

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Скарга-Бандурова І.С.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА) БАКАЛАВРА**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НА ТЕМУ:

**Програмне забезпечення автоматизованої системи  
стисненого повітря високого тиску**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”  
Напрямок 6.050101 – “Комп’ютерні науки”

Керівник проекту:

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ларгін В. А.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

\_\_\_\_\_  
(підпис)

ст.викл.Критська Я. О.

(ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти:

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Бриль В. О.

(ініціали, прізвище)

Група:

КН-156д

Севєродонецьк 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії  
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр  
Напрямок підготовки 6.050101 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ І.С. Скарга-Бандурова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) БАКАЛАВРА**

Бриль Вадим Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмне забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску

керівник проекту (роботи) Ларгін В. А.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 13 05 2019р. № 83/15.15

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд об'єкту дослідження. Розробка алгоритмів комплексу програм. Написання комплексу програм. Тестування роботи кожної програми. Охорона праці. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Електронні плакати

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	ст.викл. кафедри КНІ Критська Я.О.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту ( роботи )	Примітка
1	Огляд літератури з теми ДП і постановка задачі	29.04.19-06.05.19	
2	Дослідження матеріалів	07.05.19-14.05.19	
3	Розробка комплекту програм	15.05.19-29.06.19	
4	Тестування комплекту програм	30.05.19-02.06.19	
5	Розробка розділу охорона праці	03.06.19-04.06.19	
6	Оформлення електронних плакатів	05.06.19-06.06.19	
7	Оформлення пояснювальної записки	07.06.19-09.06.19	

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Бриль В. О.**

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**Керівник**

\_\_\_\_\_

( підпис )

**Ларгін В. А.**

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту бакалавра: 77 сторінок, 26 рисунків, 6 таблиць, 13 бібліографічних джерел, 2 додатки.

Предметом дослідницької праці є розробка програмного забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

У вступі представляється об'єкт дослідження з обґрунтуванням його практичної та теоретичної важливості.

У першому розділі представлена інформація про структуру об'єкту дослідження та визначаються вимоги до програмного забезпечення з постановкою технічного завдання.

Другий розділ містить у собі детальний опис інструментів розробки та постановку задачі.

В третьому розділі представлено проектування та розробку програми. Проектування велося в декілька етапів: розробка алгоритму, визначення вхідних та вихідних даних.

Висновок являє собою підведення підсумків та перспектив проекту у майбутньому.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b>	5
<b>1 ОГЛЯД СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ СТИСКАННЯ ПОВІТРЯ. ПОСТАНОВКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ</b>	6
1.1 Місце розташування системи	6
1.2 Будова системи	6
1.2.1 Холодильники	8
1.2.2 Проміжні трубопроводи компресорної установки	8
1.2.3 Запобіжні клапани	8
1.2.4 Система охолодження компресорної установки	9
1.2.5 Попереднє очищення повітря на вході компресора	9
1.2.6 Блок очищення повітря	9
1.2.7 Система продувок	10
1.3 Алгоритм роботи шафи управління компресором (ШУК)	10
1.3.1 Призначення ШУК	10
1.3.2 Алгоритм функціонування компресорної установки	13
1.3.3 Алгоритм функціонування системи осушення і очищення повітря	16
1.3.4 Діагностика обладнання ШУК	16
1.4 Актуальність розробки	17
1.5 Постановка задачі	17
<b>Висновок до розділу 1</b>	18
<b>2 АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ РОЗРОБКИ</b>	19
2.1 Середовище CODESYS	19
2.2 Мова програмування IL (Instruction List)	20
2.3 Мова програмування ST (Structured Text)	21
2.4 Мова релейних схем LD (Ladder Diagram)	21
2.5 Мова функціональних блоків FBD (Function Block Diagram)	22
2.6 Мова діаграм станів SFC (Sequential Function Chart)	23
2.7 Мова програмування C++	24
2.8 Середовище розробки Borland C++ Builder	25
<b>Висновок до розділу 2</b>	26
<b>3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	27
3.1 Опис розроблюваного ПЗ	27
3.2 Алгоритми роботи ПЗ	29
3.2.1 Алгоритм роботи індикатора «Програма включена»	29
3.2.2 Алгоритм роботи індикаторів «Компресор включений», «Дистанційний пуск» та «Місцевий пуск»	31
3.2.3 Алгоритм роботи індикатора «Продувка компресора»	32
3.2.4 Алгоритм роботи індикатора «Нагрів включений»	33
3.2.5 Алгоритм роботи кнопок-індикаторів	34
3.2.6 Алгоритм роботи архіву подій	37

<b>3.3 Розробка ПЗ</b>	37
<b>3.3.1 Інтерфейс розробленого ПЗ</b>	37
<b>3.3.2 Реалізація алгоритмів роботи системи у середовищі Borland C++ Builder</b>	39
<b>3.3.2.1 Реалізація алгоритму роботи індикатора «Програма включена»</b>	39
<b>3.3.2.2 Реалізація алгоритму роботи індикаторів «Компресор включений», «Дистанційний пуск» та «Місцевий пуск»</b>	40
<b>3.3.2.3 Реалізація алгоритму роботи індикатора «Продувка компресора»</b>	42
<b>3.3.2.4 Реалізація алгоритму роботи індикатора «Нагрів включений»</b>	43
<b>3.3.2.5 Реалізація алгоритму роботи кнопок-індикаторів</b>	44
<b>3.3.2.6 Реалізація алгоритму роботи архіву подій</b>	45
<b>3.3.2.7 Реалізація роботи лічильника</b>	46
<b>Висновок до розділу 3</b>	46
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	47
<b>4.1 Аналіз стану умов праці</b>	47
<b>4.1.1 Вимоги до приміщення</b>	47
<b>4.1.2 Вимоги до організації місця праці</b>	48
<b>4.2 Виробнича санітарія</b>	48
<b>4.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу</b>	49
<b>4.2.2 Пожежна безпека</b>	50
<b>4.2.3 Електробезпека</b>	52
<b>4.3 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища</b>	52
<b>4.3.1 Мікроклімат</b>	52
<b>4.3.2 Освітлення</b>	53
<b>4.4 Вентилювання</b>	54
<b>4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій</b>	55
<b>4.5.1 Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).</b>	56
<b>Висновки до розділу 4</b>	60
<b>ВИСНОВОК</b>	61
<b>ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ</b>	62
<b>ДОДАТОК А</b>	64
<b>ДОДАТОК Б</b>	71

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ШУК	– шафа управління компресором
БОП	– блок управління повітрям
САУ РДЕС	– система автоматичного управління резервною дизельною електростанцією
ШР	– шафа реєстрації
ШУД	– шафи управління дизель-генераторної установкою
ПЛК	– програмований логічний контролер
ЗВТ	– засіб вимірювальної техніки

## ВСТУП

Головним елементом енергоблоку атомної електростанції є ядерний реактор. Він являє собою ємність циліндричної форми з поміщеними всередину стрижнями з ядерним паливом. Для контролю ядерної реакції між стрижнями ядерного палива поміщаються стрижні вловлює нейтрони речовини, наприклад, кадмію, гафнію або бору. Вводячи або виймаючи поглинаючі стержні можна посилювати чи послаблювати ядерну реакцію, регулюючи тим самим обсяг виробленого тепла.

Введення та виймання стержнів відбувається за допомогою пневматичних систем.

Система стисненого повітря високого тиску призначена для заповнення ресиверів пневматичних систем стисненим повітрям. В ПрАТ «СНВО» Імпульс» розробляється програмно-технічний комплекс управління системою стисненого повітря високого тиску для заміни існуючого морально і фізично застарілого пристрою управління. Тому розробка шафи управління компресором (далі – ШУК), що входить до складу згаданої системи, і його програмного забезпечення є актуальним завданням.

Метою дипломного проекту є розробка програмного забезпечення для ШУК, яка повинна:

- керувати компресорною установкою системи стисненого повітря;
- керувати системою осушення і очищення повітря;
- виводити інформацію про стан технологічних параметрів на панель ШУК;
- виводити інформацію про ресурс роботи на електронному лічильнику;
- видавати дискретні сигнали в програмований логічний контролер (далі – ПЛК);
- автоматично зберігати прийняту інформацію і події;
- виводити важливі при експлуатації технологічні параметри на дисплей РЩ-1 (для здійснення візуального контролю).



# 1 ОГЛЯД СТРУКТУРИ ТА ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ СТИСКАННЯ ПОВІТРЯ. ПОСТАНОВКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

## 1.1 Місце розташування системи

Територіально компресори стисненого повітря і блоки очищення повітря розташовані в кожному осередку резервної дизельної електростанції.

Система стисненого повітря високого тиску технологічно пов'язана з:

- системою подачі повітря пневматичних приводів (пневматичних систем) арматури;
- системою технічної води відповідних споживачів;
- технологічним стисненим повітрям.

## 1.2 Будова системи

Компресорна установка складається з компресора, холодильників 1-4 рівнів, абсорберів, повітряних фільтрів та електричних нагрівачів повітря.

Компресор складається з бази, чотирьох циліндрів, проміжного холодильника, електродвигуна і трубопроводів охолодження. Схема будови компресорної установки зображена на рисунку 1.1.

База містить раму, що представляє собою чавунну вилітку коробкоподібної форми, в якій монтуються вузли механізму руху і системи змащення: колінчастий вал, крейцкопф, шатун, блок масла, маслопровід.

Блок масла служить для забезпечення подачі масла. Блок являє собою корпус, в якому монтуються шестерний масляний насос низького тиску, призначений для змащення механізму руху бази, два пластинчасті фільтри тонкого очищення, кульковий перепускний клапан. У нижній частині корпусу блоку масла є пробка для зливу забрудненої масла з блоку.

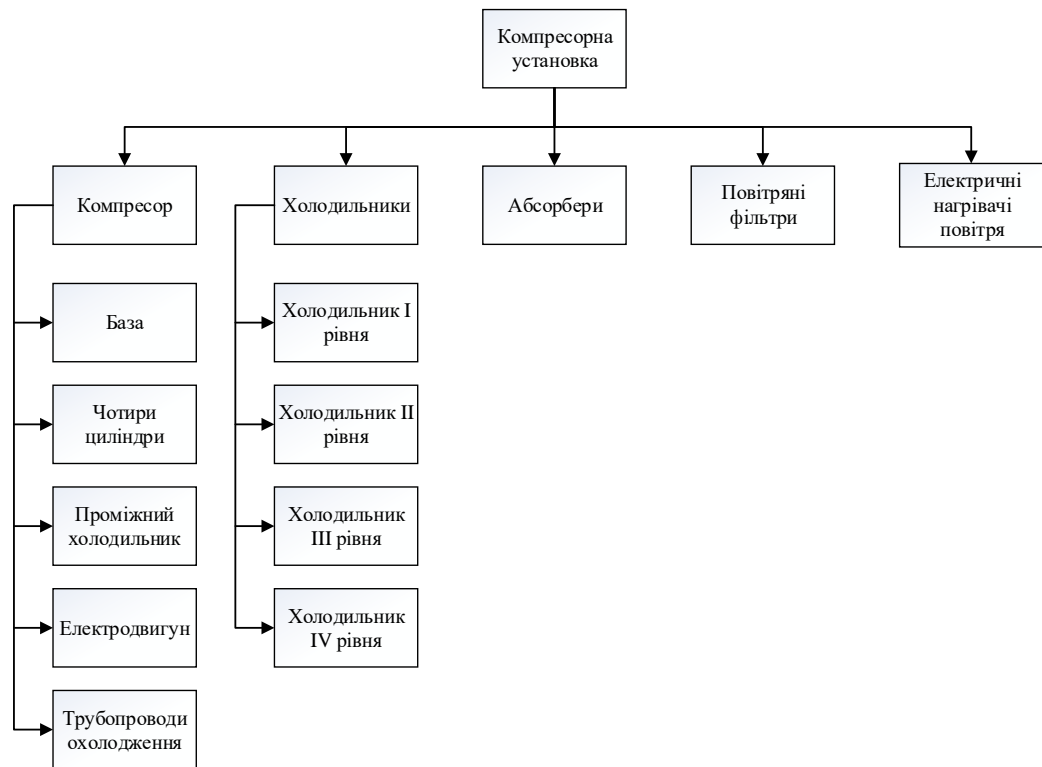


Рисунок 1.1 – Схема будови компресорної установки

Повітря всмоктується в компресор через повітряний фільтр, де очищається від пилу. Очищене повітря через всмоктувальні клапани потрапляє в робочу порожнину циліндра першого рівня. Після стиснення в циліндрі повітря через нагнітальний клапан виштовхується в патрубок і надходить в холодильник першого рівня, де охолоджується і очищується від вологи і масла. Аналогічно повітря проходить 2, 3, 4 рівні. Далі повітря проходить через абсорбер, де очищається від  $\text{CO}_2$ , вологи і, пройшовши фільтри очищення від дрібних фракцій, надходить в ресивер.

Змащування механізму руху компресора здійснюється наступним чином: масло з картера компресора через сітчастий фільтр грубої очистки надходить на всмоктування шестерним насосом і нагнітається через щілинний фільтр тонкого очищення в колінвал. По каналах в колінчастому валі і хвостовику масло підводиться до робочої поверхні шийки кривошипа, далі по поздовжніх отворів в стрижнях шатунів масло з робочої поверхні кривошипної головки подається до голчастим підшипників та до пальців крейцкопфів. За свердлінням в крейцкопах

масло з внутрішніх порожнин пальців крейцкопфів подається на зовнішні поверхні черевиків.

Масло на змазку циліндрів подається плунжерним насосом. У компресорі шість точок змащення – чотири циліндри і два сальника штоків.

На охолодження циліндрів і холодильників компресора вода подається з напору насосів відповідних споживачів. Злив здійснюється в водоприймальну камеру насосів відповідних споживачів.

### **1.2.1 Холодильники**

Холодильник 1-ого рівня встановлений безпосередньо на компресорі.

Холодильники другого і третього рівня типу ХРК, четвертий рівень – ХРД встановлені на свої фундаменти.

### **1.2.2 Проміжні трубопроводи компресорної установки**

Проміжні трубопроводи компресорної установки є системою трубопроводів різного діаметру, які з'єднують порожнини входу і виходу циліндрів з холодильниками і віддільниками вологи та мастила, з блоком осушки, з ресивером та споживачами. У патрубках міжрівневих трубопроводів уварені штуцери і бобишки для відбору тиску, установки датчиків температури і запобіжних клапанів.

### **1.2.3 Запобіжні клапани**

Запобіжні клапани встановлюються на нагнітальних патрубках після холодильників 1, 2, 3, 4 рівнів.

Запобіжні клапани налаштовані на тиск спрацьовування:

- після 1 рівня  $\leq 2,7$  кгс / см<sup>2</sup>;
- після 2 рівня  $\leq 9,1$  кгс / см<sup>2</sup>;

- після 3 рівня  $\leq 28,0$  кгс / см<sup>2</sup>;
- після 4 рівня  $\leq 55,0$  кгс / см<sup>2</sup>.

#### **1.2.4 Система охолодження компресорної установки**

Вода для охолодження компресора подається з напору насосів через трубопровід. Система охолодження компресорної установки забезпечує підведення і відведення, регулювання і контроль подачі води, необхідної для охолодження стисненого повітря після кожного рівня стиснення, а також для охолодження циліндрів компресора. На напірному трубопроводі встановлено ЗВТ для контролю наявності тиску в системі охолодження.

#### **1.2.5 Попереднє очищення повітря на вході компресора**

Для очищення повітря від пилу на вході компресора встановлений осередковий масляний типу ФЯР з гофрованими металевими сітками, просоченими маслом.

#### **1.2.6 Блок очищення повітря (БОП)**

БОП служить для очищення повітря після компресора від двоокису вуглецю CO<sub>2</sub>, залишків вологи і масла, має систему регенерації адсорбенту.

Блок очищення повітря складається з:

- абсорберів, які заповнені адсорбентом – "Цеоліт АХ";
- повітряних фільтрів, які виконані у вигляді циліндричної сітки і служать для видалення з повітря дрібних фракцій адсорбенту;
- електронагрівача, що представляє собою посудину, в якому розміщені електронагрівальні стержні. Електронагрівач служить для підігріву повітря, що застосовується для регенерації адсорбенту в абсорберах. У днище нагрівача

врізаний вентиль для спуску вологи і контролю герметичності зворотних клапанів за абсорберами.

Устаткування і трубопроводи блоку очищення, які беруть участь в регенерації, повинні бути покриті теплоізоляцією.

### **1.2.7 Система продувок**

У систему продувок входять трубопроводи, що з'єднують порожнини холодильників 1, 2, 3, 4 рівнів з баком продувок місткістю ( $V = 2 \text{ м}^3$ ) для видалення з них сконденсованої вологи і масла. В якості керуючого повітря використовується повітря, відібране з вихідного трубопроводу блоку очищення.

Для підтримки тиску керуючого повітря встановлений редуційний клапан відрегульований в діапазоні від 2 до 2.5 кгс / см<sup>2</sup>.

## **1.3 Алгоритм роботи ШУК**

### **1.3.1 Призначення ШУК**

ШУК призначена для:

- управління компресорною установкою системи стисненого повітря пневматичних приводів реакторного відділення типу 2ВМ4-12 / 65 або 2ВМ4-24 / 9 (далі – компресорна установка);
- управління системою осушення і очищення повітря;
- індикації стану технологічних параметрів на лицьовій панелі ШУК;
- індикації ресурсу роботи на електронному лічильнику, встановленому на лицьовій панелі ШУК;
- діагностики власного обладнання і управління індикаторами НОРМА / НЕСПРАВНІСТЬ на лицьовій панелі ШУК.

- Вхідна інформація ШУК, необхідна для керування компресорною установкою і блоком очищення повітря (далі – БОП), за цільовим призначенням ділиться на:
- керуючі сигнали, отримані від органів управління, розташованих на лицьовій панелі ШУК;
- інформаційні сигнали, отримані від датчиків технологічних параметрів.

До складу ШУК входить реєстратор щитовий (далі – РЩ-1), який забезпечує:

- прийом сигналів від датчиків технологічних параметрів;
- контроль отриманих від датчиків даних;
- видачу дискретних сигналів (при спрацьовуванні умов) в ПЛК, що входить до складу ШУК;
- автоматичне збереження прийнятої інформації і подій;
- індикацію важливих при експлуатації технологічних параметрів на дисплеї РЩ-1.

Перелік прийнятих РЩ-1 сигналів з описом інформації для контролю отриманих даних і видачі дискретних сигналів в ПЛК та обладнання ШУК, необхідних для управління компресорною установкою і БОП, наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік сигналів РЩ-1

№ п/п	Найменування вхідного сигналу	Умова	Дія, що виконується РЩ-1
1	Тиск охолоджувальної води	$P < 0,8 \text{ кгс/см}^2$	1. Індикація параметра на РЩ-1 2. Видача дискретного сигналу «Тиск охолоджувальної води» в ПЛК
2	Тиск масла в системі	$P < 1,1 \text{ кгс/см}^2$	1. Індикація параметра на РЩ-1 2. Видача дискретного сигналу «Тиск масла в системі» в ПЛК
3	Тиск у ресивері	$P > 55 \text{ кгс/см}^2$	1. Індикація параметра на РЩ-1 2. Видача дискретного сигналу «Дистанційна зупинка компресора від УКТС» в ПЛК
4	Тиск нагнітання	$P > 55 \text{ кгс/см}^2$	1. Індикація параметра на РЩ-1 2. Видача дискретного сигналу «Тиск нагнітання» в ПЛК
5	Температура повітря на 1 рівні стиснення	$T > 160 \text{ C}^0$	1. Індикація параметра на РЩ-1 2. При спрацьовуванні хоча б однієї з умов, видача дискретного сигналу «Температура повітря на I – IV ступенях стиснення» в ПЛК
6	Температура повітря на 2 рівні стиснення	$T > 160 \text{ C}^0$	
7	Температура повітря на 3 рівні стиснення	$T > 160 \text{ C}^0$	
8	Температура повітря на 4 рівні стиснення	$T > 160 \text{ C}^0$	
9	Температура повітря після всіх рівнів стиснення	$T > 160 \text{ C}^0$	
10	Температура повітря на вході в електронагрівач	-	Індикація параметра на РЩ-1
11	Температура повітря після електронагрівача	$T > 400 \text{ C}^0$	1. Індикація параметра на РЩ-1 2. При спрацьовуванні хоча б однієї з умов, видача дискретного сигналу «Відключити нагрів» для відключення БОП і індикатора «нагрів ВКЛЮЧЕНИЙ»
12	Температура повітря на виході з БОП	$T > 220 \text{ C}^0$	
13	Витрата регенеруючого газу	-	Індикація параметра на РЩ-1
14	Дистанційний пуск компресора від УКТС	-	При замиканні контактів виконується автоматичний запуск програми управління компресором (при зниженні тиску в ресивері нижче $45 \text{ кгс / см}^2$ )
15	Підігрів включений	-	При замиканні контактів (включення електронагрівача з КТПВН) включається індикатор «нагрів ВКЛЮЧЕНИЙ» на лицьовій панелі ШУК
16	Стан автомата БОП	-	Індикація на РЩ-1 стану автоматичного вимикача нагрівача в КТПВН (включений / відключений)
17	Відключення по перевантаженню	-	Індикація на РЩ-1 стану відключення автоматичного вимикача нагрівача КТПВН з перевантаження струмом

### 1.3.2 Алгоритм функціонування компресорної установки

Управління компресорної установкою здійснюється програмним забезпеченням (далі – ПЗ), яке функціонує в ПЛК.

Включення компресорної установки і запуск програми управління компресором здійснюється в одному з наступних режимів роботи ШУК:

- дистанційний пуск;
- місцевий пуск.

Режим дистанційного пуску забезпечує:

- автоматичний запуск програми управління компресором від уніфікованого комплексу технічних засобів (далі – УКТС) при зниженні тиску повітря в ресивері нижче  $45 \text{ кгс} / \text{см}^2$ ;
- автоматична зупинка компресора від УКТС при перевищенні тиску повітря в ресивері вище  $55 \text{ кгс} / \text{см}^2$ .

Режим місцевого пуску забезпечує запуск програми управління компресором при натисканні кнопки «ПУСК» на лицьовій панелі ШУК.

Для роботи ШУК в режимі дистанційного пуску ключ вибору режиму роботи компресора на лицьовій панелі ШУК повинен перебувати в положенні «ДИСТАНЦІЙНИЙ ПУСК», для роботи в режимі місцевого пуску – в положенні «МІСЦЕВИЙ ПУСК». Вибір режиму роботи компресора супроводжується включенням відповідного індикатора на лицьовій панелі ШУК.

Зупинка роботи програми управління компресором здійснюється при виконанні хоча б однієї з таких умов:

- натискання кнопки «СТОП», розташованої на лицьовій панелі ШУК;
- наявність сигналу дистанційного зупинки компресора від УКТС, який свідчить про перевищення тиску повітря в ресивері вище  $55 \text{ кгс} / \text{см}^2$ ;
- несправність системи підживлення, відключення з заборонаю пуску до зняття причини несправності.

Залежно від включеного або відключеного стану компресорної установки ШУК забезпечує управління такими індикаторами на лицьовій панелі ШУК:



- індикатором «КОМПРЕСОР ВКЛЮЧЕНИЙ»;
- індикатором «ПРОГРАМА ВКЛЮЧЕНА»;
- електронним лічильником, який веде відлік часу роботи компресорної установки.

Видача вихідного сигналу управління компресором, включення електронного лічильника і індикатора «КОМПРЕСОР ВКЛЮЧЕНИЙ» відбувається із затримкою в 20 с після отримання сигналу для запуску компресорної установки.

Включення миготіння індикаторів технологічних параметрів (кнопок з підсвічуванням) на лицьовій панелі ШУК з частотою 1 с відбувається в разі спрацювання відповідних умов:

- тиск масла в системі нижче  $1,1 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (кнопка-індикатор «НЕМАЄ Р МАСЛА»);
- тиск нагнітання вище  $55 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (кнопка-індикатор «Р нагніт. > Р ДОД.»);
- температура повітря на I – IV рівнях стиснення вище  $160 \text{ C}^0$  (кнопка-індикатор «ПІДВИЩЕНО.  $T^0$ »);
- тиск охолоджувальної води нижче  $0,8 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (кнопка-індикатор «НЕМАЄ ВОДИ»).

При спрацюванні хоча б однієї з умов ШУК видає в БЦУ і РЦУ сигнал про несправність системи підживлення.

Аналіз умов «НЕМАЄ ВОДИ» і «НЕМАЄ Р МАСЛА» відбувається при включенні програми управління компресором з затримками:

- в 10 с для включення миготіння індикатора «НЕМАЄ ВОДИ»;
- в 40 с для включення миготіння індикатора «НЕМАЄ Р МАСЛА».

Аналіз умов «Р нагніт. > Р ДОД. » і « ПІДВИЩЕНО.  $T^0$  » відбувається постійно, незалежно від режиму роботи програми управління компресором – включеного або відключеного.

При натисканні на будь-яку з кнопок з підсвічуванням відбувається зняття миготіння з тих кнопок з підсвічуванням, в яких першопрчина несправності

усунена, при цьому кнопки з підсвічуванням безперервно світяться. Зняття світіння виконується тільки після натискання кнопки «СТОП» на лицьовій панелі ШУК.

Продування компресорної установки (I – IV рівня) супроводжується включенням індикатора «ПРОДУВКА КОМПРЕСОРА» на лицьовій панелі ШУК і здійснюється в наступних випадках:

- включення компресорної установки;
- циклічно при роботі компресорної установки;
- відключення компресорної установки.

Продування одночасно всіх чотирьох рівнів стиснення повітря здійснюється:

- при включенні компресорної установки із затримкою в 40 секунд;
- при відключенні компресорної установки із затримкою в 30 секунд.

При роботі компресорної установки з циклом 20 хвилин здійснюються продувки I – IV рівнів стиснення повітря по черзі в наступній послідовності:

- продування IV рівня;
- продування III рівня;
- продування II рівня;
- продування I рівня.

Продування кожного рівня стиснення повітря здійснюється шляхом відкриття відповідного вентиля на час, наведений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Тривалість продувок компресорної установки

Рівень	Тривалість дії, сек.
I рівень	15-30 сек.
II рівень	10-20 сек.
III рівень	6-10 сек.
IV рівень	3-6 сек.

Розвантаження лінії нагнітання здійснюється кожен раз при одночасній продувці I і II рівнів стиснення повітря.

### **1.3.3 Алгоритм функціонування системи осушення і очищення повітря**

ШУК забезпечує управління системою осушення і очищення повітря шляхом формування та передачі в обладнання комплектної трансформаторної підстанції власних потреб (далі – КТПВН) команди управління БОП.

Включення БОП здійснюється тільки в ручному режимі шляхом короткочасного переведення ключа на 3 положення без фіксації (ключ управління БОП), розташованого на лицьовій панелі ШУК, з середнього положення в положення «СТАРТ НАГРІВ». Включення БОП супроводжується включенням індикатора «НАГРІВ ВКЛЮЧЕНИЙ».

Відключення БОП і індикатора «НАГРІВ ВКЛЮЧЕНИЙ» здійснюється в наступних випадках:

- в ручному режимі при короткочасному перекладі ключа управління БОП з середнього положення в положення «СТОП НАГРІВ»;
- автоматично при спрацьовуванні однієї з умов, контрольованих РЦ-1:
  - а) температура повітря після електрообігрівача вище  $400\text{ C}^0$ ;
  - б) температура повітря на виході з БОП вище  $220\text{ C}^0$ .

### **1.3.4 Діагностика обладнання ШУК**

Діагностика обладнання ШУК забезпечується власними апаратними засобами шафи. Поточний стан ШУК можна визначити за двома індикаторами НОРМА і НЕСПРАВНІСТЬ на лицьовій панелі ШУК.

Зелений колір індикатора НОРМА і відсутність світіння індикатора НЕСПРАВНІСТЬ означає, що обладнання ШУК знаходиться в справному стані.

Червоний колір індикатора НЕСПРАВНІСТЬ і відсутність світіння індикатора НОРМА означає, що виконується хоча б одне з перерахованих умов:

- несправність компресорної установки;
- несправність БОП;
- несправність системи підживлення;
- несправність варисторів;
- відсутність напруги електроживлення ШУК;
- наявність задимлення в ШУК.

Передача діагностичної інформації ШУК в шафи реєстрації (ШР) зі складу системи автоматичного управління резервною дизельною електростанцією (далі – САУ РДЕС) не передбачено.

ШУК забезпечує видачу сигналів «Несправність компресора» і «Несправність БОП» в шафи управління дизель-генераторної установкою (ШУД) зі складу САУ РДЕС.

#### **1.4 Актуальність розробки**

У зв'язку з тим що система управління переходить на новий ПЛК (який не підтримує реалізоване на сьогодні ПЗ) виникла необхідність в розробці нового ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

#### **1.5 Постановка задачі**

Має бути проведено аналіз і вибір інструментів розробки.

Повинно бути розроблено ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску, яке має виконувати наступні функції:

- управління системою стисненого повітря згідно з алгоритмом роботи ШУК (пункт 1.3);
- прийом та обробка сигналів від датчиків технологічних параметрів;
- видача дискретних сигналів при спрацьовуванні умов, наведених у таблиці 1.1.

## **Висновок до розділу 1**

У розділі 1 був проведений огляд структури системи стискання повітря, описані її функції та характеристики. Були сформовані вимоги до програмного забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

## 2 АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ РОЗРОБКИ

В даному розділі аналізуються основні інструменти, які використовуються для розробки ПЗ для автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

### 2.1 Середовище CODESYS

Для програмування ПЛК використовується комплекс CODESYS версії 3.5. Основою комплексу CODESYS є середовище розробки прикладних програм для програмованих логічних контролерів (ПЛК). Вона поширюється безкоштовно і може бути без обмежень встановлена на декількох робочих місцях.

У CODESYS для програмування доступні всі п'ять обумовлених стандартом IEC 61131-3 (MEK 61131-3) мов:

- IL (Instruction List) – асемблер-подібна мова;
- ST (Structured Text) – Pascal-подібна мова;
- LD (Ladder Diagram) – мова релейних схем;
- FBD (Function Block Diagram) – мова функціональних блоків;
- SFC (Sequential Function Chart) – мова діаграм станів.

На додаток до FBD підтримана мова програмування CFC (Continuous Function Chart) з довільним розміщенням блоків і розстановкою порядку їх виконання.

У CODESYS реалізований ряд інших розширень специфікації стандарту IEC 61131-3. Найістотнішим з них є підтримка об'єктно-орієнтованого програмування (ООП).

Вбудовані компілятори CODESYS генерують машинний код (двійковий код), який завантажується в контролер. Підтримуються основні 16- і 32-розрядні процесори: Infineon C166, TriCore, 80x86, ARM (архітектура), PowerPC, SH, MIPS (архітектура), Analog Devices Blackfin, TI C2000 / 28x та інші.

При підключенні до контролера середовище програмування переходить в режим налагодження. У ньому доступний моніторинг, зміна та фіксація значень змінних, точки зупину, контроль потоку виконання, оновлення коду, графічне трасування в реальному часі і інші налагоджувальні інструменти.

CODESYS версії 3 побудований на базі так званої платформи автоматизації: CODESYS Automation Platform. Вона дозволяє виробникам обладнання розвивати комплекс шляхом підключення власних плагінів.

Розширена професійна версія середовища розробки носить назву CODESYS Professional Developer Edition. Вона включає підтримку UML-діаграм класів і станів, підключення системи контролю версій Subversion, статичний аналізатор і профілювальник коду. Поширюється за ліцензією.

Інструмент CODESYS Application Composer дозволяє перейти від програмування практичних додатків до їх швидкого складання. Користувач становить власну базу об'єктів, які відповідають певним приладів, механічних вузлів машини і т.п. Кожен об'єкт включає програмну реалізацію і візуальне уявлення. Завершений додаток складається з необхідних об'єктів, конфігурується і автоматично генерується програма на мовах MEK 61131-3.

## **2.2 Мова програмування IL (Instruction List)**

IL не є мовою графічного програмування. Натомість є найбільш схожою на мови програмування асемблер. Як випливає з назви, програма являє собою ряд інструкцій, перерахованих так само, як і програма збірки.

Як і будь-яка мова програмування ПЛК, IL має переваги та недоліки. Однією з найчистіших переваг є швидкість виконання програми. Як і у випадку мови асемблера, IL є низькою мовою програмування і команди виконуються швидше, ніж у графічних мовах. Іншим плюсом є те, що IL також має тенденцію займати менше пам'яті, що є великою перевагою, особливо в ПЛК, де розмір пам'яті обмежений.

З іншого боку, ІЛ не так поширений в основному тому, що більшість розробників, як правило, віддають перевагу візуальним мовам програмування і середовищам.

### **2.3 Мова програмування ST (Structured Text)**

Мова програмування ST (Structured Text) широко використовується в пакетах SCADA, HMI, SoftLogic. За структурою і синтаксисом схожа на мову програмування Паскаль. Мова програмування ST зручна для написання великих програм і роботи з аналоговими сигналами і числами з плаваючою точкою.

Існує розширений стандарт IEC 61131-3, який вносить елементи об'єктно-орієнтованого програмування шляхом розширення можливостей функціональних блоків (успадкування, властивості, методи, інтерфейси). Також розширений стандарт передбачає введення нових типів даних, таких як вказівники, об'єднання, рядки з двома байтами на символ, посилання та інше.

Деякі виробники доповнюють свої реалізації власними нестандартними розширеннями.

### **2.4 Мова релейних схем LD (Ladder Diagram)**

Синтаксис мови LD зручний для заміни логічних схем, виконаних на релейній техніці. Орієнтований на інженерів по автоматизації, які працюють на промислових підприємствах. Забезпечує наочний інтерфейс логіки роботи контролера, який полегшує не тільки завдання програмування і введення в експлуатацію, але і швидкий пошук неполадок в підключеному до контролера обладнанні.

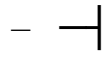
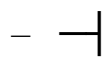

Програма на мові релейної логіки має наочний і інтуїтивно зрозумілий інженерам-електрикам графічний інтерфейс, який представляє логічні операції, як електричний ланцюг з замкнутими і роз'єднаними контактами. Наявність або



відсутність струму в цьому ланцюзі відповідає результату логічної операції («1» - наявність струму; «0» - відсутність струму).

Основними елементами мови є контакти, які можна образно порівняти з парою контактів реле або кнопки. Пара контактів ототожнюється з логічною змінною, а стан цієї пари - зі значенням змінної.

Розрізняються нормально замкнуті і нормально розімкнені контактні елементи, які можна зіставити з нормально замкнутими і нормально розімкнутими кнопками в електричних ланцюгах.

-  Нормально розімкнутий контакт розімкнений при значенні «0», призначеної йому змінної і замикається при значенні «1».
-  /  Нормально замкнутий контакт, навпаки, замкнутий, якщо змінна має значення «0», і розімкнений, якщо змінна має значення «1».
- $— ()$  — Підсумок логічного ланцюжка копіюється в цільову змінну.

Конкретні версії мови реалізуються зазвичай в рамках програмних продуктів, для роботи з певними типами ПЛК. Часто такі реалізації містять команди, що розширюють безліч стандартних команд мови, що викликано бажанням виробника повніше врахувати бажання замовника, але в підсумку призводять до несумісності програм, створених для контролерів різних типів.

## 2.5 Мова функціональних блоків FBD (Function Block Diagram)

Програма мови FBD утворюється зі списку ланцюгів, які виконуються послідовно зверху вниз. Ланцюги можуть мати мітки. Інструкція переходу на мітку дозволяє змінювати послідовність виконання ланцюгів для програмування умов і циклів.

При програмуванні використовуються набори бібліотечних блоків і власні блоки, також написані на FBD або іншими мовами МЕК 61131-3. Блок (елемент) - це підпрограма, функція або функціональний блок (I, АБО, НЕ, тригери, таймери, лічильники, блоки обробки аналогового сигналу, математичні операції і ін.).

Кожний окремий ланцюг являє собою вираз, складений графічно з окремих елементів. До виходу блоку підключається наступний блок, утворюючи ланцюг. Всередині кола блоки виконуються чітко в порядку їх сполуки. Результат обчислення ланцюга записується у внутрішню змінну або подається на вихід ПЛК.

При необхідності управління викликом блоків в них додаються спеціальні входи EN (enable) і виходи ENO. Логічний нуль на вході EN забороняє виклик блоку. Вихід ENO використовується для індикації помилки в блоці і дозволяє припинити обчислення залишку ланцюга.

Мова FBD проста у вивченні, наочна і зручна для прикладних фахівців, які не мають спеціальної підготовки в галузі інформатики. Жорстка послідовність виконання призводить до простої внутрішньої структури команд, яка транслюється в швидкий і надійний код.

Існує багато практичних реалізацій мови FBD з певними розширеннями або обмеженнями.

Одним з варіантів FBD є мова програмування CFC (Continuous Function Chart), яка дозволяє довільно задавати порядок виконання блоків. Діаграми CFC дають програмісту велику свободу дій, але при цьому збільшується ймовірність припуститися помилки, а також збільшується об'єм коду.

## **2.6 Мова діаграм станів SFC (Sequential Function Chart)**

SFC - графічна мова, призначена для написання програм послідовного управління технологічним процесом, що описує його в формі близькій до діаграми станів. Аналогом може бути мережа Петрі з різнокольоровими фішками. У кожному стані система виконує дії (підпрограми) з певними модифікаторами.

Основними елементами мови є:

- стан, в якому виконуються певні дії, одночасно можуть бути активні кілька станів, один зі станів є початковим;

- переходи зі стану в стан, для кожного переходу задається логічна умова переходу до наступного кроку;
- альтернативне розгалуження алгоритму, коли з поточного стану можливі переходи до кількох станів, при цьому кожному переходу відповідає своя логічна умова і при виконанні алгоритму відбувається тільки один з альтернативних переходів;
- паралельне розгалуження, на відміну від альтернативного має загальну умову переходу на кілька паралельно працюючих процесів;
- перехід до заданого стану;
- зупинка процесу.

## 2.7 Мова програмування C++

C++ – компільована, статично типізована мова програмування загального призначення. Мова C++ підтримує основні концепції і методи, використовувані в реальних комп'ютерних програмах. Підтримує такі парадигми програмування, як процедурне програмування, об'єктно-орієнтоване програмування, узагальнене програмування.

C++ поєднує властивості як мов високого, так і низького рівнів. Мова C++ є однією з найбільш широко поширених мов програмування. Це зумовлено завдяки можливості розробки програм для компіляції на різних платформах.

Синтаксис C++ успадкований від мови C. Одним з принципів розробки було збереження сумісності з C. Проте, C++ не є в строгому сенсі надмножиною C.

Основні переваги мови C++:

- підтримка різних стилів програмування;
- об'єктно-орієнтоване програмування, узагальнене програмування, функціональне програмування;
- висока сумісність з мовою C;
- висока продуктивність компільованого машинного коду;

- можливість роботи з пам'яттю на низькому рівні.

Недоліки мови C++:

- високий поріг входження;
- низька якість засобів функціонального програмування;
- програмування з використанням шаблонів знижує продуктивність машинного коду.

C++ широко використовується для розробки програмного забезпечення, будучи одною з найпопулярніших мов програмування. Область його застосування включає створення операційних систем, різноманітних прикладних програм, драйверів пристроїв, додатків для вбудованих систем, високопродуктивних серверів, а також розважальних програм (ігор). Крім того, існує точний і повний загальнодоступний міжнародний стандарт мови C++, що не захищений правом власності. Якісні та/або безкоштовні реалізації цієї мови доступні для будь-яких комп'ютерів.

## 2.8 Середовище розробки Borland C++ Builder

C ++ Builder – повнофункціональне інтегроване середовище розробки призначене для створення додатків для iOS, Android, Windows і macOS з використанням єдиної бази коду C ++ (обмежена ліцензія на використання в комерційних цілях). C ++ Builder включає в себе редактор коду, потужні інструменти для налагодження, вбудовану функцію доступу до популярних локальних баз, що містить живі дані, прямо під час розробки, можливості Bluetooth і IoT, а також засіб розробки візуальних інтерфейсів користувача, яке підтримує досконале до рівня пікселів стилістичне оформлення для конкретної платформи.

Переваги середовища C ++ Builder:

- надає можливість використання вбудованих професійних інструментів розробки;

- здійснює розробку додатків для Windows, macOS, Android і iOS з використанням єдиної бази коду;
- підтримує візуальну розробку з використанням програмних каркасів C++ Builder VCL і FireMonkey;
- має вбудовані інструменти, які дозволяють здійснювати налагодження на будь-якому пристрої;
- забезпечує створення додатків для баз даних з локальним і вбудованим підключенням;
- дозволяє підвищити рівень розроблюваних додатків і скоротити кількість циклів розробки за допомогою сотні вбудованих компонентів.

## **Висновок до розділу 2**

У розділі 2 був проведений аналіз інструментів розробки з визначенням їх галузей застосування. Були вказані переваги та недоліки для кожного з інструментів.

Для виконання поставленої задачі було обрано мову програмування C++ та середовище розробки Borland C++ Builder. Цей вибір обумовлено необхідністю розробити якісний програмний продукт за короткий час.

## **3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Проектування та розробка програмного забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску проводилося в два етапи:

1. Аналіз та реалізація алгоритмів роботи системи у середовищі розробки Borland C++ Builder;
2. Тестування розробленого ПЗ.

### **3.1 Опис розроблюваного ПЗ**

Розроблювана система має виконувати наступні функції:

- прийом вхідних даних (технологічних параметрів з датчиків);
- обробка прийнятих даних згідно з алгоритмами;
- автоматичне і ручне управління компресорною установкою;
- вивід інформації про стан технологічних параметрів на лицьову панель;
- реєструвати події у архів з подальшим збереженням.

Для виконання функцій система повинна мати наступні панелі:

- панель «Вхідні дані»;
- панель «Лицьова панель ШУК»;
- панель «Архів подій».

На панелі «Вхідні дані» мають бути розташовані наступні елементи:

- поля введення даних;
- кнопка підтвердження введених даних.

На панелі «Лицьова панель ШУК» мають бути розташовані наступні елементи:

- кнопки увімкнення та вимкнення компресорної установки;
- кнопки пуску та зупинки роботи програми управління компресором;
- кнопки старту та зупинки нагріву БОП;

- перемикач вибору режиму пуску компресорної установки;
- поля виводу технологічних параметрів;
- індикатори «Норма» та «Несправність», які сигналізують про загальний стан системи;
- індикатор стану роботи програми управління компресором (програма увімкнена – індикатор повинен світитися зеленим кольором, програма вимкнена – індикатор не світиться);
- індикатор стану роботи компресору (компресор увімкнений – індикатор повинен світитися зеленим кольором, компресор вимкнений – індикатор не світиться);
- індикатори режиму роботи компресору (компресор увімкнений у режимі дистанційного пуску – індикатор «Дистанційний пуск» повинен світитися зеленим кольором, компресор увімкнений у режимі місцевого пуску – індикатор «Місцевий пуск» повинен світитися зеленим кольором);
- індикатор стану продувки компресора (продувка увімкнена – індикатор повинен світитися зеленим кольором, продувка вимкнена – індикатор не світиться);
- індикатор стану нагріву БОП (нагрів увімкнено – індикатор повинен світитися зеленим кольором, нагрів вимкнено – індикатор не світиться);
- кнопка-індикатор «Підвищено  $T^0$ » (температура на I-IV рівнях стиснення підвищена – кнопка-індикатор повинна миготіти червоним кольором, температура на I-IV рівнях стиснення підвищена і натиснута кнопка-індикатор «Підвищено  $T^0$ » - кнопка-індикатор повинна світитися червоним кольором, температура на I-IV рівнях стиснення у нормі – кнопка-індикатор не світиться);
- кнопка-індикатор «Р нагніт. > Р дод.» (тиск нагнітання підвищений – кнопка-індикатор повинна миготіти червоним кольором, тиск нагнітання підвищений і натиснута кнопка-індикатор «Р нагніт. > Р

- дод.» – кнопка-індикатор повинна світитися червоним кольором, тиск нагнітання у нормі – кнопка-індикатор не світиться);
- кнопка-індикатор «Немає Р масла» (тиск масла нижче норми – кнопка-індикатор повинна миготіти червоним кольором, тиск масла нижче норми і натиснута кнопка-індикатор «Немає Р масла» – кнопка-індикатор повинна світитися червоним кольором, тиск масла у нормі – кнопка-індикатор не світиться);
  - кнопка-індикатор «Немає води» (тиск охолоджувальної води нижче норми – кнопка-індикатор повинна миготіти червоним кольором, тиск охолоджувальної води нижче норми і натиснута кнопка-індикатор «Немає води» – кнопка-індикатор повинна світитися червоним кольором, тиск охолоджувальної води у нормі – кнопка-індикатор не світиться).

На панелі «Архів подій» має бути розташований елемент для виведення на екран подій, які відбувалися у ШУК з автоматичним завантаженням даних при запуску ПЗ та автоматичним збереженням даних при завершенні роботи з ПЗ.

## **3.2 Алгоритми роботи ПЗ**

### **3.2.1 Алгоритм роботи індикатора «Програма включена»**

Увімкнення програми автоматичного управління компресором відбувається якщо виконуються наступні умови:

- компресор увімкнено у режимі дистанційного пуску;
- тиск повітря у ресивері нижче  $45 \text{ кгс} / \text{см}^2$ .

Блок-схему алгоритму роботи індикатору «Програма включена» зображено на рисунку 3.1.



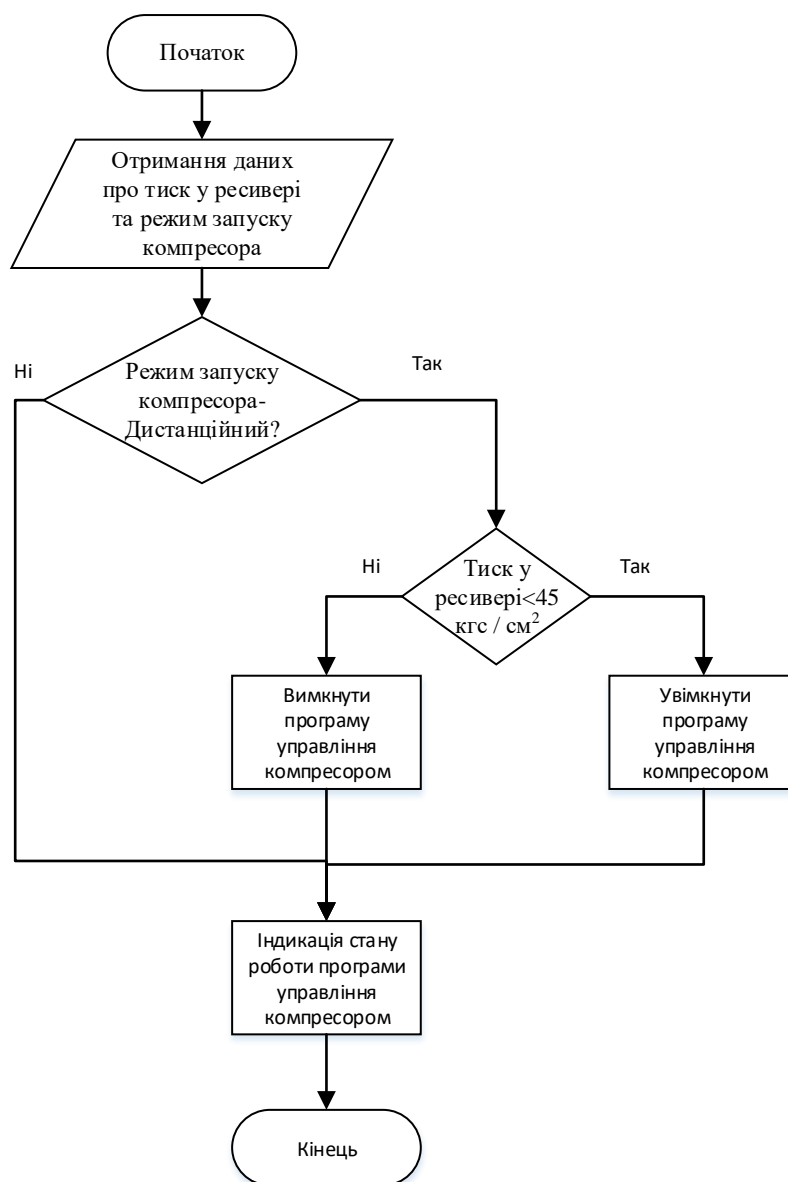


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи індикатора «Програма включена»

### 3.2.2 Алгоритм роботи індикаторів «Компресор включений», «Дистанційний пуск» та «Місцевий пуск»

Увімкнення компресору відбувається через 20 секунд після натискання кнопки «Увімкнути компресорну установку». При цьому перемикач режиму пуску блокується.

Блок-схему алгоритму роботи індикаторів «Компресор включений», «Дистанційний пуск» та «Місцевий пуск» зображено на рисунку 3.2.

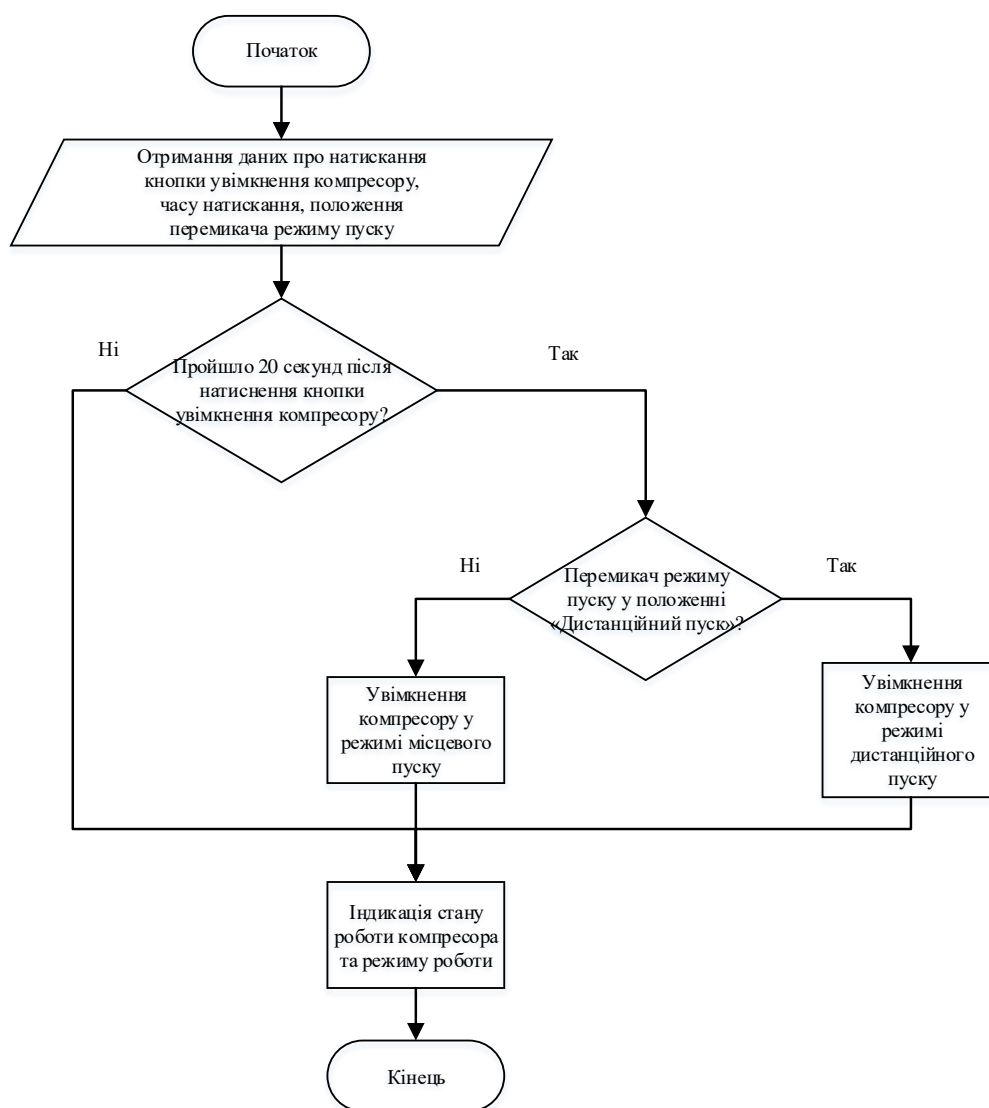


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму роботи індикаторів «Компресор включений», «Дистанційний пуск» та «Місцевий пуск»

### 3.2.3 Алгоритм роботи індикатора «Продувка компресора»

Включення індикатору «Продувка компресора» супроводжує продування компресорної установки, яке здійснюється в наступних випадках:

- включення компресорної установки (затримка 40 секунд);
- циклічно при роботі компресорної установки (раз у 20 хвилин);
- відключення компресорної установки (затримка 30 секунд).

Продування компресорної установки займає 50 секунд.

Блок-схему алгоритму продування компресорної установки зображено на рисунку 3.3.

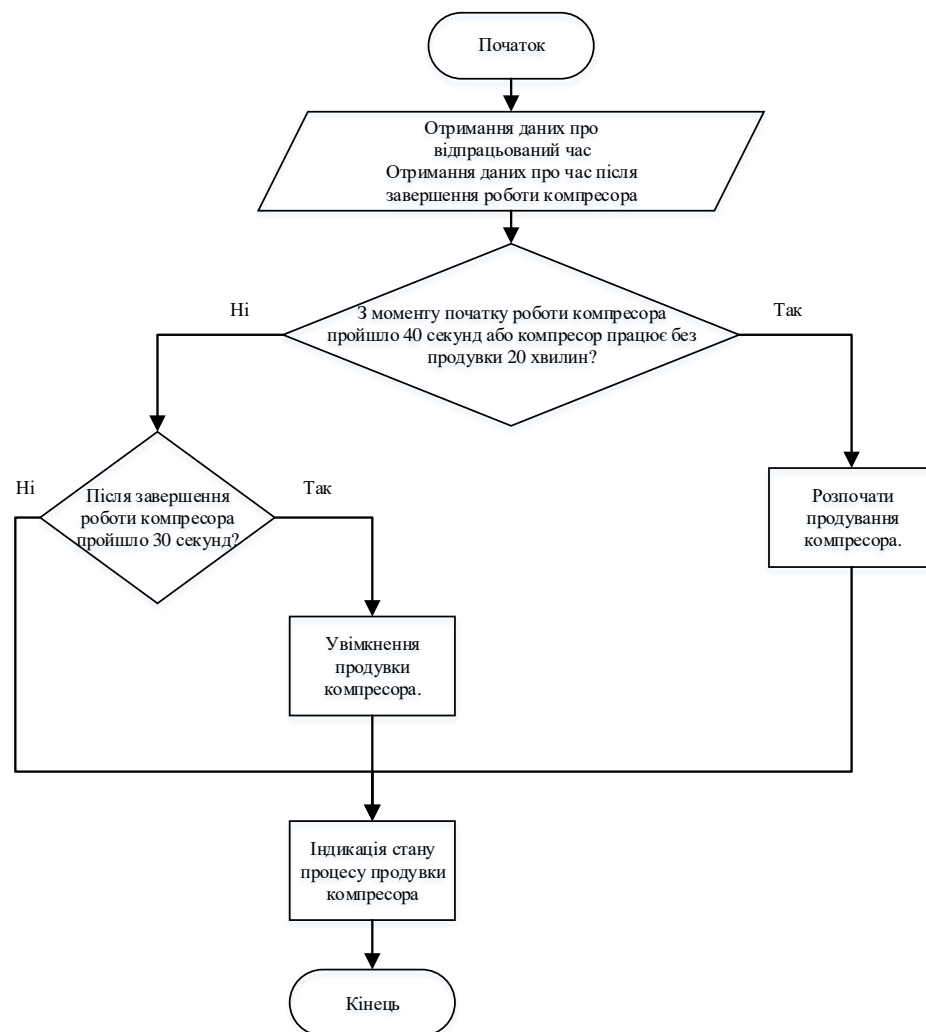


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритму роботи індикатора «Продувка компресора»

### 3.2.4 Алгоритм роботи індикатора «Нагрів включений»

Увімкнення БОП здійснюється тільки в ручному режимі шляхом натискання кнопки «СТАРТ НАГРІВ» на лицьовій панелі ШУК. Включення БОП супроводжується включенням індикатора «НАГРІВ ВКЛЮЧЕНИЙ».

Відключення БОП і індикатора «НАГРІВ ВКЛЮЧЕНИЙ» здійснюється в наступних випадках:

- в ручному режимі при короткочасному перекладі ключа управління БОП з середнього положення в положення «СТОП НАГРІВ»;
- автоматично при спрацьовуванні однієї з умов:
  - a) температура повітря після електрообігрівача вище  $400\text{ C}^0$ ;
  - b) температура повітря на виході з БОП вище  $220\text{ C}^0$ .

Блок-схему алгоритму роботи індикатора «Нагрів включений» зображено на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритму роботи індикатора «Нагрів включений»

### 3.2.5 Алгоритм роботи кнопок-індикаторів

Включення миготіння кнопок-індикаторів технологічних параметрів на лицьовій панелі ШУК з частотою 1 s відбувається в разі спрацювання відповідних умов:

- тиск масла в системі нижче  $1,1 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (кнопка-індикатор «Немає Р масла»);
- тиск нагнітання вище  $55 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (кнопка-індикатор «Р нагніт.> Р дод.»);
- температура повітря на I – IV рівнях стиснення вище  $160 \text{ C}^0$  (кнопка-індикатор «Підвищено  $T^0$ »);
- тиск охолоджувальної води нижче  $0,8 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (кнопка-індикатор «Немає води»).

Аналіз умов «Немає води» і «Немає Р масла» відбувається при включенні програми управління компресором з затримками:

- в 10 s для включення миготіння індикатора «Немає води»;
- в 40 s для включення миготіння індикатора «Немає Р масла».

Аналіз умов «Р нагніт. > Р дод.» і «Підвищено  $T^0$ » відбувається постійно, незалежно від режиму роботи програми управління компресором – включеного або відключеного.

При натисканні на будь-яку з кнопок з підсвічуванням відбувається зняття миготіння з тих кнопок з підсвічуванням, в яких першопрichiна несправності усунена, при цьому кнопки з підсвічуванням безперервно світяться. Зняття світіння виконується тільки після натискання кнопки «СТОП» на лицьовій панелі ШУК.

Блок-схеми алгоритмів роботи кнопок-індикаторів зображено на рисунках 3.5-3.8.

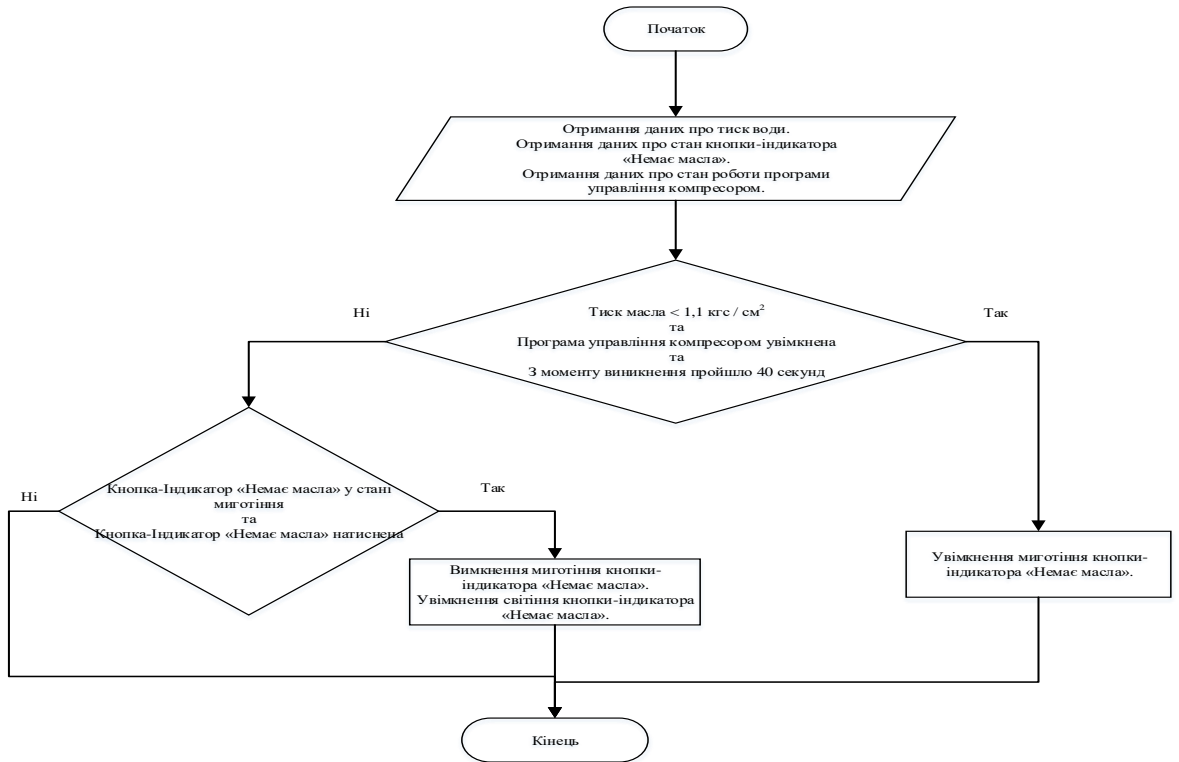


Рисунок 3.5 – Блок-схема алгоритму роботи кнопки-індикатора «Немає масла»

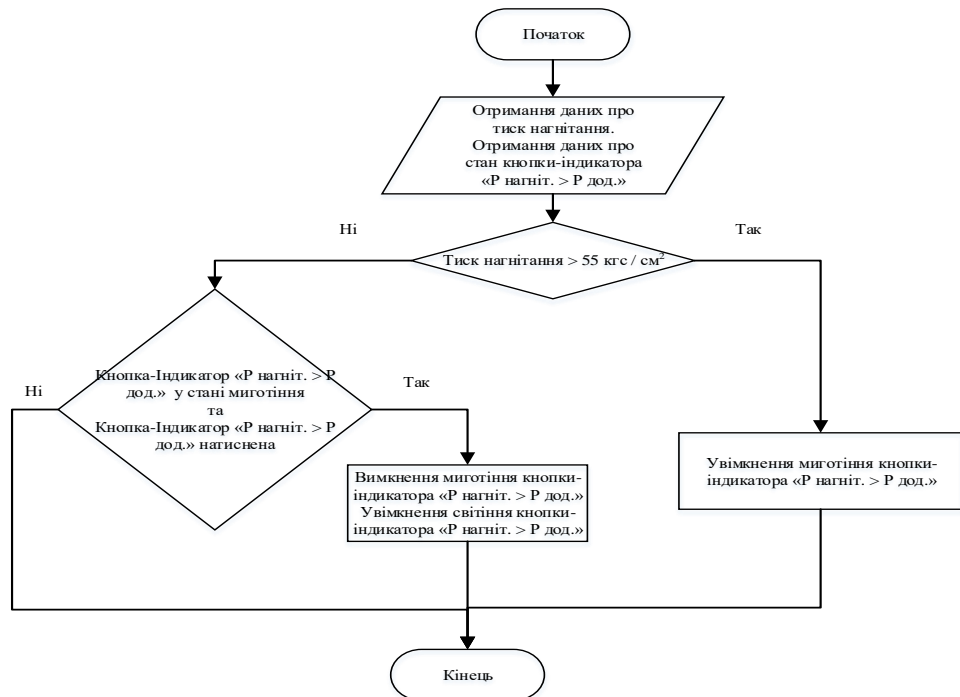


Рисунок 3.6 – Блок-схема алгоритму роботи кнопки-індикатора «Р нагніт. > Р дод.»

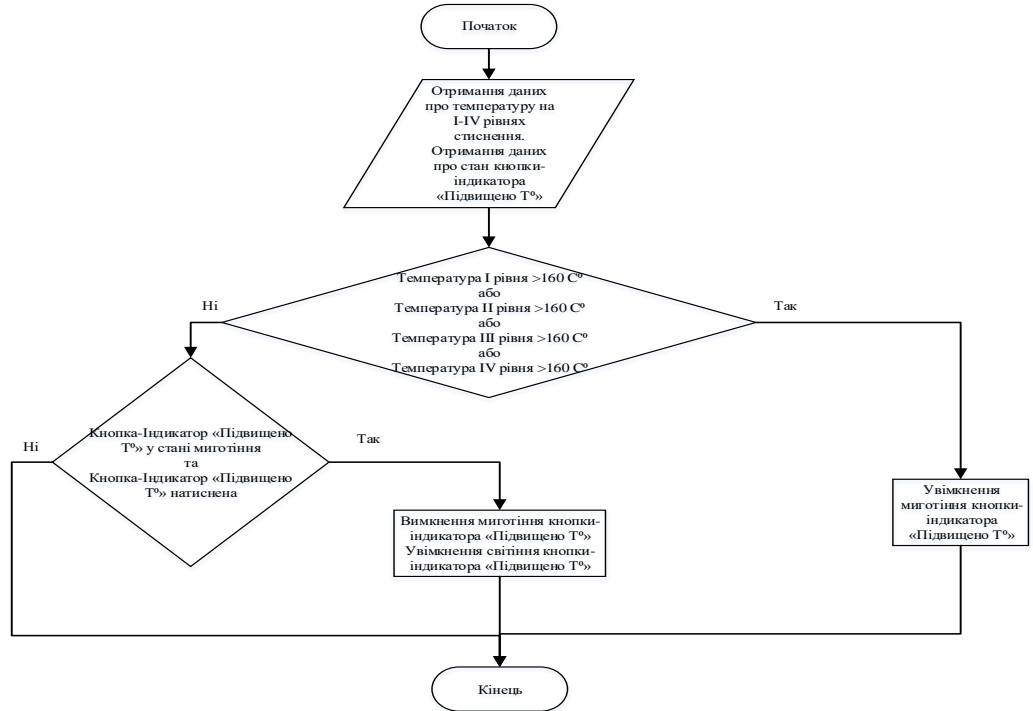


Рисунок 3.7 – Блок-схема алгоритму роботи кнопки-індикатора «Підвищено  $T^0$ »

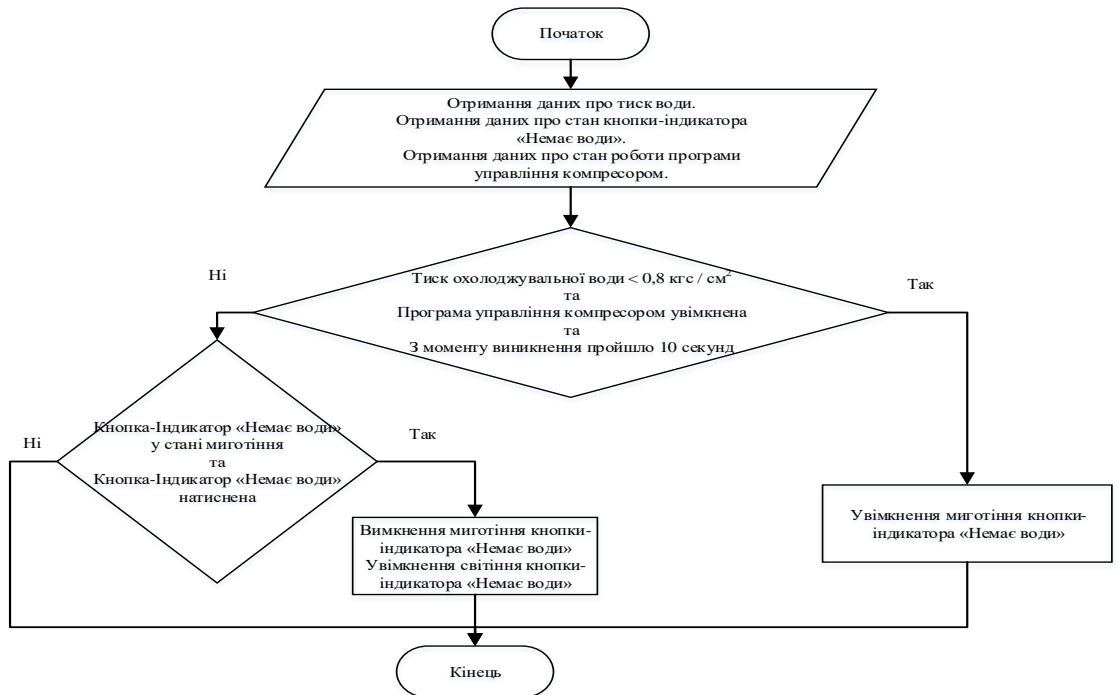


Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритму роботи кнопки-індикатора «Немає ВОДИ»

### 3.2.6 Алгоритм роботи архіву подій

При запуску програми архів подій завантажується з файлу «out.txt», який розташовується за наступним шляхом «Шлях до програми на комп'ютері/res/out.txt». Якщо цього файлу не існує то програма створить новий.

Кожна подія у програмі реєструється у архів подій, який зберігається автоматично після завершення роботи програми.

## 3.3 Розробка ПЗ

### 3.3.1 Інтерфейс розробленого ПЗ

Інтерфейс розробленого ПЗ складається з трьох частин:

- вкладка «Вхідні дані» (рисунок 3.9).
- вкладка «Лицьова панель ШУК» (рисунок 3.10);
- вкладка «Архів подій (РЦ-1)» (рисунок 3.11);

Параметр	Значення	Одиниця
Тиск охолоджувальної води	0,0	кгс/см <sup>2</sup>
Тиск масла в системі	0,0	кгс/см <sup>2</sup>
Тиск у ресивері	0,0	кгс/см <sup>2</sup>
Тиск нагнітання	0,0	кгс/см <sup>2</sup>
Температура повітря на 1 рівні стиснення	0,0	°C
Температура повітря на 2 рівні стиснення	0,0	°C
Температура повітря на 3 рівні стиснення	0,0	°C
Температура повітря на 4 рівні стиснення	0,0	°C
Температура повітря після всіх рівнів стиснення	0,0	°C
Температура повітря на вході в електронагрівач	0,0	°C
Температура повітря після електронагрівача	0,0	°C
Температура повітря на виході з БОП	0,0	°C

Підтвердити

Рисунок 3.9 – Інтерфейс розробленого ПЗ (Вхідні дані)



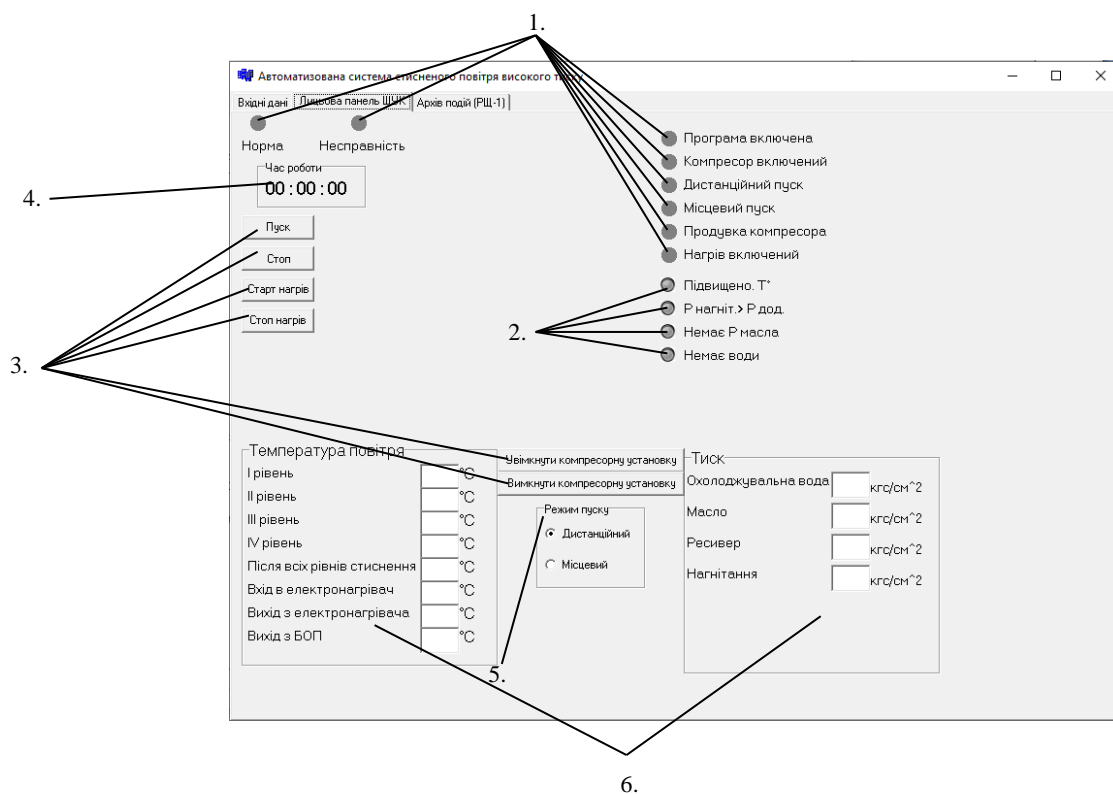


Рисунок 3.10 – Інтерфейс розробленого ПЗ (Лицьова панель ШУК)

де:

1. Індикатори (Елемент Shape. Клас TShape є безпосереднім нащадком класу TGraphicControl і успадковує всі його характеристики. Екземпляром цього класу є компонент Shape, за допомогою якого можна виводити на екран статичні зображення. Компонент Shape призначений для відображення однієї з найпростіших геометричних фігур: прямокутника, квадрата, округленій прямокутника, округленій квадрата, еліпса, кола).
2. Кнопки-індикатори (Елемент Image з обробкою події onClick).
3. Кнопки (Елемент Button).
4. Лічильник (Елементи GroupBox, Label, Timer).
5. Перемикач (Елементи GroupBox, RadioButton).
6. Відображення технологічних параметрів (Елементи GroupBox Label, Edit).

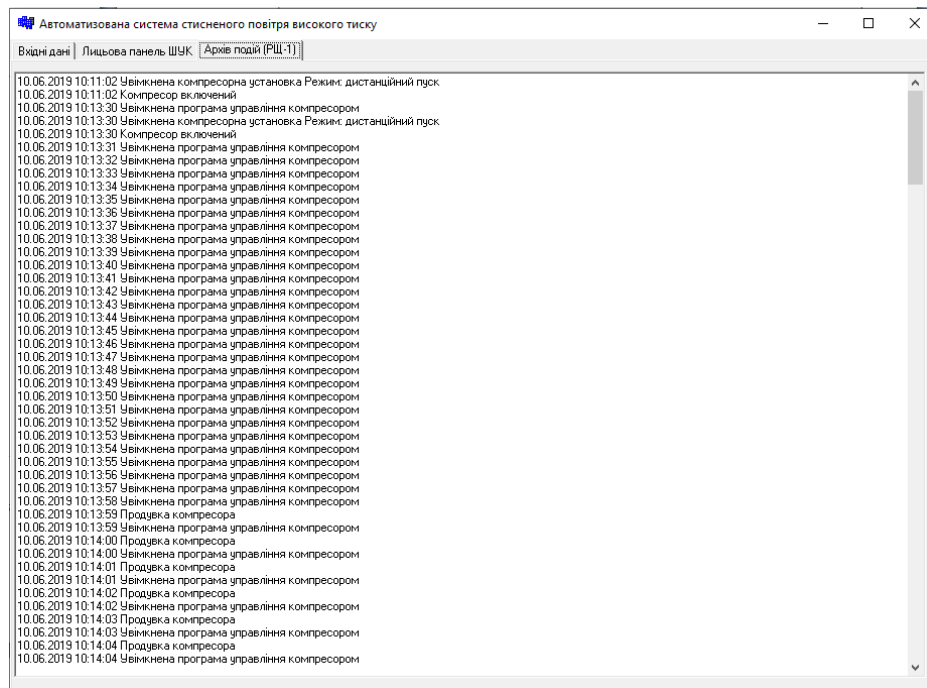


Рисунок 3.11 - Інтерфейс розробленого ПЗ (Архів подій)

### 3.3.2 Реалізація алгоритмів роботи системи у середовищі Borland C++ Builder

#### 3.3.2.1 Реалізація алгоритму роботи індикатора «Програма включена»

Увімкнення програми управління компресором виконується автоматично якщо тиск у ресивері менше ніж  $45 \text{ кгс/см}^2$  (якщо компресорна установка запущена у режимі дистанційного пуску). Програмний код автоматичного увімкнення компресора:

```
if(RadioButton1->Checked && tr<45) {ind1->Pen->Color=clLime;
prog_work=true;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Увімкнення програми управління компресором");
else{prog_work=false;
ind1->Pen->Color=clGray;}
```

Увімкнення та вимкнення програми управління компресором може виконуватися натисканням кнопок «Старт» і «Стоп» на лицьовій панелі ШУК.

Програмний код функції натискання кнопки «Старт»:

```
{
ind1->Pen->Color=clLime;
prog_work=true;
Memo1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Увімкнена програма управління компресором");
}
```

Програмний код функції натискання кнопки «Стоп»:

```
{
ind1->Pen->Color=clGray;
prog_work=false;
Memo1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Вимкнена програма управління компресором");
}
```

### **3.3.2.2 Реалізація алгоритму роботи індикаторів «Компресор включений», «Дистанційний пуск» та «Місцевий пуск»**

Увімкнення компресорної установки може виконуватися в одному з двох режимів:

- дистанційний пуск;
- місцевий пуск.

Вибір режиму пуску здійснюється зміною положення перемикача RadioButton (RadioButton1 – обрано режим дистанційного пуску, RadioButton2 – обрано режим місцевого пуску).

Після натискання кнопки «Увімкнути компресорну установку» вибір режиму пуску блокується (змінити режим пуску під час роботи компресорної установки – неможливо).

Увімкнення компресорної установки відбувається з затримкою в 20 секунд після натискання відповідної кнопки. Це реалізовано за допомогою компоненту Timer. Тобто при натисканні кнопки «Увімкнути компресорну установку» блокуються перемикачі RadioButton та запускається таймер.

Програмний код функції натискання кнопки «Увімкнути компресорну установку»:

```
{
Timer3->Enabled=true;
RadioButton1->Enabled=false;
RadioButton2->Enabled=false;
}
```

Програмний код функції таймеру Timer3:

```
void __fastcall TForm1::Timer3Timer(TObject *Sender)
{
    wait_bef_work++;
    if(wait_bef_work==20) Timer1->Enabled=true;
    if(wait_bef_work>20){
        if(RadioButton1->Checked)
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
        Увімкнена компресорна установка "+"Режим: Дистанційний пуск");
        else {
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
        Увімкнена компресорна установка "+"Режим: Місцевий пуск");
        ind4->Pen->Color=clLime;}
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
        Компресор включений");
        Timer3->Enabled=false;
    }
}
```

При натисканні кнопки «Вимкнути компресорну установку» відбувається розблокування перемикачів RadioButton, вимикаються всі індикатори та анулюються усі змінні.

Програмний код функції натискання кнопки «Вимкнути компресорну установку»:

```
{
Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Вимкнена компресорна установка ");
Timer1->Enabled=false;
Timer2->Enabled=true;
produv_time=0;
tim_s=0;
tim_m=0;
tim_h=0;
err_voda_time=0;
err_maslo_time=0;
Time_h->Caption="00";
Time_m->Caption="00";
Time_s->Caption="00";
RadioButton1->Enabled=true;
RadioButton2->Enabled=true;
```

```

ind1->Pen->Color=clGray;
ind2->Pen->Color=clGray;
ind3->Pen->Color=clGray;
ind4->Pen->Color=clGray;
ind5->Pen->Color=clGray;
ind6->Pen->Color=clGray;
ind_mein_err->Pen->Color=clGray;
ind_mein_norm->Pen->Color=clGray;
Image1->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image2->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image3->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image4->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
err_1=false;
err_2=false;
err_3=false;
err_4=false;
err_chesk_1=false;
err_chesk_2=false;
err_chesk_3=false;
err_chesk_4=false;
}

```

### 3.3.2.3 Реалізація алгоритму роботи індикатора «Продувка компресора»

Увімкнення продувки компресора відбувається у трьох випадках:

- після увімкнення компресорної установки з затримкою в 30 секунд;
- після вимкнення компресорної установки з затримкою в 40 секунд;
- автоматично під час роботи компресорної установки (раз в 20 хвилин).

Програмний код функції автоматичної продувки компресору та продувки компресора після увімкнення компресорної установки:

```

if(produv_cicle_m%20==0 && produv_cicle_m!=0) produv_time=30;
if(produv_time>=30 && produv_time<=80)
{produv=true;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Продувка компресора");
} else produv=false;
if(produv) ind5->Pen->Color=clLime; else ind5->Pen->Color=clGray;

```

Продувка компресора після вимкнення компресорної установки відбувається за допомогою елемента Timer2, який запускається після натискання

кнопки «Вимкнути компресорну установку». Програмний код функції продувки компресору після вимкнення компресорної установки:

```
void __fastcall TForm1::Timer2Timer(TObject *Sender)
{
    produv_time++;
    if(produv_time>=40 && produv_time<=90)
    {
        produv=true;
        Memo1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Продувка компресора");
    } else produv=false;
    if(produv) ind5->Pen->Color=clLime; else ind5->Pen->Color=clGray;
    if(produv_time>90) {produv_time=0; Timer2->Enabled=false;}
}
```

### 3.3.2.4 Реалізація алгоритму роботи індикатора «Нагрів включений»

Увімкнення нагріву БОП відбувається після натискання кнопки «Старт нагрів». Програмний код функції натискання кнопки «Старт нагрів»:

```
void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{nagriv=true;
Memo1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Натиснена кнопка Старт нагрів");}
```

Вимкнення нагріву БОП відбувається у наступних випадках:

- натиснена кнопка «Стоп нагрів»;
- температура повітря після електрообігрівача вище 400 С<sup>0</sup>;
- температура повітря на виході з БОП вище 220 С<sup>0</sup>.

Програмний код функції натискання кнопки «Стоп нагрів»:

```
void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
{
    nagrив=false;
    Memo1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Натиснена кнопка Стоп нагрів");
}
```

Програмний код функції автоматичного вимкнення нагріву БОП:

```
if(tpε>400 || tpbop>220) nagrив=false;
```

### 3.3.2.5 Реалізація алгоритму роботи кнопок-індикаторів

У програмі реалізовано чотири кнопки-індикатора:

- кнопка-індикатор «Підвищено  $T^0$ »;
- кнопка-індикатор «Р нагніт. > Р дод.»;
- кнопка-індикатор «Немає води»;
- кнопка-індикатор «Немає Р масла».

Програмний код функції спрацьовування індикатора «Підвищено  $T^0$ »:

```
if(tp1>160 || tp2>160 || tp3>160 || tp4>160)
    {err_1=true;
    if(err_chesk_1==false)
    {if(TIM_S%2==0) Image1->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
    else Image1->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
    Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
    Несправність: "+"Перевищено T");}}
```

Програмний код функції спрацьовування індикатора «Р нагніт. > Р дод.»:

```
if(tn>55)
    {err_2=true;
    if(err_chesk_2==false){
        if(TIM_S%2==0) Image2->Picture-
    >LoadFromFile("res/led_grey.bmp"); else Image2->Picture-
    >LoadFromFile("res/led_red.bmp");
    Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
    Несправність: "+"Р нагніт.> Р дод.");}}
```

Програмний код функції спрацьовування індикатора «Немає води»:

```
if(tov<vod_lim) err_voda_time++;
if(tov<vod_lim && err_voda_time>=10)
    {err_4=true;
    if(err_chesk_4==false){
    if(TIM_S%2==0) Image4->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
    else Image4->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
```

```

Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Несправність: "+"Немає води");
    }
}

if(tov>=vod_lim) err_voda_time=0;

```

**Програмний код функції спрацьовування індикатора «Немає Р масла»:**

```

if(tms<masl_lim) err_maslo_time++;
if(tms<masl_lim && err_maslo_time>=40)
    {err_3=true;
    if(err_chesk_3==false){
if(tim_s%2==0) Image3->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
else Image3->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
        Memol->Lines->Append(Now().DateString()+"
"+Now().TimeString()+" Несправність: "+"Немає масла");
    }
}
if(tms>=masl_lim || prog_work==false) err_maslo_time=0;

```

### **3.3.2.6 Реалізація алгоритму роботи архіву подій**

При спрацьовуванні події FormCreate(), яка спрацьовує після запуску програми, відбувається перевірка наявності файлу архіву на комп'ютері. Якщо є файл архіву то він завантажується у елемент Мемо, який знаходиться на вкладці «Архів подій».

**Програмний код функції FormCreate():**

```

void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
if(FileExists("res/out.txt"))
Memol->Lines->LoadFromFile("res/out.txt");
}

```

Кожна подія додається до поточного списку подій за допомогою команди:  
Memol->Lines->Append(текст)

При спрацьовуванні події FormClose(), яка спрацьовує перед завершенням роботи програми, відбувається збереження файлу на комп'ютер.

**Програмний код функції FormClose():**



```
void __fastcall TForm1::FormClose(TObject *Sender, TCloseAction
&Action)
{
Memol->Lines->SaveToFile("res/out.txt");
}
```

### 3.3.2.7 Реалізація роботи лічильника

Лічильник починає роботу при увімкненні компресорної установки, та завершує роботу при вимкненні компресорної установки.

Програмний код функції роботи лічильника:

```
produv_time++;
tim_s++;
if(tim_s>=60) {tim_m++; produv_cicle_m++; tim_s=0;}
if(tim_m>=60) {tim_h++; tim_m=0;}
if(tim_s<10) Time_s->Caption="0"+IntToStr(tim_s); else Time_s-
>Caption=IntToStr(tim_s);
if(tim_m<10) Time_m->Caption="0"+IntToStr(tim_m); else Time_m-
>Caption=IntToStr(tim_m);
if(tim_h<10) Time_h->Caption="0"+IntToStr(tim_h); else Time_h-
>Caption=IntToStr(tim_h);
```

### Висновок до розділу 3

У цьому розділі було описано розроблювану систему, проаналізовано алгоритми роботи системи, та розроблено ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску. Було проведено тестування розробленого ПЗ, під час якого було підтверджено правильність роботи алгоритмів.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної роботи бакалавра була розробка ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску. Так як в процесі розробки використовувався персональний комп'ютер, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде розроблятися та використовуватися розроблена система.

### 4.1 Аналіз стану умов праці

#### 4.1.1 Вимоги до приміщення

Таблиця 4.1 - Розміри приміщення.

Найменування	Значення
Довжина, м	18
Ширина, м	6
Висота, м	3,5
Площа, м <sup>2</sup>	108
Об'єм, м <sup>3</sup>	378
Кількість робочих місць	8

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [6] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікна та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для

дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

#### 4.1.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за ДСанПіН 3.3.2-007-98 [7] (табл. 4.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне Значення	Нормативне Значення
Висота робочої поверхні, мм	700	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	650	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	540	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	660	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	420	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	410	не менше 400
Глибина сидіння, мм	420	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	500	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	400	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	750	700 ÷ 800

#### 4.2 Виробнича санітарія

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання

необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

#### 4.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00-7.15-18 [10], яке встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої. Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

- робоча напруга  $U=+220\text{В} \pm 5\%$ ;
- робочий струм  $I=2\text{А}$ ;
- споживана потужність  $P=350\text{ Вт}$ .

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна Оцінка	Нормативні Документи
1	2	3	4
<b>Фізичні:</b>			
підвищена або знижена вологість повітря	-//-	3	[6]
підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-//-	3	[8] [9]
<b>Психофізіологічні:</b>			

## Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- формулювання теми; - пошук інформацію про предметну область; - проектування структур та алгоритмів; - виконання роботи; - оформлення записки.	4	[9] [10]
фізичні (статичне - сидіння)	порушення умов організації робочого часу (безперервна робота)	2	[7] [10]

Робочі місця в обов'язковому порядку повинні відповідати вимогам до санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, що затвержені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [7].

#### 4.2.2 Пожежна безпека

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100 °C). При проходженні електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди).

Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим

екраном), надійно захищені діелектричними щитками та/або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу.

В приміщенні наявна затверджена «План-схема евакуації з кабінету (приміщення)».

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

1) поліамід - матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С;

2) полівінілхлорид - ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С;

3) склотекстоліт ДЦ - матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання;

4) пластикат кабельний №489 - матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1;

5) деревина - будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [11] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймисті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- 1) несправність електроустановки;
- 2) конструктивні недоліки устаткування;
- 3) коротке замикання в електричних мережах;
- 4) запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При

горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол [12].

### **4.2.3 Електробезпека**

Виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

## **4.3 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища**

### **4.3.1 Мікроклімат**

Мікроклімат робочих приміщень - це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться

роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт 1а. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають ДСН 3.3.6.042-99 [6] і наведені в табл. 4.4:

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період Року	Категорія Робіт	Температура С <sup>0</sup>	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка-1а	22-24	40-60	0,1
Тепла	Легка-1а	23-25	40-60	0,1

### 4.3.2 Освітлення

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше -1/8, в побутових - 1/10:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} / \frac{1}{10}\right) * S_n \quad (4.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів, м<sup>2</sup>;

$S_n$  – площа підлоги, м<sup>2</sup>.

$$S_n = a \cdot b = 18 \cdot 6 = 108 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/10 \cdot 108 = 10,8 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 3 вікна площею  $S=3,6 \text{ м}^2$ .

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 18 м, ширина 6 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампою типа ЛБ (одна - 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм. Розрахунок штучного освітлення виробляється



по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників  $n$  виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E * S * Z * K}{F * U * M} \quad (4.2)$$

де  $E$  - нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

$S$  - освітлювана площа,  $m^2$ ;  $S = 108 m^2$ ;

$Z$  - поправочний коефіцієнт світильника ( $Z = 1,15$  для ламп розжарювання та ДРЛ;  $Z = 1,1$  для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

$K$  - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

$U$  - коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п.

- 0,575  $M$  - число люмінесцентних ламп в світильнику - 1;

$F$  - світловий потік лампи - 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 * 108 * 1,15 * 1,5}{5400 * 0,575 * 1} = 18,0$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 18 світильників, оснащених лампами типа ЛБ (одна - 80 Вт) зі світловим потоком 5400 лм.

#### 4.4 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти), тобто при  $V$

приміщення  $> 40 \text{ м}^3$  на одного працюючого допускається природна вентиляція. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП. Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

#### **4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій**

1) Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- експлуатацію сертифікованого обладнання;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала  $2/3$  нормальної освітленості приміщення);
- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря:

а) якщо об'єм приміщення  $20 \text{ м}^3$ , то потрібно подати не менш як  $30 \text{ м}^3$  /год повітря;

б) якщо об'єм приміщення у межах від  $20$  до  $40 \text{ м}^3$ , то потрібно подати не менш як  $20 \text{ м}^3$ /год повітря;

в) якщо об'єм приміщення становить понад  $40 \text{ м}^3$ , допускається природна вентиляція, у випадку, коли немає виділення шкідливих речовин.

2) Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:

- постійно стежити за справним станом електромережі;

- постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;
- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;
- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні розетки;
- не підключати одночасно декілька потужних електропристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;
- не залишати включені електроприлади без нагляду;

#### **4.5.1 Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).**

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [13], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Послідовність розрахунку.

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів  $R_{шт.з.}$ :

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d * R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d} \quad (4.3)$$

де  $R_{пр.з.}$  - опір природних заземлювачів;

$R_0$  - допустимий опір заземлення.

Якщо природні заземлювачі відсутні, то  $R_{шт.з.} = R_0$ .

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 * 40}{40 - 4} \approx 40 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо  $\rho=40$  Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту,  $R_{розр}$ , Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів  $R_{розр.в}$ , і горизонтальних  $R_{розр.г}$ , Ом·м за формулою:

$$R_{розр.} = \psi * \rho \quad (4.4)$$

де  $\psi$  - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів I кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів  $R_{розр.в}=1,7$  і горизонтальних  $R_{розр.г}=5,5$  Ом·м

$$R_{розр.в} = 1,7 * 40 = 68 \text{ Ом/м}$$

$$R_{розр.г} = 5,5 * 40 = 220 \text{ Ом/м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача  $R_B$ , Ом, за (4.5).

$$R_B = \frac{R_{розр.в}}{2 * \pi * l_B} * \left( \ln \frac{2 * l_B}{d_{ст}} + \frac{1}{2} * \ln \frac{4 * t + l_B}{4 * t - l_B} \right) \quad (4.5)$$

де  $l_B$  - довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м;  $l_B=3$  м);

$d_{ст}$  - діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м;  $d_{ст}=0,05$  м);

$t$  - відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (4.6):

$$t = h_B + \frac{l_B}{2} \quad (4.6)$$

де  $h_B$  - глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_B = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} * \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} * \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

5) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів  $n$  штук, без урахування коефіцієнта використання  $\eta_B$ :

$$n = \frac{2 \cdot R_B}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

6) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання  $n_B$ , шт:

$$n_B = \frac{2 \cdot R_B}{R_d \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.8)$$

7) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_b \cdot (n_B - 1) \quad (4.9)$$

де  $L_b$  - відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за  $L_b = 3\text{м}$ );  
 $n_B$  - необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48\text{м}$$

8) Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки)  $R_r$ , Ом:

$$R_r = \frac{P_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} * \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_r} \quad (4.10)$$

де  $d_{cm}$  - еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d_{cm} = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;

$h_r$  - глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

$l_c$  - довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м

$$R_r = \frac{220}{2 * \pi * 48} * \ln \frac{2 * 48^2}{0,95 * 0,15 * 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

9) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$ . відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів  $n_B$ . Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги  $\eta_c = 0,3$  (табличне значення).

10) Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{заг} = \frac{R_B * R_r}{R_B * \eta_c + R_r * n_B * \eta_B} \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{заг} \leq R_d$  Ом, а саме:

$$R_{заг} = \frac{18,5 * 8,1}{18,5 * 0,3 + 8,1 * 16 * 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

## **Висновки до розділу 4**

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Були наведені розміри приміщення та значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проєкті було розроблено програмне забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

Для виконання цієї задачі були задіяні архітектурні, структурні та програмні методи її вирішення.

З перспектив розвитку програмного комплексу слід відмітити можливу реалізацію внесення технологічних параметрів напряму з вимірювальних приладів.

До вимог експлуатації в реальних умовах також належить реалізація можливості віддаленого контролю та ручної діагностики ШУК за допомогою додатку на Android або IOS, що належить до подальших перспектив проєкту.

Розроблене програмне забезпечення являється прототипним, яке, в перспективі, буде являти собою основу реального ПЗ.



## ПЕРЕЛІК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Петров І. В., «Програмовані контролери. Стандартні мови та прийоми прикладного проектування »/ Под ред. проф. В. П. Дьяконова.-М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 256с.
2. Михайлов А. К., Ворошилов В. П. Компресорні машини. - М .: Вища школа, 1989. - 288 с.
3. Бйорн Страуструп, «Мова програмування С ++. Спеціальне видання», - М .: Біном-Пресс, 2007. - 1104 с.
4. Герберт Шілдрт, «Теорія і практика С ++», - СПб .: ВHV - Санкт-Петербург, 1996.
5. Джерод Холлінгворс, Ден Баттерфілд, Боб Свот. С ++ Builder 5. Керівництво розробника = С ++ Builder 5 Developer's Guide. - М .: «Діалектика», 2001. - С. 884.
6. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ). Постанова № 42 від 01.12.1999. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>
7. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0382-99>
8. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення. Режим доступу: www. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200289>
9. ГОСТ 13109-97. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення. Режим доступу: www. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006034>
10. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>

11. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0158858-16](http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0158858-16)
12. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартів безпеки праці. Вогнестійкість. Номенклатура показників і методи їх визначення (ІСО 4589-84). Режим доступу: [www. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-044-89](http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-044-89)
13. НПАОП 40.1-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок. Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98)

## ДОДАТОК А

## Файл Unit1.cpp

```

#include <vcl.h>
#pragma hdrstop

#include "Unit1.h"
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;

float tov, tms, tr, tn, tp1, tp2, tp3, tp4, tpall, tpvh, tpe, tpbop,
vitgas;
bool pidv, bopvkl, peregr, err_1, err_2, err_3, err_4,
err_chesk_1, err_chesk_2, err_chesk_3, err_chesk_4, prog_work, nagrив,
produv;
int tim_h, tim_m, tim_s, err_voda_time, err_maslo_time, produv_time,
produv_cicle_m, wait_bef_work;
float vod_lim=0.8;
float masl_lim=1.1;

void __fastcall TForm1::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
ind2->Pen->Color=clLime;
    produv_time++;
    tim_s++;
    if(tim_s>=60) {tim_m++; produv_cicle_m++; tim_s=0;}
    if(tim_m>=60) {tim_h++; tim_m=0;}
    if(tim_s<10) Time_s->Caption="0"+IntToStr(tim_s); else Time_s-
>Caption=IntToStr(tim_s);
    if(tim_m<10) Time_m->Caption="0"+IntToStr(tim_m); else Time_m-
>Caption=IntToStr(tim_m);
    if(tim_h<10) Time_h->Caption="0"+IntToStr(tim_h); else Time_h-
>Caption=IntToStr(tim_h);

    if(produv_cicle_m%20==0 && produv_cicle_m!=0) produv_time=30;
    if(produv_time>=30 && produv_time<=80)
    {produv=true;
    Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Продувка компресора");
    } else produv=false;
    if(produv) ind5->Pen->Color=clLime; else ind5->Pen->Color=clGray;

    Edit22->Text=FloatToStr(tov);
    Edit23->Text=FloatToStr(tms);

```

```

Edit24->Text=FloatToStr(tr);
Edit25->Text=FloatToStr(tn);
Edit14->Text=FloatToStr(tp1);
Edit15->Text=FloatToStr(tp2);
Edit16->Text=FloatToStr(tp3);
Edit17->Text=FloatToStr(tp4);
Edit18->Text=FloatToStr(tpall);
Edit19->Text=FloatToStr(tpvh);
Edit20->Text=FloatToStr(tpe);
Edit21->Text=FloatToStr(tpbop);

if(tp1>160 || tp2>160 || tp3>160 || tp4>160)
    {err_1=true;
    if(err_chesk_1==false){
        if(TIM_S%2==0) Image1->Picture-
>LoadFromFile("res/led_grey.bmp"); else Image1->Picture-
>LoadFromFile("res/led_red.bmp");
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+"
"+Now().TimeString()+" Несправність: "+"Перевищено Т");
    }
}

if(tn>55)
    {err_2=true;
    if(err_chesk_2==false){
        if(TIM_S%2==0) Image2->Picture-
>LoadFromFile("res/led_grey.bmp"); else Image2->Picture-
>LoadFromFile("res/led_red.bmp");
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+"
"+Now().TimeString()+" Несправність: "+"Р нагніт.> Р дод.");
    }
}

if(tms<masl_lim) err_maslo_time++;
if(tms<masl_lim && err_maslo_time>=40)
    {err_3=true;
    if(err_chesk_3==false){
        if(TIM_S%2==0) Image3->Picture-
>LoadFromFile("res/led_grey.bmp"); else Image3->Picture-
>LoadFromFile("res/led_red.bmp");
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+"
"+Now().TimeString()+" Несправність: "+"Немає масла");
    }
}

if(tms>=masl_lim || prog_work==false) err_maslo_time=0;

if(tov<vod_lim) err_voda_time++;
if(tov<vod_lim && err_voda_time>=10)
    {err_4=true;
    if(err_chesk_4==false){
        if(TIM_S%2==0) Image4->Picture-
>LoadFromFile("res/led_grey.bmp"); else Image4->Picture-
>LoadFromFile("res/led_red.bmp");
    }
}

```

```

        Memol->Lines->Append(Now().DateString()+
"+Now().TimeString()+" Несправність: "+"Немає води");
    }
}

if(tov>=vod_lim) err_voda_time=0;

if(err_1 || err_2 || err_3 || err_4)
{ind_mein_err->Pen->Color=clRed;
 ind_mein_norm->Pen->Color=clGray;}
else
{ind_mein_norm->Pen->Color=clLime;
 ind_mein_err->Pen->Color=clGray;}

if(tpe>400 || tpbop>220) nagriv=false;

if(nagriv) ind6->Pen->Color=clLime; else ind6->Pen->Color=clGray;

if(RadioButton1->Checked && tr<45) {ind1->Pen->Color=clLime;
prog_work=true;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Увімкнена програма управління компресором");
ind3->Pen->Color=clLime;}
else{
prog_work=false;
ind1->Pen->Color=clGray;
}
}

void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
ind1->Pen->Color=clLime;
prog_work=true;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Увімкнена програма управління компресором");
}

void __fastcall TForm1::BitBtn1Click(TObject *Sender)
{
ind1->Pen->Color=clGray;
prog_work=false;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Вимкнена програма управління компресором");
}

void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
nagriv=true;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Натиснена кнопка Старт нагрів");
}

```

```

}

void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
{
nagriv=false;
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Написана кнопка Стоп нагрів");
}

void __fastcall TForm1::Button4Click(TObject *Sender)
{
tov=StrToFloat(Edit1->Text);
tms=StrToFloat(Edit2->Text);
tr=StrToFloat(Edit3->Text);
tn=StrToFloat(Edit4->Text);
tp1=StrToFloat(Edit5->Text);
tp2=StrToFloat(Edit6->Text);
tp3=StrToFloat(Edit7->Text);
tp4=StrToFloat(Edit8->Text);
tpall=StrToFloat(Edit9->Text);
tpvh=StrToFloat(Edit10->Text);
tpe=StrToFloat(Edit11->Text);
tpbop=StrToFloat(Edit12->Text);
vitgas=StrToFloat(Edit13->Text);
pidv=CheckBox1->Checked;
bopvkl=CheckBox2->Checked;
peregr=CheckBox3->Checked;
}

void __fastcall TForm1::Image1Click(TObject *Sender)
{ if(err_1)
{
err_chesk_1=true;
Image1->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
Memol->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Знято миготіння з індикатора: "+"Підвищено T");
}
}

void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
if(FileExists("res/out.txt")) Memol->Lines-
>LoadFromFile("res/out.txt");

err_chesk_1=false;
err_chesk_2=false;
err_chesk_3=false;
err_chesk_4=false;
nagriv=false;
produv=false;

Image1->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");

```

```

Image2->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image3->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image4->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
}

void __fastcall TForm1::Image2Click(TObject *Sender)
{ if(err_2)
  {
  err_chesk_2=true;
  Image2->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
  Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Знято миготіння з індикатора: "+"Р нагніт.> Р дод.");
  }
}

void __fastcall TForm1::Image3Click(TObject *Sender)
{if(err_3)
  {
  err_chesk_3=true;
  Image3->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
  Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Знято миготіння з індикатора: "+"Немає масла");
  }
}

void __fastcall TForm1::Image4Click(TObject *Sender)
{if(err_4)
  {
  err_chesk_4=true;
  Image4->Picture->LoadFromFile("res/led_red.bmp");
  Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Знято миготіння з індикатора: "+"Немає води");
  }
}

void __fastcall TForm1::Button5Click(TObject *Sender)
{
Timer3->Enabled=true;
RadioButton1->Enabled=false;
RadioButton2->Enabled=false;
}

void __fastcall TForm1::Button6Click(TObject *Sender)
{
Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Вимкнена компресорна установка ");
Timer1->Enabled=false;
Timer2->Enabled=true;
produv_time=0;
tim_s=0;
tim_m=0;
tim_h=0;
err_voda_time=0;
}

```

```

err_maslo_time=0;
Time_h->Caption="00";
Time_m->Caption="00";
Time_s->Caption="00";
RadioButton1->Enabled=true;
RadioButton2->Enabled=true;
ind1->Pen->Color=clGray;
ind2->Pen->Color=clGray;
ind3->Pen->Color=clGray;
ind4->Pen->Color=clGray;
ind5->Pen->Color=clGray;
ind6->Pen->Color=clGray;
ind_mein_err->Pen->Color=clGray;
ind_mein_norm->Pen->Color=clGray;
Image1->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image2->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image3->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
Image4->Picture->LoadFromFile("res/led_grey.bmp");
err_1=false;
err_2=false;
err_3=false;
err_4=false;
err_chesk_1=false;
err_chesk_2=false;
err_chesk_3=false;
err_chesk_4=false;
}

void __fastcall TForm1::Timer2Timer(TObject *Sender)
{
    produv_time++;

    if(produv_time>=40 && produv_time<=90)
    {
        produv=true;
        Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Продувка компресора");
    } else produv=false;

    if(produv) ind5->Pen->Color=clLime; else ind5->Pen->Color=clGray;

    if(produv_time>90) {produv_time=0; Timer2->Enabled=false;}
}

void __fastcall TForm1::FormClose(TObject *Sender, TCloseAction
&Action)
{
    Mem1->Lines->SaveToFile("res/out.txt");
    Timer2->Enabled=false;
}

void __fastcall TForm1::Timer3Timer(TObject *Sender)
{

```



```
wait_bef_work++;
if(wait_bef_work==20) Timer1->Enabled=true;
if(wait_bef_work>20){
    if(RadioButton1->Checked)
Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Увімкнена компресорна установка "+"Режим: дистанційний пуск");
    else {
Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Увімкнена компресорна установка "+"Режим: місцевий пуск");
ind4->Pen->Color=clLime;}
Mem1->Lines->Append(Now().DateString()+" "+Now().TimeString()+"
Компресор включений");
Timer3->Enabled=false;
    }
}
```

## ДОДАТОК Б

### Комп'ютерна презентація

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

Дипломний проект на тему:

**«Програмне забезпечення  
автоматизованої системи  
стисненого повітря  
високого тиску»**

Виконав ст. групи КН-156д:  
Бриль Вадим Олександрович

Керівник проекту:  
Ларгін В. А.

Рисунок Б.1 – Титульний слайд презентації

**Розробка ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску обумовлена:**

- можливість автоматично керувати компресорною установкою системи стисненого повітря;
- можливість отримати інформацію про стан технологічних параметрів;
- необхідність запобігати виникненню аварійних ситуацій
- необхідність впровадження на АЕС;
- економічна рентабельність для ПрАТ «СНВО «Імпульс».

2

Рисунок Б.2 – Слайд «Обумовленість розробки ПЗ»

## Мета:

Метою проекту є розробка програмного забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

## Основні задачі:

- керування компресорною установкою системи стисненого повітря;
- керування системою осушення і очищення повітря;
- виведення інформації про стан технологічних параметрів;
- виведення інформації про ресурс роботи на електронному лічильнику;
- видача дискретних сигналів в програмований логічний контролер;
- автоматичне збереження прийнятої інформації і подій.

3

Рисунок Б.3 – Слайд «Мета і задачі»

## Постановка задачі:

- Повинно бути розроблено ПЗ, що буде впроваджене на АЕС та забезпечуватиме управління системою стисненого повітря високого тиску.
- Вхідними даними є інформація про стан технологічних параметрів у системі на даний момент часу.

4

Рисунок Б.4 – Слайд «Постановка задачі»

## **Вимоги до розроблюваного ПЗ та системні вимоги до ПК**

- ПЗ повинне бути розроблено з використанням інструментального середовища C ++ Builder.
- ПЗ повинно встановлюватися на окремій технологічній ПК під управлінням операційної системи ОС Windows.
- Системні вимоги до ПК, який виконує роль робочої станції:
  - ОС Windows 7, 8, 10;
  - процесор Intel Pentium – 2,0 ГГц;
  - оперативна пам'ять: 1 Гбайт;
  - відеокарта: 128 Мбайт;
  - Об'єм пам'яті на диску: 60 Гбайт.

5

Рисунок Б.5 – Слайд «Вимоги до ПЗ та ПК»

### **Функції ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску:**

- прийом вхідних даних (технологічних параметрів з датчиків);
- обробка прийнятих даних згідно з алгоритмами;
- автоматичне і ручне управління компресорною установкою;
- вивід інформації про стан технологічних параметрів на лицьову панель;
- реєстрація події у архів з подальшим збереженням.

6

Рисунок Б.6 – Слайд «Функції ПЗ»



Рисунок Б.7 – Слайд «Алгоритми роботи системи» з алгоритмом увімкнення програми управління та алгоритмом увімкнення компресору



Рисунок Б.8 – Слайд «Алгоритми роботи системи» з алгоритмом увімкнення продувки компресора та алгоритмом увімкнення нагріву БОП



Рисунок Б.9 – Слайд «Алгоритми роботи системи» з алгоритмами аналізу умов «Немає масла» та «Немає води»



Рисунок Б.10 – Слайд «Алгоритми роботи системи» з алгоритмами аналізу умов «Підвищено температуру повітря» та «Підвищено тиск нагнітання»

## ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску

### Лицьова панель ШУК



11

Рисунок Б.11 – Слайд «Демонстрація роботи ПЗ 1. Лицьова панель ШУК»

## ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску

### Лицьова панель ШУК

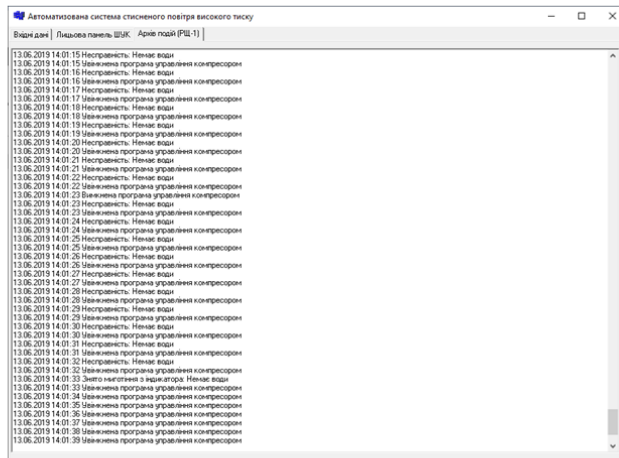


12

Рисунок Б.12 – Слайд «Демонстрація роботи ПЗ 2. Лицьова панель ШУК»

## ПЗ автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску

### Архів подій



13

Рисунок Б.13 – Слайд «Демонстрація роботи ПЗ. Архів подій»

## Висновок

У ході виконання роботи було:

- сформульовано постановку задачі і функції системи;
- зроблено вибір інструментального середовища і технологічної мови програмування алгоритму;
- розроблено алгоритми програмного забезпечення;
- розроблено програмне забезпечення автоматизованої системи стисненого повітря високого тиску.

14

Рисунок Б.14 – Слайд «Висновок»