

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Леонт'єв П. В.

\_\_\_\_\_ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

АВТОМАТИЗАЦІЯ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ  
ДОТІСКНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ НАФТОПРОМИСЛУ

Дипломний проект

Виконав:  
студент групи СУ-81

Розмета Є. О.

Керівник проекту  
к. т. н., доцент

Черв'яков В. Д.

Суми – 2022

## РЕФЕРАТ

Розмета Євген Олександрович. Автоматизація насосних агрегатів дотискної насосної станції нафтопромислу. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (дипломний проект). Сумський Державний Університет. Суми, 2022 р.

Робота присвячена методам й засобам автоматизації насосних агрегатів дотискної насосної станції. Галузь застосування – нафтопромисли. Запропоновано проектне рішення щодо комплексної автоматизації насосних агрегатів засобами комп'ютерної техніки. Розроблена конструкторська документація для технічної реалізації системи автоматизації.

Пояснювальна записка містить 47 сторінку основного тексту, 14 рисунків, 14 таблиці, список використаних джерел з 7 найменувань, додатки 2.

Ключові слова: нафтопромисел, насосний агрегат, електропривод, тиск, контролер, алгоритм.

## ABSTRACT

Rozmet Yevhen Oleksandrovych. Automation of pumping units of the oil pumping pumping station. Bachelor's thesis in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2022.

The work is devoted to methods and means of automation of pumping units of the pressure pumping station. Field of application - oil fields. A design solution for complex automation of pumping units by means of computer equipment is proposed. Design documentation for technical implementation of automation system has been developed.

The explanatory note contains 53 pages of the main text, 14 figures, 14 tables, the list of the used sources from 7 names, annexes 2.

Key words: oil field, pump unit, electric drive, pressure, controller, algorithm.

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
дипломного проекту

**АВТОМАТИЗАЦІЯ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ  
ДОТИСКНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ НАФТОПРОМИСЛУ**

Проектант:  
студент гр. СУ-81п

Розмета Є. О.

Керівник проекту:  
к.т.н., доцент

Черв'яков В. Д.

## Зміст

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕН .....	4
ВСТУП.....	5
Розділ 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЯК ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	6
1.1 Функціональне призначення та сфера застосування .....	6
1.2 Технологічна схема та склад обладнання .....	6
1.3 Логічна структура системи .....	9
1.4 Завдання автоматизації. Вимоги до системи управління.....	10
1.5 Висновки. Постановка завдань проектування.....	11
Розділ 2 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНИХ АГРЕГАТИВ.....	12
Розділ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	16
3.1 Комплекс технічних засобів нижнього рівня .....	16
3.2 Засіб управління та збору даних .....	23
3.4 Висновки .....	31
Розділ 4 АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	31
4.1 Опис логіки алгоритму контролю параметрів та управління насоса зовнішнього відкачування нафти БН-1/1 .....	31
4.2 Опис логіки алгоритму контролю та управління насосу підтоварної води Н-4/1 .....	32
4.3 Опис логіки алгоритму керування аварійною сигналізацією блокових приміщень .....	33
4.4 Опис логіки алгоритму контролю параметрів та управління витяжним вентилятором.....	34
4.5 Програмне забезпечення автоматизованого робочого місця .....	34
4.5.1 Вибір засобу розробки .....	34
4.5.2 Розробка екрані.....	38
4.6 Висновки .....	42
Розділ 5 Охорона праці.....	43
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження....	43
5.2 Аналіз ефективності природного освітлення .....	44
5.3 Аналіз ефективності штучного освітлення.....	44
5.4 Основні засоби захисту людей при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах .....	45

					СУ-81п.1.151.22..ПЗ			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Розмета Є.О.			Автоматизована система керування насосним агрегатом Пояснювальна записка	Стадія.	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Черв'яков В.Д.				дп	2	53
Рецензент						СумДУ СУ-81		
Консульт.								
Н.контр.		Черв'яков В.Д.						



## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПЛК – програмований логічний контролер;  
ЦППН НГДУ – цех підготовки та перекачування нафти нафтогазовидобувне управління;  
КНС – каналізаційна насосна станція;  
АСУ - автоматична система управління;  
ЦНС – центральна насосна система;  
АСУТП - автоматизована система управління технологічними процесами;  
ОПС – оперативно-виробнича служба.  
ПУЕ – правило влаштування електроустановок  
АРМ – автоматизовані робочі місця  
ІІ – вимірювальний перетворювач  
ВП - виконавчий пристрій  
ПЗ – програмне забезпечення  
ЗПН - задній підшипник насоса  
ППН - передній підшипник насоса  
ППД - передній підшипник двигуна  
ЗПД – задній підшипник двигуна

## ВСТУП

Нафтова промисловість - галузь важкої промисловості, куди входять розвідку нафтових і нафтогазових родовищ, буріння свердловин, видобуток нафти й попутного газу, трубопровідний транспорт нафти.

Роль нафтової промисловості у народному господарстві України велика. Країна не може обходитися без палива, паливно-мастильних матеріалів, продуктів нафтохімії та всього того, що отримують із нафти. Існування цієї галузі життєво необхідне, і тому потрібно докласти всіх сил для виведення її з кризи. Від стану нафтової промисловості залежить загальний стан паливно-енергетичного комплексу, який прямо впливає на розвиток економіки, рівень життя населення та роль держави у світовому співтоваристві.

Нині людство переживає вуглеводневу епоху. Нафтова галузь є головною світової економіки.

Досягнення Україною незалежності та розпад колишнього єдиного союзного паливно-енергетичного комплексу потребує якнайшвидшого вирішення двох взаємопов'язаних проблем: формування раціональної структури нафтогазової промисловості та пошук шляхів максимального забезпечення нашої країни власними ресурсами енергоносіїв у специфічних умовах переходу до ринкової економіки.

Необхідне збільшення обсягів пошуково-розвідувального та експлуатаційного буріння, технічного переоснащення геофізичних, бурових та нафтогазовидобувних підприємств, створення власного нафтогазового машинобудування, наукового забезпечення всього циклу робіт. Одним із першочергових завдань є реконструкція нафтопереробних заводів, введення в експлуатацію новітніх технологій, автоматизація технологічних процесів.

Підприємства нафтової промисловості відносяться до класу об'єктів з підвищеною техногенною небезпекою, тому найважливішою вимогою до систем автоматизації є підвищена надійність (тут неприпустимі навіть дрібні аварії через можливу значну екологічну та матеріальну шкоду). Для виконання цієї вимоги орієнтуються при виборі програмно-апаратних засобів, що використовуються на всіх рівнях автоматизації.

Автоматизовані системи управління окремими технологічними процесами призначені для: підвищення ефективності управління та обліку нафтопродуктів; скорочення кількості аварійних ситуацій та часу простою обладнання для досягнення його оптимального завантаження; зниження витрат на ремонт обладнання за рахунок оперативного виявлення його несправностей та зменшення трудомісткості експлуатації обладнання; підвищення продуктивності та поліпшення умов праці персоналу, зайнятого управлінням, збиранням та аналізом інформації;

## Розділ 1

### 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЯК ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 1.1 Функціональне призначення та сфера застосування

Дожимні насосні станції (ДНС) - призначені для збору, сепарації, попереднього зневоднення, обліку та подальшого транспортування нафти та попутного газу на центральні пункти збору.

ДНС можуть проводити перекачування водогазонефтяної емульсії по нафтопроводу мультифазними насосами, або, крім цього, проводити попередню підготовку свердловинної продукції - сепарацію (скидання) води та попутного нафтового газу з закачуванням у нафтопровід зневодненої та дегазованої нафти, а також здійснювати закачування пластового тиску.

Сировиною для ДНС є продукція свердловин нафтових родовищ як газорідинної суміші.

Як правило, ДНС застосовуються на віддалених родовищах. Необхідність застосування дожимних насосних станцій обумовлена тим, що найчастіше таких родовищах енергії нафтогазоносного пласта для транспортування нафтогазової суміші недостатньо.[1]

#### 1.2 Технологічна схема та склад обладнання

Склад обладнання:

- насосні блоки зовнішнього відкачування БН-1/1 та БН-1/2 (рис. 1.1);
- насосний блок підтоварної води (НПЗ) Н-4 (рис. 1.2).

Насоси зовнішнього відкачування призначені для транспортування нафти в напірний нафтопровід. На вхід надходить нафта з буферної ємності. З виходу насосного блоку нафта надходить у вузол обліку нафти.

НПВ призначена для транспортування води в КНС(каналізаційна насосна станція). На вхід надходить вода із резервуарів.

До складу НПВ входять 3 насоси ЦНС 60x198, з яких один робітник, решта резервних.

У приміщеннях насосних агрегатів встановлені витяжні вентилятори, які включаються за високої загазованості в приміщенні.



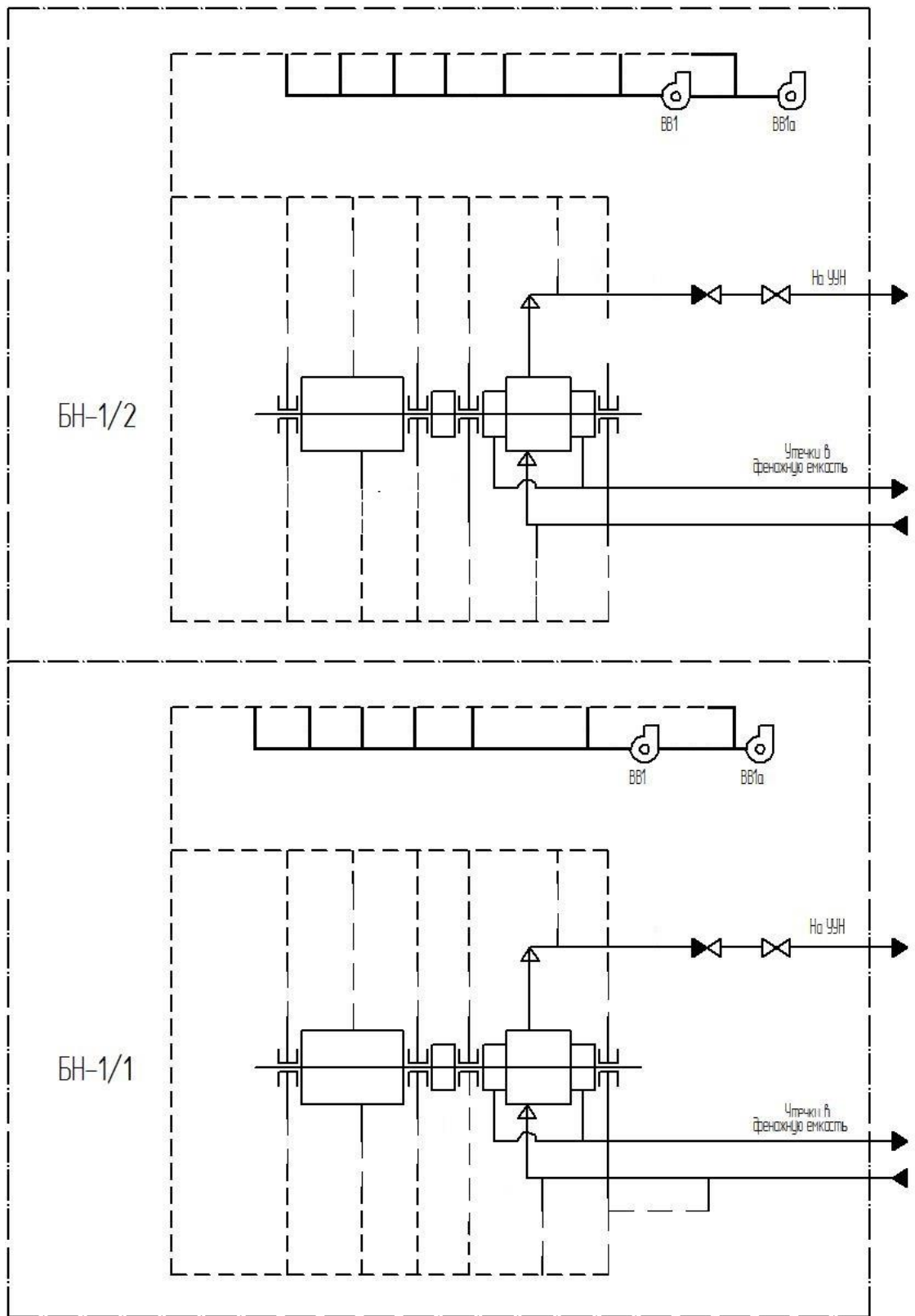


Рисунок 1.1 - Схема насосних блоків зовнішнього відкачування БН-1

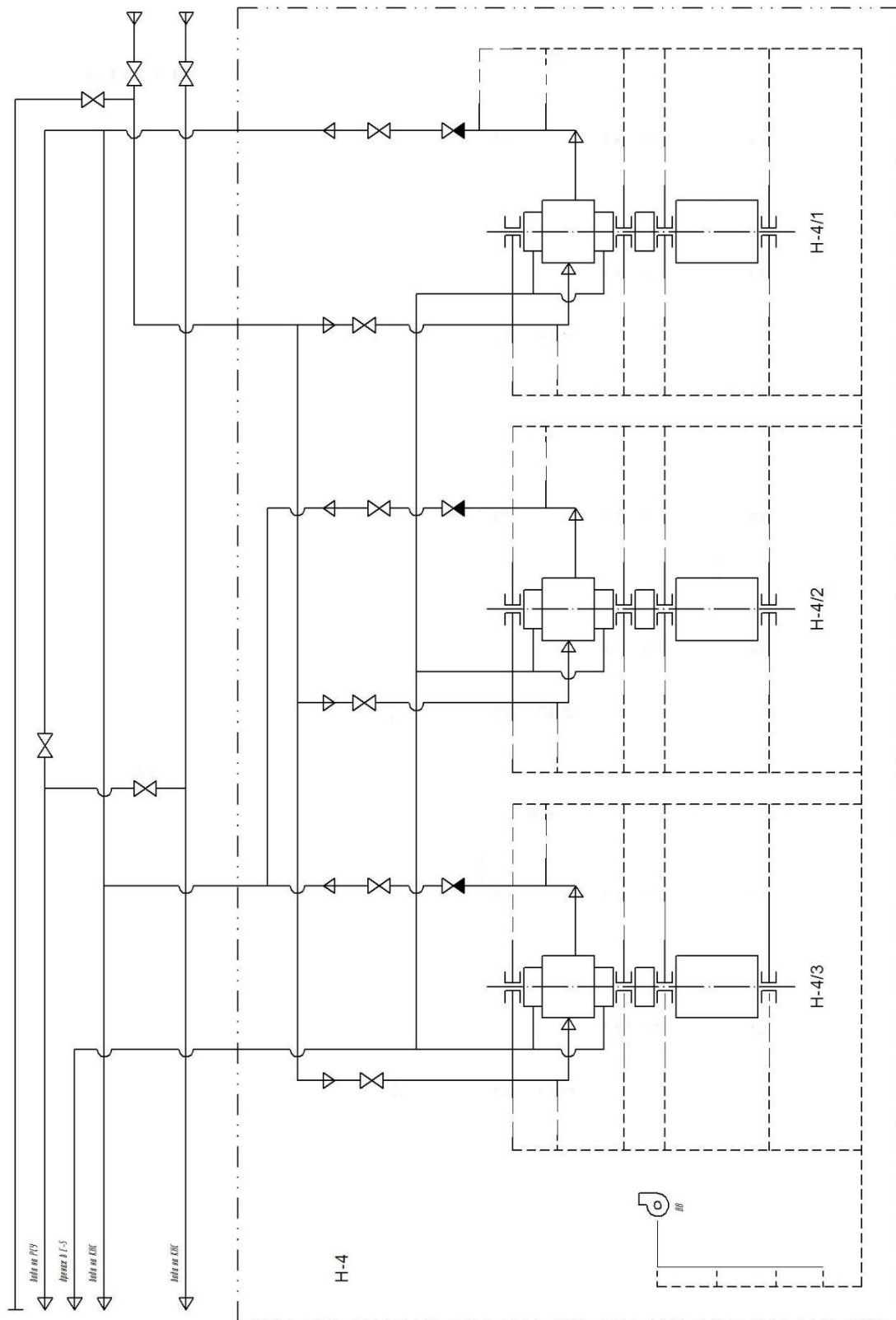



Рисунок 1.2 - Схема насосного блоку підтоварної води Н-4

### 1.3 Логічна структура системи

Система призначена для виконання наступних функцій:

- 1) місцевого контролю тиску на прийомі та викиді насосних агрегатів;
- 2) дистанційної індикації:
  - а) тиску на прийомі та викиді насосних агрегатів;
  - б) температури підшипників двигунів та насосних агрегатів;
  - в) стану витяжних вентиляторів у приміщеннях насосних;
  - г) стану насосних агрегатів.
- 3) аварійної сигналізації:
  - а) пожежі у насосних станціях;
  - б) перевищення 1-го та 2-го порога загазованості біля насосних агрегатів;
  - в) перевищення віброшвидкості підшипників насосних агрегатів та двигунів.
- 4) дистанційного керування:
  - а) насосними агрегатами;
  - б) витяжними вентиляторами у насосних станціях.
- 5) збереження отриманої інформації в архівах;

Проект пропонується для застосування у системах автоматизації насосних станцій нафтопромислів.

Структура системи логічно поділена на три рівні:

- нижній рівень - рівень датчиків та виконавчих механізмів;
- Середній рівень - рівень програмованих логічних контролерів (ПЛК);
- верхній рівень - рівень програмно-технічних засобів оперативного контролю та управління технологічним процесом.

Структура системи представлена рисунком 1.3

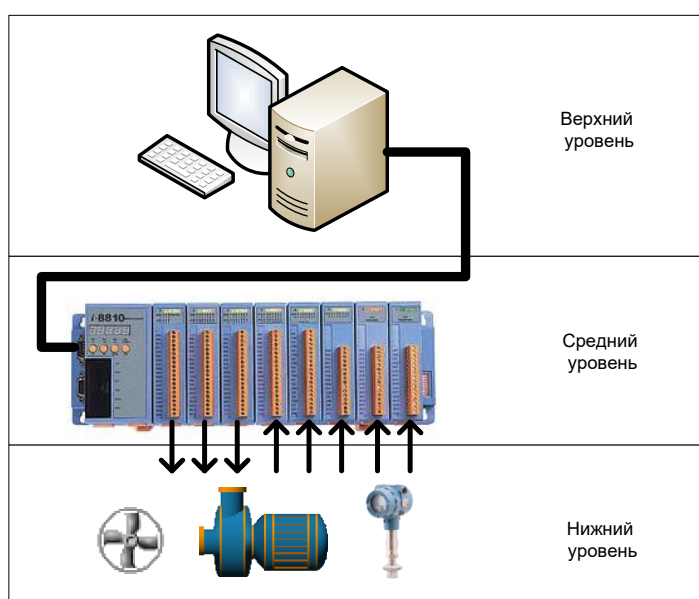


Рисунок 1.3 – Логічна структура системи

#### 1.4 Завдання автоматизації. Вимоги до системи керування.

Автоматизації підлягають такі об'єкти:

- насосні блоки зовнішнього відкачування БН-1/1 та БН-1/2;
  - Насосна підтоварна вода (НПВ) Н-4.

Насоси зовнішнього відкачування призначені для транспортування нафти в напірний нафтопровід. На вхід надходить нафта з буферної ємності. З виходу насосного блоку нафта надходить у вузол обліку нафти.

НПВ призначена для транспортування води. На вхід надходить вода із резервуарів.

До складу НПВ входять 3 насоси ЦНС (центральна насосна система) 60х198, з яких один робітник, інші резервні.

У приміщеннях насосних агрегатів встановлені витяжні вентилятори, які включаються за високої загазованості в приміщенні.

Вимоги до системи управління:

- ❖ забезпечення безпечних режимів функціонування технологічного устаткування;
- ❖ забезпечення функціонування насосних станцій у заданих режимах роботи з підтримкою технологічних показників роботи систем;
- ❖ обробка та зберігання інформації про роботу обладнання та систем;
- ❖ захист інформації від несанкціонованого доступу;
- ❖ керування насосною станцією в режимі реального часу;
  
- ❖ пуск насосних агрегатів, управління клапанами та засувками;
- ❖ зупинка насосних агрегатів, керування режимами промивання та дренажу;
- ❖ підтримання заданих значень регульованих параметрів технологічного процесу;
- ❖ дистанційне та ручне управління технологічним обладнанням;
- ❖ попередження аварійних ситуацій, повідомлення щодо порушення технологічних процесів;
- ❖ обробка та зберігання показників параметрів роботи системи;
- ❖ візуалізація параметрів технологічного процесу;
- ❖ візуалізація стану обладнання системи;
- ❖ видача інформації про напрацювання насосних агрегатів;[2]

## 1.5 Висновки. Постановка задач проектування.

Розглянуто конструктивно-технологічну характеристику насосної станції як об'єкта автоматизації, що включає:

- функціональне призначення та сфера застосування
- технологічну схему та склад обладнання
- Логічну структуру системи.

На підставі проведеного аналізу поставимо такі завдання проектування:

Завдання 1. Розробити функціональну схему автоматизації;

Завдання 2. Зробити вибір засобів автоматизації;

Завдання 3. Розробити алгоритм керування;

Завдання 4. Розробити програмне забезпечення керуючого устрою;

Завдання 5. Розглянути питання охорони праці.

## Розділ 2

### ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Розглянемо багатофункціональні схеми автоматизації насосних агрегатів.

На рисунку 2.1 та рис. СУ-81п.1.151.22..Е3 представлена схема автоматизації насосних блоків зовнішнього відкачування БН-1.

Вона містить в собі:

- два насоси керованих двома двигунами (блок БН 1/2 та блок БН 1/1);
- набір датчиків:
  - TIRA – датчик температури приміщення;
  - QSA - датчик загазованості (QSA1-Загазованість (20%), Загазованість (50%); QSA2 - Пожежа в насосній) IA - датчик світлової та звукової сигналізації (IA1 - світлова сигналізація "Загазованість 20%", IA2 - світлова сигналізація "Загазованість 50%", IA3 - світлова сигналізація "Пожежа", IA4 - звукова сигналізація);
  - NSHA1 – датчик управління вентилятором;
  - TISA - датчик температури насосного агрегату (TISA1- Температура ППН насосного агрегату, TISA2- Температура ЗПН насосного агрегату, TISA3- Температура ППД насосного агрегату, TISA4- Температура ЗПД насосного агрегату);
  - VSA - датчик вібрації (VSA1 - Вібрація ППН насосного агрегату, VSA2 - Вібрація ЗПН насосного агрегату, VSA3 - Вібрація ППД насосного агрегату, VSA4 - Вібрація ЗПД насосного агрегату);
  - PISA - датчик тиску (PISA1- Тиск на прийомі насосного агрегату, PISA2- Тиск на викиді насосного агрегату).

NSHA2 - перевірка стану насосного агрегату, управління насосним агрегатом "Вимкнути", управління насосним агрегатом "Готовність до пуску".

На рисунку 2.2 та рис. СУ-81п.1.151.22..Е3 представлена схема автоматизації насосного блоку підтоварної води Н-4

Вона містить в собі:

- три насоси керованих 3 двигунами
- набір датчиків:
  - TIRA – датчик температури приміщення;
  - QSA – датчик загазованості;
  - IA - датчик світлової та звукової сигналізації (IA1 - світлова сигналізація «Пожежа», IA2 - звукова сигналізація «Пожежа»);
  - NSHA1 – датчик управління вентилятором;
  - TISA - датчик температури насосного агрегату (TISA1- Температура ППН насосного агрегату, TISA2- Температура ЗПН насосного агрегату, TISA3- Температура ППД насосного агрегату, TISA4- Температура ЗПД насосного агрегату);

- VSA - датчик вібрації (VSA1 - Вібрація ППН насосного агрегату, VSA2 - Вібрація ЗПН насосного агрегату, VSA3 - Вібрація ППД насосного агрегату, VSA4 - Вібрація ЗПД насосного агрегату);
  - PISA - датчик тиску (PISA1- Тиск на прийомі насосного агрегату, PISA2- Тиск на викиді насосного агрегату).
- NSHA2 - перевірка стану насосного агрегату, управління насосним агрегатом «Вимкнути», управління насосним агрегатом «Готовність до пуску»

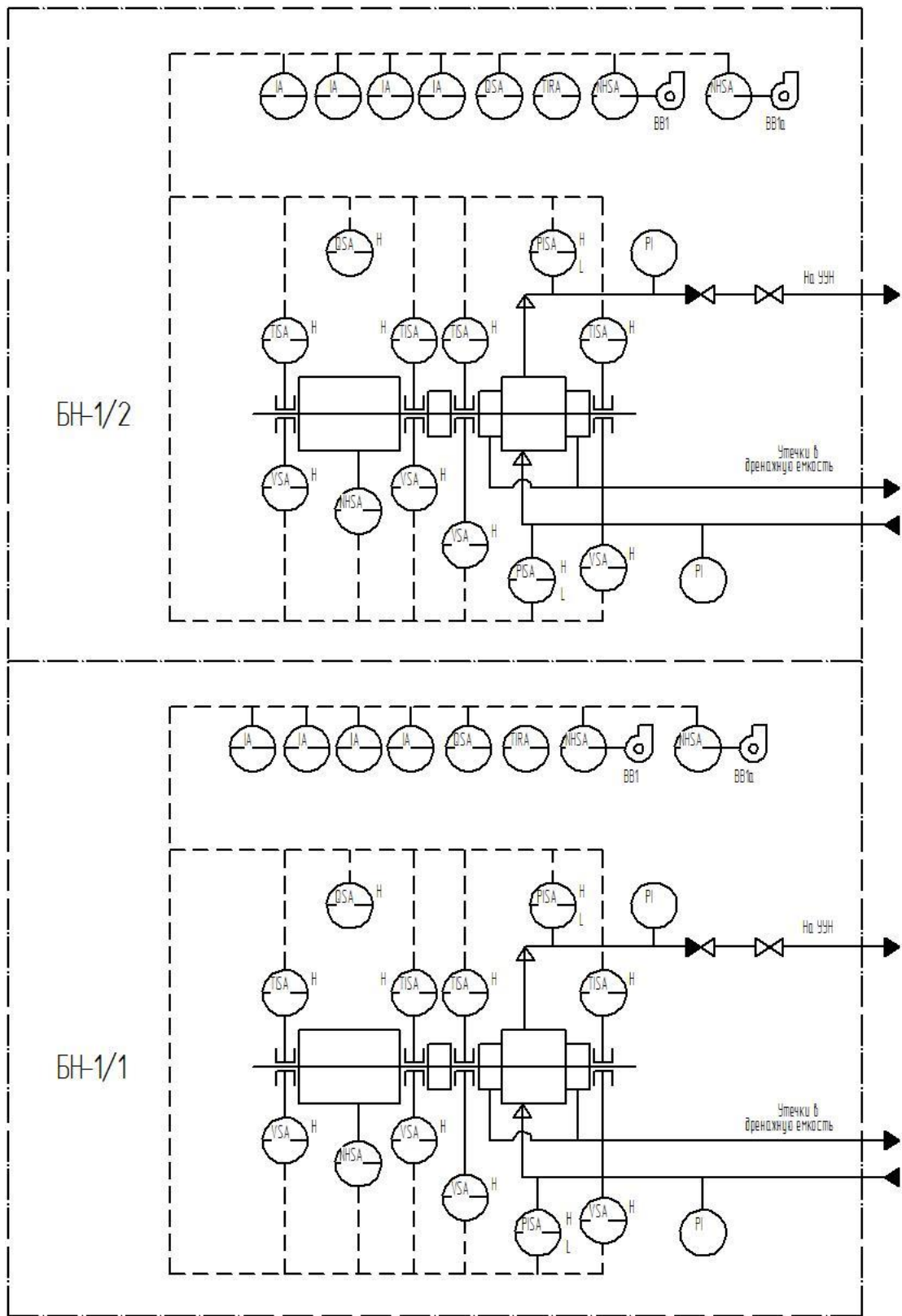


Рисунок 2.1 – Схема автоматизації насосних блоків зовнішнього відкачування БН-1



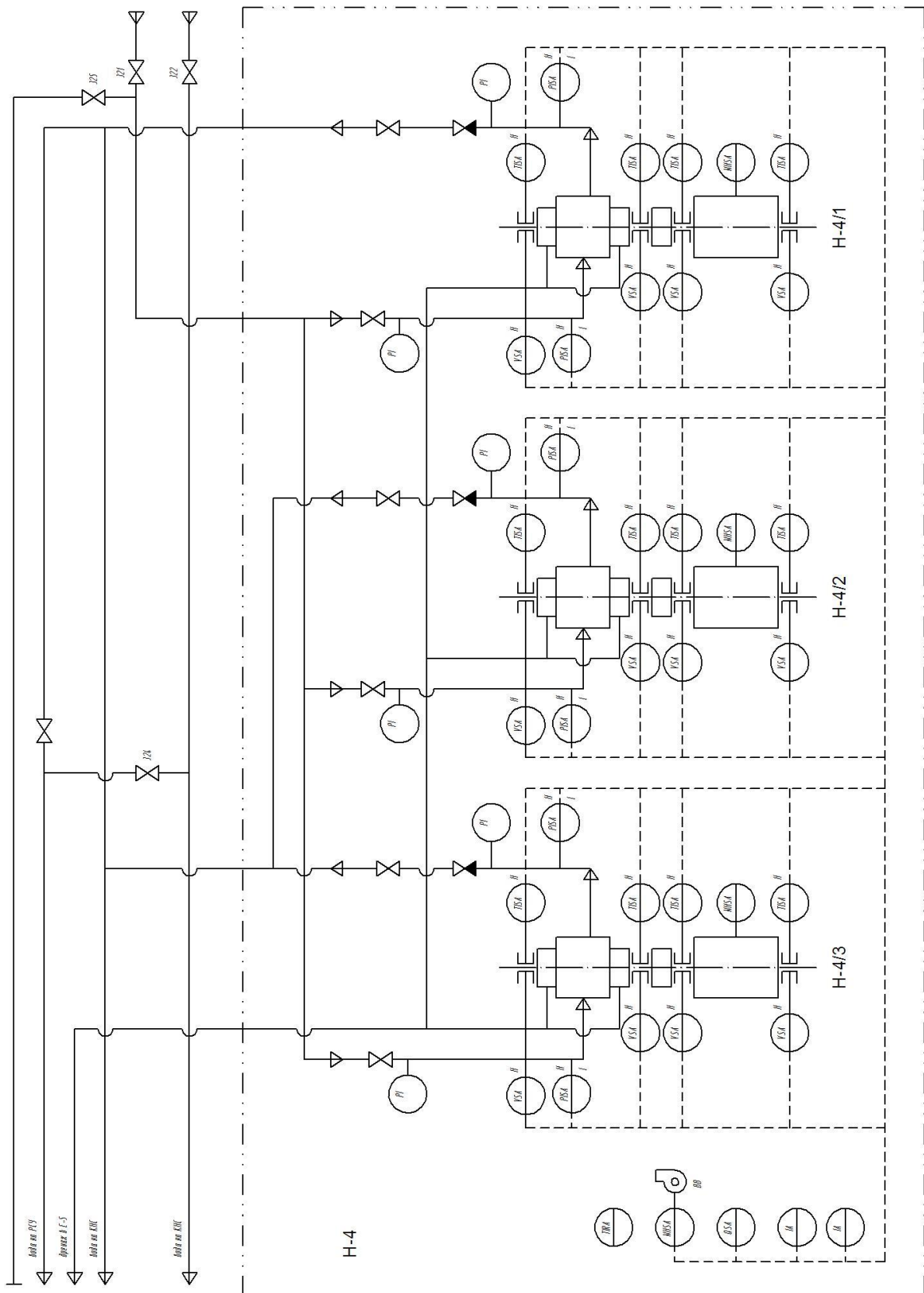


Рисунок 2.2 – Схема автоматизації насосного блоку підтоварної води Н-4

### 3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 3.1 Комплекс технічних засобів нижнього рівня

##### 3.1.1 Вибір засобу вимірювання тиску

Для вимірювання тиску проведемо порівняльний аналіз наступних датчиків:

- JUMO 404753;

- WİKA;

- Метран 150.

Результати порівняння зведено до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Таблиця порівняння датчиків тиску

Параметр порівняння	Jumo 404753	WİKA S-25	Метран 150
Фірма	JUMO	WİKA	Метран
Вимірювані середовища	неагресивні та агресивні гази, пари, рідини та пил	рідина, газ та пара	рідини, зокрема. нафтопродукти; пар, газ, газові суміші
Діапазон вимірювання, МПа	0-60	0 - 100	0-68
Температура довкілля, °С	-40... +85	-20...85	Від -40 до 80
Вихідні сигнали	4... 20 мА	4...20/HART/BRAIN, Foundation Fieldbus.	4-20 мА с HART-протоколом; 0-5 мА
Наведена похибка,%	0,05	0,04	0,075
Ціна, грн	10500	11500	7000

Вихідний сигнал є сигналом постійного струму, прямо пропорційний вхідному тиску. Вимірювальний перетворювач тиску відповідає вимогам для вибухозахищеного обладнання групи II категорій 1/2 G/D для застосування

– у вибухонебезпечних зонах 1 та 2, де вибухонебезпечність атмосфери обумовлюється наявністю горючих газів або парів ЛЗР (Gas);

– у вибухонебезпечних зонах 20, 21 та 22, де вибухонебезпечність атмосфери обумовлюється наявністю горючих пилів або волокон (Dust).

Вибухобезпека II 1/2 GD EEx ia IIC T4...T6 T/Ta(T4) ≤ 95 °C; (T5) ≤ 85 °C; (T6) ≤ 70 °C IP 65

Номинальні умови експлуатації згідно з DIN 16 086 та DIN IEC 770/5.3

Діапазон вимірів 0-60МПа.

Тиск розриву 10-кратна верхня межа вимірювань, макс. 2000 бар.

Матеріал деталей, що торкаються вимірюваного середовища:

- Серійно нерж. сталь №1.4436, 1.4571;

– при діапазоні ≥ 60 бар нерж. сталь №1.4571, 1.4542;

– для опції 406 (виконання зонд рівня) матеріал кабелю PE (поліетилен).

Вихідний сигнал 4-20 мА, двопровідний.

Дрейф нуля ≤ 0,3% від кінцевого значення

Температурний гістерезис

– для діапазонів вимірювання ≤ 600 мбар: ≤ ± 1 % від кін. знач.;

– для діапазонів вимірювання > 600 мбар: ≤ ± 0,5 % від кін. знач.

Вплив температури навколишнього середовища

Для діапазонів 250 та 400 мбар:

нульова точка: ≤ 0,03 %/К норма, ≤ 0,05 %/К макс.

діапазон вимірювань: ≤ 0,02 %/К норма, ≤ 0,04 %/К макс.

Для діапазонів від 600 мбар:

нульова точка: ≤ 0,02 %/К норма, ≤ 0,04 %/К макс.

діапазон вимірювань: ≤ 0,02 %/К норма, ≤ 0,04 %/К макс.

Відхилення характеристики ≤ 0,5 % кінцевого значення (при установці граничної точки).

Нестабільність протягом року ≤ 0,5 % від кінцевого значення

Напруга живлення DC 11...28 В (з іскробезпечного ланцюга).

Залишкова пульсація:

піки напруги не повинні бути меншими або більше наведених вище знань;

Макс. споживаний струм 45 мА (при DC 24).

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

Допустима температура навколишнього середовища 40...+85 °С. Температура зберігання 40...+85 °С.

- Допустима температура вимірюваного середовища 40 ... +85 ° С (40 ... +200 ° С при розширенні типу 0004).

Для вимірювання температури підшипників вибираємо ТСП Метран-246, оскільки він має найнижчу вартість .

Для вимірювання надлишкового тиску використовуватимемо Метран 150CG[3]. Вибір засобу вимірювання температури підшипників

### 3.1.2 Вибір засобу вимірювання температури підшипників

Для вимірювання температури проведемо порівняльний аналіз наступних датчиків:

- ТСП Метран-246;

- JUMO 90.1109;

- Sitrans T 7MC-1DB.

Результати порівняння зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Таблиця порівняння датчиків температури

Параметр порівняння	Jumo 90.2109	Sitrans T 7MC-1DB	ТСП Метран-246
Фірма	JUMO	Siemens	Метран
Вимірювані середовища	Для вимірювання температури у твердих тілах, підшипниках ковзання та інструментах	Для контролю температури підшипників	для вимірювання температури малогабаритних підшипників та поверхні твердих тіл
Тип НСХ	Pt100	Pt100	Pt100
Діапазон вимірювання, °С	-50...200	-50...400	-50...120
Клас допуску	В	В	С
Ціна, грн	1300	2050	450

### 3.1.3 Вибір засобу вимірювання температури приміщень

Зробимо порівняльний аналіз датчиків кількох фірм. Характеристики представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Характеристики датчиків вимірювання температури.

Характеристика	ТХАУ Метран - 271	ТХАУ Метран - 274	ТС 5008
Призначення	Вимірювання температури нейтральних та агресивних середовищ, до яких чутливий елемент корозійностійкий	Вимірювання температури нейтральних та агресивних середовищ, до яких чутливий елемент корозійностійкий	Вимірювання температури рідких та газоподібних неагресивних середовищ.
Діапазон вимірюваної температури, °С	-40 - 600	0 - 180	-50 - 400
Температура навколишнього середовища, °С	-45 - 70	-45 - 70	-40 - 70

Таблиця 3.3 – Продовження

Основна наведена похибка, %	±0,5	±0,25	±0,25
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Міжповірочний інтервал, рік	1	1	1
Орієнтовна вартість, грн	750	1150	800

Як видно з таблиці ТХАУ Метран-271 має найнижчу вартість, тому вибираємо його як датчик вимірювання температури насосних приміщень.

#### 3.1.4 Вибір датчиків вібрації

Зробимо порівняльний аналіз датчиків вібрації кількох фірм. Характеристики представлені у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Характеристики датчиків вимірювання вібрації

Характеристика	Hauber 640	ДВСТ-1	MMF RSI 80
Призначення	Призначений для вимірювання корпусної вібрації	Призначений для перетворення постійний струм середніх значень віброшвидкості в контр. точках	Призначений для вимірювання корпусної вібрації
Діапазон віброшвидкості, мм/с	0 - 10	2 - 20	0,2 - 25
Гарантійний термін, рік	3	2	2
Основна похибка, %	2	4	2
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Вартість, грн	5000	3850	8000

Вибираємо датчик ДВСТ-1, оскільки цей засіб вимірювання має найнижчу ціну.

### 3.1.5 Вибір сигналізатора загазованості

При виборі комплекту стаціонарного сигналізатора звертають увагу вимоги замовника. Якщо немає певних побажань, зазвичай застосовують датчики загазованості СТМ-10. Перевага цих датчиків визначена великим терміном експлуатації, низькою ціною.



Таблиця 3.5 - Основні характеристики сигналізаторів загазованості

Назва приладу	Температура навколишнього середовища для датчика	Діапазон сигнальних концентратів	Час спрацьовування сигналізації	Термін експлуатації
СТМ-10 («Аналітприлад»)	-60 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С	5-50%	10 с	10 років
ПММ-05 («Томська електронна компанія»)	-60 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С	0-50%	10 с	10 років
ДГО («Електрон-прилад»)	-40 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С	0-100%	10 с	10 років

Як сигналізатор загазованості вибираємо СТМ-10.

### 3.2 Засіб управління та збору даних

#### 3.2.1 Функції контролерних засобів

Нині мікропроцесорна техніка впроваджується у всі сфери діяльності. І сучасну автоматизацію важко уявити без участі у ній мікропроцесорних засобів. Взяти хоча б комп'ютер, знайомий усім із шкільною лавкою. Адже цей самий комп'ютер - один із найважливіших програмно-технічних засобів автоматизації. Є ще один мікропроцесорний пристрій, добре відомий серед фахівців з автоматизації, - контролер. Як і комп'ютер, контролер – обов'язковий компонент будь-якої сучасної системи управління. Контролер отримав свою назву від слова control – управління. Вже з назви стає зрозуміло, що основне призначення цього пристрою - управління. Перша основна сфера застосування контролерів (80-ті роки минулого століття) – дискретні системи управління, в основу функціонування яких покладено логіку.

класу технічних засобів автоматизації. За останні 8-10 років суттєво розширилися їхні функції та обчислювальні можливості .

Сьогодні ПЛК здатні вирішувати завдання з управління складними об'єктами як у безперервних, так і дискретних виробництвах.

В ієрархії рівнів АСУТП (автоматизованої системи управління технологічними процесами) ПЛК займають певний рівень – перший чи нижній.

На основі будуються системи автоматичного управління (САУ) окремими апаратами, установками чи блоками технологічного процесу. Функціонування САУ відбувається без постійної присутності обслуговуючого персоналу в автоматичному режимі за алгоритмами та програмами, створеними на стадії проектування системи управління (прикладне програмне забезпечення).

Об'єкт управління в цій ієрархії представлений вимірювальними перетворювачами (ІП) різних технологічних параметрів – тиску, рівня, температури, витрати тощо, а також виконавчими пристроями (ІУ) – регулюючими клапанами, кранами, засувками. За допомогою цих технічних засобів САУ здійснюють збір даних, що характеризують стан об'єкта, і реалізують керуючі на об'єкт з метою забезпечення заданих (економічно доцільних) режимів його функціонування.[3]

У невеликих системах управління локальні ПЛК можуть безпосередньо по мережі взаємодіяти з сервером та АРМ (без інтерфейсного контролера). Але є досить велика кількість проектів АСУТП, які передбачають у своїй структурі інтерфейсні контролери (концентратори).

Залежно від завдань, вирішуваних системою управління, контролери здатні виконувати широкий набір функцій. До основних (базових) функцій локальних контролерів відносяться:

– збір та первинна обробка інформації про параметри технологічного процесу та стан обладнання;

– зберігання технологічної та допоміжної інформації;

- Автоматична обробка технологічної інформації;

- формування керуючих впливів - дискретне управління та регулювання;

- Виконання команд з пункту управління;

- Самодіагностика контролера;

- Обмін інформацією з верхнім рівнем управління.

Функція «Збір та первинна обробка інформації» передбачає:

- циклічне опитування пристроїв зв'язку з об'єктом (УСО);

- аналогово-цифрове перетворення сигналів;

– первинне оброблення сигналів для компенсації впливу перешкод (фільтрація сигналів);

Функція «Зберігання технологічної та допоміжної інформації» забезпечує запис та зберігання у пам'яті контролера технологічних даних та даних, що забезпечують заданий режим роботи технологічного обладнання. Ця функція також забезпечує збереження інформації за відмов технічних засобів або живлення.

Реалізація функції «Автоматична обробка технологічної інформації, формування керуючих впливів» передбачає дискретне управління відповідно до алгоритмів управління, розроблених на етапі проектування системи, та регулювання (стабілізація технологічних параметрів на заданому рівні) за стандартними (П, ПІ, ПІД) або спеціалізованими алгоритмами ведення технологічного процесу. У цьому оперативний персонал може здійснювати пуск, відключення, перемикання технологічного устаткування, і виконувати режимне управління процесом

Функція «Самодіагностика контролера» включає перевірку працездатності як технічних, так і програмних засобів контролера з оповіщенням оперативного персоналу.

Функція "Обмін інформацією" є однією з найважливіших функцій контролера. Ця функція здійснюється в автоматичному режимі та реалізується спеціалізованими засобами контролера з використанням протоколів приймання/передачі даних.

### 3.2.2 Вибір контролера

Порівнюємо такі контролери:

- I-8810;
- Simatic S7-300;
- CompactLogix.

Для вибору контролерного засобу складемо таблицю порівняння.

Таблиця 3.6 - Сравнительная таблица контроллерных средств

Параметр порівняння	i-8810	Simatic S7-300	CompactLogix
Фірма	ICPDAS	Siemens	Allen-Bradley
Максимальна кількість входів виходів: аналогових/дискретних	НЕ обмежено	4096/65536	1024
Комунікаційні можливості	RS232, RS485	MPI, Profibus Industrial Ethernet/PROFINet, AS-i, BACnet, MODBUS TCP	Ethernet/IP, DeviceNet, DH-485
Модулі розширення	Великий вибір модулів введення/виводу, спеціалізованих модулів	Великий вибір модулів введення/виводу, спеціалізованих модулів	30 модулів введення/виводу
Мови програмування	C++	STL, LAD, FBD	Ladder, FBD, SFC, ST
Ціна, грн	Від 3500	Від 5000	Від 10000

Контролер фірми ICPDAS має найнижчу вартість, тому вибираємо контролер I-8810.

### 3.2.3 Вибір конфігурації контролера

У системі проводиться введення та виведення наступних сигналів:

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

Для опитування 20 сигналів термоопорів необхідно 3 7-канальні модулі I-87015.

Для опитування 33 аналогових сигналів з урахуванням запасу необхідно 2 16-канальні модулі I-8017HS і один 8-канальний модуль I-8017H.

Для опитування 17 дискретних сигналів з урахуванням запасу потрібний один 32-канальний модуль I-8040.

Для формування 26 дискретних сигналів з урахуванням запасу потрібний один 32-канальний модуль I-8041.

Кількість резервних входів/виходів представлена у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Кількість резервних входів/виходів

Модуль	Число входів/виходів на модулі	Число модулів	Загальна кількість входів/виходів	Необхідна кількість входів/виходів	Резерв
I-87015	7	3	21	20	1
I-8017HS	16	2	32+8=40	33	7
I-8017H	8	1			
I-8040	32	1	32	17	15
I-8041	32	1	32	26	6

Для живлення контролера та модулів потрібен зовнішній блок живлення.

Контролер 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 тієї ж фірми із вихідною потужністю 48 Вт. Характеристики блоку живлення представлені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики блоку живлення ACE-540A

Характеристика	Значення
Вхід	
Тип вхідної напруги	Змінне
Амплітуда напруги,	85...264
Частота, Гц	47...62
Струм споживання, А	0.6 (230 V)
Вихід	
Тип вихідного харчування	Змінний струм
Вихідна потужність, Вт	48
Вихідна напруга,	24
Максимальне навантаження по струму, А	2
Загальні характеристики	
Час напрацювання на відмову, год	396220
Температура навколишнього середовища, ОС	-20...+70

У результаті вийшла наступна конфігурація контролера:

- 1.1 – 3 7-канальні модулі введення сигналів термоопору I-87015
- 1.2 – 2 16-канальні модулі аналогового введення I-8017HS;
- 1.3 - 1 8-канальний модуль аналогового введення I-8017H;
- 1.4 - 1 32-канальний модуль дискретного введення I-8040;
- 1 32-канальний модуль дискретного виводу I-8041.3.3 Розрахунок надійності вимірювальних каналів системи

### 3.3.1 Канал вимірювання тиску

Для розрахунку показників надійності розглянемо структурну схему сполук елементів. Ланцюжок включає датчик тиску Метран-150, модуль аналогового введення I-8017H, контролер I-8810 та джерело живлення ACE-540A

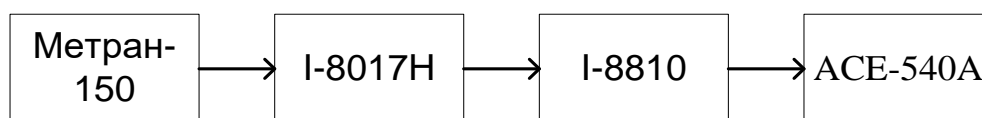


Рисунок 3.1 - Структурна схема з'єднань елементів

Характеристика елементів ланцюжка представлена таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Характеристика елементів

Елемент ланцюжка	Середнє напрацювання на відмову, ч	Інтенсивність відмов,
Метран-150	150000	0.67
I-8017H	80000	1.25
I-8810	80000	1.25
ACE-540A	396220	0.25

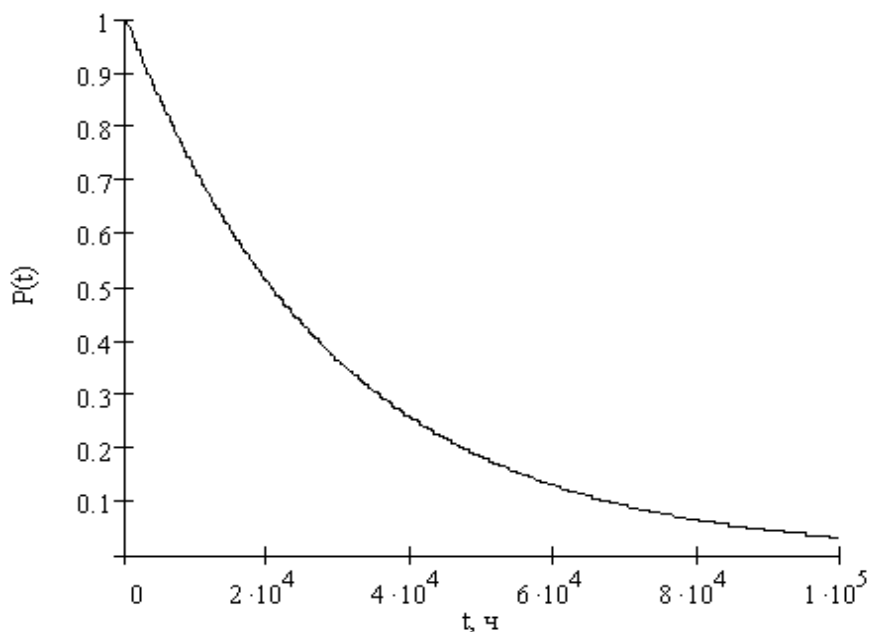


Рисунок 3.2 – Залежність ймовірності безвідмовної роботи ланцюжка від часу

### 3.3.2 Канал вимірювання температури підшипників.

Для розрахунку показників надійності розглянемо структурну схему сполук елементів. Ланцюжок включає датчик термоопору ТСП Метран-246, модуль введення сигналів термоопору I-87015, контролер I-8810 та джерело живлення АСЕ-540А.

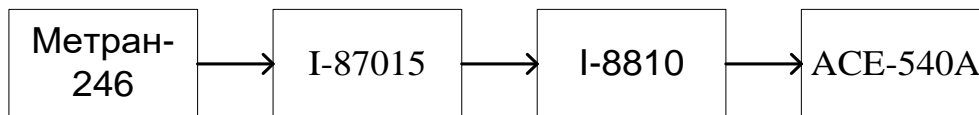


Рисунок 3.3 – Структурна схема з'єднань елементів

– Таблиця 3.10 – Характеристика елементів

– Елемент ланцюжка	Середнє напрацювання на відмову, ч	Інтенсивність відмов,
Метран-246	100000	1
I-87015	80000	1.25
I-8810	80000	1.25
АСЕ-540А	396220	0.25

Інтенсивність відмов всього ланцюжка обчислюється за формулою

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

де  $\lambda_i$  – інтенсивність відмов  $i$  – го модуля.

За даними таблиці 10 знаходимо сумарну інтенсивність відмов ланцюжка, що

$$\text{розглядається: } \lambda_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i = (1 + 1.25 + 1.25 + 0.25) \cdot 10^{-5} = 3.75 \cdot 10^{-5} / \text{ч.}$$

Середній час безвідмовної роботи обчислюється за формулою



$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_{обц}}, \quad (3.2)$$

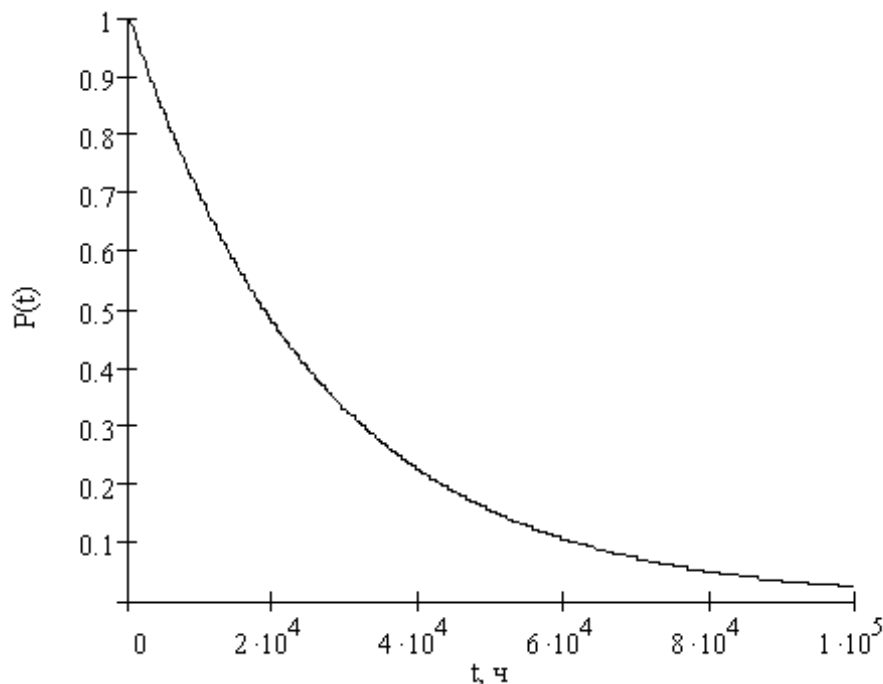


Рисунок 3.4 - Залежність ймовірності безвідмовної роботи від часу

### 3.4 Висновки:

У розділі №3 проведено вибір технічних засобів нижнього рівня. Тиск на прийомі та викиді насосних агрегатів вимірюється за допомогою засобу вимірювання Метран 150CG. Температура підшипників вимірюється за допомогою ТСП Метран 246. Температура приміщень – за допомогою ТХАУ Метран-271. Як датчик вібрації обраний ДВСТ-1. Як сигналізатор загазованості обраний СТМ-10. Як технічний засіб середнього рівня був обраний контролер І-8810. Було обрано конфігурацію контролерного засобу.

## 4. АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 4.1 Опис логіки алгоритму контролю параметрів та управління насоса зовнішнього відкачування нафти БН-1/1

Програма контролю та керування вимірювальною апаратурою насоса БН-1/1 починається із запиту зміни установок керування. Оператор здійснює переналаштування параметрів керування з АРМ оператора. Програма контролю та управління включає блок технологічних захистів, блок блокувань, блок управління і блок індикації. [4]

Блок технологічних захистів включає контроль пожежі, 2-го порога загазованості, вібрації підшипників, тиску на прийомі і викиді насоса, температури підшипників насоса і двигуна. При виході будь-якого параметра за межі установок здійснюється зупинка насоса БН-1/1 та встановлення прапора «Аварія БН-1/1». Блок блокувань включає контроль 1-го порога загазованості, температури підшипників насоса і двигуна. При виході параметрів за межі установок блокування повторного пуску насоса БН-1/1.

Блок управління включає алгоритм управління насосом, залежно від режиму його роботи. Алгоритм керування насосом починається з опитування прапора «Аварія БН-1/1». Якщо прапор встановлений, то видається команда "Немає готовності до пуску" і блок контролю на цьому закінчується. В іншому випадку проводиться опитування прапора «Блокування пуску». Якщо прапорець встановлений, команда «Готовність до пуску» не видається. При зняттю прапорі "Блокування пуску" та робочому тиску на прийомі насоса видається команда "Готовність пуску".

При натиснутій кнопці дистанційної кнопки «Стоп» на АРМе оператора проводиться зупинка насосного агрегату БН-1/1. При натиснутій кнопці «Стоп» на АРМі оператора також проводиться зупинка насосного агрегату БН-1/1.

Пуск насоса можливий лише за місцем за наявності сигналу «Готовність до пуску», який генерує система автоматики.

Блок індикації включає контроль ВАП, НАП, ВПП, НПП технологічних параметрів насосного агрегату БН-1/1.

Алгоритм контролю параметрів та управління технологічним обладнанням насоса БН-1/1 (аналогічно БН-1/2) представлений у додатку .

#### 4.2 Опис логіки алгоритму контролю та управління насосу підтоварної води Н-4/1

Програма контролю та керування вимірювальною апаратурою насоса Н-4/1 починається із запиту зміни установок керування. Оператор здійснює переналаштування параметрів керування з АРМ оператора.

Програма контролю та управління включає блок технологічних захистів, блок блокувань, блок управління і блок індикації. Блок технологічних захистів включає контроль пожежі, температур підшипників насоса і двигуна, вібрації підшипників, тиску на прийомі і викиді насоса. При виході будь-якого параметра за межі установок проводиться зупинка насоса Н-4/1 та встановлення прапора «Аварія Н-4/1». Блок блокувань включає контроль температур підшипників насоса і двигуна. При виході будь-якого параметра за межі установок здійснюється блокування повторного запуску насоса Н-4/1.

Блок управління включає алгоритм управління насосом, залежно від режиму його роботи. Блок управління включає алгоритм управління насосом, залежно від режиму його роботи.[5]

Якщо прапор встановлений, то видається команда "Немає готовності до пуску" і блок контролю на цьому закінчується. В іншому випадку проводиться опитування прапора «Блокування пуску». Якщо прапорець встановлений, команда «Готовність до пуску» не видається. При зняттю прапорі «Блокування пуску» та робочому тиску на прийомі насоса видається команда «Готовність пуску».

При натиснутій кнопці дистанційної кнопки «Стоп» на АРМе оператора проводиться зупинка насосного агрегату Н-4/1.

Пуск насоса можливий лише за місцем за наявності сигналу «Готовність до пуску», який генерує система автоматики.

Блок індикації включає контроль ВАП, НАП, ВПП, НПП технологічних параметрів насосного агрегату Н-4/1.

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

Алгоритм контролю параметрів та управління технологічним обладнанням насоса Н-4/1 (аналогічно Н-4/2, Н-4/3) представлений у додатку В.

#### 4.3 Опис логіки алгоритму керування аварійною сигналізацією блокових приміщень

Програма контролю та управління аварійною сигналізацією починається з контролю загазованості у приміщенні. У разі виникнення сигналу про загазованість 1 ступеня видається команда включення світлової сигналізації. При виникненні сигналу про загазованість 2 ступеня видається команда включення світлової сигналізації загазованості 2 ступеня.

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

Знімання сигналізації здійснюється кнопкою «Знімання сигналізації».

Алгоритм управління аварійною сигналізацією блокових приміщень представлений у додатку.

Програма контролю та управління аварійною сигналізацією починається з контролю загазованості у приміщенні. У разі виникнення сигналу про загазованість 1 ступеня видається команда включення світлової сигналізації.

При виникненні сигналу про загазованість 2 ступеня видається команда включення світлової сигналізації загазованості 2 ступеня.

Потім проводиться контроль наявності пожежі в приміщенні. Знімання сигналізації здійснюється кнопкою «Знімання сигналізації».

Алгоритм управління аварійною сигналізацією блокових приміщень представлений у додатку.[6]



Таблиця 4.1 - Порівняльна таблиця засобів розробки

Параметр порівняння	TraceMode 6.06.3	InTouch 9.5	CitectSCADA 7.1
Операційна система	Microsoft Windows XP		Microsoft Windows XP, Microsoft Windows Vista
Звіти	Є		
Тривоги	Система управління тривогами МРВ, пріоритети тривоги	Відображення розподілених алармів (сигналів тривоги та подій)	Так, зі звуковим супроводом та анімацією
Вимоги	1.6 ГГц, 512Мб, 1.5Gb диск	400MHz, 256 Мб RAM, 2 Gb disk	1 ГГц, 500 Мб RAM, 80 Гб диск
Масштаб-руність	до 64000 пікселів	від 1 до 1 млн. вв.-вив.	Необмежену кількість
Мови	Алгоритми керування мовами стандарту IEC 61131-3	Сценарії QuickScripts	Мова програмування CiCode (більше 1000 функцій). Також є CitectVBA
Допомога	Повноцінна допомога різними мовами		
мнемосхеми	Понад 1000 графічних зображень; понад 600 анімаційних об'єктів;	Покращена графічна бібліотека Symbol Factory та нова бібліотека графічних символів SmartSymbols	Лінії, фігури, зображення, 3D труби, технологічне обладнання
Тренди	Тренди реального часу та історичні необмеженої глибини	Є	Тренди з декількома змінними, 10мс-кілька годин
Резервування	Резервовані АСУТП та системи телемеханіки	Є	Вбудоване резервування, мережеві з'єднання та зв'язки
Ціна*, грн	8500	22000	17000

Як видно з таблиці, кожен програмний продукт має переваги. Підсумкова вартість проекту, розробленого Trace Mode, найнижча. До того ж, саме середовище розробки існує в безкоштовному варіанті, що дозволяє ознайомитися з можливостями пакета повною мірою. Тож розробки програмного забезпечення АРМ вибираємо програмний продукт Trace Mode 6.06.3. TRACE MODE® 6 складається з інструментальної системи (інтегрованого середовища розробки) та набору виконавчих модулів. За допомогою виконавчих модулів TRACE MODE® проект АСУ запускається на виконання у реальному часі. TRACE MODE дозволяє створювати проект одразу для кількох виконавчих модулів – вузлів проекту.

Інструментальна система включає повний набір засобів розробки АСУТП, а саме засоби створення:

- Операторського інтерфейсу (SCADA/HMI);

- розподілених систем управління (PCY);
- Промислової бази даних реального часу;
- програм для промислових контролерів (SOFTLOGIC), а також засоби управління бізнес-процесами виробництва (АСУП):
- систем управління основними фондами та технічним обслуговуванням обладнання (EAM);
- Систем управління персоналом (HRM);
- Систем управління виробництвом (MES).

Виконавчі модулі для АСУТП та АСУП розрізняються. Модулі для АСУТП (клас SOFTLOGIC та SCADA/HMI) входять до комплексу TRACE MODE®, а виконавчі модулі для АСУП (клас EAM, HRM, MES) – до комплексу T-FACTORY.exe™.

Разом TRACE MODE® та T-FACTORY™ дають рішення для комплексного управління в реальному часі технологічними процесами та виробничим бізнесом, створюючи інтегровану платформу для управління виробництвом.

TRACE MODE® 6 зручна та проста у використанні. Тим не менш, архітектура системи дозволяє створювати великі АСУ корпоративного рівня з десятками тисяч сигналів.

- розподілених систем управління (PCY);
- Промислової бази даних реального часу;
- програм для промислових контролерів (SOFTLOGIC), а також засоби управління бізнес-процесами виробництва (АСУП):
- систем управління основними фондами та технічним обслуговуванням обладнання (EAM);
- Систем управління персоналом (HRM);
- Систем управління виробництвом (MES).

Виконавчі модулі для АСУТП та АСУП розрізняються. Модулі для АСУТП (клас SOFTLOGIC та SCADA/HMI) входять до комплексу TRACE MODE®, а виконавчі модулі для АСУП (клас EAM, HRM, MES) – до комплексу T-FACTORY.exe™.

Разом TRACE MODE® та T-FACTORY™ дають рішення для комплексного управління в реальному часі технологічними процесами та виробничим бізнесом, створюючи інтегровану платформу для управління виробництвом.

TRACE MODE® 6 зручна та проста у використанні. Тим не менш, архітектура системи дозволяє створювати великі АСУ корпоративного рівня з десятками тисяч сигналів.

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

- Принцип автопобудови проекту;
- Єдина база даних розподіленого проекту;
- багаті бібліотеки драйверів, алгоритмів та графічних об'єктів;
- потужні засоби налагодження;

- Вбудована система гарячого резервування;

- Власний генератор звітів;

- Промислова база даних реального часу SIAD/SQL 6.

Технологія інтегрованої розробки АСУ ТП поєднує програмування операторського інтерфейсу, так і промислових контролерів.

Інструментальна система складається з наступних редакторів:

- Редактор бази каналів;

- Редактор подання даних (РПД);

- Редактор шаблонів.

Редактор бази каналів необхідний розробки структури проекту, і навіть включає математичні основи обробки даних та управління (розподілена база реального часу):

- Описуються зміни всіх робочих станцій, УСО, контролерів;

- Налаштовуються інформаційні потоки між ними;

- Описуються вхідні, вихідні сигнали, їх зв'язок з пристроями збору даних та управління;

Налаштовуються закони первинної обробки даних, технологічні кордони;

– здійснюється настроювання архівування та мережевого обміну тощо.

Редактор представлення даних призначений для розробки графічної складової проекту:

- Створення статичних малюнків технологічного процесу;

– динамічні форми відображення та управління накладаються на статику.

Редактор шаблонів використовується для створення шаблонів документів.

Крім того, в інтегроване середовище розробки TRACE MODE® 6 вбудовано:

- Редактор програм;

- Побудовник зв'язків з СУБД;

- Редактор паспортів обладнання (EAM);

- Редактор персоналу (HRM);

- Редактор матеріальних ресурсів (MES).

InTouch – це пакет потужних та гнучких засобів розробки операторських інтерфейсів для створення АСУ ТП дискретних та безперервних виробництв, розподілених систем управління, диспетчерського управління та збору даних (SCADA) та інших галузей промислового застосування. InTouch – найпопулярніший у світі HMI-пакет. Він дозволяє стежити за роботою підприємства, емосхемах, індикаторах, сигнальних пристроях, у вигляді текстових повідомлень тощо);

– автоматичний моніторинг за станом контрольованих параметрів, генерація сигналів тривоги, видача повідомлень оператору у графічній та текстовій формі у разі виходу значень параметрів за межі заданого діапазону; - Контроль дій оператора шляхом реєстрації його в системі за допомогою імені та пароля, та призначення йому певних прав доступу, що обмежують можливості оператора з управлінням виробничим процесом;[7]

- Висновок (автоматично або за командою оператора) керуючих впливів за допомогою промислових контролерів на виконавчі механізми для регулювання безперервних або дискретних процесів, подання повідомлень персоналу на інформаційне табло;

автоматичне ведення журналів подій та аварійних повідомлень, у яких реєструється зміна контрольованих параметрів та настання аварійних ситуацій;

- Створення звітних документів.

WindowMaker – це програмне середовище розробки, в якому для створення діалогових вікон використовується об'єктно-орієнтована графіка. У середовищі розробки створюються мнемосхеми, визначаються та прив'язуються до апаратних засобів вхідні та вихідні сигнали та параметри, розробляються алгоритми візуалізації, призначаються права користувачів ПО АСУ ТП.

Розроблене ПЗ функціонує серед виконання InTouch 9.5 WindowViewer. WindowViewer здійснює реєстрацію користувачів та створення необхідних звітів за контрольованими параметрами пристроїв ТП та аварійними повідомленнями.

Обмежений варіант WindowViewer – FactoryFocus призначений тільки для перегляду технологічної інформації, що виводиться. FactoryFocus дозволяє користувачеві ПЗ АСУ ТП тільки спостерігати за ходом ТП в режимі реального часу. При цьому користувач не має права застосувати жодні керуючі на контрольовані пристрої ТП.

Таке розмежування прав користувачів дозволяє запобігти несанкціонованій зміні ПЗ, не визначеній порядком роботи АСУ ТП.

Основні властивості ПЗ АСУ ТП, виконаного в програмному середовищі InTouch 9.5, наступні:

– простота використання та необмежені можливості для подальшої розробки ПЗ (будь-яке число мнемосхем, необмежена складність алгоритмів тощо);

- Використання стандартних протоколів обміну даними (DDE, OPC, TCP/IP та ін);

– висока швидкість роботи завдяки механізму, що динамічно регулює швидкість опитування вхідних сигналів (опитування відбувається лише за зміни значення контрольованого параметра);

– архітектура клієнт-сервер для ефективної роботи у мережі;

- база даних ведеться тільки на сервері, немає необхідності копіювати її на станції клієнтів;

#### 4.5.2 Розробка екранів

Були розроблені такі екрани:

- Головний екран;

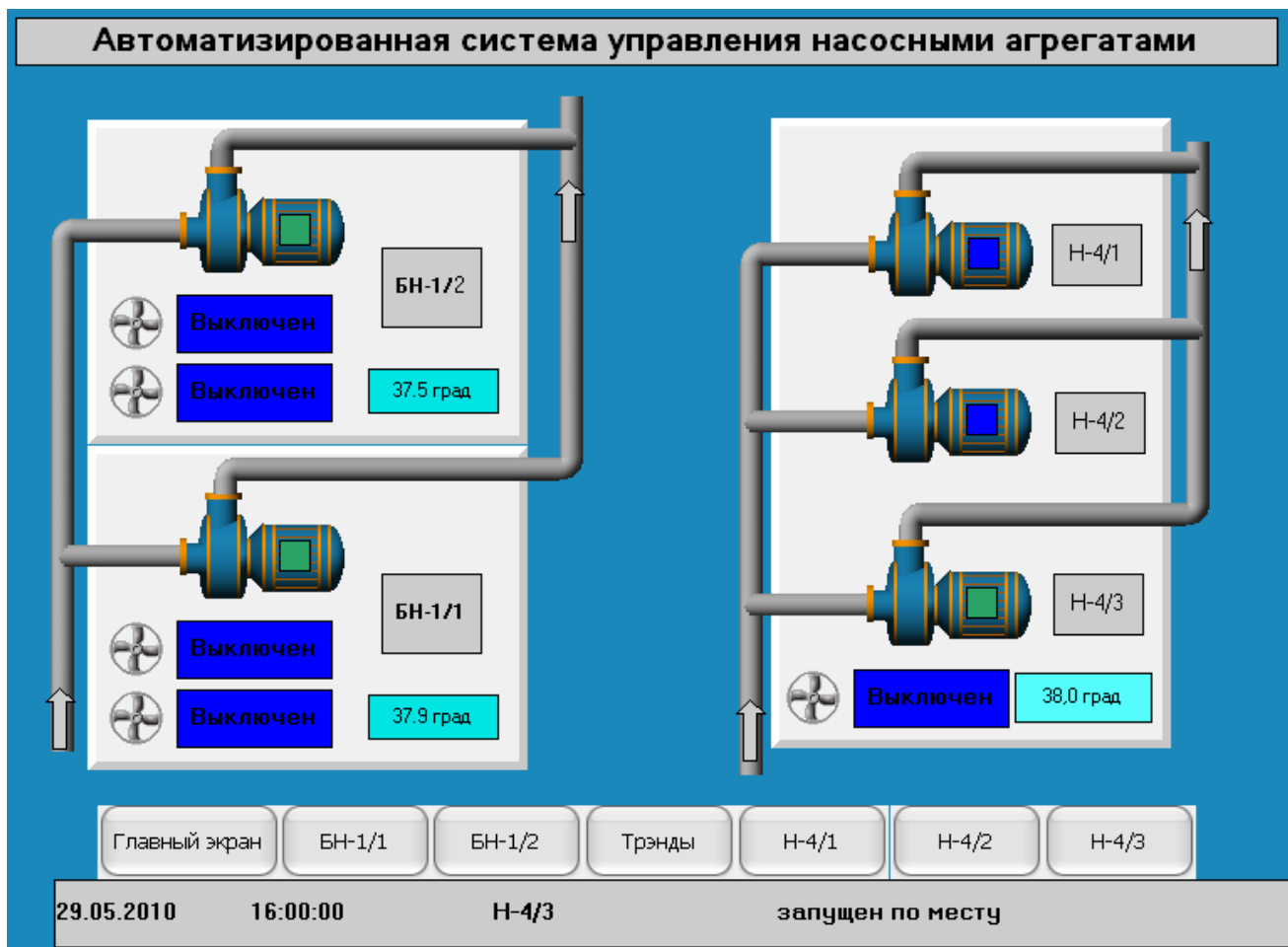
- Екран насосних агрегатів;

Екран трендів.



На рисунку 4.1 зображено головний екран

Рисунок 4.1 – Головний екран



На цьому екрані відображається:

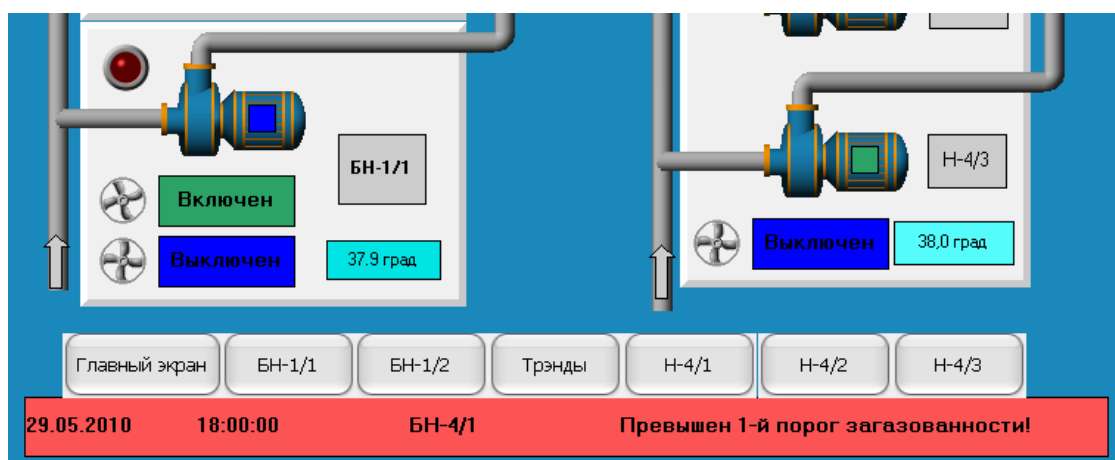
- Стан насосних агрегатів;
- Стан витяжних вентиляторів;
- температура у насосних приміщеннях.

Внизу екрана відображаються події.

З головного екрана можна перейти на екран окремого насосного агрегату чи екран трендів.

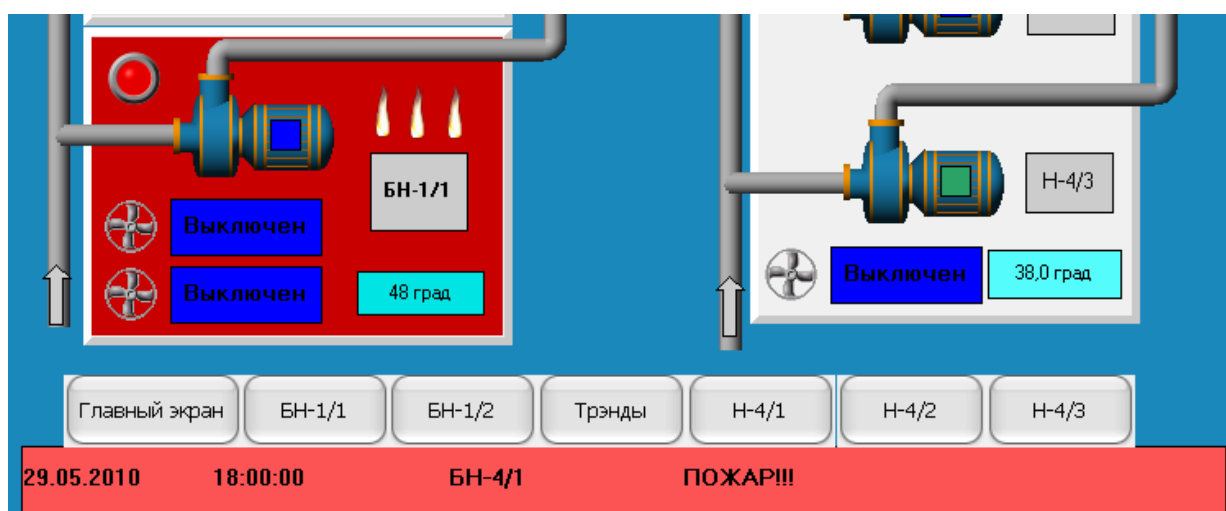
При перевищенні одного з порогів загазованості у відповідному приміщенні запалюється сигнал аварії, рядок стану забарвлюється у червоний колір та виводиться відповідне повідомлення, як показано на малюнку 4.2.

Рисунок 4.2 - Сигнал аварии



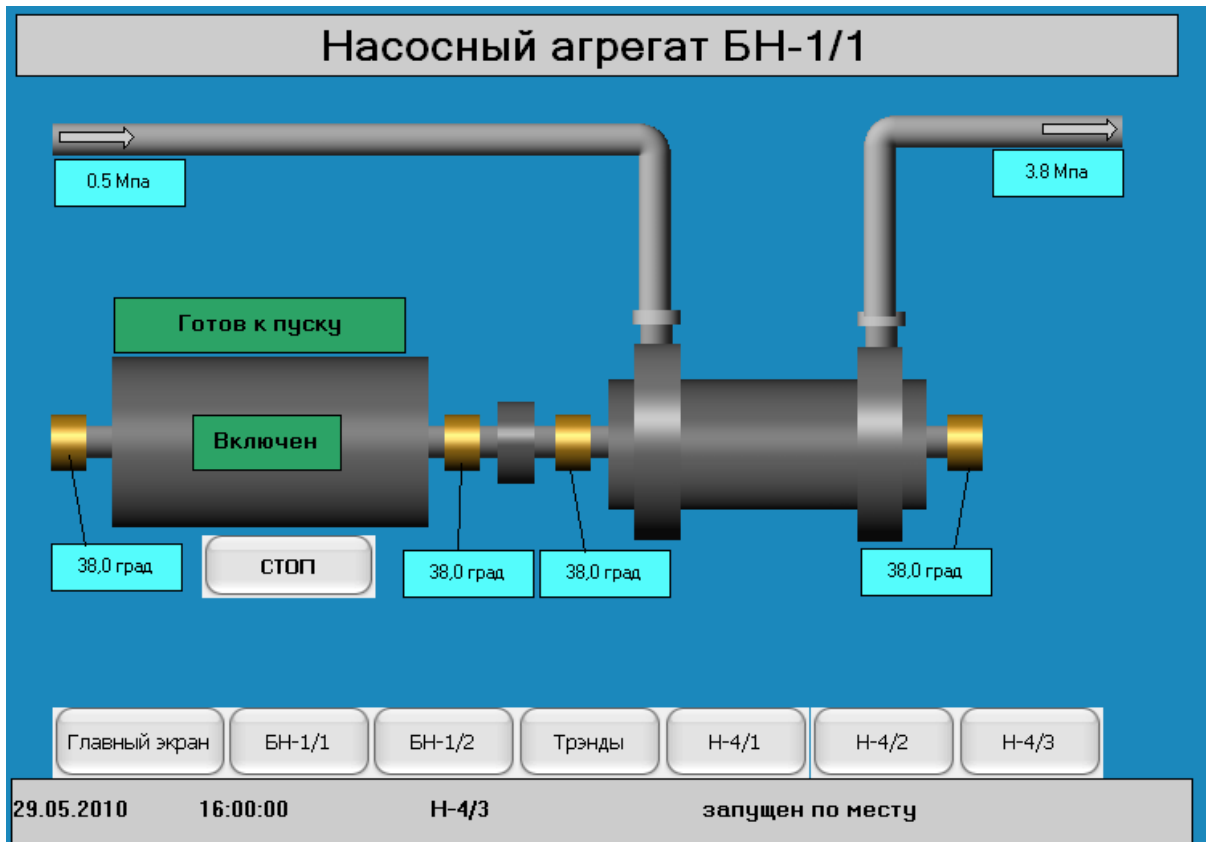
У разі пожежі відповідне приміщення змінює колір на червоний, запалюється сигнал пожежі, рядок стану забарвлюється у червоний колір та виводиться відповідне повідомлення, як показано на малюнку 4.3.

Рисунок 4.3 – Сигнал пожежі



На Рисунку 4.4 відображено екран насосного агрегату.

Рисунок 4.4 – Экран насосного агрегату



На екрані відображаються такі параметри:

- значення тиску на прийомі та викиді насосного агрегату;
- Стан насосного агрегату;
- температура підшипників насоса та двигуна.

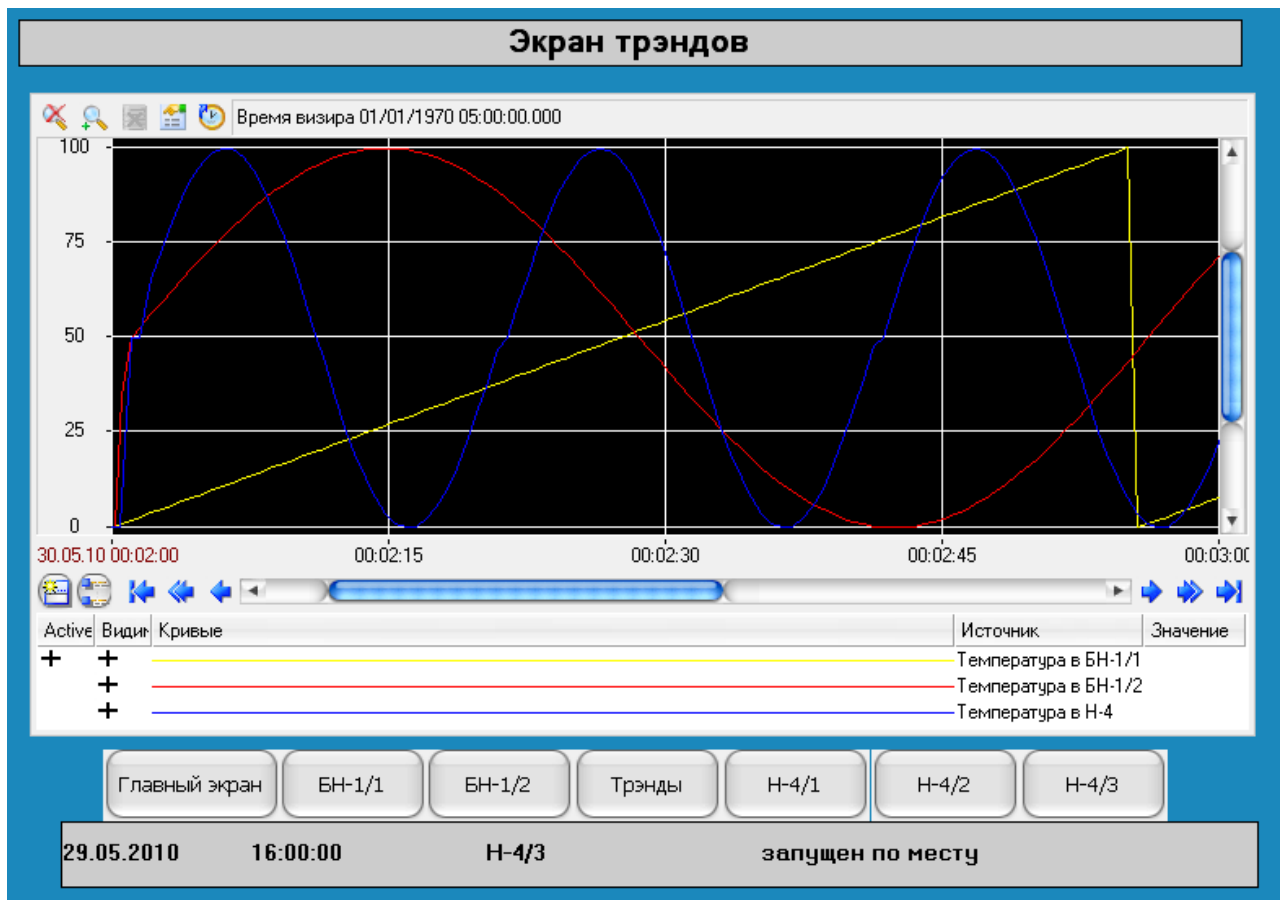
З екрану насосного агрегату можна перейти на екран іншого насосного агрегату, головний екран або екран трендів.

Також передбачена можливість зупинки насосного агрегату при натисканні на кнопку "СТОП".

Також, як на головному екрані, унизу відображаються події

На рисунку 4.5 представлений екран трендів.

Рисунок 4.5 - Екран трендів



На цьому екрані відображаються графіки зміни температури насосів.

На екрані трендів можна перейти на екран будь-якого насосного агрегату або головний екран.

Внизу екрана відображаються події.

#### 4.6 Висновки:

Для розробки програмного забезпечення автоматизованого робочого місця було обрано програмний продукт Trace Mode 6.06.3 російської компанії Adastra. Розроблено екрани та програми управління/

## 5. Охорона праці

### 5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

В якості об'єкта дослідження було обрано кімнату відділу технічної підтримки. Число працівників - 4 человека. Площа і об'єм приміщення, що знаходяться на одному працюючого, відповідно 10 м<sup>2</sup> і 36 м<sup>3</sup>. Значення майданчиків відповідає СНиП II.09 -04 -87, відповідно до якого на одному працюючому посаді приходиться не менше 4 м<sup>2</sup> площі приміщення.

Система освітлення приміщення де розміщено обладнання - комбінована:

- Естественное освещение - боковое здійснюється через окна загальною площею 17,6 м<sup>2</sup>, скло подвійне, рама дерев'яна;
- Искусственное освещение - 9 люмінесцентних ламп, що містять по 2 лампи.

Нормована освітленість робочих місць відповідно до СНиП II.4 -79 для адміністративного розміщення при застосуванні газорозрядних ламп - 300 лк.

При організації умов праці необхідно враховувати вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травми або іншого внезапного впливу на здоров'я і захворювання або зниження працездатності.

ГОСТ 12.0.003 - 91 все виникають у виробничих умовах небезпечні та шкідливі виробничі фактори розділяються на наступні групи: фізичні; хімічні; психофізіологічні і біологічні.

Поміщення на інженера можуть негативно діяти наступні фізичні фактори:

- Висока і знижена температура повітря;
- Надмірна запиленість і загазованість повітря;
- Повышенная и пониженная влажность повітря;
- Недостаточная освещенность робочого места;
- Превышает допустимые нормы шуму;
- Повышенный уровень ионизирующего випромінювання;

Ці параметри мікроклімату можна назвати оптимальними, вони відповідають вимогам працездатності.

#### Шум

Шум – будь-який небажаний для людини звук. Сильний шум за умов виробництва знижує продуктивність праці до 40 - 60 % і може стати причиною нещасного випадку.

Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 нормованою шумовою характеристикою робочих місць при постійному шумі є рівень звукового тиску в октавних смугах, виражений децибелах. Рівні звукового тиску в октавних смугах часто, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочому місці відповідають санітарним нормам допустимих рівнів шуму на робочих місцях ДСН 3.3.6.037-99.

#### Електробезпека

Електробезпека у робочій зоні нормується ГОСТ 12.1.019-79. Небезпечний і шкідливий вплив на людей електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів проявляється у вигляді електротравм та професійних захворювань.

Ступінь небезпечного та шкідливого впливу на людину електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів залежить від величини напруги.

Основні причини ураження людини електричним струмом на робочому місці:

- дотик до металевих нетоковедучих частин (корпусу, периферії комп'ютера), які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- нерегламентоване використання електричних приладів;
- Відсутність інструктажу працівників за правилами електробезпеки.

### 5.2 Аналіз ефективності природного освітлення

Проводимо аналіз природного освітлення кімнати відділу технічної підтримки.

При дослідженні достатності природного освітлення необхідно відповісти на питання: чи відповідає фактичне значення природного освітлення нормативному за СНиП II-4-79.

Вихідні дані для розрахунку фактичного значення природного освітлення наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку природного освітлення

Габарити приміщення м			Розміри віконного прорізу		Кільк.вікон	Висота від підлоги до підвіконня, м	Найбільша відстань від вікна робочого місця, м
довжина	ширина	висота	висота	ширина			
					4	0.6	3.6

### 5.3 Аналіз ефективності штучного освітлення

Проводимо аналіз штучного висвітлення для кімнати відділу технічної підтримки.

Для оцінки ефективності штучного освітлення необхідно порівняти фактичне значення освітлення, створюваного джерелами, що знаходяться в приміщенні, з нормованим значенням СНиП II-4 -79. Нормоване значення освітлення для адміністративно-управлінських приміщень при освітленні за СНиП II-4-79 становить за умови використання люмінесцентних ламп 300 люкс.

Вихідні дані для розрахунку фактичного значення штучного освітлення наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку штучного освітлення

Вид джерела світла	Система освітлення	Кільк. Світильників	Кільк. ламп в світильнику	Потужність лампи, Вт
люмінесцентна лампа	загальна	9	2	40

#### 5.4 Основні засоби захисту людей при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах

Основні способи захисту населення від отруйних речовин:

- Використання засобів індивідуального захисту органів дихання;
- Використання захисних споруд (притулків);
- тимчасове укриття населення у житлових та виробничих будівлях;
- евакуація населення із зон можливого зараження.

Кожен із перерахованих методів можна використовувати у конкретній обстановці або самостійно, або у поєднанні коїться з іншими методами.

Для захисту населення від сильнодіючих отруйних речовин завчасно вживають заходів: створюють систему та встановлюють порядок оповіщення про аварії на хімічно небезпечних об'єктах; накопичують засоби захисту та визначають порядок забезпечення ними людей; готують укриття, житлові та виробничі будівлі до захисту від сильнодіючих отруйних речовин; визначають райони евакуації (тимчасового відселення) людей; намічають найбільш доцільні способи захисту населення залежно від обстановки та визначають комплекс заходів, що забезпечують попередження та ослаблення поразки людей та збереження їх працездатності; здійснюють підготовку органів управління та сил, призначених для ліквідації аварій на хімічно небезпечних об'єктах, а також підготовку населення до захисту від сильнодіючих отруйних речовин та до дій в умовах хімічного зараження. Організація захисту населення покладена на органи управління ГОЧС та комісії з надзвичайних ситуацій (республіки, краю, області, району, міста)

Оповіщення населення. Для своєчасного вжиття заходів захисту населення є система оповіщення.

Її основу складають створювані на хімічно небезпечних об'єктах і навколо них локальні системи, які забезпечують оповіщення як персоналу цих об'єктів, а й населення найближчих районів. Системи мають електросирени та апаратуру дистанційного керування та виклику.

Передбачено використання для передачі сигналів про безпосередню загрозу ураження сильнодіючими отруйними речовинами та інформації про обстановку та правила поведінки населення існуючих територіальних автоматизованих систем централізованого сповіщення. Відбувається це в такий спосіб. Оперативний черговий орган управління ГОЧС отримує відомості про аварію на хімічно небезпечному об'єкті від диспетчера підприємства та дає вказівку про оповіщення населення відповідальному працівникові засобів масової інформації. Потім шляхом примусового дистанційного перемикання програм радіотрансляційних вузлів здійснюють мовленнєві передачі сигналу «Хімічна тривога», а також попередження населення про вживання необхідних заходів захисту.

Використання засобів індивідуального захисту органів дихання - найефективніший спосіб захисту населення реальних умовах зараження

Довк... для сильнодіючими отруйними речовинами.

СУ-81п.1.151.22..ПЗ

Цей спосіб широко застосовують на хімічних виробництвах захисту промислово-виробничого персоналу.

У міру накопичення засобів індивідуального захисту найближчими роками він знайде також широке застосування і для захисту населення, що мешкає поблизу хімічно небезпечних об'єктів.

Протигази задля забезпечення населення (цивільні протигази) нині зберігають на складах органів місцевої влади, переважно у заміській зоні; для забезпечення робітників та службовців (промислові протигази) - безпосередньо на хімічно небезпечних об'єктах.

## ВИСНОВКИ

Запропонована система автоматизації придатна для вирішення наступних завдань:

- Забезпечення функціонування об'єктів за участю мінімуму персоналу;
- зменшення витрат за її функціонування;
- Зменшення кількості аварійних ситуацій;
- зменшення випадків виходу з ладу та простою обладнання;
- Зменшення впливу «людського фактора»;
- місцевого контролю тиску на прийомі та викиді насосних агрегатів;
- дистанційної індикації параметрів насосних агрегатів та приміщення насосної;
- Сигналізації аварійних ситуацій;
- дистанційного керування насосними агрегатами та вентиляторами;
- Збереження отриманої інформації в архівах;
- Подання поточних і накопичених даних у вигляді графіків.

Вибір технічних засобів нижнього рівня. Тиск на прийомі та викиді насосних агрегатів вимірюється за допомогою засобу вимірювання Метран 150CG. Температура підшипників вимірюється за допомогою ТСП Метран 246. Температура приміщень – за допомогою ТХАУ Метран-271. Як датчик вібрації обраний ДВСТ-1. Як сигналізатор загазованості обраний СТМ-10.

Як технічний засіб середнього рівня був обраний контролер І-8810. Було обрано конфігурацію контролерного засобу.

Здійснено оцінку економічного ефекту.

Здійснено оцінку безпеки проекту. Розроблена система дозволяє підвищити безпеку експлуатації об'єкта. Для надзвичайних ситуацій було розроблено порядок дій. Запропонована система автоматизації придатна для вирішення наступних завдань:

- забезпечення функціонування об'єктів за участю мінімуму персоналу;
- зменшення витрат на її функціонування;
- зменшення кількості аварійних ситуацій;

зменшення випадків виходу з ладу та простою обладнання;

СУ-81п.1.151.22..ПЗ



- зменшення впливу «людського фактора»;
- місцевого контролю тиску на прийомі та викиді насосних агрегатів;
- дистанційної індикації параметрів насосних агрегатів та приміщення насосної;
- сигналізації аварійних ситуацій;
- дистанційного керування насосними агрегатами та вентиляторами;
- збереження отриманої інформації в архівах;
- Подання поточкових та накопичених даних у вигляді графіків.

Вибір технічних засобів нижнього рівня. Давление на приеме и выкиди насосных агрегатов вимірюється з допомогою засобу вимірювання Метран 150CG. Температура підшипників вимірюється за допомогою ТСП Метран 246. Температура приміщень – за допомогою ТХАУ Метран-271.

Як датчик вібрації обраний ДВСТ-1. Як сигналізатор загазованості обраний СТМ-10

Як технічний засіб середнього рівня був обраний контролер І-8810.

Було обрано конфігурацію контролерного засобу.

Здійснено оцінку економічного ефекту.

Здійснено оцінку безпеки проекту. Розроблена система дозволяє підвищити безпеку експлуатації об'єкта. Для надзвичайних ситуацій було розроблено порядок дій.

## Список використаних джерел

1. Юрченко, О.М.  
Дослідження роботи насосних агрегатів у режимі стабілізації рівня рідини в резервуарі на основі імітаційної моделі / О. М. Юрченко, О. В. Чермалих, О. В. Данілін Національна академія наук України, Інститут електродинаміки НАН України. — 2019. — № 2. — С. 72-77.
2. Автоматизація виробничих процесів: підручник  
/ І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. — 2-ге вид., випр. — К. : Ліра-К, 2015. — 378 с.
3. Трегуб, В.Г.  
Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник для студентів ВНЗ  
/ В. Г. Трегуб. — К. : Ліра-К, 2019. — 136 с.
4. Анализ резервов энергосбережения при управлении насосными агрегатами нефтеперекачивающих станций  
Украины Г. И. Канюк, А. В. Андреев, А. Ю. Мезеря, В. Н. Князева  
// Интегрированные технологии та энергосбережения. — 2015. — № 4. — С. 3-14.
5. Дранчук М. М. Проектування систем автоматизації технологічних процесів в нафтовій та газовій промисловості. Навчальний посібник.  
Івано-Франківськ: Факел, 2018.- 448 с.
6. Цирульник, С.М.  
Автоматизація проектування мікропроцесорних систем контролю доступу та охорони / С. М. Цирульник, С. І. Перевозніков, В. С. Озеранський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — Вінниця, 2019. — № 1. — С. 10-14.
7. Автоматизація насосів і насосних станцій  
Джерело: <https://uadepe.ru/interier/34454-avtomatizacija-nasosiv-i-nasosnih-stancij.html>