електронний ресурс]– Режим доступу:
<http://standart-m.com.ua/kipia/datchiki-davleniya/datchik-davleniya-metran-150?mova=uk>

12. Інтелектуальний датчик тиску серії Метран-150 [Електронний ресурс]–
Режим доступу:

Детальніше: <https://ukrpromcentr.com.ua/ua/p854753881-preobrazovatel-davleniya-datchik.html>

13. Вставний термометр опору для вимірювання температури Jumo 902150 / 30-378-2003 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://trade-control.com.ua/ua/products/jumo-902150-30-378-2003>

14. ТСП Метран-246 [Електронний ресурс]– Режим доступу:
<http://azsprom.com.ua/izmeritelnye-pribory/datchiki/151-termopreobrazovatel-tsp-001-pt100-v3-tsm-001-50m-tkha-001-k-tkhk-001-l-tzhk-001-j-tsp-1088-datchik-tspu>

15. SITRANS T catalogue [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:5d0a754c-0531-4def-9e4e-dce61c297a96/fi01-2018-ru-sitrans-t.pdf>

16. Термоперетворювачі з уніфікованим вихідним сигналом [Електронний ресурс]– Режим доступу:

https://www.germiona.com.ua/files/-----270,271---_271.01.pdf

17. Аналогові перетворювачі температури з уніфікованим вихідним сигналом [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://www.emerson.com/documents/automation/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD-271-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD-274-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD-276-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB->

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B0-ru-ru-4848882.pdf

18. Датчик температури охолоджуючої рідини [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://ukrparts.com.ua/category/datchik-temperaturi-ohlajdayuschey-jidkosti/c-247/peugeot/5008/>

19. Датчики віброшвидкості з струмовим виходом ДВСТ [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://remontka.com/datchiki-vibroskorosti-s-tokovym-vyhadom-dvst/>

20. Hauber 640 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://prom.ua/ua/Datchik-640.html>

21. Датчик вібрації MMF RSI 80 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://security-shop.com.ua/ua/signalizaciya/datchiki-ohoronni/datchiki-vibracij>

22. СТМ-10 - сигналізатор горючих газів [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://proflab.com.ua/produkt/product-details/989-stm-10-signalizator-goryuchix-gazov.html>

23. Датчик чадного газу ДУГ-24 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://optima-shop.com.ua/uk/gazoanalizator/gazoanalizatory-varta-promyslovi/datchyky-varta-1-03-24/dug-24>

24. Газосигналізатор ГСМ-05 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

https://www.tgko.com/oborudovanie/medicinskoe-laboratornoe-i-izmeritelnoe-oborudovanie/izmeritelnoe_oborudovanie/gazoanalizatory/gazosignalizator-gsm-05.html

25. Мікропроцесорна техніка : навч. посібник/В.В. Ткачов, Г. Грулер, Н. Нойбергер та ін. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 188 с.

26. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. —

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 399 с.: іл.

27. Мікропроцесори та цифрова електроніка [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / К. К. Победаш, В. А. Святненко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 8.37 Мбайт). - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021, -120 с.

28. Мікропроцесорні пристрої: навч. посібник для студентів зі спец-ті «Електроніка» / Т. О. Терещенко, В. А. Тодоренко, Л. М. Батрак, Ю. С. Ямненко. – К.: Кафедра, 2017. – 244 с. ISBN 978-617-7301-37-9

29. Грищук Ю.С. Мікропроцесорні пристрої: Навчальний посібник. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2007.– 280с.

30. SIMATIC S7-300 - Proven multiple times! [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoyi-avtomatyzatsiyi-simatic/plc-kontrolery-simatic/simatic-s7-300.html>

31. I-8810, ICP DAS Co, ПАС, iPAC (I-8000) [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://icpdas.com.ua/pac-programmable-automation-controller/i-8810.html>

32. Системи керування CompactLogix 5370 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://iteu.com.ua/product-category/sistemy-upravleniya-compactlogix-5370/>

33. Модуль I-87015 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

https://www.icpdas-usa.com/i_87015.html

34. ICP DAS I-8017HS 8/16-Channel 14-Bit 100K Sampling Rate Analog Input Module [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://www.ebay.com/itm/265087860621>

35. Модулі збору даних I-8017H CR, ICP DAS Co. Ltd [Електронний ресурс]– Режим доступу:

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

<http://holit.ua/asutp/data-acquisition-modules/i-8017h-cr.html>

36. ICP-DAS I-8040-G - 32-канальний ізольований модуль дискретного введення [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://prom.ua/ua/p2127043963-icp-das-8040.html>

37. Модулі збору даних I-8041-G CR, ICP DAS Co. Ltd. [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://holit.ua/asutp/data-acquisition-modules/i-8041-g-cr.html>

38. Блок живлення DIN-540A ACE-540A [Електронний ресурс]– Режим доступу:

https://simenergo.com/catalog/gsm/bloki_pitaniya_i_kabeli/blok_pitaniya_din_540a_ace_540a/

39. Scada система Intouch компанії Wonderware [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://old.intouch.su/catalog/intouch.shtml>

40. SCADA Trace Mode [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://tracemode.com.ua/>

41. CitectSCADA 7.1 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://citectscada.software.informer.com/7.1/>

42. HRM - SCADA HMI TRACE MODE [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://www.scadatm.com/products/dev/hrm/>

43. WindowMaker [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://www.windowmaker.org/>

44. WindowViewer [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<http://old.intouch.su/support/pub/intouchruntime.pdf>

45. Завантажити Windows 10 [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://www.microsoft.com/uk-ua/software-download/windows10>

46. Омельченко О.В., Цвірун Л.О., Перекрест В.В. Електрообладнання енергетичних установок: навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2022. - 114 с.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

47. Електричні машини: машини постійного струму і трансформатори / С.О. Квіт-ка, С.В. Галько, О.В. Ковальов. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. - 167 с.

48. Безпека життєдіяльності та цивільний захист [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей з природничих, соціально-гуманітарних наук та інженерно-комунікаційних технологій / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 267 с.

49. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видпнмицтво «Форт», 2017. - 760 с.

50. НПБ 105-03. Визначення категорій приміщень, будинків і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою (55134) [Електронний ресурс]– Режим доступу:

https://dnaop.com/html/55134_3.html

51. СНиП 23-05-95 Природне та штучне освітлення [Електронний ресурс]– Режим доступу:

<https://dbn.co.ua/load/normativy/snip/4-1-0-387>

52. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки щодо її виконання для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Ю.В. Форкун, Г.І. Радельчук, І.В. Форкун, А.С. Каштальян, В.В. Мартинюк. Хмельницький : ХНУ, 2020. – 50 с.

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		68

Додаток А
(презентаційні слайди)

Автоматизована система керування насосною установкою

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

МЕТА

Мета даної кваліфікаційної роботи - розробка проєкту автоматизації насосних агрегатів.

В останнє десятиріччя на підприємствах нафтової та газової промисловості відбуваються досить суттєві переми. Про те, що технологічні процеси (ТП) в нафтопереробній галузі не можуть бути реалізовані без використання значної автоматизації, відомо давно. Дійсно, потрібно вимірювати, контролювати основні технологічні параметри ТП, стежити за їх можливими відхиленнями. Потрібно мати можливість дистанційно (з диспетчерського пункту) відкривати та закривати засувки, вмикати або вимикати окремі агрегати; забезпечувати режими роботи установок шляхом підтримання найважливіших параметрів на заздалегідь встановлених значеннях.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

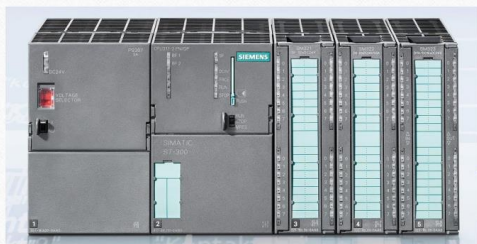
Арк.

69

Для досягнення поставленої мети кваліфікаційної роботи бакалавра необхідно вирішити наступні завдання:

- - забезпечення функціонування ОК за участю мінімуму людей-операторів;

- - зменшення витрат на функціонування СК;
- - зменшення випадків виходу з ладу та простою обладнання;
- - зменшення загальної кількості аварійних ситуацій;
- - зменшення впливу «людського фактора».

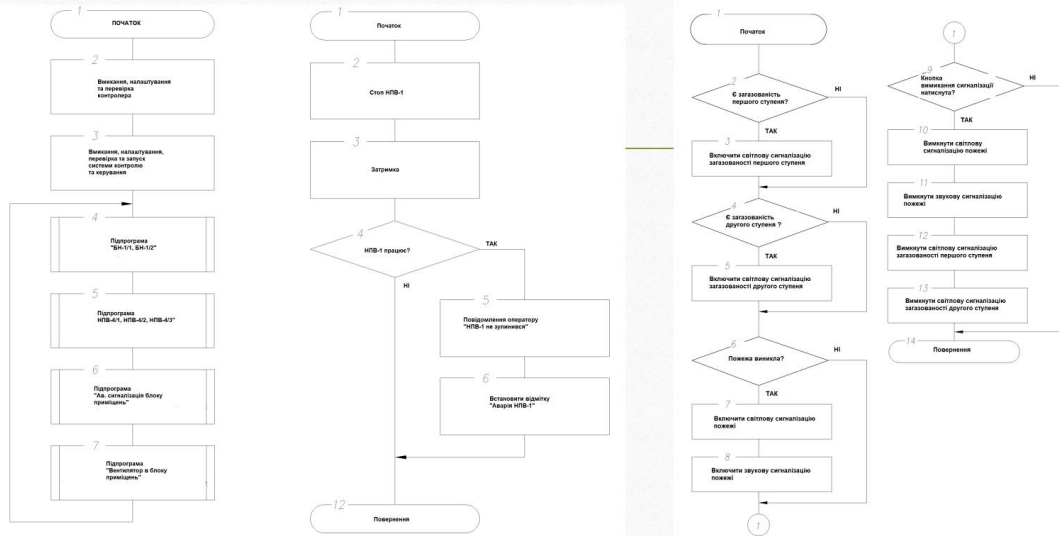


Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

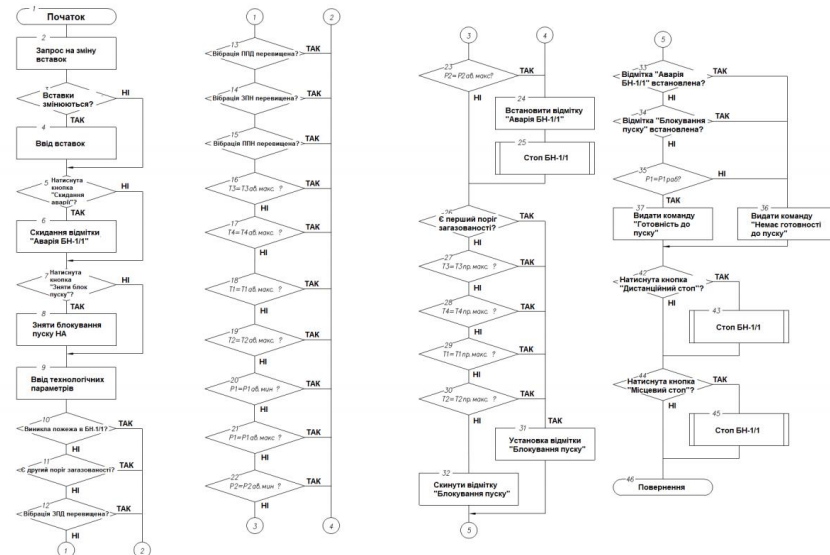
КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
70

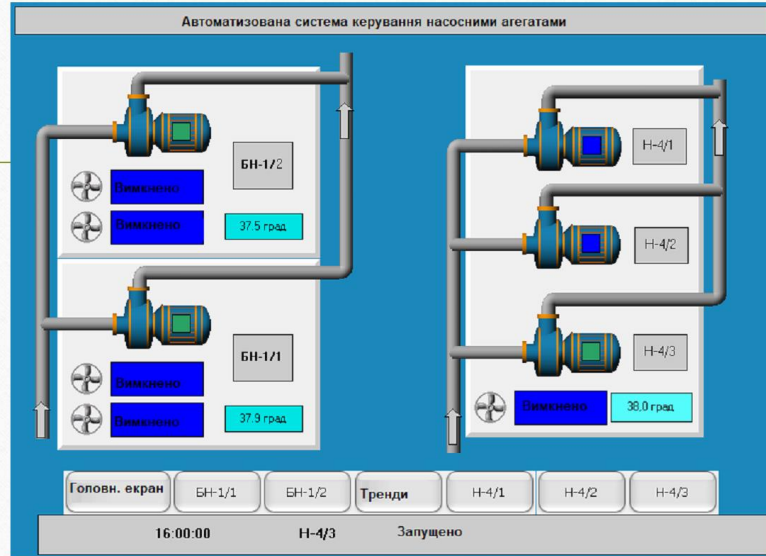
Розробка алгоритмів роботи автоматизованої системи керування насосною установкою



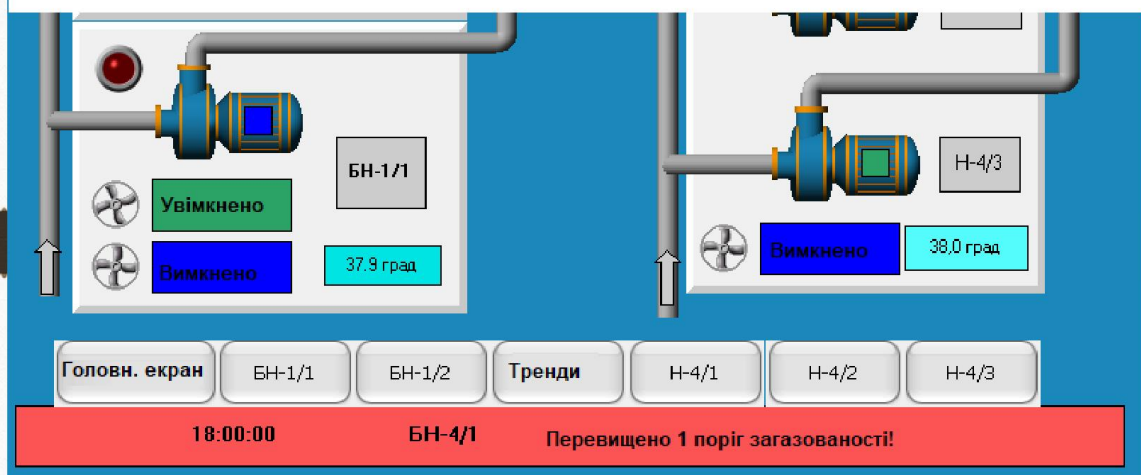
Розробка алгоритмів роботи автоматизованої системи керування насосною установкою



Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця



Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця

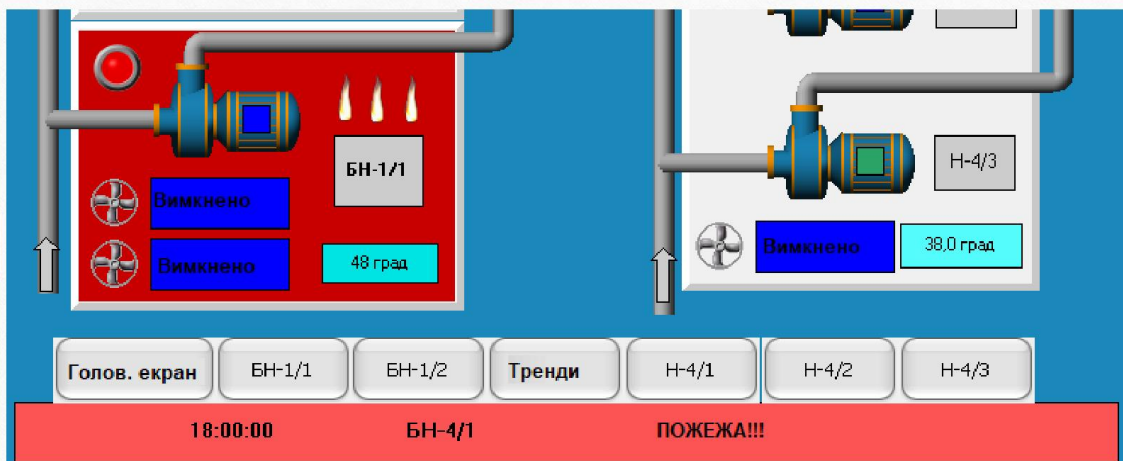


Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

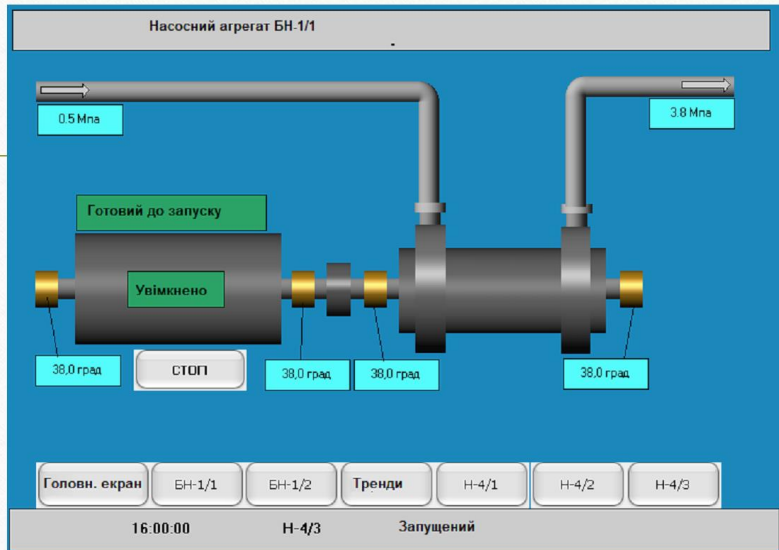
КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
72

Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця



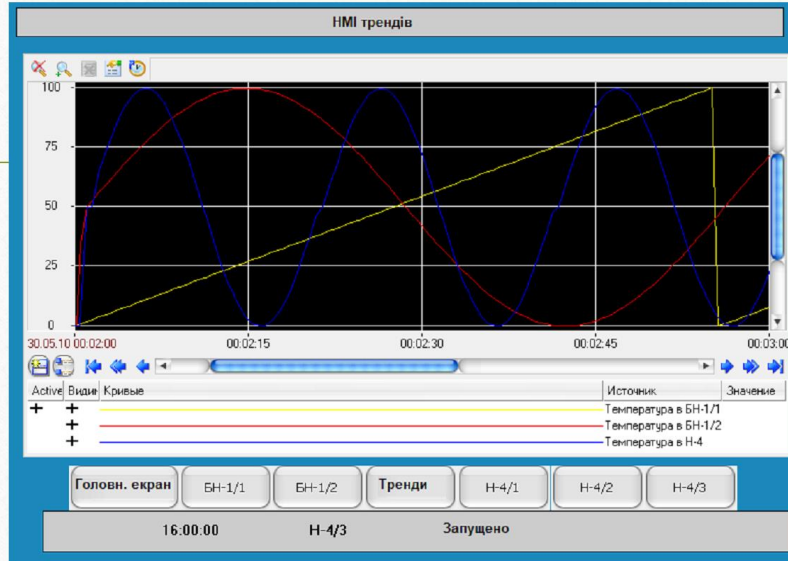
Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Розробка прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Додаток Б

Перелік сигналів системи керування

Назва сигналу	Позначення на схемі	Тип сигналу		
		DI	DO	AI
Блок насоса зовнішнього відкачування нафти				
Рівень температури в приміщенні	TIRA			+
Загазованість (20 %)	QSA	+		
Загазованість (50%)		+		
Пожежа в приміщенні насосів	QSA	+		
Світлова сигналізація «Загазованість 20%»	IA		+	
Світлова сигналізація «Загазованість 50%»	IA		+	
Світлова сигналізація «Пожежа»	IA		+	
Звукова сигналізація	IA		+	
Стан вентилятору ВВ1 «Увімкнено»	NSHA	+		
Керування вентилятором ВВ1 «Увімкнути»			+	
Керування вентилятором ВВ1 «Вимкнути»			+	
Температура ППН насосного агрегату	TISA			+
Температура ЗПН насосного агрегату	TISA			+
Температура ППД насосного агрегату	TISA			+
Температура ЗПД насосного агрегату	TISA			+
Вібрація ППН насосного агрегату	VSA			+
Вібрація ЗПН насосного агрегату	VSA			+
Вібрація ППД насосного агрегату	VSA			+
Вібрація ЗПД насосного агрегату	VSA			+
Тиск на прийомі насосного агрегату	PISA			+
Тиск на скиді насосного агрегату	PISA			+
Стан насосного агрегату	NSHA	+		
Керування насосним агрегатом «Вимкнути»			+	
Керування насосним агрегатом «Готов. до запуску»			+	
Кнопка «СТОП» по місцю			+	
ВСЬОГО		6	8	11
ВСЬОГО по двох блоках		12	16	22
Насоси підтоварної води НПВ-4				
Температура в приміщенні	TIRA			+
Пожежа в приміщенні насосів	QSA	+		
Світлова сигналізація «Пожежа»	IA		+	
Звукова сигналізація «Пожежа»	IA		+	
Стан вентилятора ВВ «Увімкнено»	NSHA	+		
Керування вентилятором ВВ «Увімкнути»			+	
Керування вентилятором ВВ «Вимкнути»			+	
ВСЬОГО в приміщенні		2	4	1
Насос підтоварної води				
Температура ППН насосного агрегату	TISA			+
Температура ЗПН насосного агрегату	TISA			+
Температура ППД насосного агрегату	TISA			+
Температура ЗПД насосного агрегату	TISA			+

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.

75

Вібрація ППН насосного агрегату	VSA			+
Вібрація ЗПН насосного агрегату	VSA			+
Вібрація ППД насосного агрегату	VSA			+
Вібрація ЗПД насосного агрегату	VSA			+
Тиск на прийомі насосного агрегату	PISA			+
Тиск на скиді насосного агрегату	PISA			+
Стан насосного агрегату	NSHA	+		
Керування насосним агрегатом «Вимкнути»			+	
Керування насосним агрегатом «Готов. до запуску»			+	
ВСЬОГО		1	2	10
ВСЬОГО по 3 насосах		3	6	30
ВСЬОГО по насосним агрегатам ДНС		17	26	53

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк. 76
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Додаток В

Лістинг коду

Програма контролю параметрів насосного агрегату

PROGRAM

```
VAR_INPUT Знімання_аварії : INT; END_VAR
VAR_OUTPUT Аварія_НА : INT; END_VAR
VAR_INPUT Зняти_блок_пуску : INT; END_VAR
VAR_OUTPUT Блокір_пуску_НА : INT; END_VAR
VAR_INPUT Загазов_1ступ : INT; END_VAR
VAR_INPUT Пожежа : INT; END_VAR
VAR_INPUT Загазов_2ступ : INT; END_VAR
VAR_INPUT Вібрація_ЗПД : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Вібрація_ППД : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Вібрація_ЗПН : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Вібрація_ППН : REAL; END_VAR
VAR_INPUT ВП_вібрації : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Температура_ЗПД : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Температура_ППД : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Температура_ЗПН : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Температура_ППН : REAL; END_VAR
VAR_INPUT ВАП_темп_підш: REAL; END_VAR
VAR_INPUT Тиск_вх_НА : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Тиск_вих_НА : REAL; END_VAR
VAR_INPUT ВАП_тиск_вх : REAL; END_VAR
VAR_INPUT ВАП_тиск_вих : REAL; END_VAR
VAR_INPUT НАП_тиск_вх : REAL; END_VAR
VAR_INPUT НАП_тиск_вих : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Стоп_НА : INT; END_VAR
```

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ

Арк.
77

```

VAR_INPUT ВПП_темп_підш : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Готов_пуск_НА : INT; END_VAR
VAR_INPUT Рад_тиск_вх : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Дист_СТОП_НА : INT; END_VAR
VAR_INPUT Місцевий_СТОП_НА : INT; END_VAR
if (Зняти_аварію==1) then Аварія_НА=0; end_if;
if (Зняти_блок_пуску==1) then Блок_пуску_НА=0;end_if;
if (Пожежа==1 or Загазов_2ступ==1 or Вібрація_ЗПД>ВП_вібрації
or Вібрація_ППД>ВП_вібрації or Вібрація_ЗПН>ВП_вібрації
or Вібрація_ППН>Вібрація_ППН or Температура_ЗПД>ВАП_темп_підш
or
Температура_ППД>ВАП_темп_підш or
Температура_ЗПН>ВАП_темп_підш
or Температура_ППН>ВАП_темп_підш or Тиск_вх_НА>ВАП_тиск_вх
or Тиск_вх_НА<НАП_тиск_вх or Тиск_вих_НА>ВАП_тиск_вих
or Тиск_вх_НА<НАП_тиск_вх) then
    Аварія_НА=1;
    Стоп_НА=1;
end_if;
if (Загазов_1ступ==1 or Температура_ЗПД>ВПП_темп_підш
or
Температура_ППД>ВПП_темп_підш or
Температура_ЗПН>ВПП_темп_підш
or Температура_ППН>ВПП_темп_підш) then
    Блок_пуску_НА=1;
else Блок_пуску_НА=0;
end_if;
if (Аварія_НА==1 or Блок_пуску_НА==1 or Тиск_вх_НА<Рад_тиск_вх)
then Готов_пуск_НА=0;
else Готов_пуск_НА=1;
end_if;

```

```
if (Дист_СТОП_НА==1 or Місц_СТОП_НА==1) then Стоп_НА=1;  
end_if;
```

END_PROGRAM

Програма зупинки насосного агрегату

PROGRAM

```
VAR_OUTPUT Stop_ON : INT; END_VAR  
VAR_INPUT Команда_STOP_NA : INT; END_VAR  
VAR_INPUT STOP_NA : INT; END_VAR  
VAR_OUTPUT Stop_NA : INT; END_VAR  
VAR_OUTPUT Crash_NA : INT; END_VAR  
VAR i : INT; END_VAR
```

```
if (Command_STOP_NA==1) then  
  Stop_NA=1;  
  FOR i = 0 TO 1000 DO ; END_FOR;  
  if (Stop_NA==1) then  
    Stop_NA=1;  
    Crash_NA=1;  
  end_if;  
  Command_STOP_NA=0;  
end_if;
```

END_PROGRAM

					<i>КВРАКІТ.2022225.01.02 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		79

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Вознюк Дмитро Сергійович

Тема: Автоматизована система керування насосною установкою

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

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 12 Кількість сторінок записки 68

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: створено автоматизовану систему керування насосною установкою для підприємств нафтової та газової промисловості

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі представлено коротку характеристику об'єкта керування насосної станції, виконано розробку необхідної структури системи керування насосною станцією та підбір комплексу технічних засобів нижнього рівня. Виконано постановку завдань для розробки системи керування насосною станцією. У другому розділі виконано підбір технічних засобів нижнього рівня. В якості технічного засобу середнього рівня керування було обрано контролер I-8810. Для розроблення прикладного програмного забезпечення автоматизованого робочого місця було використано програмний продукт Trace Mode 7 виробництва Adastra. Розроблено НМІ та програми керування. У третьому розділі розроблено сучасний комплекс технічних засобів, що буде забезпечувати надійність спрацьовування захистів, а також повну безпеку виробництва. Оскільки насосна станція відноситься до категорії вибухонебезпечних, то було передбачено автоматичний захист у разі підвищеного рівня загазованості та виникнення пожежі. Розроблена система контролю технологічних параметрів дає змогу зменшити ймовірність виникнення аварій і надзвичайних ситуацій, що призводять до тяжких екологічних наслідків і можливих людських жертв.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється програмній реалізації

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

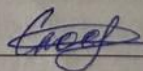
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: задовільно (3,50/D)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Соколан Юлія Сергіївна, доцент каф. БЦБ ХНУ

"14" 06 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн. наук, проф. Мартинюку В.В.

Вознюка Д.С.

ІІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТс-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

03.06.2024

дата

В.В.

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система керування насосною установкою

Автор: Дмитро ВОЗНЮК

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

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

Науковий керівник: д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживих обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 8,88% і адресується до 320 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи



Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Валерій МАРТИНЮК

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 2.0%

Словнички перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 11%

ID: 130298 Назва: БКР Проект автоматизованої системи керування насосною установкою Доцано в БД: 2024-06-13 Автора: Дмитро ВОЗНЮК Керівники: Валерій МАРТІНЮК Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	57979	870	2779 (5%)	42 (5%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Нааяність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1016357835

Дата перевірки:
13.06.2024 19:04:28 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
13.06.2024 20:23:59 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: **Вознюк_антиплаг**

Кількість сторінок: 68 Кількість слів: 11108 Кількість символів: 81888 Розмір файлу: 1.68 MB ID файлу: 1016162155

1582 слова позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

8.88% Схожість

Найбільша схожість: 3.68% з Інтернет-джерелом (<https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/88679/1/R>)

7.52% Джерела з Інтернету

320

Сторінка 70

2.19% Джерела з Бібліотеки

49

Сторінка 73

0.02% Цитат

Цитати

2

Сторінка 74

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

19