

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ ТА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВаних
ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему:

**Керування газодинамічним режимом «чистих» приміщень
у виробництві лікарських засобів**

Control of Gas-Dynamic Regime in «Clean»
Rooms at Medicines Production

Студент групи АВ-43 Плакса Богдан Романович
(шифр, прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник роботи: / д. т. н., проф. Євген ПІСТУН /
Консультанти: Охорона праці _____ / доц. Юрій КІТ /
Економіка _____ / доц. Наталія МИХАЙЛИК /
Мікропроцесорних засобів
автоматизації _____ / доц. Ігор КОСТИК /
Завідувач кафедри: _____ / д. т. н., проф. Федір МАТІКО /

Львів 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

Інститут ЕСК Кафедра АВКТ
Спеціальність 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри АВКТ
д.т.н., проф. Федір МАТІКО
“ ” 20 р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Плакса Богдан Романович

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи: Керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень
у виробництві лікарських засобів
затверджена наказом по університету від “26” травня 2025 р., № 1766-4-08

2. Термін здачі студентом закінченої роботи “14” червня 2025 р.

3. Вихідні дані для роботи:

1. Технологічна схема

2. Опис технологічного процесу

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

Вступ

1. Аналіз технологічного процесу, як об’єкта керування

2. Техніко-економічне обґрунтування функціональної схеми автоматизації

3. Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації

4. Розроблення та опис розгорнутої функціональної схеми автоматизації

5. Програмне забезпечення системи автоматизації

6. Принципові електричні схеми з’єднань засобів автоматизації

7. Охорона праці при впровадженні та експлуатації системи автоматизації

8. Обґрунтування економічної доцільності впровадження системи автоматизації

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень):

1. Функціональна схема автоматизації

2. Програма функціонування мікропроцесорного програмованого засобу
автоматизації

3. Принципова електрична схема з’єднань засобів автоматизації

4. Людино-машинний інтерфейс системи автоматизації

6. Консультанти роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіки</i>	<i>доц. Наталія МИХАЙЛИК</i>		
<i>Охорони праці</i>	<i>доц. Юрій КІТ</i>		
<i>Мікропроцесорних програмованих засобів автоматизації</i>	<i>доц. Ігор КОСТИК</i>		

7. Дата видачі завдання: 19 травня 2025 р.

Керівник роботи: _____ / д.т.н., проф. Євген ПІСТУН /
(підпис)

Завдання прийняв до виконання: _____ / Богдан ПЛАКСА /
(підпис)

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Вступ</i>	<i>21.05.2025р.</i>	
2.	<i>Аналіз технологічного процесу, як об'єкта керування</i>	<i>21.05.2025р.</i>	
3.	<i>Техніко-економічне обґрунтування функціональної схеми автоматизації</i>	<i>22.05.2025р.</i>	
4.	<i>Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації</i>	<i>23.05.2025р.</i>	
5.	<i>Розроблення та опис розгорнутої функціональної схеми автоматизації</i>	<i>26.05.2025р.</i>	
6.	<i>Програмне забезпечення системи автоматизації</i>	<i>28.05.2025р.</i>	
7.	<i>Людино-машинний інтерфейс системи автоматизації</i>	<i>30.05.2025р.</i>	
8.	<i>Принципові електричні схеми з'єднань засобів автоматизації</i>	<i>02.06.2025р.</i>	
9.	<i>Охорона праці при впровадженні та експлуатації системи автоматизації</i>	<i>05.06.2025р.</i>	
10.	<i>Обґрунтування економічної доцільності впровадження системи автоматизації</i>	<i>10.06.2025р.</i>	
11.	<i>Висновки</i>	<i>12.06.2025р.</i>	

Студент: _____ / Богдан ПЛАКСА /
(підпис)

Керівник роботи: _____ / д.т.н., проф. Євген ПІСТУН /
(підпис)

Звіт подібності

метадані

Назва організації

National University "Lviv Politechnika"

Заголовок

БКР Плакса АВ-43

Автор

Науковий керівник / Експерт

Богдан ПЛАКСАavkt EK2 Бакалавр

підрозділ

NULP2

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



13800

Кількість слів

102599

Кількість символів

АНОТАЦІЯ

Обсяг пояснювальної записки — 93 сторінки, кількість ілюстрацій — 63, кількість таблиць — 10, кількість додатків — 0, кількість використаних джерел — 27, кількість графічних плакатів — 4.

Об'єктом дослідження бакалаврської кваліфікаційної роботи є процес підтримання газодинамічного режиму в “чистих” приміщеннях для виготовлення лікарських засобів.

Предметом дослідження є система керування газодинамічним режимом

Метою роботи є розроблення системи автоматизації для керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів.

В першому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи опрацьовано літературні джерела, в яких наведені основні засади та норми для приміщень, призначених для виробництва лікарських засобів. Виконано аналіз технологічного процесу, сформовано технологічну карту та складено структурну схему взаємозв'язків параметрів об'єкту, розраховано матеріальний баланс процесу.

В другому розділі обрано та обґрунтовано функціональні ознаки системи, розроблено та описано функціональну схему автоматизації керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень.

В третьому розділі роботи здійснено підбір технічних засобів автоматизації, обґрунтовано вибір мікропроцесорного програмованого контролера серії Vision V570 виробництва компанії Unitronics та проведено його конфігурацію. Здійснено опис програмного середовища VisiLogic призначеного для написання програм функціонування системи та людино-машинного інтерфейсу та сформовано специфікацію технічних засобів для реалізації проекту системи керування.

В четвертому розділі описано та розроблено функціональну схему системи керування розгорнутим способом. Функціональна схема автоматизації представлена в графічній частині на аркуші 1.

В п'ятому розділі розроблено алгоритми системи керування газодинамічним режимом, відповідно до яких написано програма функціонування та розроблено

людино-машинний інтерфейс системи керування за допомогою інструментів програмного середовища VisiLogic. Програма функціонування мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації представлена в графічній частині на аркуші 2. Розроблені дисплеї людино-машинного інтерфейсу представлені в графічній частині на аркуші 3.

В шостому розділі спроектовано принципову схему електричних підключень для системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів. Принципова електрична схема з’єднань технічних засобів автоматизації представлена в графічній частині на аркуші 4.

В сьомому розділі розглянуті основні положення з охорони праці, визначені джерела шкідливого впливу на організм людини та запропоновані шляхи для їх усунення. Також розглянуто ергономічні рішення стосовно організації робочого місця оператора та розраховане штучне освітлення.

В восьмому розділі розраховано кошторис на реалізацію проекту системи керування газодинамічним режимом та розраховано щорічні витрати, для забезпечення її функціонування.

ANOTATION

The volume of the explanatory note is 93 pages, the number of illustrations is 63, the number of tables is 10, the number of appendices is 0, the number of sources used is 27, the number of graphic posters is 4.

The object of research of the bachelor's qualification work is the process of maintaining the gas-dynamic regime in "clean" rooms for the manufacture of medicines.

The subject of the research is the gas-dynamic regime control system in "clean" rooms.

The purpose of the work is to develop an automation system for controlling the gas-dynamic regime of "clean" rooms in the production of medicines. In the first section of the bachelor's qualification work, literary sources are reviewed, which provide the basic principles and standards for premises intended for the production of medicines. An analysis of the technological process is performed, a technological map is formed and a structural diagram of the interrelationships of the parameters of the object is drawn up, and the material balance of the process is calculated.

In the second section, the functional features of the system are selected and justified, a functional diagram of automation of gas-dynamic mode control of "clean" premises is developed and described.

In the third section of the work, the selection of technical means of automation was carried out, the choice of the microprocessor programmable controller of the Vision V570 series manufactured by Unitronics was justified and its configuration was carried out. The VisiLogic software environment designed for writing programs for the system operation and the human-machine interface was described and the specification of technical means for implementing the control system project was formed.

In the fourth section, the functional diagram of the control system is described and developed in an expanded manner. The functional diagram of automation is presented in the graphic part on sheet 1.

In the fifth section, the algorithms of the gas-dynamic mode control system are developed, according to which the operation program is written and the human-machine

interface of the control system is developed using the tools of the VisiLogic software environment. The operating program of the microprocessor-based programmable automation tool is presented in the graphic part on sheet 2. The developed displays of the human-machine interface are presented in the graphic part on sheet 3.

In the sixth section, a schematic diagram of electrical connections for the gas-dynamic mode control system of “clean” rooms in the production of medicines is designed. The schematic electrical diagram of the connections of technical automation tools is presented in the graphic part on sheet 4.

In the seventh section, the basic provisions on labor protection are considered, sources of harmful effects on the human body are identified and ways to eliminate them are proposed. Ergonomic solutions for the organization of the operator’s workplace are also considered and artificial lighting is calculated.

In the eighth section, an estimate is calculated for the implementation of the gas-dynamic mode control system project and annual costs are calculated to ensure its functioning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	12
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ	14
1.1 Опис технологічного процесу	14
1.2 Матеріальний баланс технологічного процесу.....	16
1.3 Технологічна карта та обґрунтування номінальних значень параметрів технологічного процесу	17
1.4 Складання структурної схеми взаємозв'язків параметрів об'єкта керування	18
2 РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	20
2.1 Аналіз структурної схеми взаємозв'язку між технологічними параметрами	20
2.2 Обґрунтування і вибір координат вимірювання, контролю, сигналізації, дистанційного керування, захисту, блокування та регулювання	21
2.3 Порівняльний аналіз існуючих схем автоматизації	21
3 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	26
3.1.1 Обґрунтування вибору вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів	26
3.1.2 Вимірювальні перетворювачі та виконавчі механізми	27
3.2.1 Обґрунтування вибору мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації та опис його технічних характеристик	33
3.2.2 Конфігурування мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації	34
3.2.3 Конфігурація мікропроцесорного засобу автоматизації	37
3.3 Засоби людино-машинного інтерфейсу системи автоматизації	38
3.4 Специфікація технічних засобів автоматизації	44
4 РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗГОРНУТИМ СПОСОБОМ ТА ЇЇ ОПИС	46
5 РОЗРОБКА ТА ОПИС ПРОГРАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ.....	49

	11
5.1 Алгоритми функціонування системи автоматизованого керування	49
5.2 Програма функціонування ПЛК.....	55
5.3 Розробка програми функціонування НМІ-інтерфейсу.....	59
6 РОЗРОБКА ТА ОПИС СХЕМ ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	69
7 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	75
7.1 Гігієна праці та виробнича санітарія	76
7.1.1. Мікроклімат	76
7.1.2. Склад повітря робочої зони	76
7.1.3 Виробничий шум.....	77
7.1.4 Виробничі вібрації.....	78
7.1.5 Виробничі випромінювання	78
7.1.6 Ергономіка робочого місця оператора	79
7.1.7 Штучне освітлення та його розрахунок	80
7.3 Пожежна безпека.....	85
7.3.1 Загальні положення	85
7.3.2 Заходи для підвищення протипожежного захисту	86
8 ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИМ РЕЖИМОМ	87
8.1 Розрахунок і обґрунтування витрат на здійснення заходів з автоматизації ..	88
8.2 Розрахунок і обґрунтування щорічних витрат на утримання системи керування.....	90
ВИСНОВКИ	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93

ВСТУП

В теперішній час автоматизація є однією з ключових умов безперебійного, безпечного, а також економічно вигідного функціонування підприємства. Автоматизація включає в себе не тільки систему керування перебігом певного технологічного процесу, а й системи контролю та моніторингу. Проте незалежно від виду системи, її основне призначення залишається незмінним – заміщення або полегшення праці людини засобами автоматизації.

Чисті приміщення застосовуються в багатьох галузях, зокрема в:

- Фармакології
- Медицині
- Космічній та авіаційній промисловості
- Харчовій промисловості
- У виробництві мікроелектроніки

Основними параметрами чистих приміщень є кількість мікроорганізмів, частинок порошку та інших можливих домішок на 1 м^3 об'єму приміщення, а також тиск, температура та вологість. В залежності від кількості мікрочастинок, чисті приміщення поділяються на класи: А, В, С та D, де А – найвищий клас, що свідчить про найбільшу стерильність.

Основним документом, в якому зібрані всі вимоги до чистих приміщень, правила облаштування та експлуатації є настанова СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020 [1].

При переході між чистими приміщеннями, ключовими параметрами є значення перепаду тиску між ними та алгоритм відкриття дверей. Ці дві умови є основним методом для запобігання перехресного забруднення від кімнати до кімнати.

Сучасні системи автоматизації розробляють на основі мікропроцесорних керуючих засобів, мережевих та інформаційних технологій. Застосування мікропроцесорних програмоавних засобів керування дає можливість удосконалювати структуру системи керування та впроваджувати алгоритми довільної складності.

У цій бакалаврській кваліфікаційній роботі вирішується актуальне завдання – розроблення системи автоматизації керування газодинамічним режимом чистих приміщень у виробництві лікарських засобів. Реалізація розробленої системи автоматизації дасть можливість дотримувати заданого газодинамічного режиму для чистих приміщень відповідно до вимог СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020 [1], при мінімальній участі технічного персоналу.

РОЗДІЛІ

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

1.1 Опис технологічного процесу

Чиста приміщення – це зона, в якій контролюється навколишнє середовище на наявність часток і мікроорганізмів, які контамінують продукцію та побудована й експлуатована таким чином, щоб зменшити проникнення, утворення і збереження контамінантів усередині зони. Їх класифікують відповідно до стандарту EN ISO 14644-1 [3].

Встановлення класу слід чітко розмежувати із моніторингом навколишнього середовища при проведенні процесу. Максимально допустима кількість часток у повітрі для кожного класу наведена в таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1

Класифікація чистих приміщень

Клас приміщення	Максимально допустима кількість часток в 1 м ³ повітря при розмірі часток однакового чи більшому за зазначений			
	Оснащений стан		Експлуатований стан	
	0,5 мкм	5,0 мкм	0,5 мкм	5,0 мкм
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	не нормується	не нормується

Між суміжними приміщеннями з різними класами чистоти має бути різниця в тиску 10-15 Па [1]. Особливу увагу слід приділяти захисту зони найбільшого ризику для якості продукції, тобто навколишнього середовища, безпосередньому впливу якого зазнає продукція або очищені компоненти, що контактують із продукцією. Допускаються різні раціональні модифікації, пов'язані з подачею повітря і різницею тисків, що можуть бути необхідні при наявності деяких матеріалів, наприклад, патогенних, високотоксичних, радіоактивних або живих вірусів чи бактеріальних матеріалів, або препаратів із них.

Схема ділянки, автоматизацію якої виконуємо у цій роботі, наведена на рисунку 1.

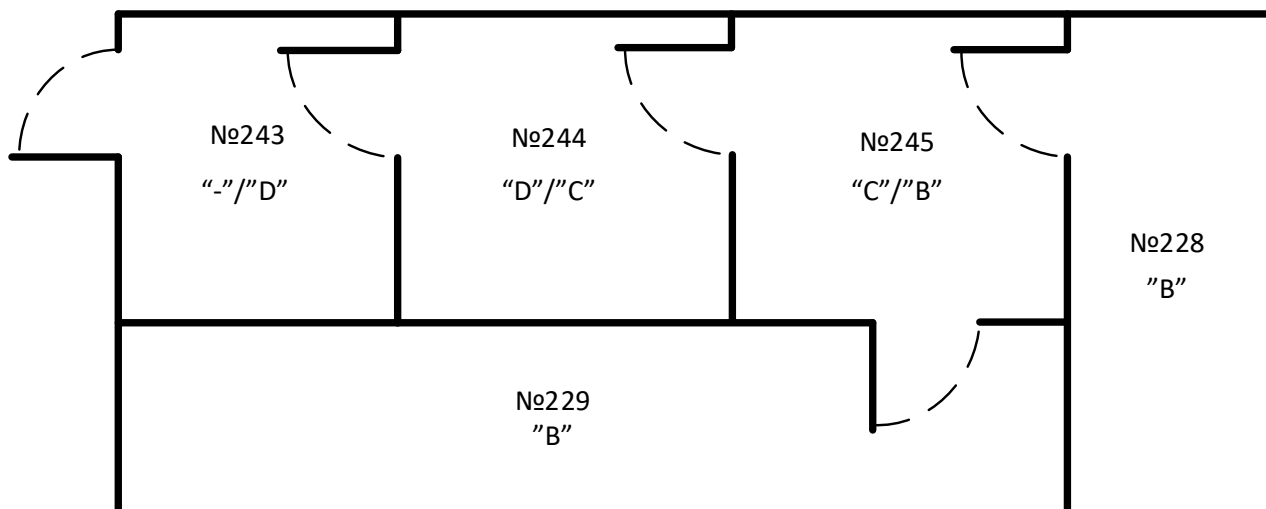


Рис. 1.1 Схема ділянки автоматизації

Серед приміщень, доступ в які регулюється системою керування та контролю розблокування дверей і моніторингу перепаду тиску в категорійних чистих приміщеннях є приміщення "B", "C" та "D" класу. Отже керування розблокуванням дверей повинно відбуватися за певним алгоритмом.

В таблиці 1.2 наведений цей алгоритм в табличній формі.

Таблиця 1.2

Алгоритм відкривання дверей

Стан дверей	Двері приміщень №XXX-№XXX			
	№243-№244	№244-№245	№245-№228	№245-№229
1 Варіант	Відкрито	Заблоковано	Розблоковано	Розблоковано
2 Варіант	Заблоковано	Відкрито	Заблоковано	Заблоковано
3 Варіант	Розблоковано	Заблоковано	Відкрито	Заблоковано
4 Варіант	Розблоковано	Заблоковано	Заблоковано	Відкрито

Згідно цієї таблиці:

В момент відкривання дверей №243-244 двері №244-245 повинні бути заблоковані, а двері №245-228 та №245-229 є розблокованими.

При відкритті дверей №244-245 усі інші двері (№243-244, №245-228 та №245-229) повинні бути заблоковані.

У разі відкриття дверей №245-228 – двері №243-244 є розблокованими, а №244-245 та №245-228 повинні бути заблокованими.

Якщо відкриті двері №245-229 – двері №244-245 та №245-228 є заблокованими, а №243-244 – розблоковані.

Запит на відкриття дверей надходить від кнопок, розміщених в суміжних приміщеннях поряд з дверима.

На щиті керування повинна бути розміщена кнопка SB1 «Аварія», при натисканні на яку знімається живлення з усіх замків і вони переходять у відкритий стан. Аналогічні аварійні кнопки знаходяться біля кожних дверей з внутрішньої сторони. Це зроблено для того, щоб при виникненні аварійної ситуації, працівники могли безперешкодно покинути приміщення.

1.2 Матеріальний баланс технологічного процесу

В якості матеріального балансу можна розглянути відношення продуктивності припливної на витяжної вентиляції в кожному з приміщень. Згідно з ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" для підтримання перепаду тиску, різниця припливної та витяжної вентиляції повинна складати 100 м³/год на кожні двері до приміщення [2]. Для вентиляції чистих приміщень, потрібно підтримувати кратність повітрообміну k в межах 10-30 год⁻¹, прийmemo, що в приміщення підтримується - 20 год⁻¹.

Висота приміщень складає 3 м, площа приміщення №244 – 7м², №245 – 7м², № 228 – 56 м², №229 – 30 м².

Розрахуємо об'єм приміщень, згідно формули:

$$V=S*h \quad (1.1)$$

де S – площа приміщення, h – висота приміщення

В результаті розрахунків отримуємо: об'єм приміщення №244-21м³, №244-21м³, №228 – 168м³, №229 – 90м³.

Для розрахунку продуктивності вентиляції скористаємося формулою:

$$Q_{\text{припливне}} = Q_{\text{надлишкове}} + Q_{\text{витяжне}} \quad (1.2)$$

де Q надлишкове залежить від кількості дверей до приміщення.

Q надлишкове для приміщення №244 – 100 м³/год, №245 – 400 м³/год, №228 та №229 – 500 м³/год.

Q витяжне розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{витяжне}} = V \cdot k \quad (1.3)$$

Розраховуємо значення для кожного з приміщень, Q витяжне для приміщення №244 – 420 м³/год, №245 – 420 м³/год, №228 – 3360 м³/год, №229 – 1800 м³/год.

Розраховуємо значення потужності припливної вентиляції для кожного з приміщень:

$$Q_{\text{припливне}} \text{ №244} = 420 \text{ м}^3/\text{год} + 100 \text{ м}^3/\text{год} = 520 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{\text{припливне}} \text{ №245} = 420 \text{ м}^3/\text{год} + 400 \text{ м}^3/\text{год} = 820 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{\text{припливне}} \text{ №228} = 3360 \text{ м}^3/\text{год} + 500 \text{ м}^3/\text{год} = 3860 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{\text{припливне}} \text{ №229} = 1800 \text{ м}^3/\text{год} + 500 \text{ м}^3/\text{год} = 2300 \text{ м}^3/\text{год}$$

1.3 Технологічна карта та обґрунтування номінальних значень параметрів технологічного процесу

Єдиним технологічним параметром, контроль якого відбувається в даній системі, є значення перепаду тиску між суміжними приміщеннями. Його значення повинно відповідати настанові СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2 020 [1].

Таблиця 1.3

Технологічна карта

№ з/п	Назва параметру	Одиниця вимірювання	Номінальне значення	Допустимі відхилення
1.	Перепад тиску між суміжними приміщеннями	Па	12,5	±2,5
2.	Перепад тиску між приміщеннями №243 і №244	Па	+12,5	±2,5
3.	Перепад тиску між приміщеннями №244 і №245	Па	+12,5	±2,5
4.	Перепад тиску між приміщеннями №245 і №228	Па	+12,5	±2,5
5.	Перепад тиску між приміщеннями №245 і №229	Па	+12,5	±2,5

1.4 Складання структурної схеми взаємозв'язків параметрів об'єкта керування

Ключовими параметрами системи є перепад тиску між приміщеннями, продуктивність припливної та витяжної вентиляції, відкриття дверей, а також тиски в кожному з приміщень. Структурна схема взаємозв'язків буде типовою для всіх 4 приміщень, тому для прикладу складемо схему для приміщень №243 та №244.

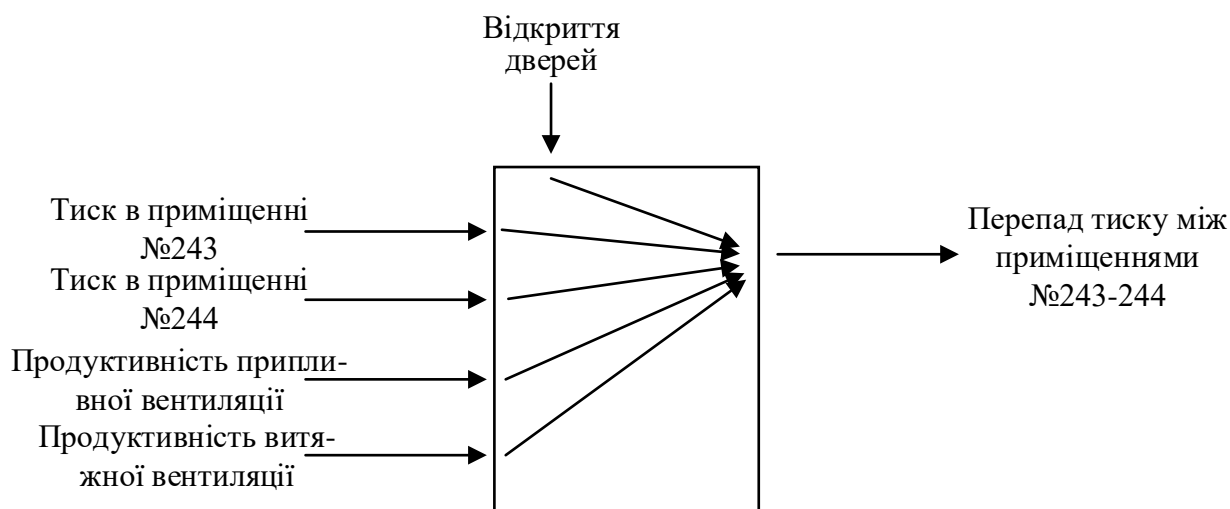


Рисунок 1.2 Структурна схеми взаємозв'язків параметрів для приміщень №243 та №244

Згідно схеми:

Вхідні параметри:

- Тиск в приміщенні №243
- Тиск в приміщенні №244
- Продуктивність припливної вентиляції
- Продуктивність витяжної вентиляції

Збурюючі фактор:

- Відкриття дверей

Вихідний параметр:

- Перепад тиску між приміщеннями №243-244

Висновок: в ході виконання першого розділу бакалаврської кваліфікаційної роботи було опрацьовано літературні джерела, в яких наведені основні засади та норми для приміщень, призначених для виробництва лікарських засобів.

На основі опрацьованої інформації виконано опис об'єкту та алгоритмів доступу до “чистих” приміщень. Виконано аналіз технологічного процесу, сформовано технологічну карту та складено структурну схему взаємозв'язків параметрів об'єкту, розраховано матеріальний баланс процесу.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

2.1 Аналіз структурної схеми взаємозв'язку між технологічними параметрами

Згідно структурної схеми зображеної на рисунку 1.2.

Вихідним параметром є перепад тиску між приміщеннями №243 та №244, він розраховується як різниця тисків в приміщенні №243 та №244.

При зростанні тиску в приміщенні №243 та сталому тиску в приміщенні №244 перепад тиску буде зменшуватися, а при збільшенні тиску в приміщенні №244 та сталому тиску в приміщенні №243 значення перепаду буде збільшуватися.

Продуктивність припливної вентиляції є головним методом підняття тиску в приміщенні та відповідно збільшення значення перепаду тиску. При сталій продуктивності витяжної вентиляції та зростанні продуктивності припливної вентиляції значення перепаду тиску буде збільшуватися. І навпаки, при сталій продуктивності припливної вентиляції та збільшенні витяжної – значення перепаду тиску між приміщеннями буде зменшуватися.

Відкриття дверей між вибраними приміщеннями чи суміжними приміщеннями є збурюючим фактором.

У випадку відкриття дверей між вибраними приміщеннями значення перепаду тиску буде зменшуватися через перетікання повітря з зони з більшим тиском у зону з меншим. Також, через це перетікання при відкритті в приміщенні №244 дверей до приміщення №245 у ньому збільшиться тиск, що приведе до збільшення значення перепаду тиску.

Відкриття вхідних дверей в приміщенні № 243 не приведе до зміни значення перепаду тиску, оскільки в ньому атмосферний тиск.

При аналізі структурних схем взаємозв'язків параметрів в інших приміщеннях відкриття дверей до вхідного приміщення зменшить тиск у ньому, що в свою чергу збільшить значення перепад тиску між вхідним та наступним приміщенням.

2.2 Обґрунтування і вибір координат вимірювання, контролю, сигналізації, дистанційного керування, захисту, блокування та регулювання

Таблиця 2.1

Функціональні ознаки систем автоматизації

№ п/п	Обсяг автоматизації Параметр	Показ	Реєстрація	Підсумування	Усереднення	Визначення відхилення	Розрахунок техніко-економічних показників	Оптимізація	Сигналізація	Дистанційне керування	Захист	Блокування	Автоматичне регулювання
1	Перепад тиску між приміщеннями №243-244	+	+						+				+
2	Перепад тиску між приміщеннями №244-245	+	+						+				+
3	Перепад тиску між приміщеннями №245-228	+	+						+				+
4	Перепад тиску між приміщеннями №245-229	+	+						+				+
5	Положення дверей №243-244								+			+	
6	Положення дверей №243-244								+			+	
7	Положення дверей №243-244								+			+	
8	Положення дверей №243-244								+			+	

2.3 Порівняльний аналіз існуючих схем автоматизації

Існує декілька можливих схем для реалізації даної системи. Розглянемо дві з них, їхньою принциповою відмінністю є метод підтримання перепаду тиску між чистими приміщеннями.

На рисунку 2.1 зображена спрощена функціональна схема, яка представляє одну з можливих реалізацій.

Розглянемо систему на прикладі одного приміщення, оскільки у всіх приміщеннях відбувається аналогічний алгоритм. Згідно схеми: перепад тиску між

чистими приміщеннями контролюється давачем різниці тиску (PDTIA), його сигнал подається на командний пристрій (KS), який виконує програму блокування відкриття дверей та на регулятор тиску (PC), який видає аналоговий сигнал на керування частотним перетворювачем, який призначений для зміни потужності електродвигуна вентилятора, який нагнітає додаткове очищене повітря до приміщення для створення надлишкового тиску в обхід централізованої системи вентиляції.

Запит на відкриття дверей відбувається кнопкою (HS). При опрацюванні сигналів від давачів відкриття дверей (GE) система видає дозвіл на відкриття дверей. Наявність дозволу сигналізується зеленим світловим індикатором на відкриття електромагнітного замка (GY). При натисканні аварійної кнопки (HA) відбувається відкриття всіх замків та звукова сигналізація у всіх приміщеннях.

Недоліком системи керування, зображеної на рис.2.1, є потреба застосування окремих вентиляторів та частотних перетворювачів для кожного приміщення. Це збільшує вартість та складність системи керування.

Для усунення цього недоліку було розроблено функціональну схему автоматизації, виконану спрощеним методом та представлену на рисунку 2.2..

Принциповою відмінністю цієї схеми автоматизації є метод підтримання надлишкового тиску в контурі приміщенні. Для подавання повітря до приміщень застосовано один вентилятор. Притік повітря до кожного приміщення пропонуємо регулювати за допомогою заслінок. Регулятор тиску подає сигнал на електропривід повітряної заслінки, який зміною положенні заслінки системи вентиляції змінює об'єм повітря, що надходить у приміщення.

Оскільки централізована система вентиляції фармацевтичного виробництва володіє потужністю для створення надлишкового тиску в приміщеннях, то використання такого підходу дозволяє спростити систему регулювання та контролю без втрати функціоналу та з значною економією коштів.

Висновок: в ході виконання другого розділу було проаналізовано фактори впливу на технологічний процес, обрано та обґрунтовано функціональні ознаки системи, а також опрацьовано типові функціональні схеми автоматизації керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень. Проведено їхній детальний аналіз та порівняння.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1.1 Обґрунтування вибору вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів

Для вимірювання перепаду тиску між чистими приміщеннями використовується дифманометр DWYER 605-50, уніфікований струмовий сигнал з якого поступає на канал аналоговий входу мікроконтролера Unitronics Vision V570.

Якщо виміряна величина менша за допустимі значення, то згідно алгоритму ПІД регулятора за допомогою каналу аналогового виходу ПЛК в обраному приміщенні відкривається заслінка притічної вентиляції приводом Belimo LMQ24A для підняття тиску та відповідно значення перепаду між приміщеннями.

У випадку, коли контрольований параметр перебуває у заданих межах, при надходженні запиту на відкриття дверей, контролер дає дозвіл на відкриття дверей, та відкриває електромагнітний замок Trinix TML-500LED за допомогою каналу дискретного виходу контролера.

Запит на відкривання дверей відбувається натисканням кнопки Tyto BM-01-NO/NC і передається на канал дискретного входу контролера.

Інформація про стан дверей надходить від давача відкриття дверей Trinix СМК 3-44 і поступає на канал дискретного входу ПЛК.

Інформація про наявність дозволу на відкриття дверей, виводиться за допомогою зеленого світлового індикатора Schneider XB7EV03BP, який загорається коли поступає сигнал на відкривання електромагнітного замка дверей.

Сигнал про аварійну ситуацію надходить при натисканні кнопки Schneider XB7NT844 та поступає на дискретний вхід мікроконтролера.

Для сповіщення персоналу про аварійну ситуацію використовується зумер Schneider XVUC9S, який розміщений на кріпильному кронштейні Schneider XVUZ100T.

В усіх приміщеннях розглянутої ділянки виробництва застосовано названі вище засоби.

3.1.2 Вимірювальні перетворювачі та виконавчі механізми

Перетворювач диференційного тиску DWYER 605-50

Призначений для вимірювання різниці тиску повітря та неагресивних газів в межах 0-50 Па, з аналоговим сигналом 4-20 мА та похибкою 2% при передаванні за допомогою аналогового виходу. Робоча температура від -6°C до 48°C [4].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання дифманометра зображені на рисунку 3.1.

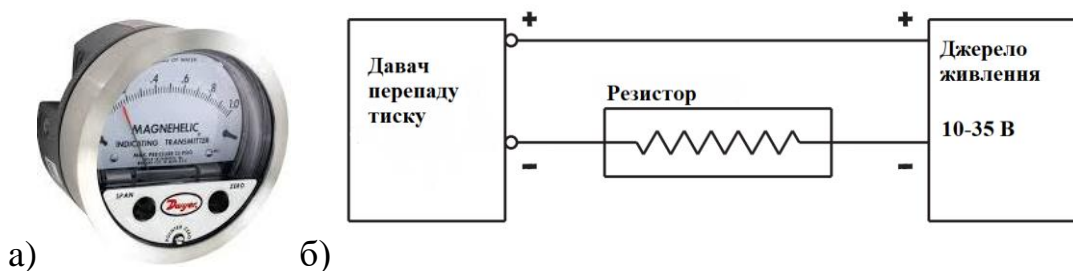


Рисунок 3.1 Дифманометр DWYER 605-50

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Електропривод повітряної заслінки Belimo LMQ24A-SR

Електропривод з підвищеною швидкістю для переміщення повітряних заслінок площею до 0.8 м^2 . Час ходу 2,5 с, крутний момент 4 Нм, напруга живлення 24 В постійного струму, точність позиціювання 5%, вхідний аналоговий сигнал 0-10 В [5], [6].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання електроприводу зображені на рисунку 3.2.

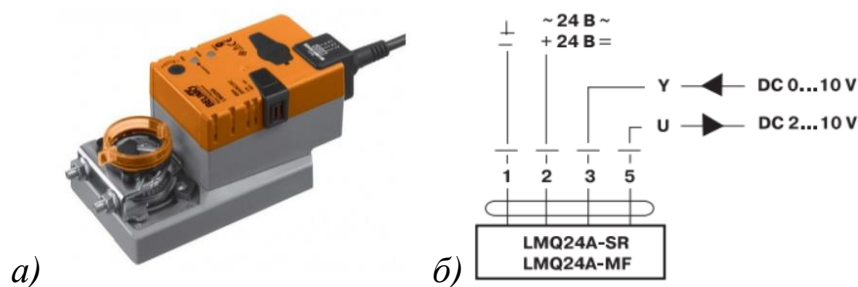


Рисунок 3.2 Електропривод заслінки вентиляції Belimo LMQ24A-SR

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Електромагнітний замок Trinix TML-500LED

Електромагнітний замок - пристрій для замикання дверей, принцип роботи якого заснований на магнітній взаємодії. Сила утримання 280-300 кг, споживання струму 750 мА, напруга живлення 24 В постійного струму [7].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання електромагнітного замка зображені на рисунку 3.3.

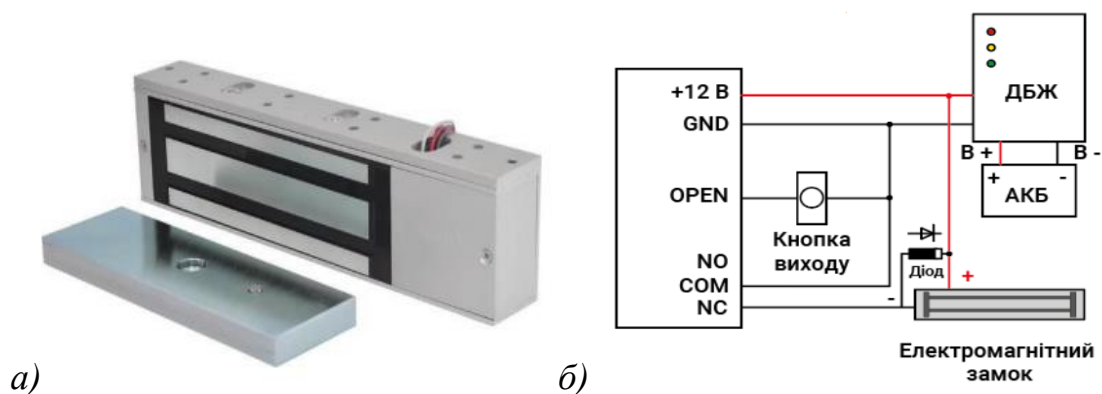


Рисунок 3.3 Електромагнітний замок Trinix TML-500LED

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Кнопка Tyto BM-01-NO/NC

Tyto BMN-01-NO/NC - безконтактна, металева кнопка виходу, використовується для монтажу в системах контролю доступу, домофонних системах [8].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання кнопки зображені на рисунку 3.4.

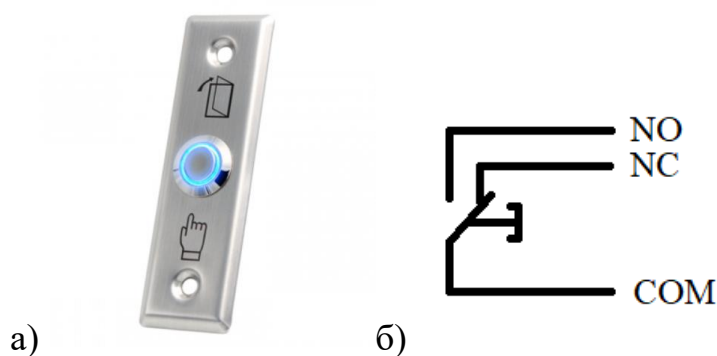


Рисунок 3.4 Кнопка Tyto BM-01-NO/NC

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Давач відкриття дверей Trinix СМК 3-44

Магнітоконтактний давач Trinix СМК 3-44 – давач відкриття, що реагує на відчинення дверей чи вікон. Пристрій складається з двох основних частин – геркона і магніта, між якими існує магнітне поле, коли вікна або двері зачинені [9].

Загальний вигляд та схема електричного підключення зображені на рисунку 3.5.

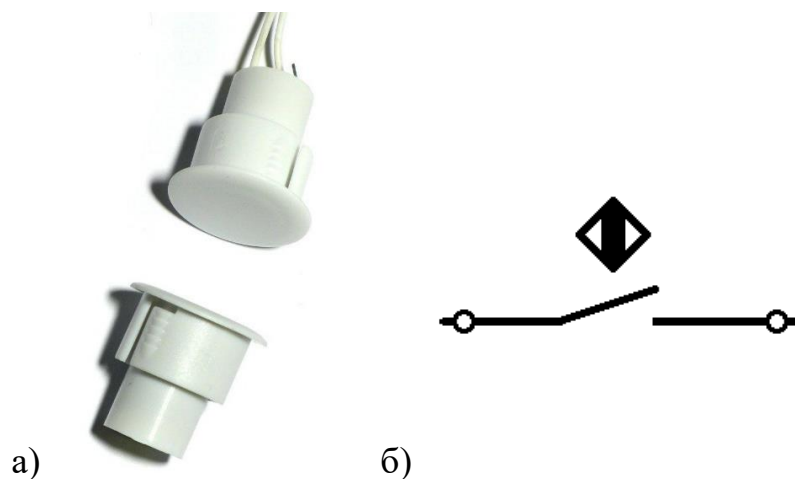


Рисунок 3.6 Давач відкриття дверей Trinix СМК 3-44
а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Сигнальна лампа Schneider XB7EV03BP

Світлодіодна сигнальна лампа зеленого кольору має вигляд, представлений на рис. 3.6,а. Напруга живлення лампи - 24 В постійного струму [10]. Схема електричного під'єднання зображена на рисунку 3.6,б.

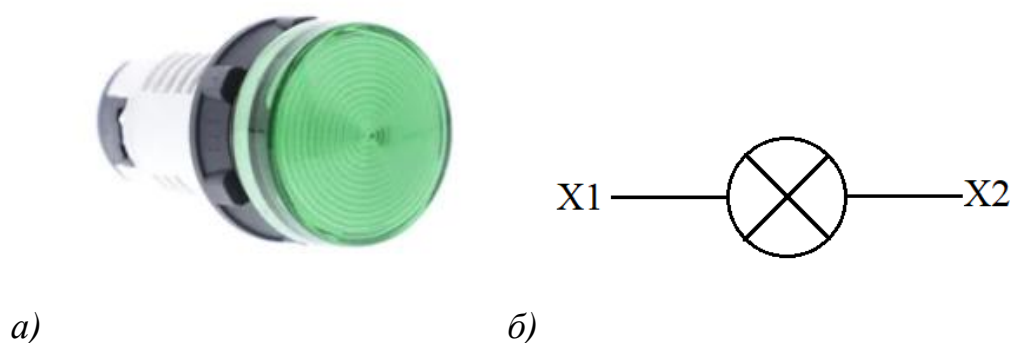


Рисунок 3.6 Сигнальна лампа Schneider XB7EV03BP
а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Кнопка аварійної зупинки Schneider XB7NT844

Кнопка аварійної зупинки (грибок) з фіксацією [11] призначена для фіксації контактів у розімкненому стані при її натисканні.

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання зображені на рисунку 3.7.

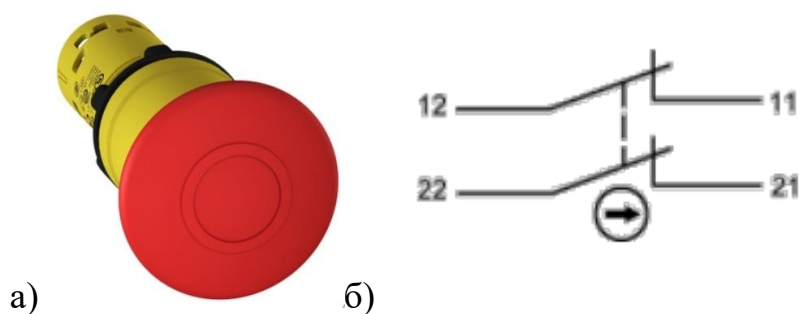


Рисунок 3.7 Кнопка аварійної зупинки Schneider XB7NT844

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Зумер Schneider XVUC9S та кронштейн Schneider XVUZ100T

Зумер є аксесуаром, розробленим як звуковий та сигнальний пристрій лінійки Schneider Harmony. Напруга живлення 24 В постійного струму, монтажний діаметр 60 мм. Уніфіковане кріплення для кронштейнів лінійки Harmony дозволяє легко та швидко змонтувати зумер. Має два режими звучання: безперервний та переривчастий, гучність сигналу зумера регулюється [12],[13].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання зумера зображені на рисунку 3.8

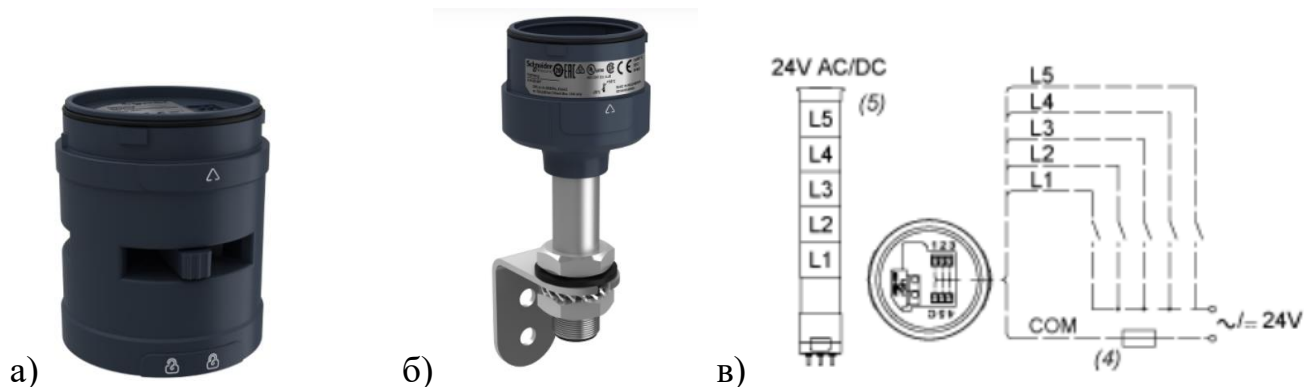


Рисунок 3.8 Зумер та кронштейн а) Зумер Schneider XVUC9S; б) кронштейн Schneider XVUZ100T; в) схема електричного під'єднання

Вставне реле Phoenix Contact REL-MR- 24DC/21-21/MS

Вставне мініатюрне реле з двома ізолюваними групами контактів призначене для комутування периферійних навантажень. Напряга живлення котушки реле 24В постійного струму. Максимальна робоча напруга силових контактів 250 В, максимальний робочий струм 8А [14].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання зображені на рисунку 3.9.

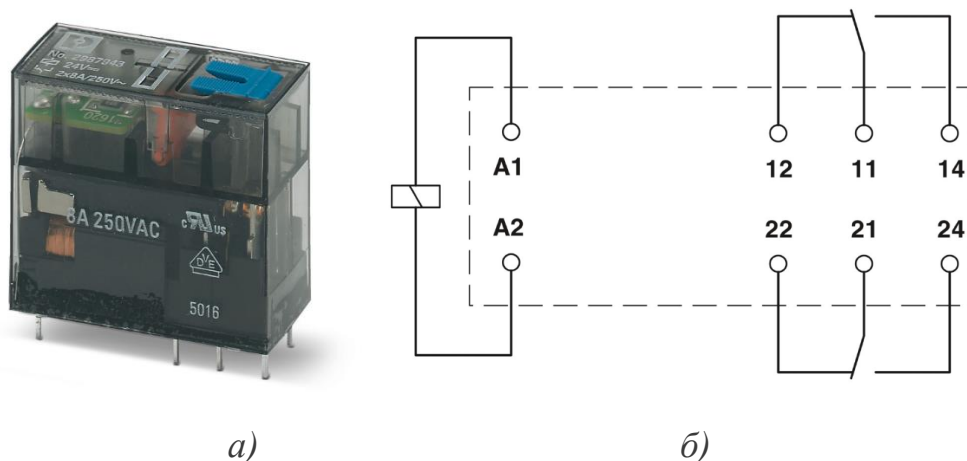


Рисунок 3.9 Вставне реле Phoenix Contact REL-MR- 24DC/21-21/MS

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Базовий модуль для реле Phoenix Contact RIF-1-BPT / 2X21

Базовий модуль для вставних реле серії RIF-1[15].

Загальний вигляд зображено на рисунку 3.10

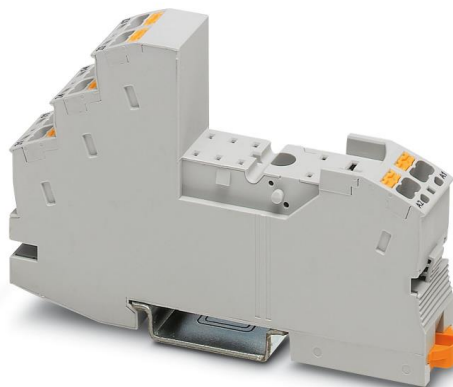


Рисунок 3.10 Базовий модуль для реле Phoenix Contact RIF-1-BPT / 2X21

Модуль для запобіжників Phoenix Contact PT 4-HESILED 24 (5X20)

Модуль для плавких запобіжників 5x20 мм, з індикацією спрацювання запобіжника, напруга 24В постійного струму, максимальний номінал запобіжника 6А [16].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання модуля плавких запобіжників зображені на рисунку 3.11.

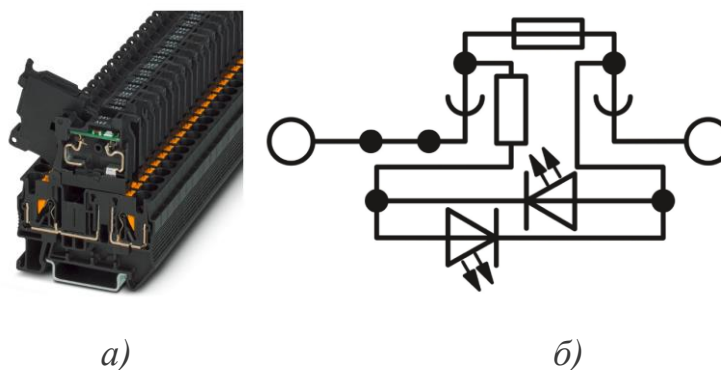


Рисунок 3.11 Модуль для запобіжників Phoenix Contact PT 4-HESILED 24 (5X20)

а) загальний вигляд; б) схема електричного під'єднання

Джерело живлення Phoenix Contact TRIO-PS-2G/1AC/24DC/10

Джерело живлення забезпечує перетворення вхідної напруги 230В змінного струму у вихідну напругу 24 В постійного струму, максимальний вихідний струм 10 А [17].

Загальний вигляд та схема електричного під'єднання джерела живлення зображені на рисунку 3.12.

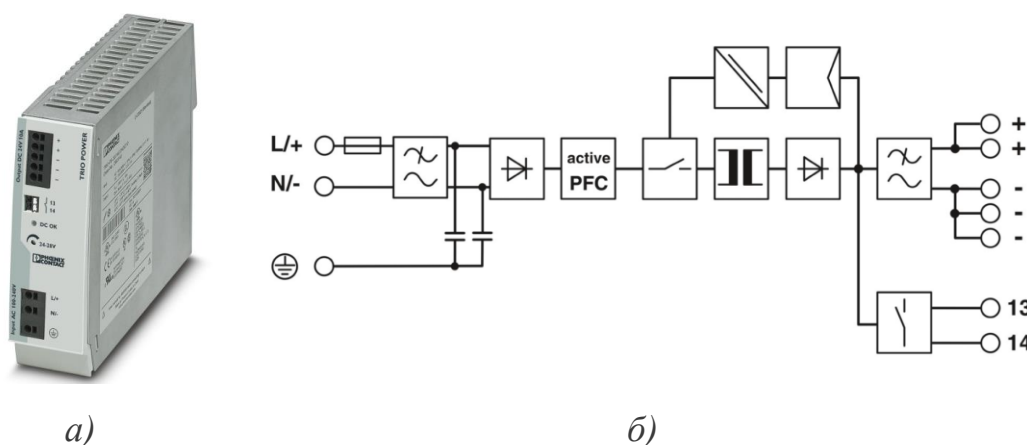


Рисунок 3.12 Джерело живлення Phoenix Contact TRIO-PS-2G/1AC/24DC/10

а) загальний вигляд; б) схема електричного підключення

3.2.1 Обґрунтування вибору мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації та опис його технічних характеристик

Мікропроцесорний програмований засіб виробництва компанії Unitronics серії Vision V570 – це комбінований засіб автоматизації, що поєднує в своєму складі програмований логічний контролер (PLC) та засіб людино-машинного інтерфейсу (HMI).

В якості людино-машинного інтерфейсу (HMI - Human Machine Interface) в мікроконтролері інтегрований багатоколірний сенсорний дисплей діагоналлю 5,7 дюймів та роздільною здатністю 320x240 пікселів (QVGA) [18].



Рисунок 3.13 Зовнішній вигляд передньої панелі програмованого мікроконтролера серії V570

Складовими частинами логічного контролера серії Vision V570 є:

- Мікропроцесорний програмований модуль керування (центральный процесор) з вбудованим HMI – панеллю;
- Пристрій вводу/виводу Snap-in;
- Інтерфейсний пристрій EX-A2X для підключення модулів розширення;
- Годинник реального часу;
- Джерело резервного живлення;

- Інтерфейсні порти: RS485/RS232 (2 порти) CANbus та Ethernet TCP/IP (в якості додаткового модуля);
- Роз'єм для підключення CSM модуля;
- Роз'єм Mini USB;
- Роз'єм для карти пам'яті MicroSD.

Конфігурація модуля Snap-in та модулів розширення вибирається в залежності від необхідної кількості каналів вводу/виводу інформації з периферійного рівня комп'ютерно-інтегрованої системи керування технологічним процесом.

Максимальна кількість модулів розширення – 8 шт., кількість периферійних пристроїв - 1000 шт.

Схема підключення модулів розширення наведена на рисунку 3.14.

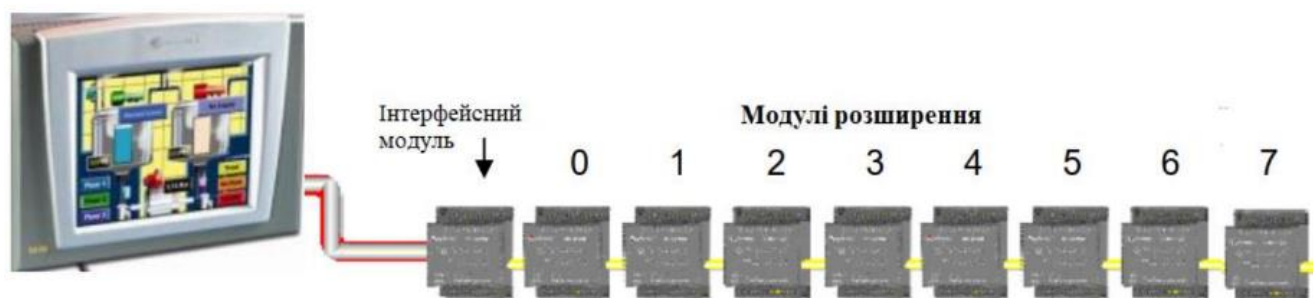


Рисунок 3.14 Принципова схема приєднання модулів розширення до мікроконтролера серії Vision V570

3.2.2 Конфігурування мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації

Згідно функціональної схеми автоматизації, наведеної на рисунку 1.2 для реалізації системи автоматичного керування необхідна наступна кількість каналів входу/виходу :

- Аналогові вхідні сигнали: АІзад = 4
- Аналогові вихідні сигнали: АОзад = 4
- Дискретні вхідні сигнали: ДІзад = 17
- Дискретні вихідні сигнали: ДОзад = 9

Для забезпечення необхідної кількості каналів вводу/виводу вибрано Snap-in модуль V200-18-E4XB [19]

Обраний модуль забезпечує наступну кількість каналів вводу/виводу:

- Аналогові вхідні сигнали: $AI=4 = AI_{зад} = 4$
- Аналогові вихідні сигнали: $AO=4 = AO_{зад} = 4$
- Дискретні вхідні сигнали: $DI=18 > DI_{зад} = 17$
- Дискретні вихідні сигнали: $DO=17 > DO_{зад} = 9$

Згідно до вищенаведеного порівняння, обрана конфігурація повністю виконує вимоги стосовно аналогових сигналів, та забезпечує запас для модернізації по дискретних сигналах.

Підключення технічних засобів автоматизації підібраних в пункті 3.1.2 передбачає підключення дискретних вхідних та вихідних сигналів, аналогових струмових вхідних сигналів (4-20 мА) та аналогових напругових вихідних сигналів (0-10В).

Схема підключення сигналів до Snap-in модулю має вигляд, представлений на рисунках 3.15, 3.16, 3.17 [19]:

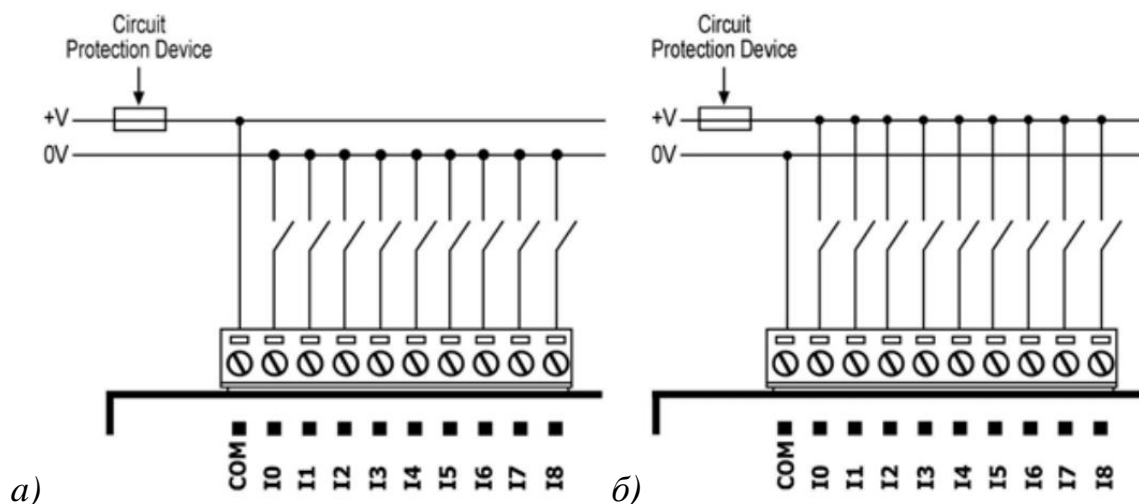


Рисунок 3.15 Схеми підключення дискретних вхідних сигналів до Snap-in модуля:

а) n-p-n схема підключення; б) p-n-p схема підключення;

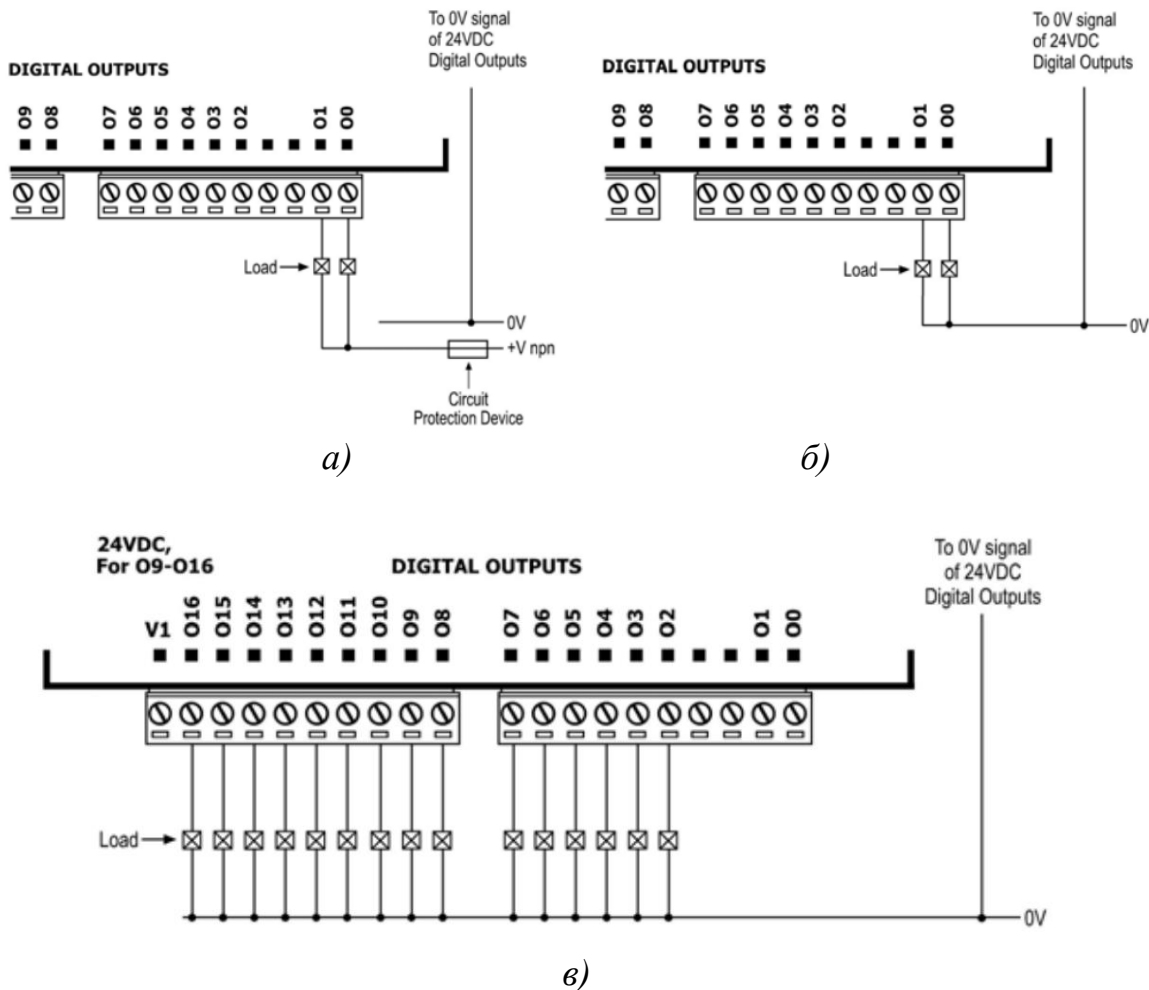


Рисунок 3.16 Схеми підключення дискретних вихідних сигналів до Snap-in модуля:
 а) при схема підключення б,в) рпр схема підключення;

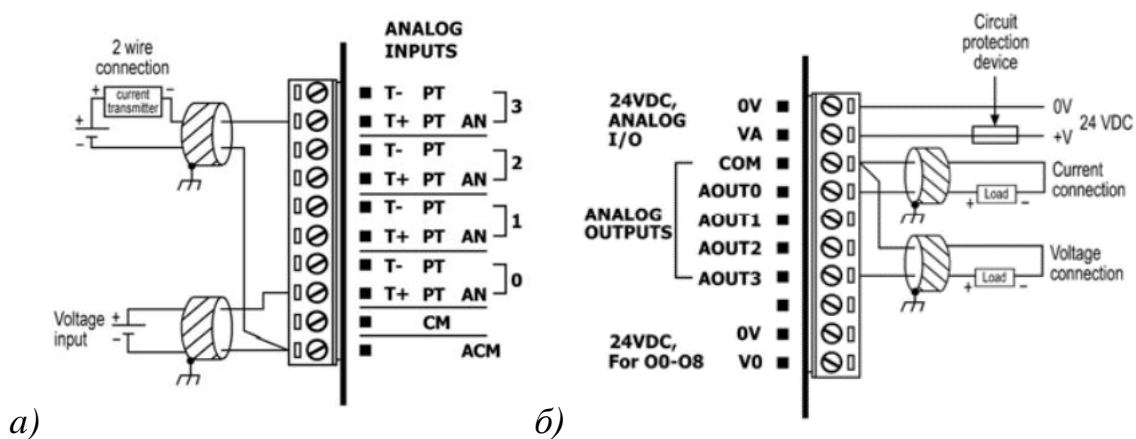


Рисунок 3.17 Схеми підключення аналогових сигналів до Snap-in модуля:
 а) схема підключення аналогових вхідних сигналів
 б) схема підключення аналогових вихідних сигналів;

3.2.3 Конфігурація мікропроцесорного засобу автоматизації

Загальний вигляд вікон процесу конфігурації мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації серії Vision V570 в програмному забезпеченні VisiLogic наведено на рисунку 3.14:

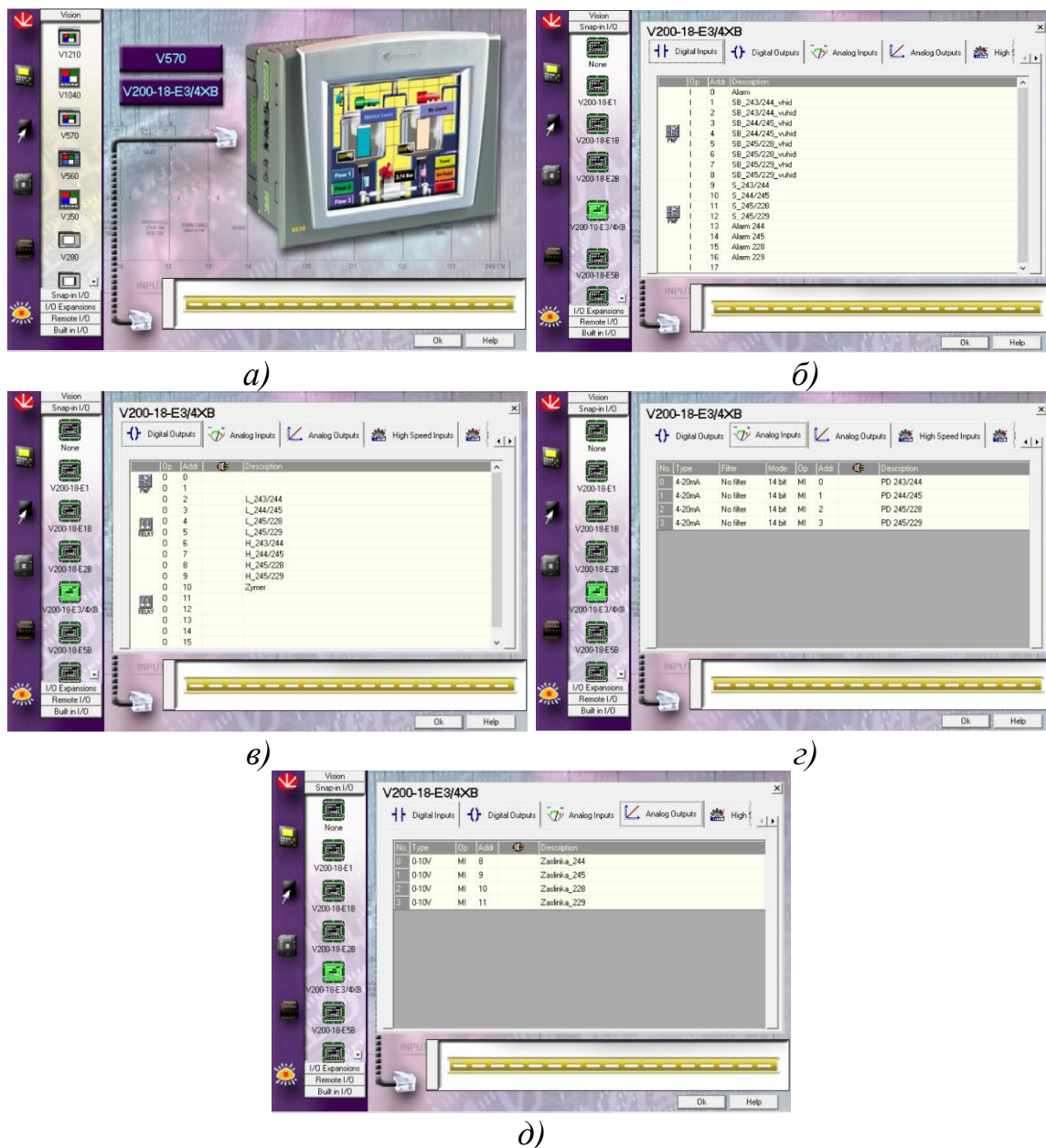


Рисунок 3.18 Вікна налаштування конфігурації ПЛК серії Vision V570 в програмному забезпеченні VisiLogic:

а) налаштування конфігурації основних компонентів мікропроцесорного програмованого засобу автоматизації;

б) налаштування адресації та призначення вхідних дискретних сигналів;

в) налаштування адресації та призначення вихідних дискретних сигналів;

г) налаштування адресації та призначення вхідних аналогових сигналів;

д) налаштування адресації та призначення вихідних аналогових сигналів

3.3 Засоби людино-машинного інтерфейсу системи автоматизації

Оскільки у контролерах серії Vision V570 інтегрований людино-машинний інтерфейс, у вигляді сенсорного кольорового дисплею, то розробка програмного забезпечення цього ПЛК складається з двох етапів: написання програми функціонування та розробка графічного середовища НМІ-панелі в програмному середовищі VisiLogic, яке поєднує в собі ці два етапи.

Написання програми функціонування здійснюється на мові програмування LD (ladder diagram) та IL (Instruction list) із використанням вбудованих бібліотек функціональних блоків, логічних та математичних операцій, блоків призначеними для роботи з масивами даних, трендами та спеціалізованими блоками ПД-регулятора, фільтрів та різноманітних протоколів зв'язку підтримуваних ПЛК Vision V570.

Розробка людино-машинного інтерфейсу відбувається після, або паралельно з написанням програмного коду за допомогою вбудованих бібліотек графічних елементів, геометричних фігур та текстових повідомлень. Графічні елементи окрім вбудованих бібліотек зображень можуть використовувати зовнішні растрові зображення для розширення можливостей з побудови НМІ-дисплеїв систем керування.

Під час розробки НМІ-дисплеїв системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів застосовується наступний інструментарій:

- *Line* – створення прямої лінії.

Створення прямої лінії на користувачькому дисплеї складається з визначення початку і кінця прямої, а також з вибору її властивостей, таких як товщина та колір (рисунок 3.19).

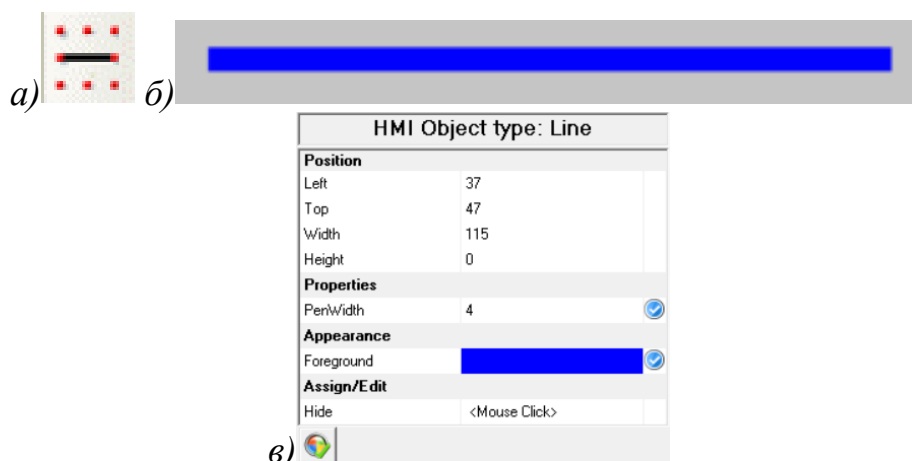


Рисунок 3.19 Графічний інструмент Line:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї HMI;
в) налаштування властивостей;

- *Button* – створення віртуальної кнопки.

Для відображення та налаштування кнопки на робочому дисплеї необхідно визначити її розміри, місце розташування та налаштувати властивості: кольорова гама, текстове наповнення, стиль подання (втиснутий, плоский чи випуклий), шрифт та прив'язка до певної змінної (рисунок 3.20)..

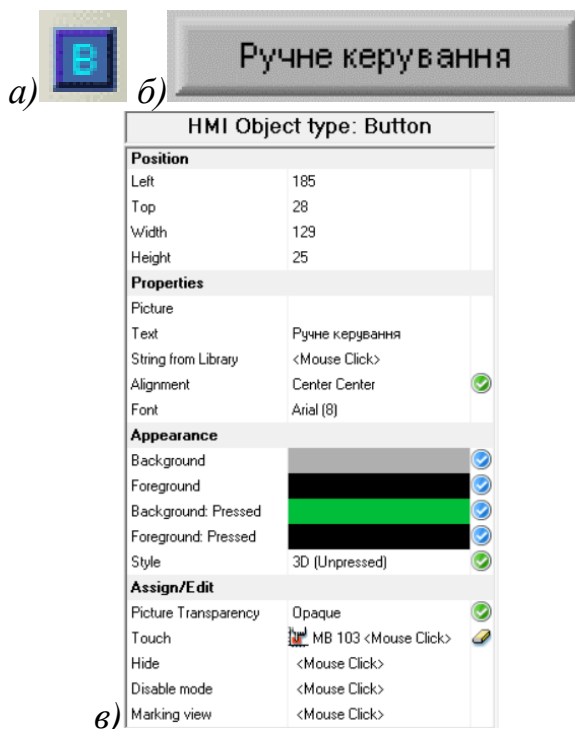


Рисунок 3.20 Графічний інструмент Button:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї HMI;
в) налаштування властивостей;

- *Text* – текстове поле для виведення інформації

Для відображення текстового поля на дисплеї необхідно визначити його розміри, місце розташування та налаштувати властивості: кольорова гама (колір тексту та колір фону), текстове наповнення, стиль подання (втиснутий, плоский чи випуклий), шрифт та прив'язка до певної змінної (рисунок 3.21).

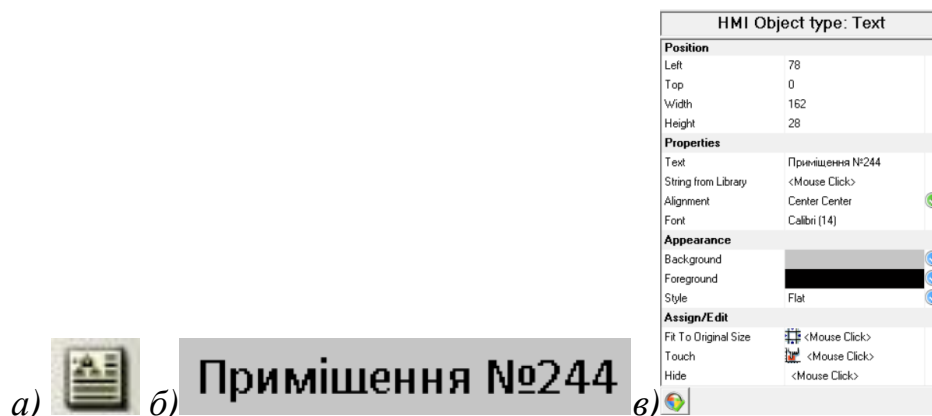


Рисунок 3.21 Графічний інструмент *Text*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї HMI;
в) налаштування властивостей;

- *Binary Text* – бінарна анімація текстової інформації

Для відображення та налаштування бінарної текстової анімації необхідно визначити її розміри, місце розташування та налаштувати властивості: прив'язка до певної змінної, кольорова гама та текстове наповнення в залежності від значення біту обраної комірки пам'яті, стиль подання (втиснутий, плоский чи випуклий) та шрифт (рисунок 3.22).

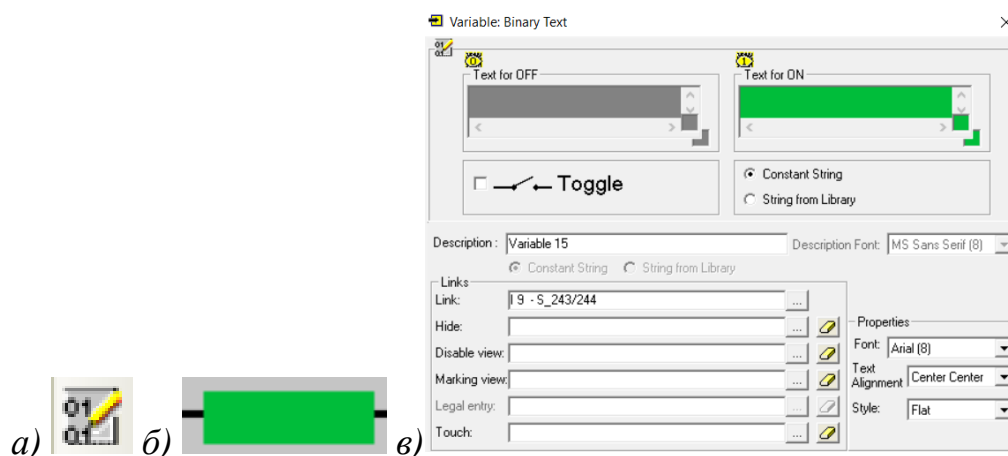


Рисунок 3.22 Графічний інструмент *Binary Text*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї HMI;
в) налаштування властивостей;

- *Binary Image* – бінарна анімація растрових зображень

Для відображення та налаштування бінарної растрової анімації необхідно визначити її розміри, місце розташування та налаштувати властивості: вибрати зображення в залежності від значення обраного біту, стиль подання (втиснутий, плаский чи випуклий) та прив'язка до певної змінної (рисунок 3.23).

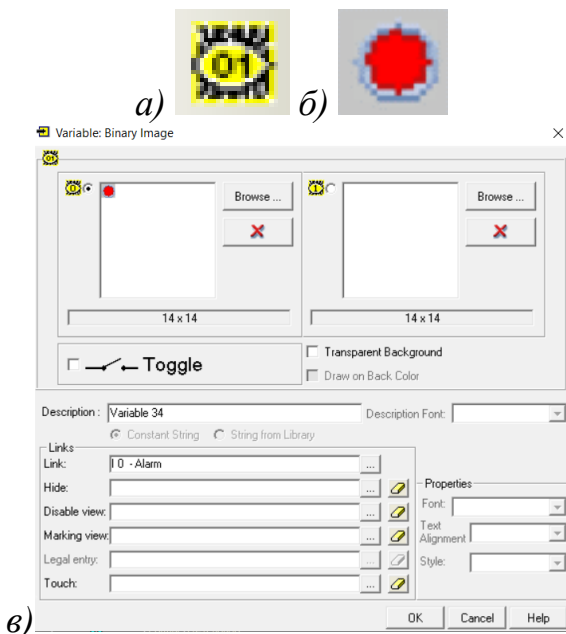


Рисунок 3.23 Графічний інструмент *Binary Image*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї НМІ;
в) налаштування властивостей;

- *Numeric* – введення/виведення числових значень регістру

Для налаштування поля введення/виведення числових значень регістру на робочому дисплеї необхідно вибрати розміри та розташування поля, його призначення (введення чи виведення), максимальну кількість символів (до та після коми), визначити кольорову гаму, стиль відображення та виконати прив'язку до регістру. Для поля введення інформації необхідно обрати тип клавіатури, систему числення, мінімальне та максимальне значення (рисунок 3.24).

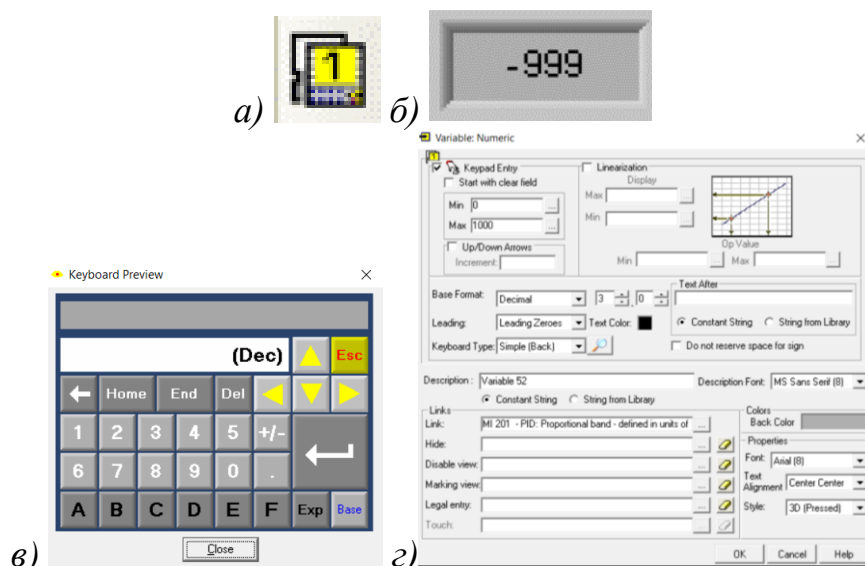


Рисунок 3.24 Графічний інструмент *Numeric*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї HMI;
в) віртуальна клавіатура; г) налаштування властивостей;

- *Numeric Range* – виведення числових значень, з анімацією в залежності від межі їхніх значень

Для налаштування поля виведення числових значень регістру з анімацією в залежності від межі значень необхідно вибрати розміри та розташування поля, систему числення, максимальну кількість символів (до та після коми), для реалізації анімації необхідно вибрати діапазон значень, визначити кольорову гаму, стиль відображення, шрифт та виконати прив'язку до регістру (рисунок 3.25).

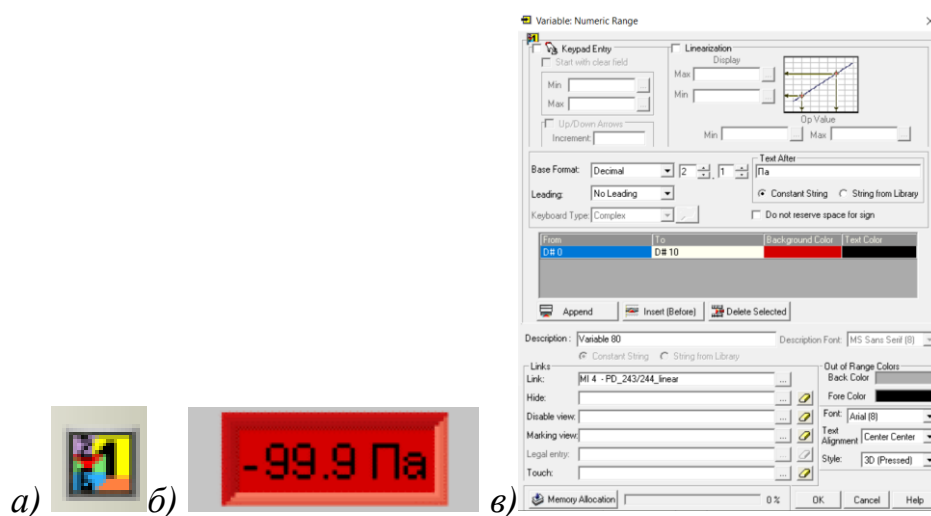


Рисунок 3.25 Графічний інструмент *Numeric Range*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї HMI;
в) налаштування властивостей;

- *Bar Graph* – відображення значення числової комірки у вигляді однотонного стовпця

Для його налаштування необхідно вибрати розміри та місце розташування, виконати прив'язку до змінної, визначити кольорову гаму, стиль відображення, напрямок, мінімальне та максимальне значення (рисунок 3.26).

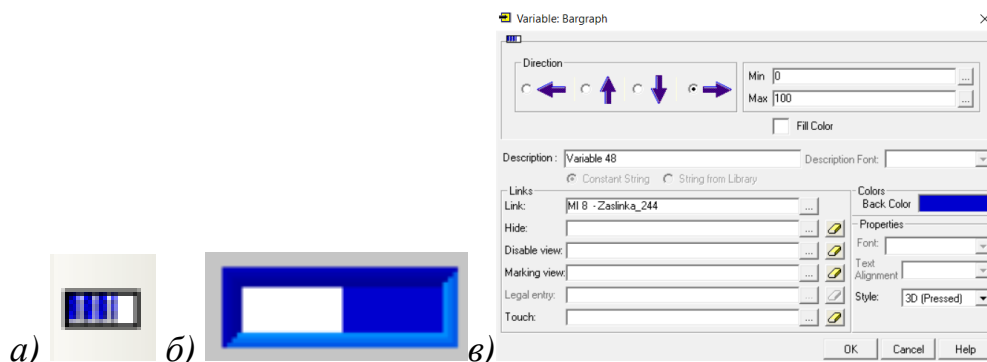


Рисунок 3.26 Графічний інструмент *Bar Graph*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї НМІ;
в) налаштування властивостей;

- *Trend* – відображення графіків значень технологічних параметрів процесу (рисунок 3.27).

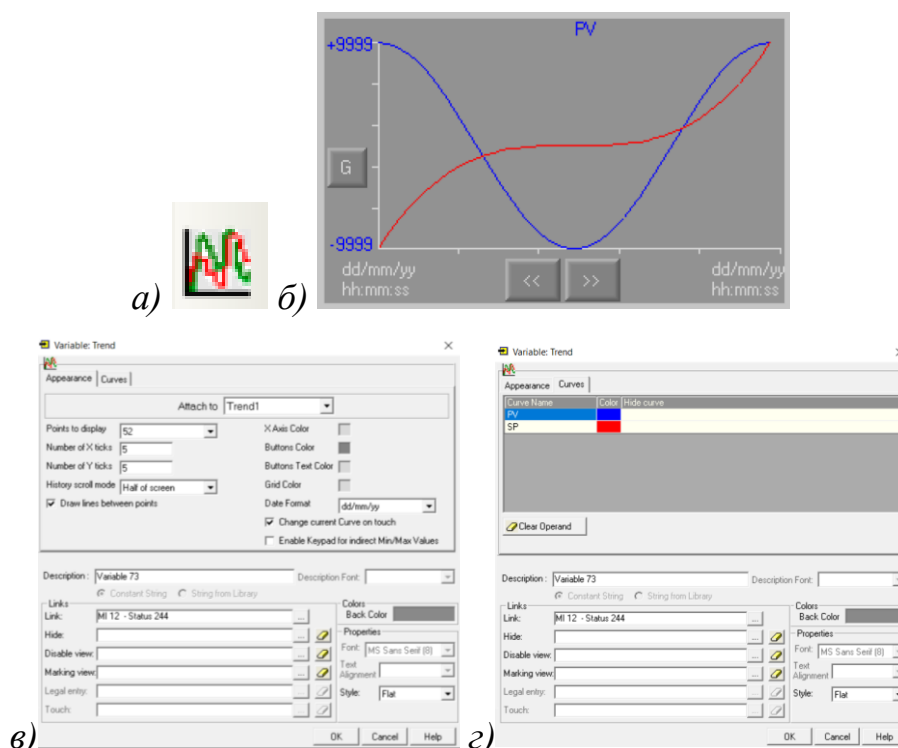


Рисунок 3.27 Графічний інструмент *Bar Graph*:

- а) піктограма на графічній панелі керування; б) вигляд на дисплеї НМІ;
в, г) налаштування властивостей;

3.4 Специфікація технічних засобів автоматизації

Таблиця 3.1

Специфікація технічних засобів автоматизації

№ п/п	№ позиції	Назва параметра	Місце розміщення	Назва та коротка технічна характеристика приладу	Тип	К-сть
1	2	3	4	5	6	7
1.	2-1 3-1 4-1 5-1	Перепад тиску	По місцю	Перетворювач різниці тисків DWYER 605-50, 4-20 мА, 0-50 Па	DWYER 605-50	4
2.	2-2 3-2 4-2 5-2		По місцю	Електропривід повітряної заслінки Belimo LMQ24A-SR, живлення 24 VDC, аналоговий вхід -0-10В	Belimo LMQ24A	4
3.	1-4 1-11 1-18 1-25		По місцю	Електромагнітний замок Trinix TML-500LED, 24 VDC, 280 кг	Trinix TML-500LED	4
4.	1-1 1-2 1-8 1-9 1-15 1-16 1-22 1-23		По місцю	Кнопка Tyto BM-01-NO/NC	Tyto BM-01	8
5.	1-3 1-10 1-17 1-24		По місцю	Давач відкриття дверей Trinix СМК 3-44	Trinix СМК	4
6.			По місцю	Сигнальна лампа Schneider XB7EV03BP, 24 VDC, зелена	Schneider Harmony	4
7.	1-7 1-14 1-21 1-28		По місцю	Кнопка аварійної зупинки Schneider XB7EV03BP	Schneider Harmony	4
8.	1-29		На щиті	Кнопка аварійної зупинки Schneider XB7EV03BP	Schneider Harmony	1
9.			По місцю	Зумер Schneider XVUC9S та кронштейн Schneider XVUZ100T	Schneider Harmony	4

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
10.			На щиті	Мікроконтролер Unitronics Vision V570 (V200-18-E4XB)	Vision V570	1
11.			На щиті	Вставне реле Phoenix Contact REL-MR- 24DC/21-21/MS	REL-MR-24DC/21-21/MS	
12.			На щиті	Базовий модуль для реле Phoenix Contact RIF-1-BPT / 2X21	RIF-1-BPT / 2X21	
13.			На щиті	Модуль для запобіжників Phoenix Contact PT 4-HESILED 24 (5X20)	PT 4-HESILED 24	
14.			На щиті	Джерело живлення Phoenix Contact TRIO-PS-2G/1AC/24DC/10	TRIO-PS	

Висновок: в третьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи здійснено підбір технічних засобів автоматизації, обґрунтовано вибір мікропроцесорного програмованого контролера серії Vision V570 виробництва компанії Unitronics та проведено його конфігурацію. Здійснено опис програмного середовища VisiLogic призначеного для написання програм функціонування системи та людино-машинного інтерфейсу. На основі підібраних ТЗА сформовано специфікацію технічних засобів для реалізації проекту системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗГОРНУТИМ СПОСОБОМ ТА ЇЇ ОПИС

На основі обраної спрощеної ФСА розробляємо розгорнуту функціональну схему автоматизації. Вона складається з одного контуру дискретного керування та 4 контурів аналогового регулювання перепаду тиску.

Контур 1. Система керування відкриванням дверей

Схема дискретного керування типова для 4 приміщень. Розглянемо двері між приміщеннями №243 та №244. Дифманометр (2-1) вимірює значення перепаду тиску між приміщеннями та формує аналоговий сигнал, який подає на аналоговий вхід контролера. Сигнал про натискання кнопки (1-1) або (1-2) запиту на відкриття дверей надходить на дискретний вхід ПЛК, який відповідно до алгоритму перевіряє відсутність сигналу про відкриття дверей до приміщень №245 з давача (1-10) відкриття дверей під'єданого до дискретного входу контролера. Після перевірки сигналу про відкриття дверей та допустимому перепаду тиску між приміщеннями ПЛК формує дискретний вихідний сигнал для відкриття електромагнітного замка (1-4) підключеного до дискретного виходу контролера. Наявність дозволу на відкриття дверей сигналізується загоранням зеленого сигнального світлодіоду (1-6) розміщеного з обох сторін дверей.

Для дверей між приміщеннями №244 та №245 – сигнал з дифманометра (3-1) надходить на аналоговий вхід ПЛК. Сигнал про натискання кнопки запиту на відкриття дверей (1-8) або (1-9) надходить на дискретний вхід ПЛК, який відповідно до алгоритму перевіряє відсутність сигналу про відкриття дверей до приміщень №243 (1-3), №228 (1-17) та №229 (1-24) з давачів відкриття дверей під'єднаних до дискретних входів мікропроцесорного засобу автоматизації. Після перевірки сигналів про відкриття дверей та допустимому перепаду тиску між приміщеннями ПЛК формує дискретний вихідний сигнал для відкриття електромагнітного замка (1-11) підключеного до дискретного виходу контролера. Наявність дозволу на відкриття дверей сигналізується загоранням зеленого сигнального світлодіоду (1-13) розміщеного з обох сторін дверей.

Для дверей між приміщеннями №245 та №228 – сигнал з дифманометра (4-1) надходить на аналоговий вхід ПЛК. Сигнал про натискання кнопки запиту на відкриття дверей (1-15) або (1-16) надходить на дискретний вхід ПЛК, який відповідно до алгоритму перевіряє відсутність сигналу про відкриття дверей до приміщень №244(1-10) та №229 (1-24) з давачів відкриття дверей під'єднаних до дискретних входів контролера. Після перевірки сигналів про відкриття дверей та допустимому перепаду тиску між приміщеннями ПЛК формує дискретний вихідний сигнал для відкриття електромагнітного замка (1-18) підключеного до дискретного виходу мікроконтролера. Наявність дозволу на відкриття дверей сигналізується загоранням зеленого сигнального світлодіоду (1-20) розміщеного з обох сторін дверей.

Для дверей між приміщеннями №245 та №229 – сигнал з дифманометра (5-1) надходить на аналоговий вхід ПЛК. Сигнал про натискання кнопки запиту на відкриття дверей (1-22) або (1-23) надходить на дискретний вхід ПЛК, який відповідно до алгоритму перевіряє відсутність сигналу про відкриття дверей до приміщень №244 (1-10) та №228 (1-17) з давачів відкриття дверей під'єднаних до дискретних входів мікропроцесорного засобу автоматизації. Після перевірки сигналів про відкриття дверей та допустимому перепаду тиску між приміщеннями ПЛК формує дискретний вихідний сигнал для відкриття електромагнітного замка (1-25) підключеного до дискретного виходу контролера. Наявність дозволу на відкриття дверей сигналізується загоранням зеленого сигнального світлодіоду (1-27) розміщеного з обох сторін дверей.

Натискання однієї з аварійних кнопок (1-7), (1-14), (1-21), (1-28) або (1-29), підключених до каналів дискретного входу ПЛК, приводить до ввімкнення зумерів звукової сигналізації (1-5), (1-12), (1-19) та (1-26), під'єднаних до каналів дискретного виходу та до розблокування всіх електромагнітних замків (1-4), (1-11), (1-18) та (1-25).

Контур 2. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №243 та №244

Перепад тиску між приміщеннями №243 та №244 вимірюється за допомогою дифманометра (2-1) та надходить на канал аналогового входу мікроконтролера,

який згідно ПД закону регулювання формує керуючу дію, яка через канал аналогового виходу ПЛК поступає на електропривід заслінки (2-2) для зміни ступеню її відкриття. Індикація значення перепаду тиску, реєстрація та сигналізація по досягненню мінімального значення відбувається на АРМ.

Контур 3. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №244 та №245

Перепад тиску між приміщеннями №244 та №245 вимірюється за допомогою дифманометра (3-1) та надходить на канал аналогового входу мікроконтролера, який згідно ПД закону регулювання формує керуючу дію, яка через канал аналогового виходу ПЛК поступає на електропривід заслінки (3-2) для зміни ступеню її відкриття. Індикація значення перепаду тиску, реєстрація та сигналізація по досягненню мінімального значення відбувається на АРМ.

Контур 4. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №245 та №228

Перепад тиску між приміщеннями №245 та №228 вимірюється за допомогою дифманометра (4-1) та надходить на канал аналогового входу мікроконтролера, який згідно ПД закону регулювання формує керуючу дію, яка через канал аналогового виходу ПЛК поступає на електропривід заслінки (4-2) для зміни ступеню її відкриття. Індикація значення перепаду тиску, реєстрація та сигналізація по досягненню мінімального значення відбувається на АРМ.

Контур 5. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №245 та №229

Перепад тиску між приміщеннями №245 та №229 вимірюється за допомогою дифманометра (5-1) та надходить на канал аналогового входу мікроконтролера, який згідно ПД закону регулювання формує керуючу дію, яка через канал аналогового виходу ПЛК поступає на електропривід заслінки (5-2) для зміни ступеню її відкриття. Індикація значення перепаду тиску, реєстрація та сигналізація по досягненню мінімального значення відбувається на АРМ.

Функціональна схема автоматизації системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень розроблена розгорнутим способом зображена в графічній частині на аркуші 1.

Висновок: в четвертому розділі розроблено функціональну схему системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів розгорнутим способом та виконано її опис.

РОЗДІЛ 5


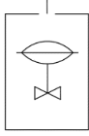
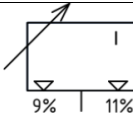
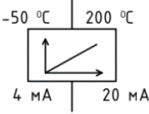


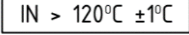


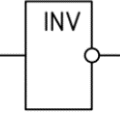

РОЗРОБКА ТА ОПИС ПРОГРАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ

5.1 Алгоритми функціонування системи автоматизованого керування

Під час побудови алгоритмів для контурів дискретного керування та регулювання згідно функціональної схеми автоматизації системи автоматизованого керування газодинамічним режимом «чистих» приміщень було застосовано позначення функціональних блоків [21], які наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Функціональні блоки у алгоритмах системи керування

Графічне зображення	Призначення
	- первинний вимірювальний перетворювач, давач, чутливий елемент, пристрій збору інформації про технологічний параметр
	- виконавчий механізм з аналоговим керуючим сигналом в комплекті з регулюючим органом
	- задавач аналогового сигналу з обмеженням по двох значеннях
	- лінійне перетворення (масштабування) аналогового сигналу
	- аналоговий пропорційно-інтегральний-диференційний регулятор
	- електро-магнітне реле, контактор
	- елемент порівняння аналогового сигналу із заданим значенням з урахуванням значення гістерезису
	- кнопка (загальне позначення)
	- світловий сигнальний індикатор
	- логічна побітова інверсія
	- логічний побітовий добуток

Контур 1. Система керування відкриванням дверей

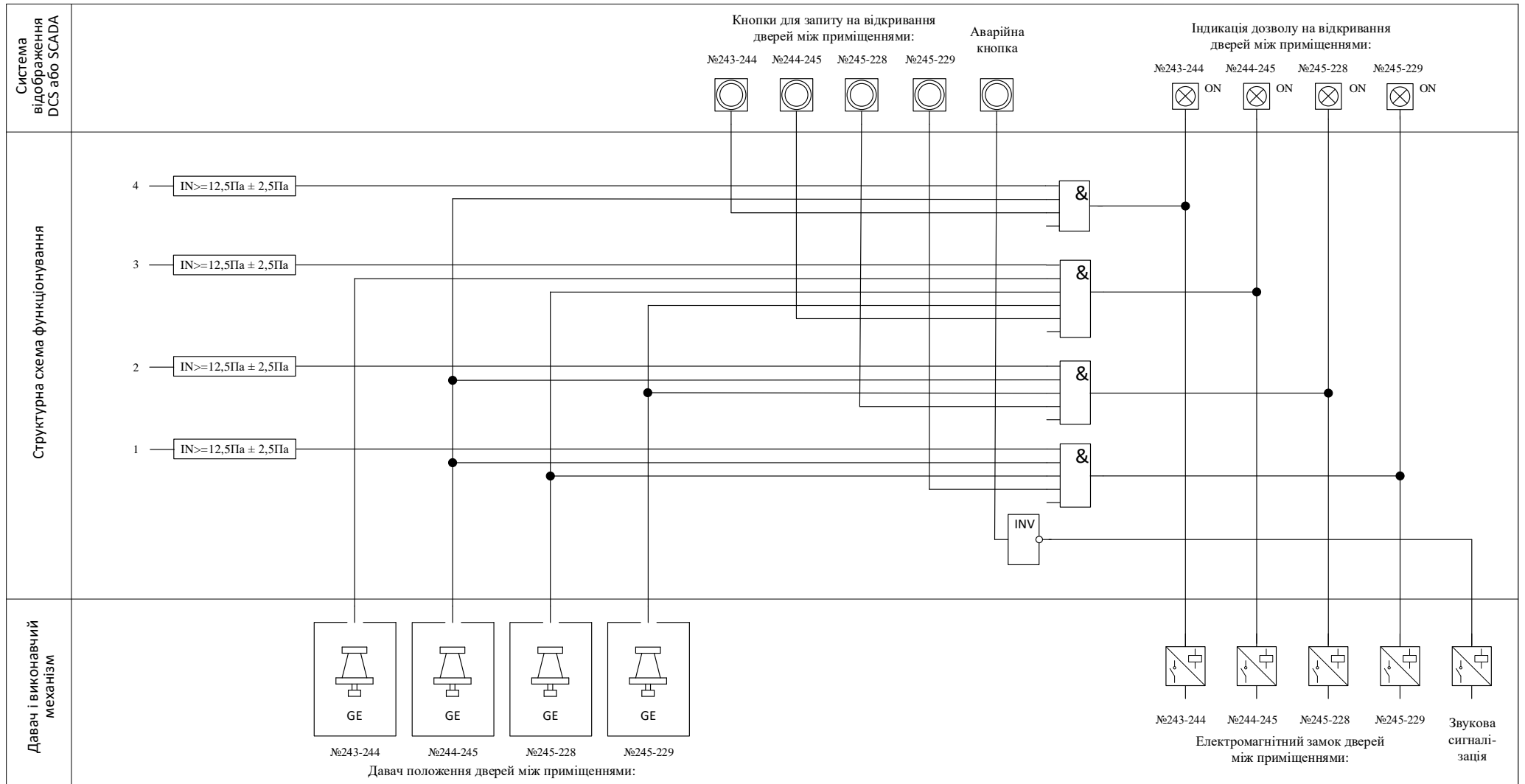


Рисунок 5.1 Алгоритм системи керування відкриванням дверей

Контур 2. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №243-244

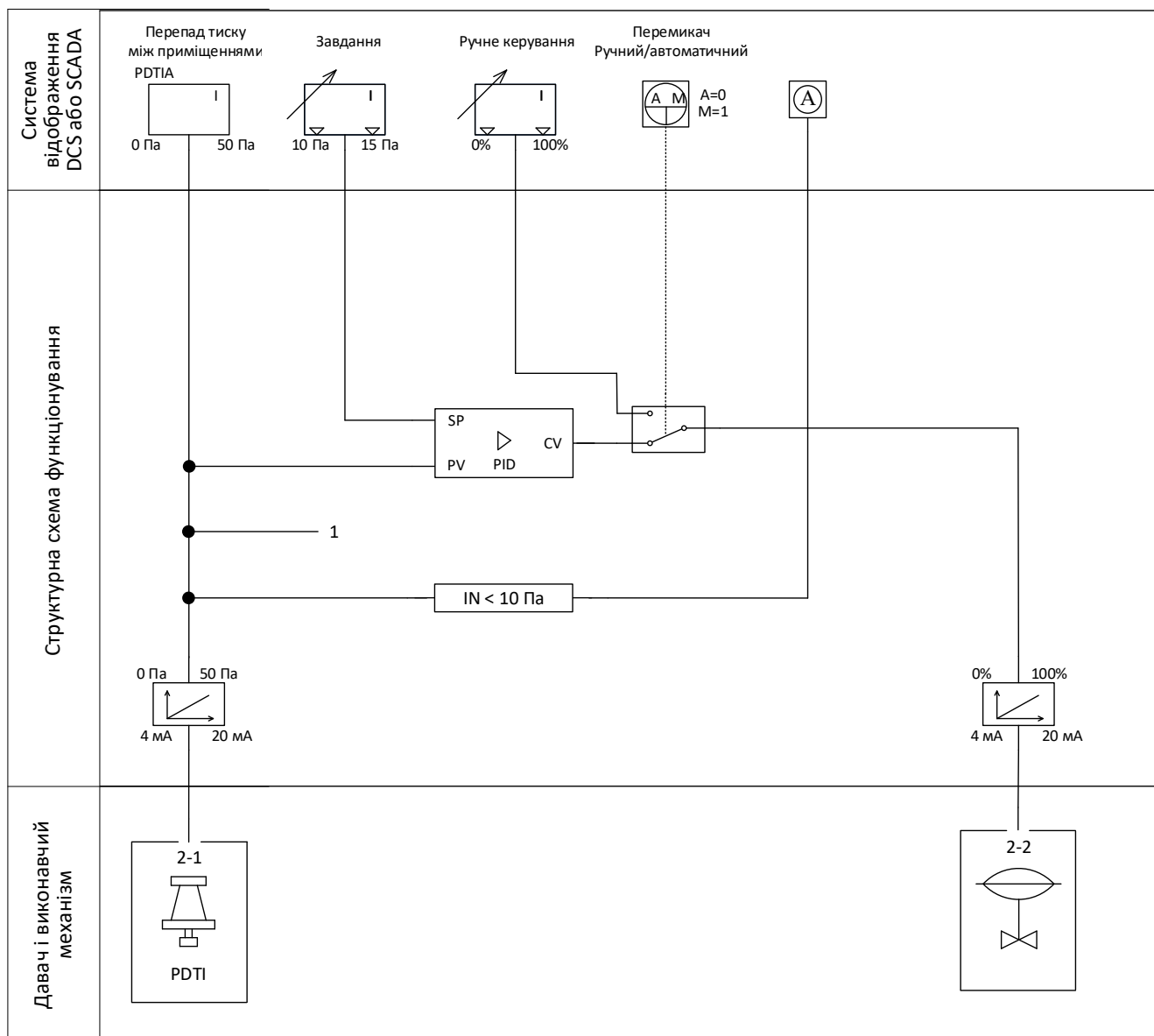


Рисунок 5.2 Алгоритм системи регулювання перепаду тиску між приміщеннями №243-№244

Контур 3. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №244-245

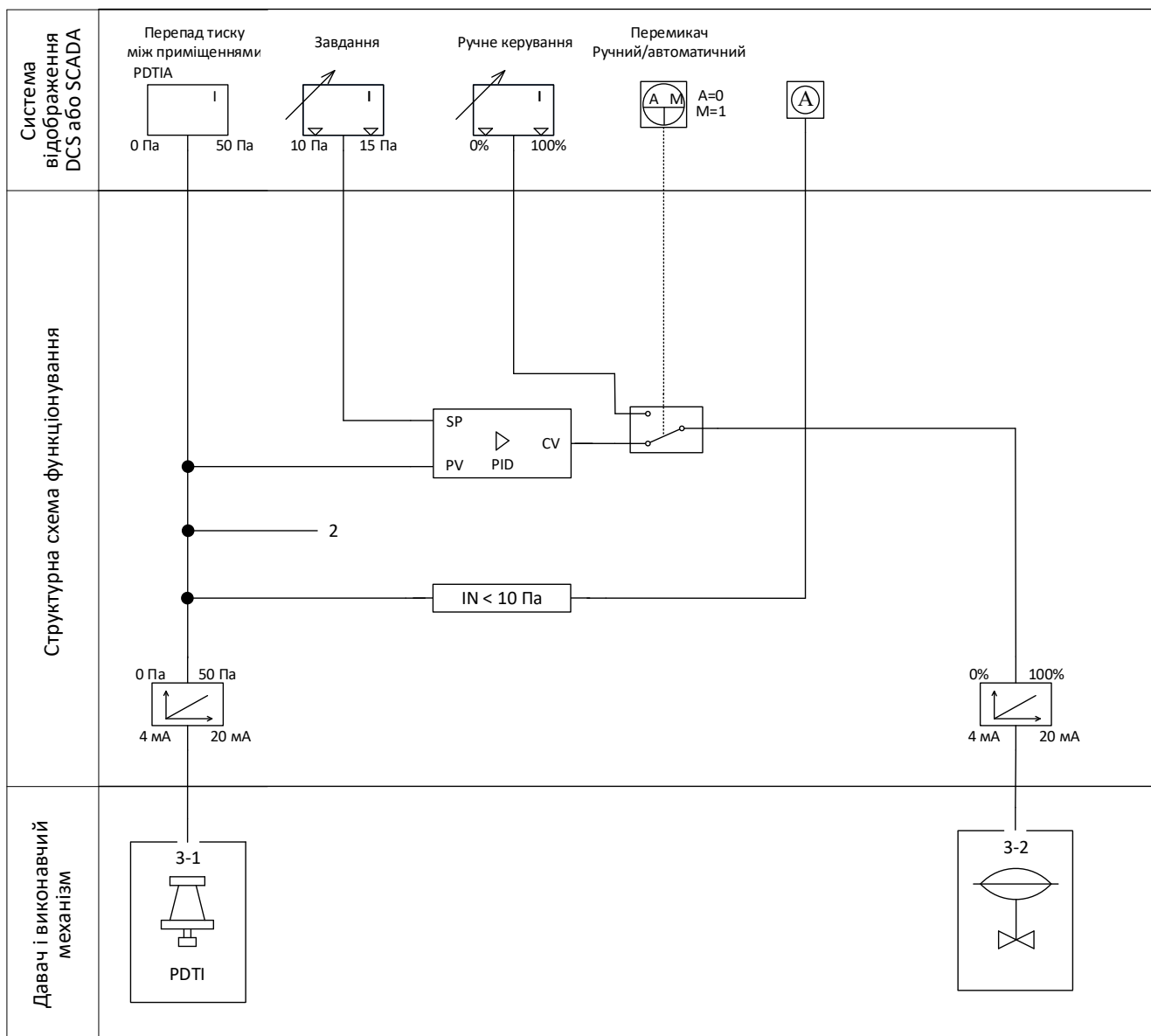


Рисунок 5.3 Алгоритм системи регулювання перепаду тиску між приміщеннями №244-№245

Контур 4. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №245-228

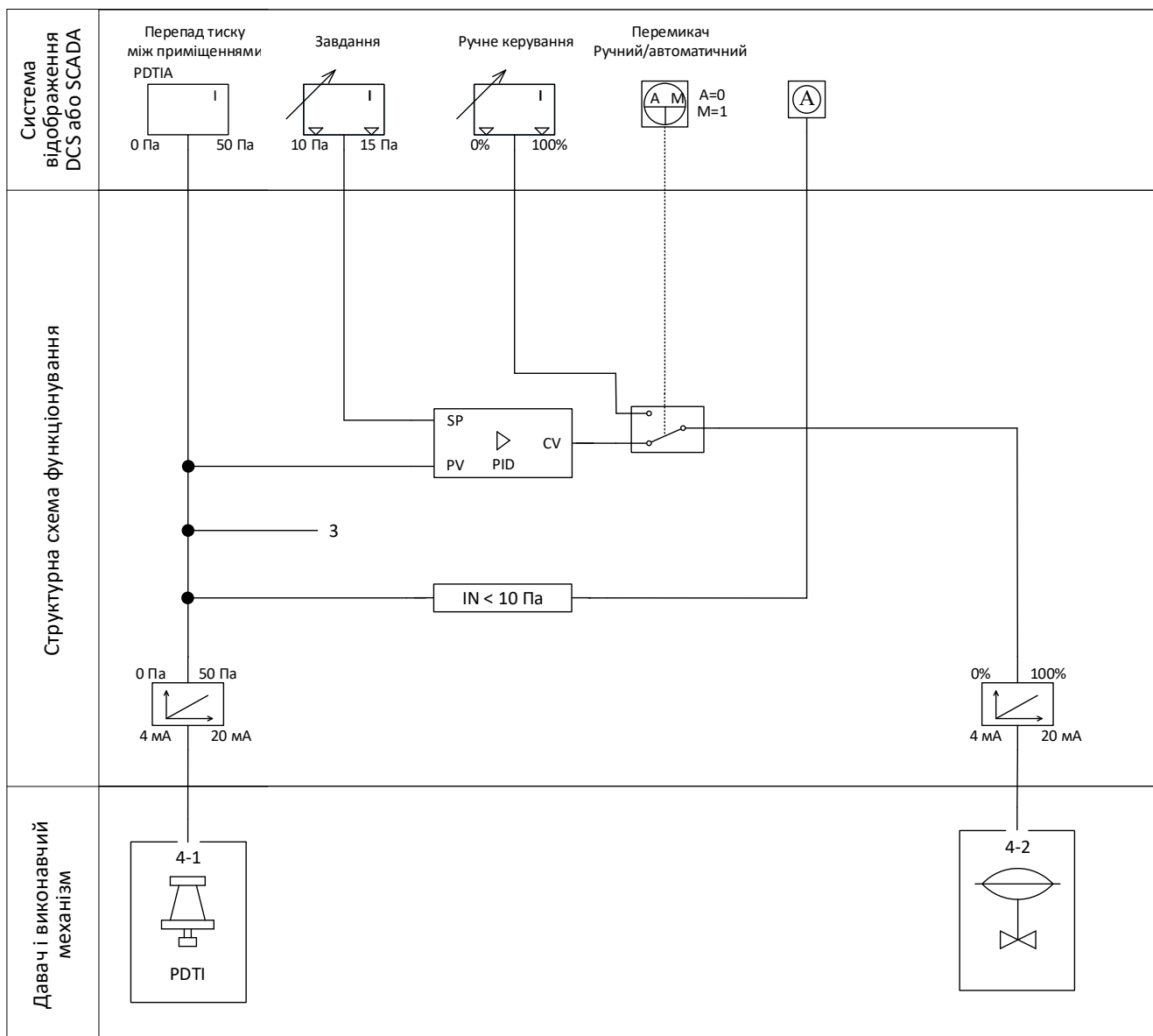


Рисунок 5.4 Алгоритм системи регулювання перепаду тиску між приміщеннями №245-№228

Контур 5. Регулювання перепаду тиску між приміщеннями №245-229

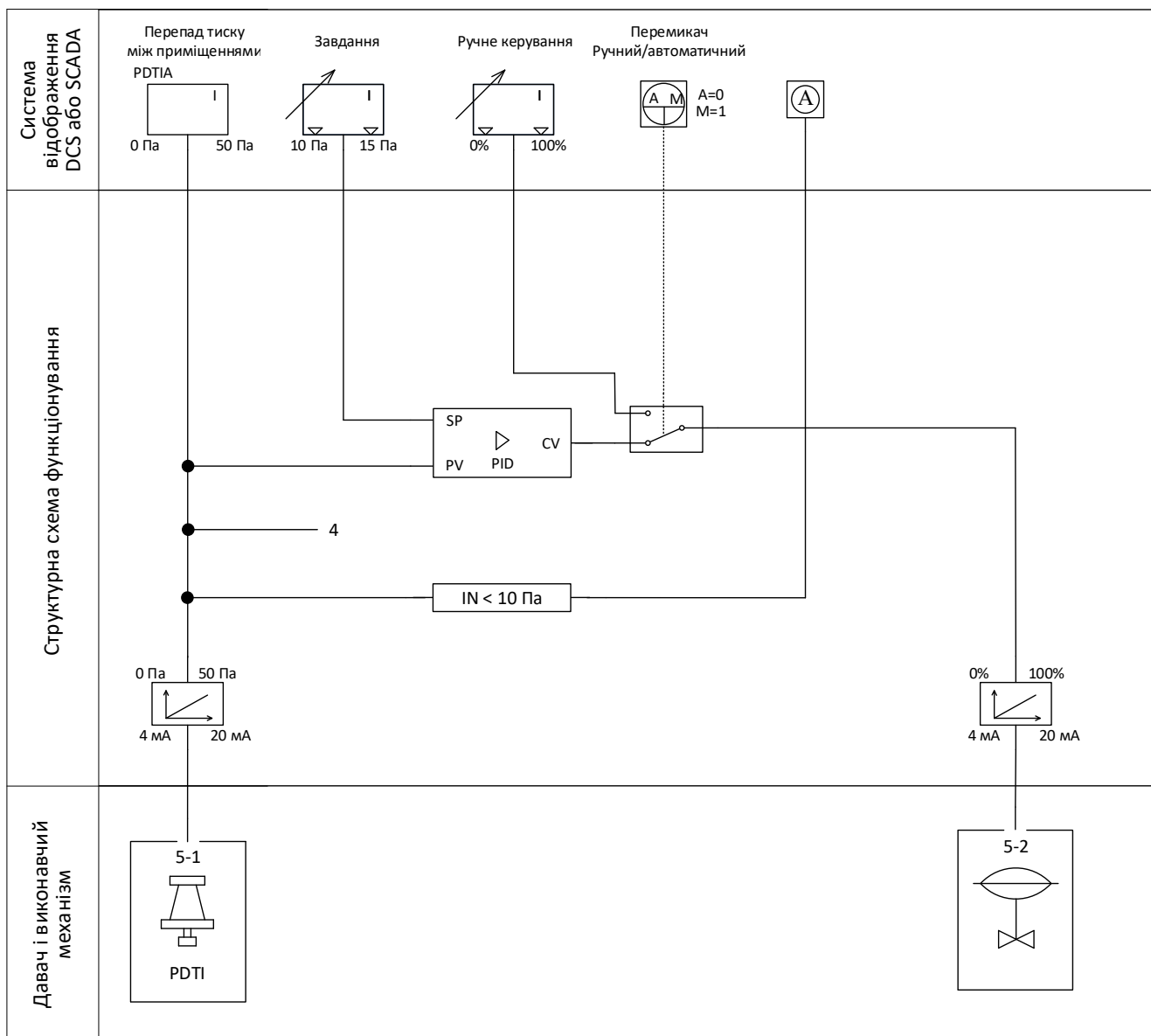


Рисунок 5.5 Алгоритм системи регулювання перепаду тиску між приміщеннями №245-№229

5.2 Програма функціонування ПЛК

Програма функціонування мікроконтролера написана згідно алгоритмів наведених в пункті 5.1. Ключовими її складовими є типові елементи, серед них:

1. Обробка та масштабування вхідного або вихідного сигналу

Обробка та масштабування вхідного або вихідного сигналу здійснюється блоком LINEAR його вигляд та налаштування показано на рисунку 5.6.

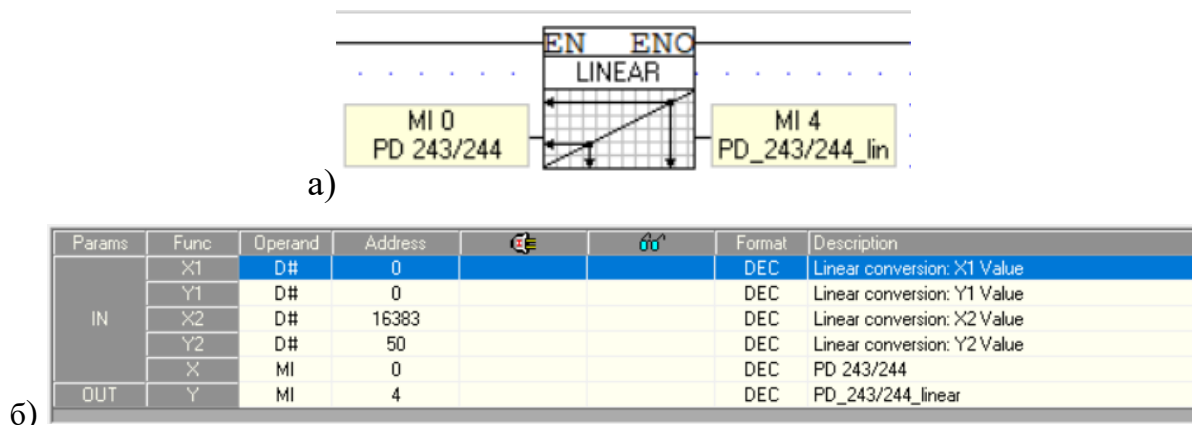


Рисунок 5.6 Функціональний блок LINEAR:

а – загальний вигляд; б - блок параметрів налаштування

Згідно рисунку 5.6 (б), X – вхідний сигнал функціонального блоку, X1 – мінімальне значення вхідної величини, X2 – максимальне значення вхідної величини, Y – вихідний масштабований сигнал, Y1 – мінімальне значення вихідного сигналу, Y2 – максимальне значення вихідного сигналу.

2. Двопозиційне керування системою блокування із зоною нечутливості

Для реалізації алгоритму роботи системи керування відкриванням дверей потрібно контролювати значення перепаду тиску, величина якого $12,5 \text{ Па} \pm 2,5 \text{ Па}$. Для цього використані два компаратори більше, які з'єднані послідовно. У двох послідовно розміщених компараторах записані мінімальне (10 Па) та максимальне значення (15 Па), компаратор з максимальним значенням шунтований вихідним бітом уривку програми. Згідно логіки роботи алгоритму значення перепаду тиску піднімається до максимального значення, і тоді активується внутрішній

програмний біт мікроконтролера, і залишається активним, доки перепад не стане меншим мінімального значення. Приклад реалізації наведений на рисунку 5.7.

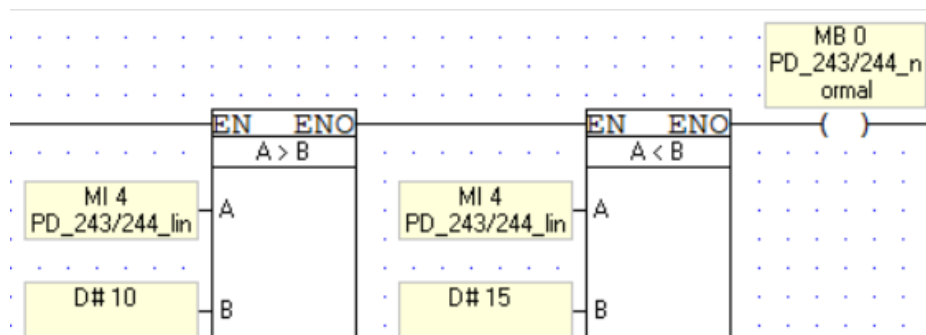


Рисунок 5.7 Двопозиційне керування системою блокування із зоною нечутливості

3. ПІД-регулювання

Для конфігурація ПІД-регулятора застосовується функціональний блок PID Auto-tune Confiration Parameters. Його вигляд та таблицю налаштувань показано на рисунку 5.8.

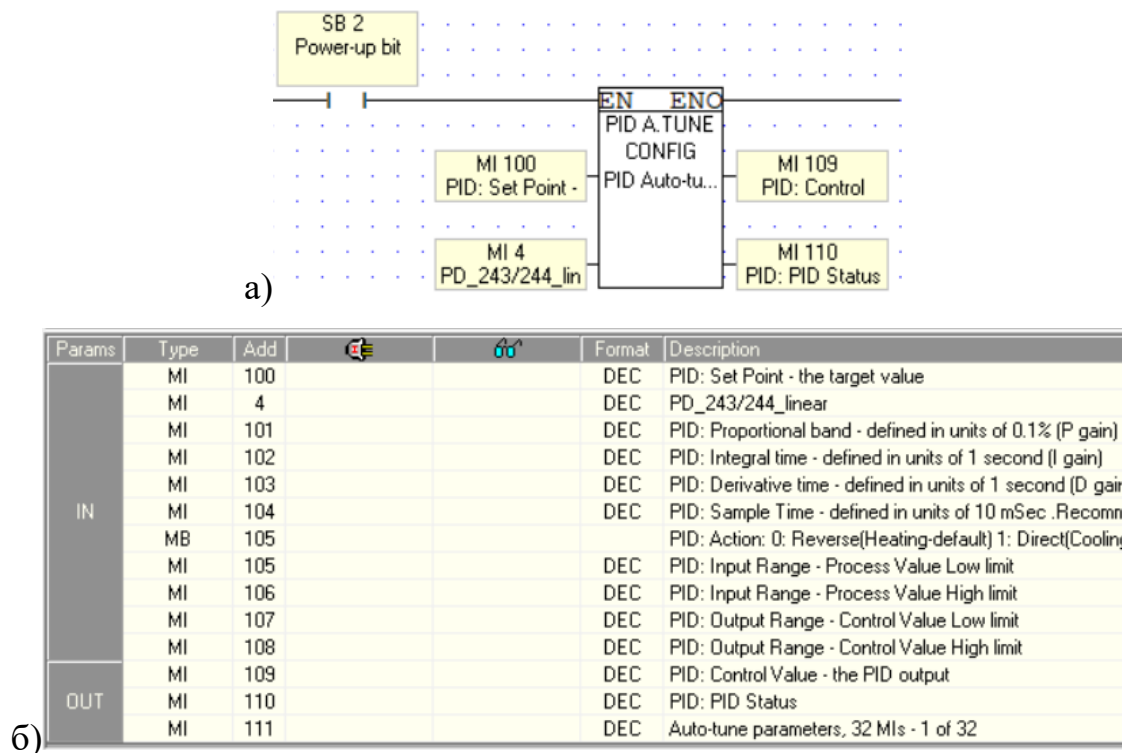


Рисунок 5.8 Функціональний блок PID Auto-tune Confiration Parameters:

а – загальний вигляд; б - блок параметрів налаштування

Функціональний блок PID Auto-tune Run PID є обов'язковим при застосуванні ПІД-регулятора, він починає всі необхідні обчислення для роботи алгоритму регулювання. Приклад реалізації зображено на рисунку 5.9.

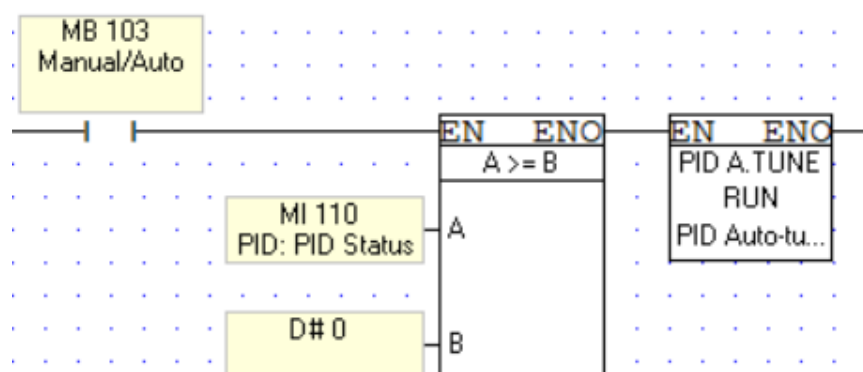


Рисунок 5.9 Функціональний блок PID Auto-tune Run PID

Обмеження величини вхідного та вихідного сигналу здійснюється шляхом запису в комірки мінімального та максимального значення величини відповідних обмежуючих значень. Обмеження вхідного сигналу формуються відповідно до діапазону вимірювання датчик вхідного сигналу, а вихідний сигнал залежить від вибору виконавчого механізму, та специфіки його роботи. Приклад реалізації зображено на рисунку 5.11.

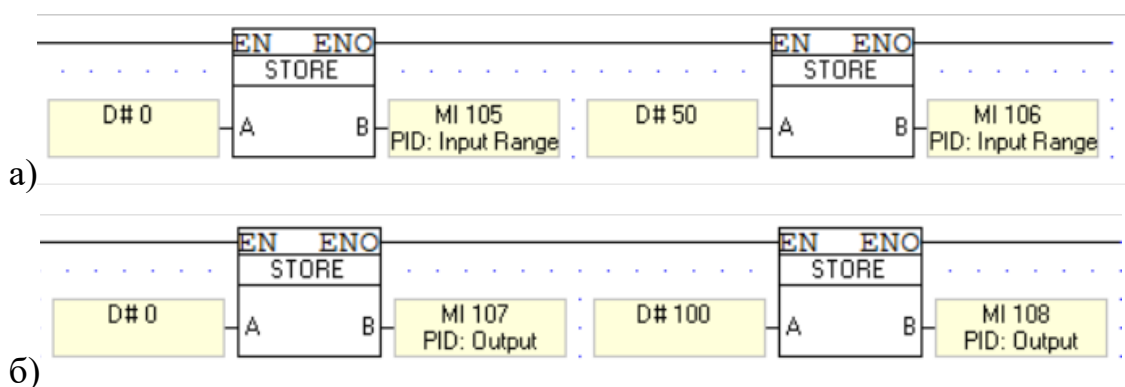


Рисунок 5.11 Приклад обмеження значень вхідного та вихідного сигналів:

а – обмеження вхідного сигналу; б – обмеження вихідного сигналу;

4. Безударне перемикання між режимами роботи

Безударне перемикання з автоматичного режиму в ручний реалізується шляхом перезапису значення регулюючої дії ПІД-регулятора в комірку ручного

керування, при виборі відповідного режиму. Таким чином при переході в ручний режим, початковим значенням регулюючої дії буде значення взяте з ПД-регулятора перед зміною режиму. Перехід з ручного в автоматичний режим здійснюється шляхом аналогічних операцій. Приклад програмної реалізації зображено на рисунку 5.12.

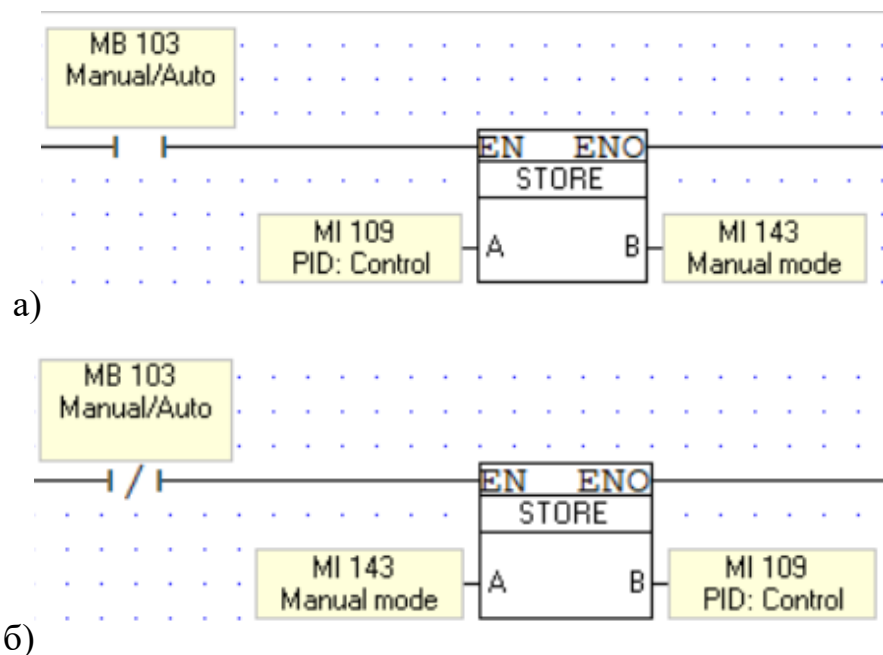
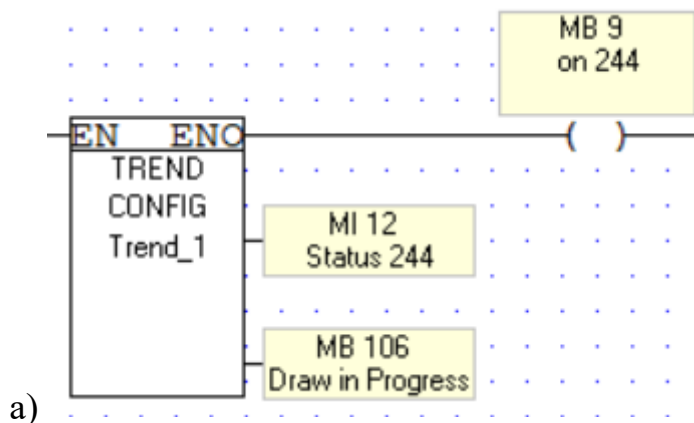


Рисунок 5.12 Реалізація безударного перемикання між режимами:
а – з автоматичного в ручний; б – з ручного в автоматичний;

5. Налаштування тренду

Для створення та налаштування тренду застосовується функціональний блок Trend Configuration. Його вигляд та таблицю налаштувань показано на рисунку 5.13.



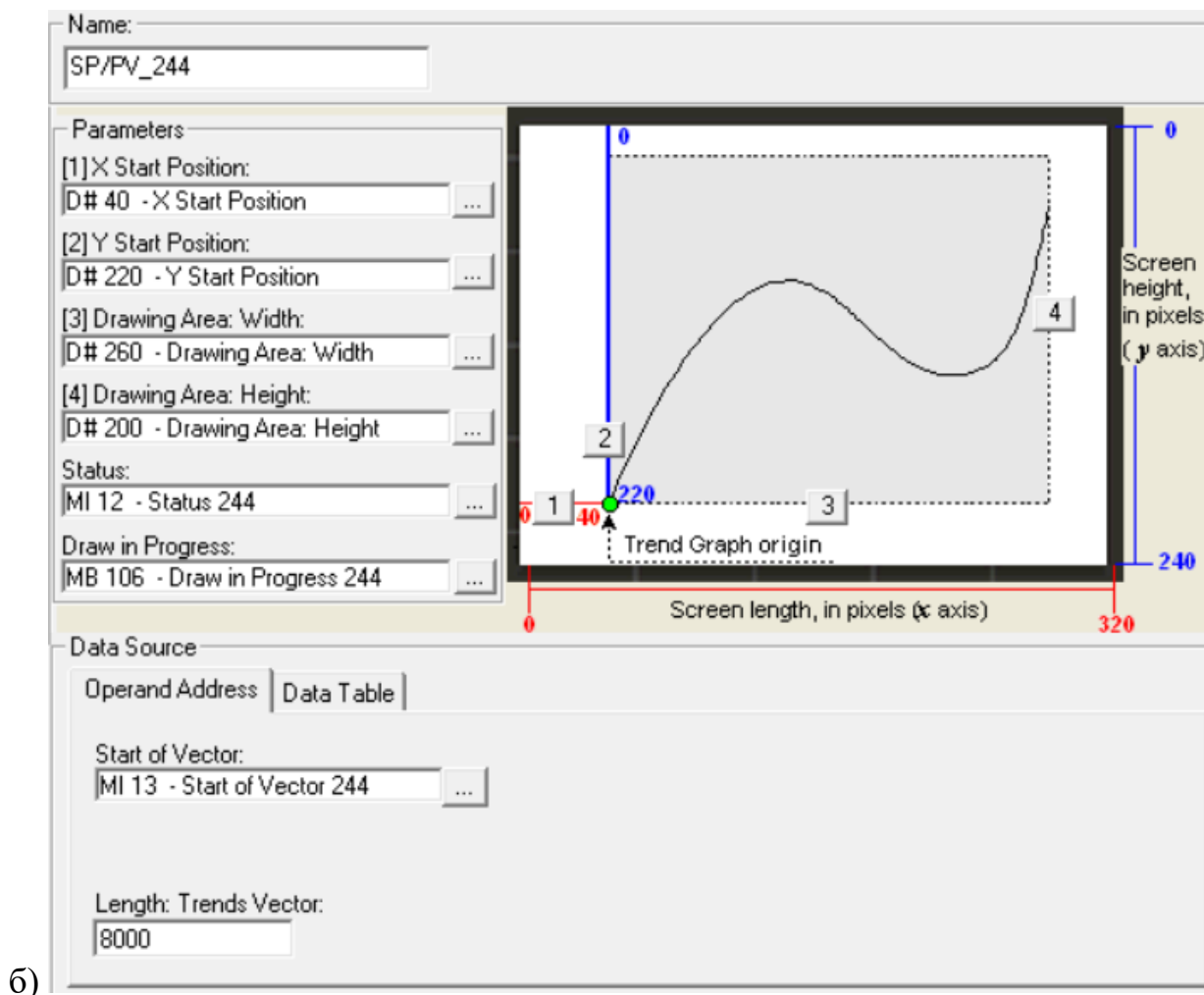


Рисунок 5.13 Функціональний блок *Trend Configuration*:
 а – загальний вигляд; б - блок параметрів налаштування

Повна програма функціонування системи автоматизованого керування газодинамічним режимом «чистих» приміщень у виробництві лікарських засобів представлена в графічній частині на аркуші 2.

5.3 Розробка програми функціонування НМІ-інтерфейсу

НМІ-інтерфейс системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень розроблено на 9 дисплеях, які за пріоритетністю поділяються на 3 рівні.

Дисплей 1-го рівня є основним, та запускається при увімкненні системи. На ньому відображаються основні параметри системи, а саме значення перепаду тиску, положення дверей та стан кнопок аварійної зупинки. Значення перепаду тиску виводяться за допомогою інструменту *Numeric Range*, інформація про

положення дверей – *Binary Text*, стан кнопок аварійної зупинки – *Binary image*. Детальний опис та налаштування інструментів наведено в підрозділі 3.3. Перехід до дисплеїв 2-го рівня здійснюється за допомогою інструментарію *Button*.

На рисунку 5.14 представлено головний екран “Мнемосхема” людино-машинного інтерфейсу системи керування газодинамічним режимом.

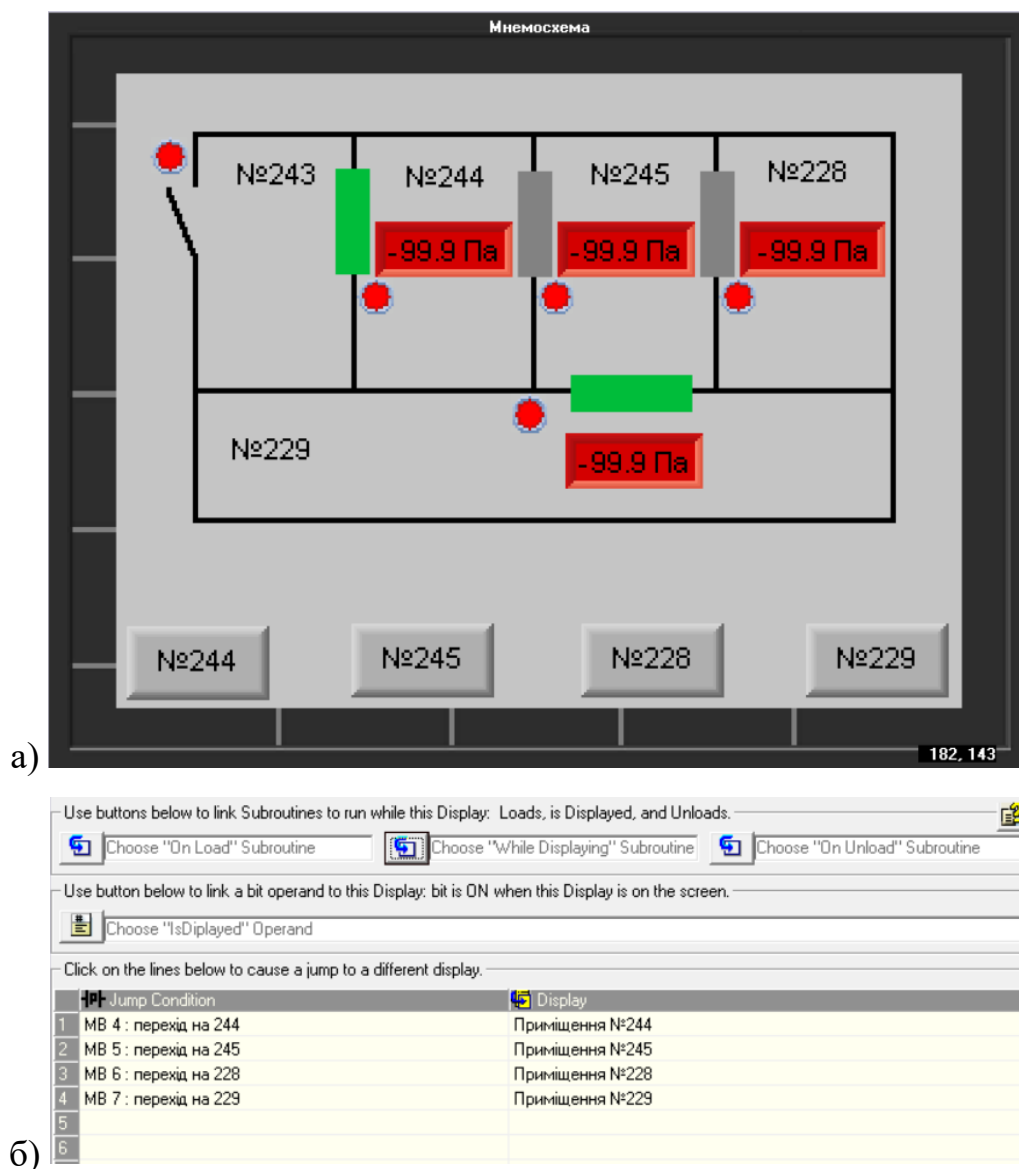


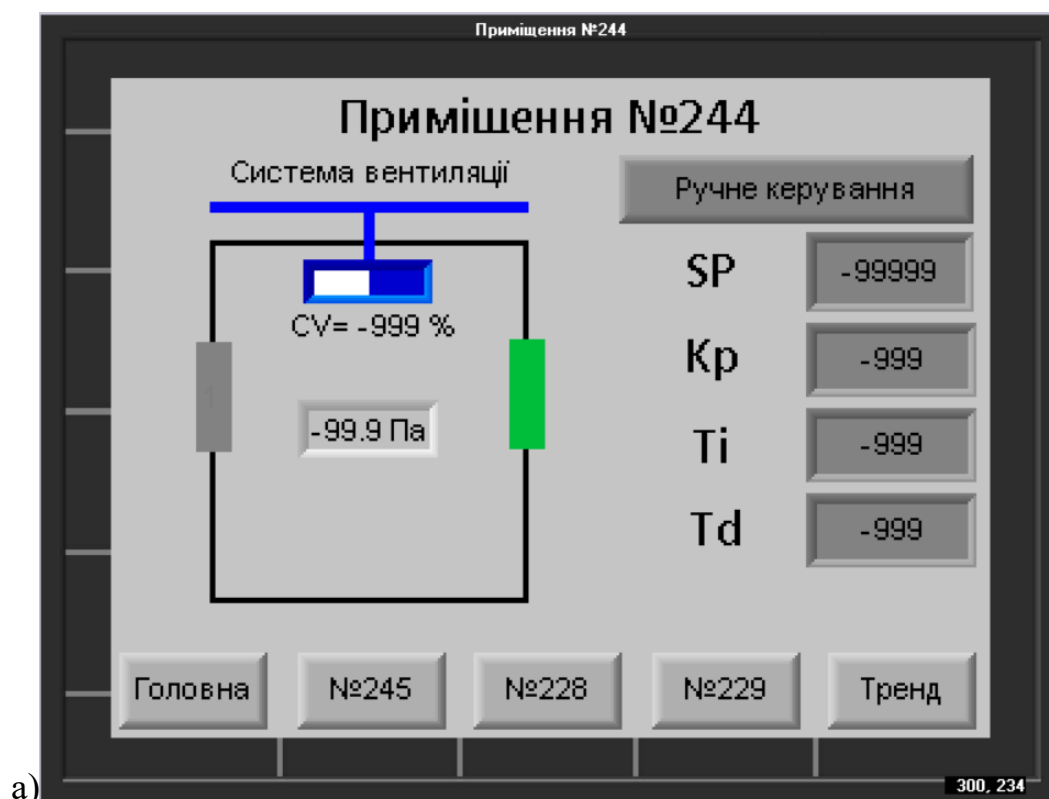
Рисунок 5.14. Головний дисплей людино-машинного інтерфейсу “Мнемосхема”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів;

На дисплеях 2-го рівня за допомогою графічного інструменту *Numeric* демонструються основні параметри перебігу технологічного процесу, а саме *CV* (Control Value) – значення керуючої дії, *SP* (Set Point) – завдання для регулятора,

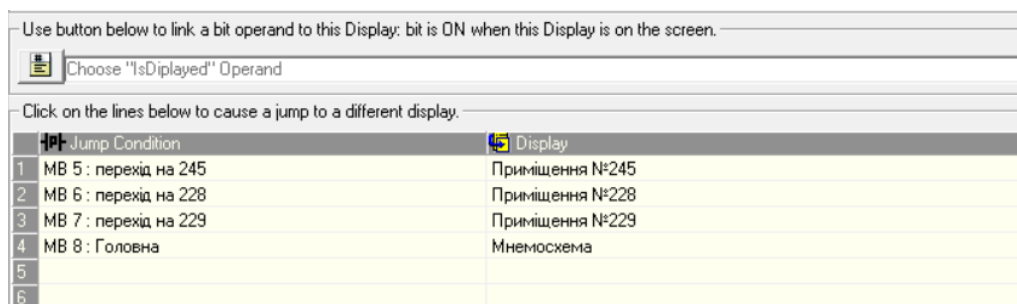
PV(Process Value) – поточне значення контролюваного параметру, значення параметрів налаштування PID-регулятора та передбачена можливість переходу в ручний режим керування за допомогою функції Button.

З кожного дисплею 2-го рівня за допомогою графічного інструменту Button передбачена можливість переходу на головний дисплей, інші дисплеї 2-го рівня та на один з дисплеїв 3-го рівня.

На рисунку 5.15 наведено дисплей 2-го рівня “Приміщення №244”, який дає можливість переходити в ручний режим керування, змінювати та переглядати параметри налаштування регулятора, переходити на дисплей “Мнемосхема” та дисплеї інших приміщень.



а)



б)

Рисунок 5.15. Дисплей 2 рівня НМІ-інтерфейсу

“Приміщення №244”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На рисунку 5.16 наведено дисплей 2-го рівня “Приміщення №245”, який дає можливість переходити в ручний режим керування, змінювати та переглядати параметри налаштування регулятора, переходити на дисплей “Мнемосхема” та дисплеї інших приміщень.

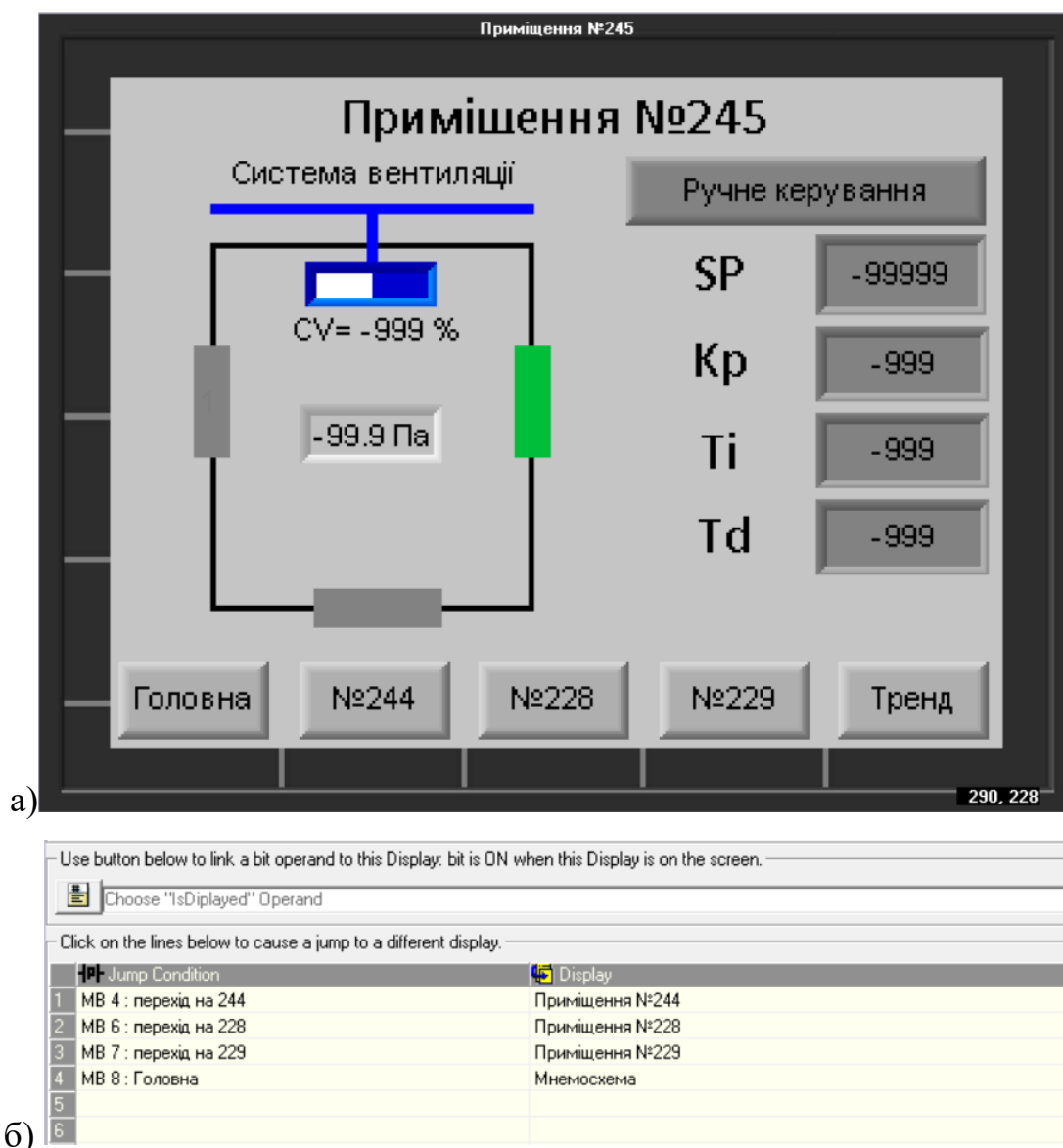
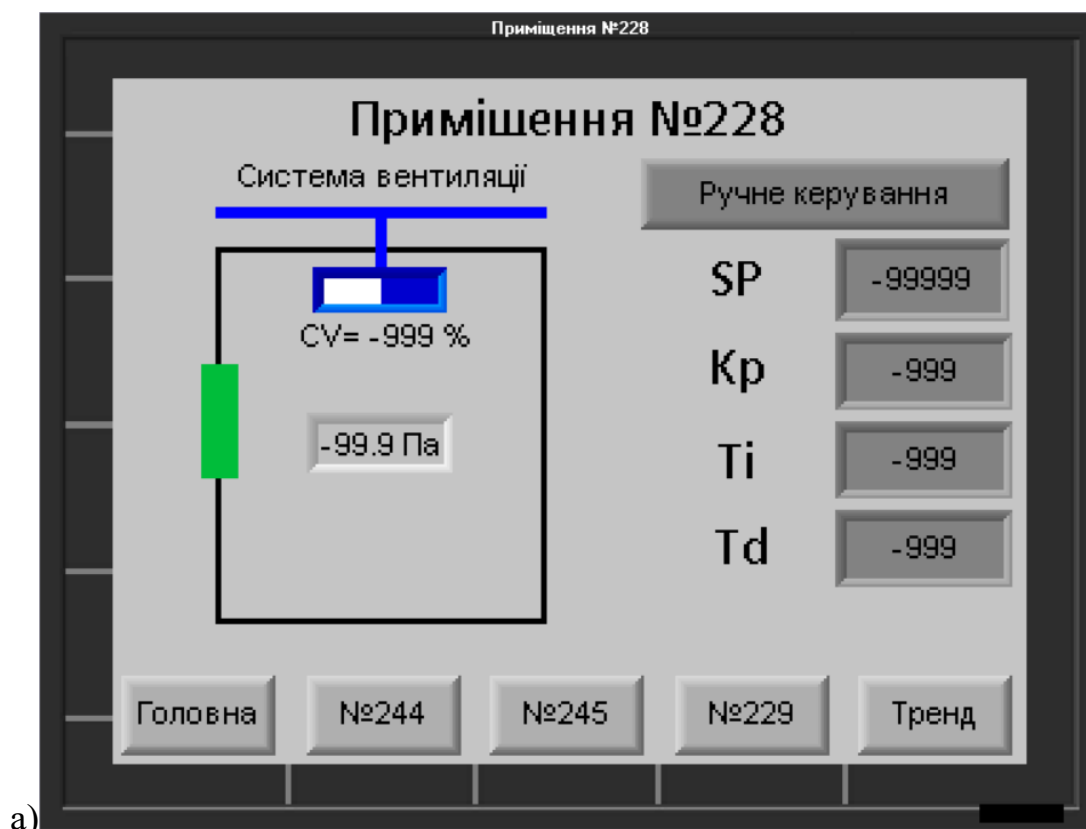


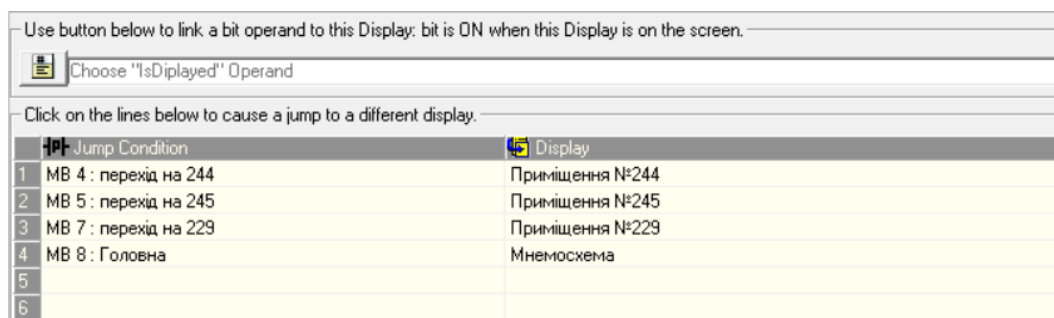
Рисунок 5.16. Дисплей 2 рівня НМІ-інтерфейсу

“Приміщення №245”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На рисунку 5.17 наведено дисплей 2-го рівня “Приміщення №228”, який дає можливість переходити в ручний режим керування, змінювати та переглядати параметри налаштування регулятора, переходити на дисплей “Мнемосхема” та дисплеї інших приміщень.



а)

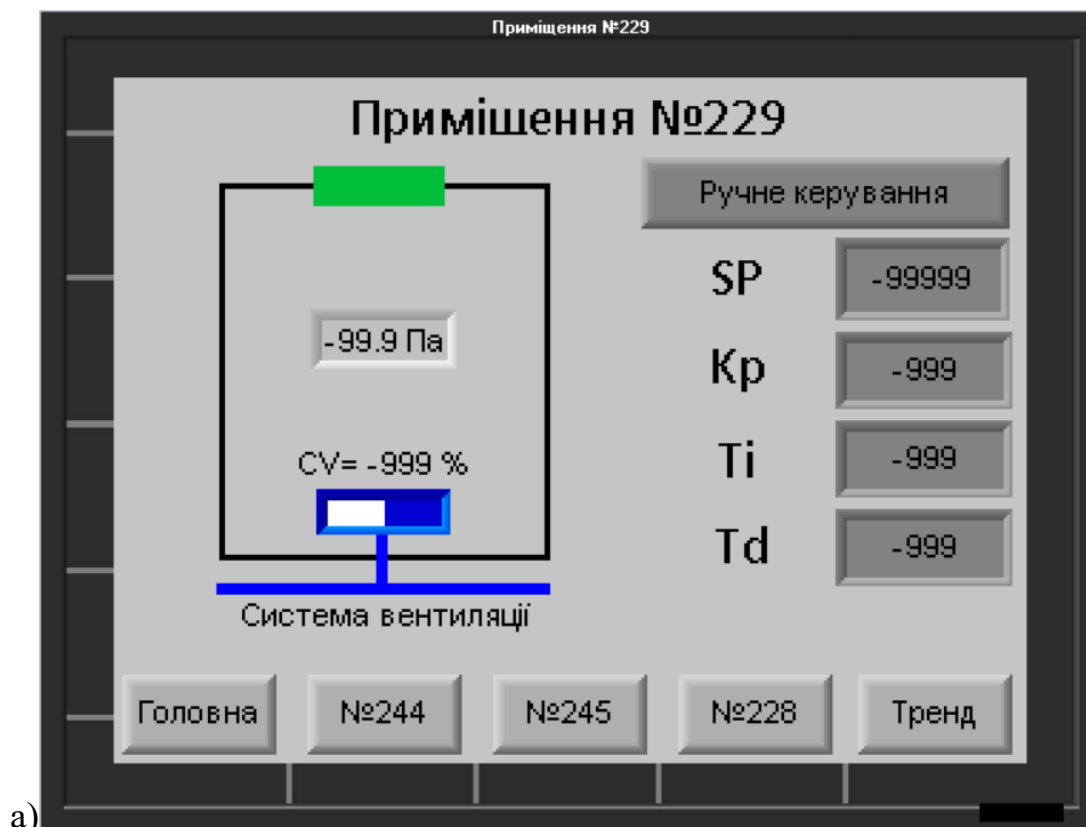


б)

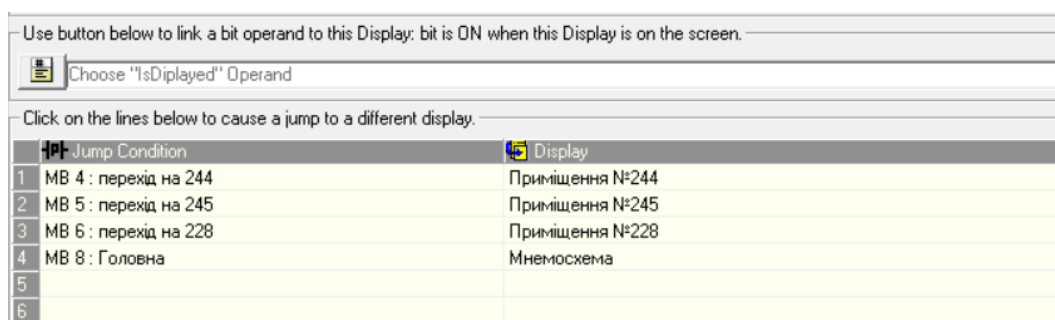
Рисунок 5.17. Дисплей 2 рівня НМІ-інтерфейсу

“Приміщення №228”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На рисунку 5.18 наведено дисплей 2-го рівня “Приміщення №229”, який дає можливість переходити в ручний режим керування, змінювати та переглядати параметри налаштування регулятора, переходити на дисплей “Мнемосхема” та дисплеї інших приміщень.



а)



б)

Рисунок 5.18. Дисплей 2 рівня НМІ-інтерфейсу

“Приміщення №229”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На дисплеях 3-го рівня виводиться графік зміни параметрів технологічного процесу в часі за допомогою графічного інструменту Trend. Повернення на попередній дисплей та перехід на головний реалізуються за допомогою функціоналу інструменту Button.

На рисунку 5.19 представлено дисплей 3-го рівня “Тренди приміщення №244” на якому передбачена можливість перегляду зміни завдання для регулятора та поточного значення перепаду тиску в приміщенні №244.

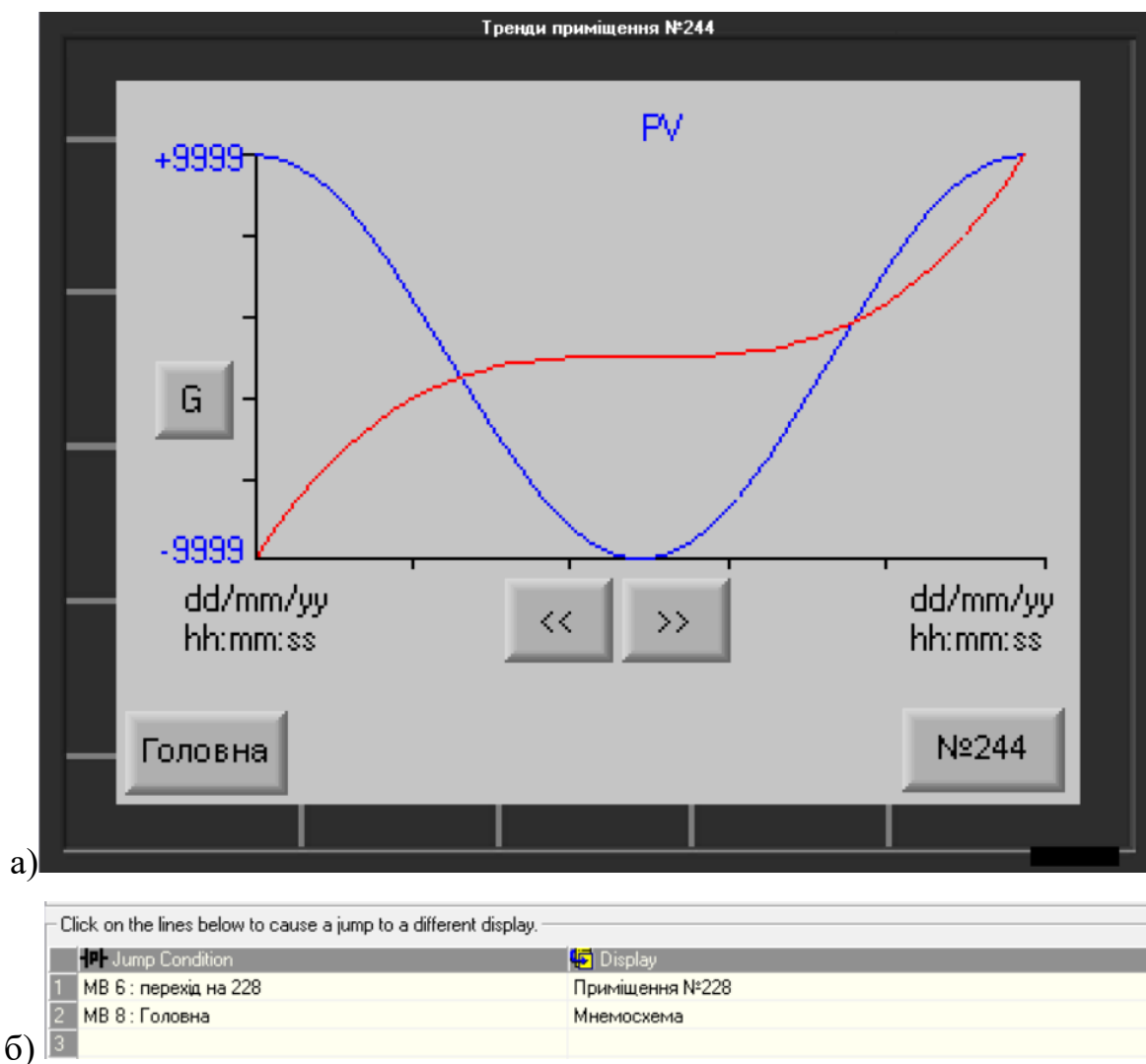


Рисунок 5.19. Дисплей 3 рівня НМІ-інтерфейсу:

“Тренди приміщення №244”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На рисунку 5.20 представлено дисплей 3-го рівня “Тренди приміщення №245” на якому передбачена можливість перегляду зміни завдання для регулятора та поточного значення перепаду тиску в приміщенні №245.

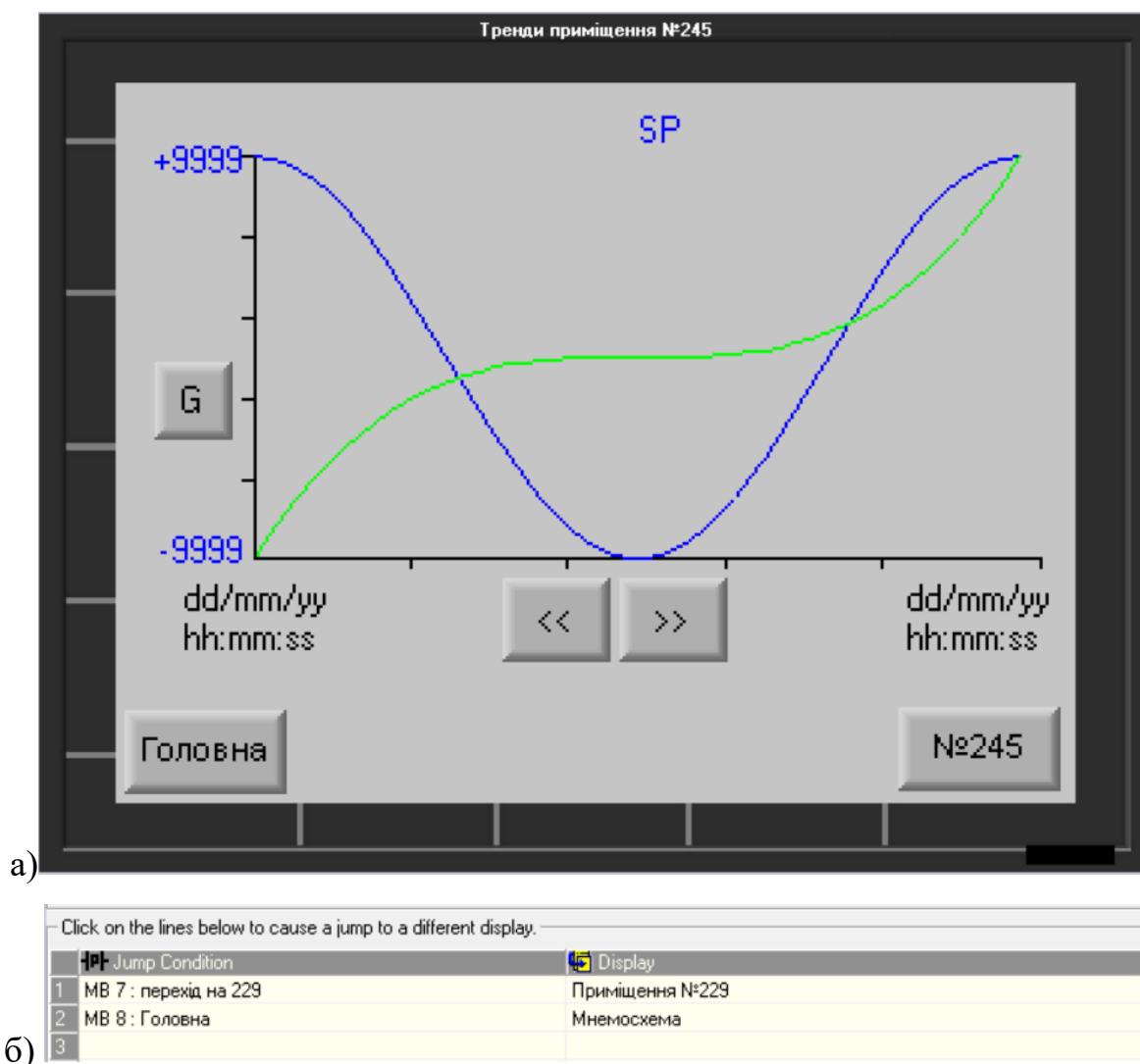


Рисунок 5.20. Дисплей 3 рівня НМІ-інтерфейсу:

“Тренди приміщення №245”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На рисунку 5.21 представлено дисплей 3-го рівня “Тренди приміщення №228” на якому передбачена можливість перегляду зміни завдання для регулятора та поточного значення перепаду тиску в приміщенні №228.

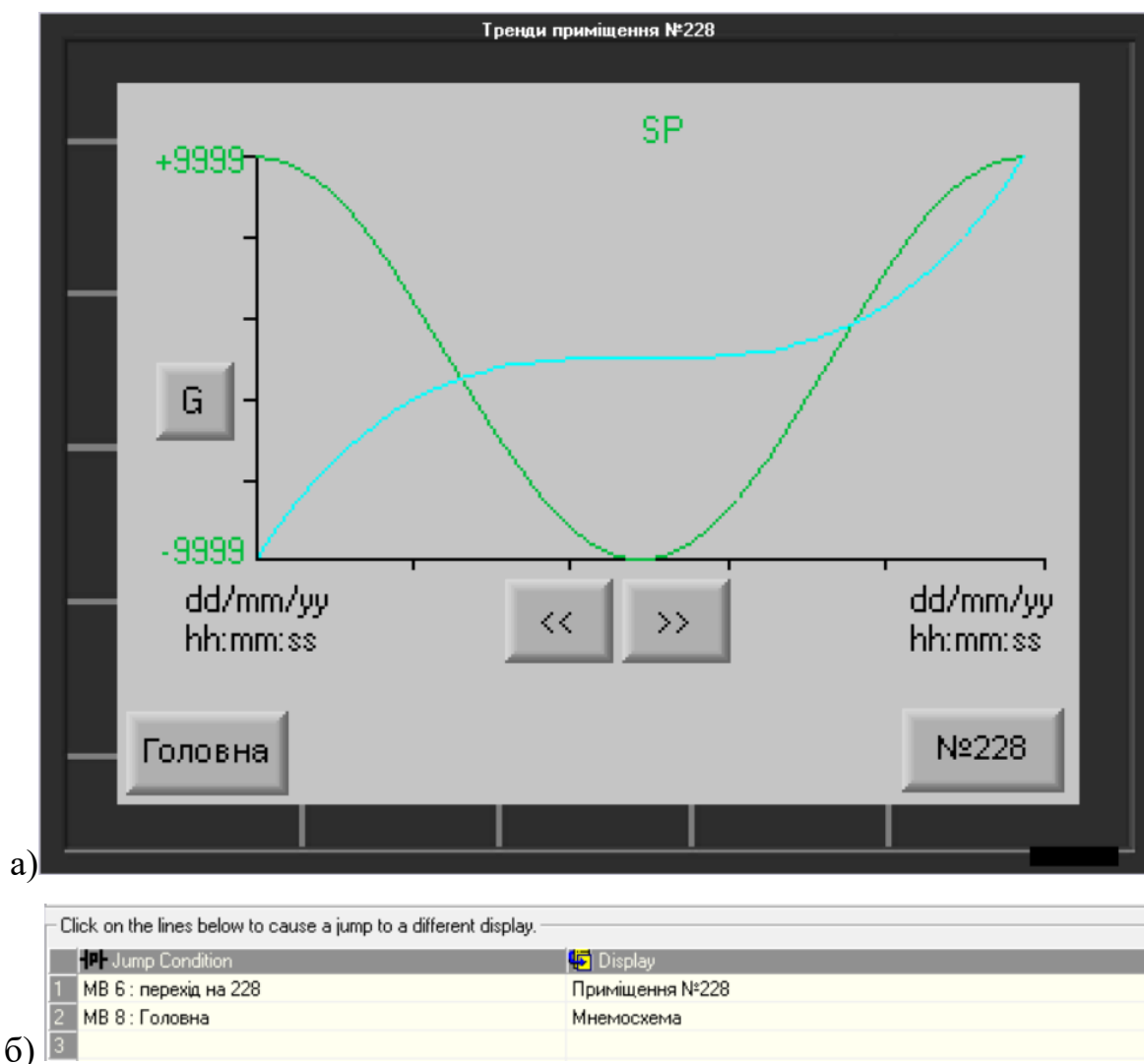


Рисунок 5.21. Дисплей 3 рівня НМІ-інтерфейсу:

“Тренди приміщення №228”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

На рисунку 5.22 представлено дисплей 3-го рівня “Тренди приміщення №22” на якому передбачена можливість перегляду зміни завдання для регулятора та поточного значення перепаду тиску в приміщенні №229.

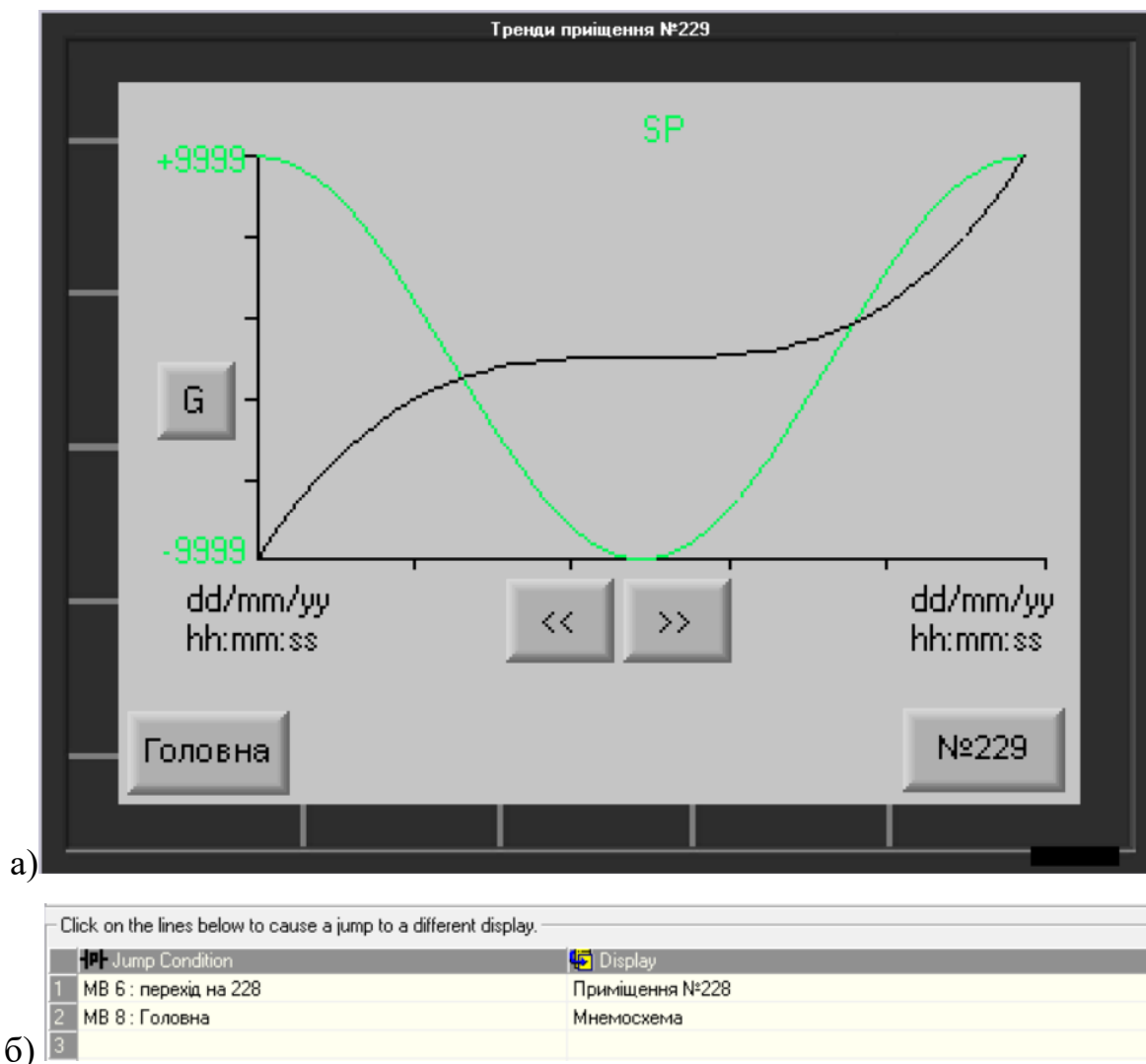


Рисунок 5.22. Дисплей 3 рівня НМІ-інтерфейсу:

“Тренди приміщення №229”: а) зовнішній вигляд; б) налаштування переходів

Розроблені дисплеї людино-машинного інтерфейсу системи керування гідродинамічним режимом “чистих” приміщень наведені в графічній частині на аркуші 3.

Висновок: під час виконання п’ятого розділу бакалаврської кваліфікаційної роботи було розроблено алгоритми системи керування газодинамічним режимом, відповідно до яких написана програма функціонування та розроблений людино-машинний інтерфейс системи керування.

РОЗДІЛ 6

РОЗРОБКА ТА ОПИС СХЕМ ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Згідно функціональної схеми автоматизації, а також інструкції з експлуатації технічних засобів автоматизації розроблено принципову схему електричних з'єднань периферійних пристроїв з мікропроцесорним програмованим засобом автоматизації.

На рисунку 6.1 зображено схему електричного підключення джерела живлення spur-in модуля контролера та периферійних засобів автоматизації.

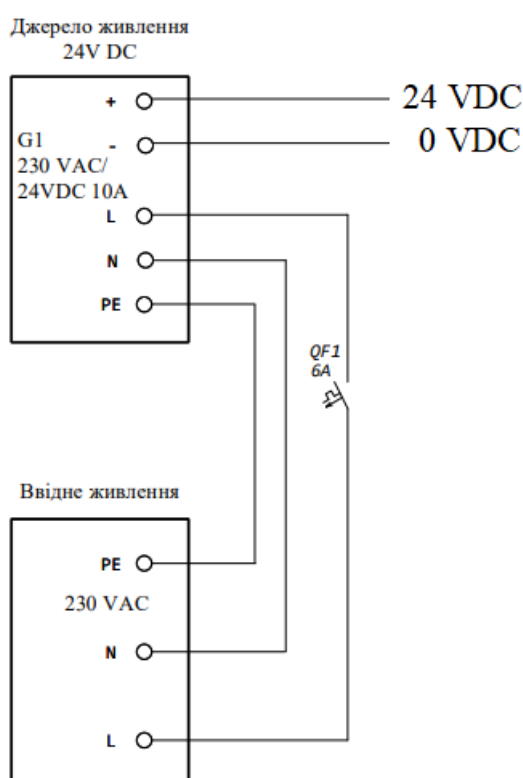


Рисунок 6.1 Принципова схема підключення джерела живлення spur-in модуля та периферійних пристроїв.

На рисунку 6.2 наведено схему електричних з'єднань вхідних аналогових сигналів до контролера. Давачі перепаду тиску Dwyer 605 мають напругу живлення 10-35 В постійного струму, тому при підключенні джерела живлення з напругою

24 В, потрібно використовувати резистори, опір яких розраховується згідно графіку залежності наведеного в інструкції до приладу [4].

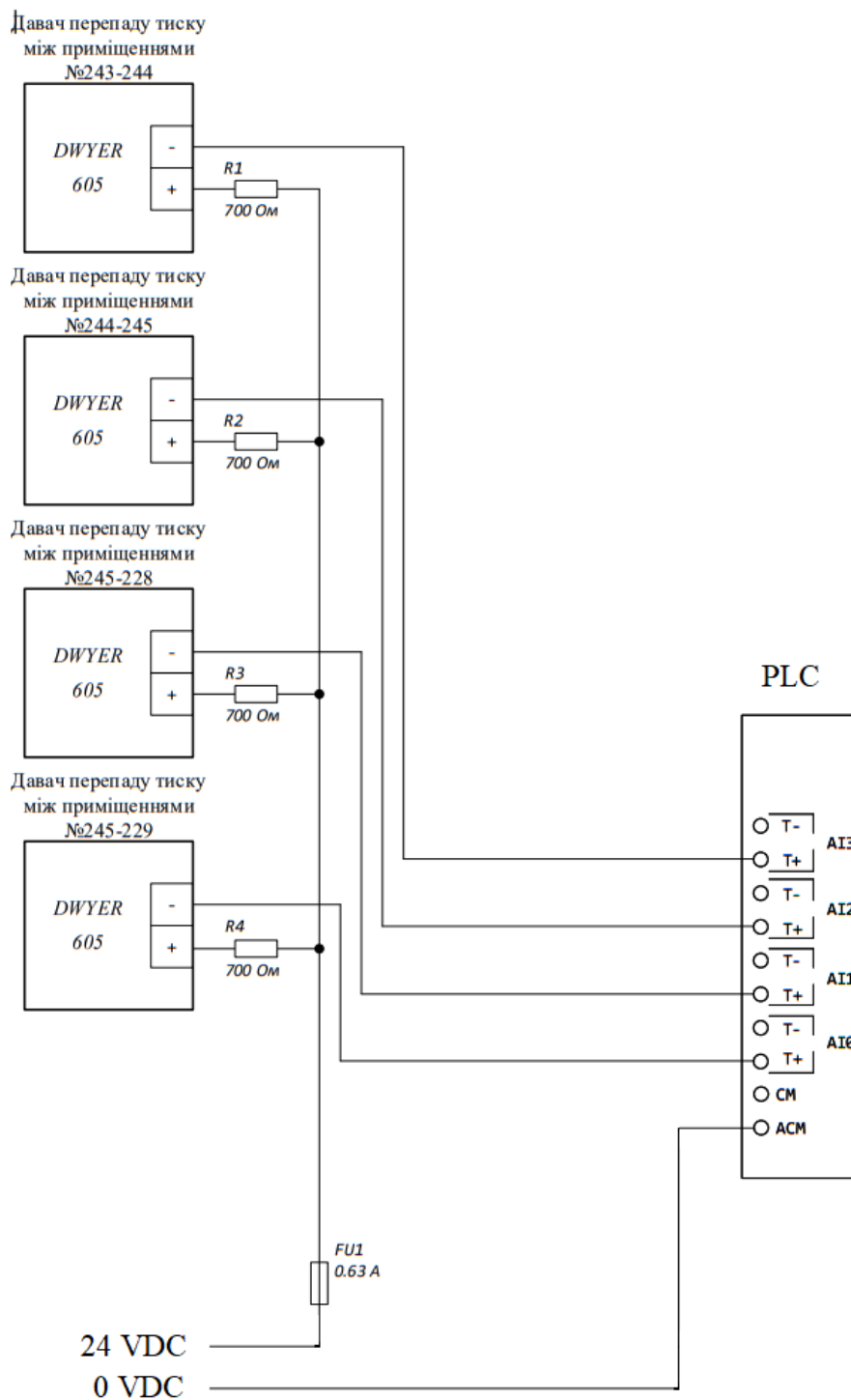


Рисунок 6.2 Принципова схема електричного підключення аналогових вхідних сигналів

На рисунку 6.3 зображено підключення аналогових вихідних сигналів, а саме електроприводів заслінки системи вентиляції Belimo LMQ24A-SR.

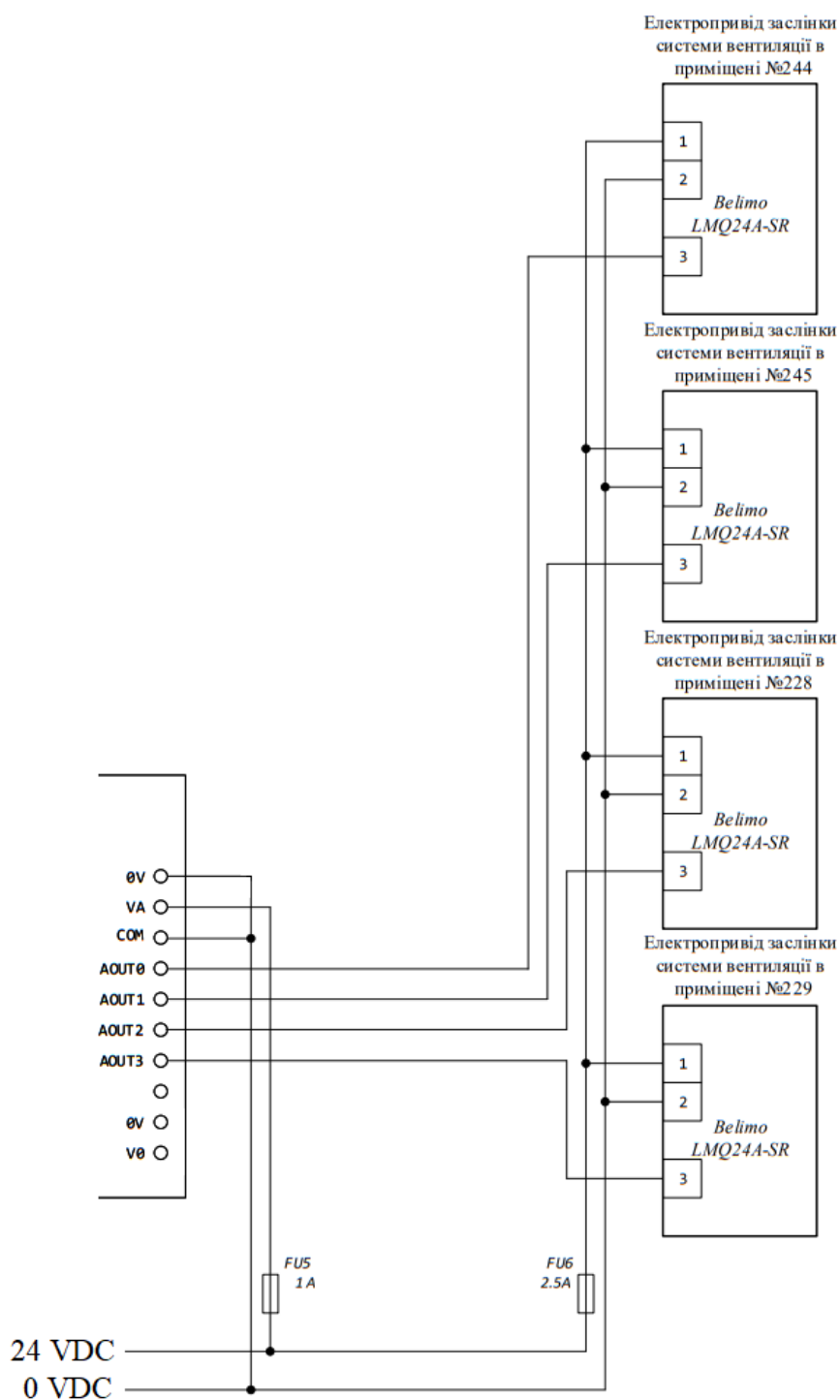


Рисунок 6.3 Принципова схема електричного підключення аналогових вихідних сигналів

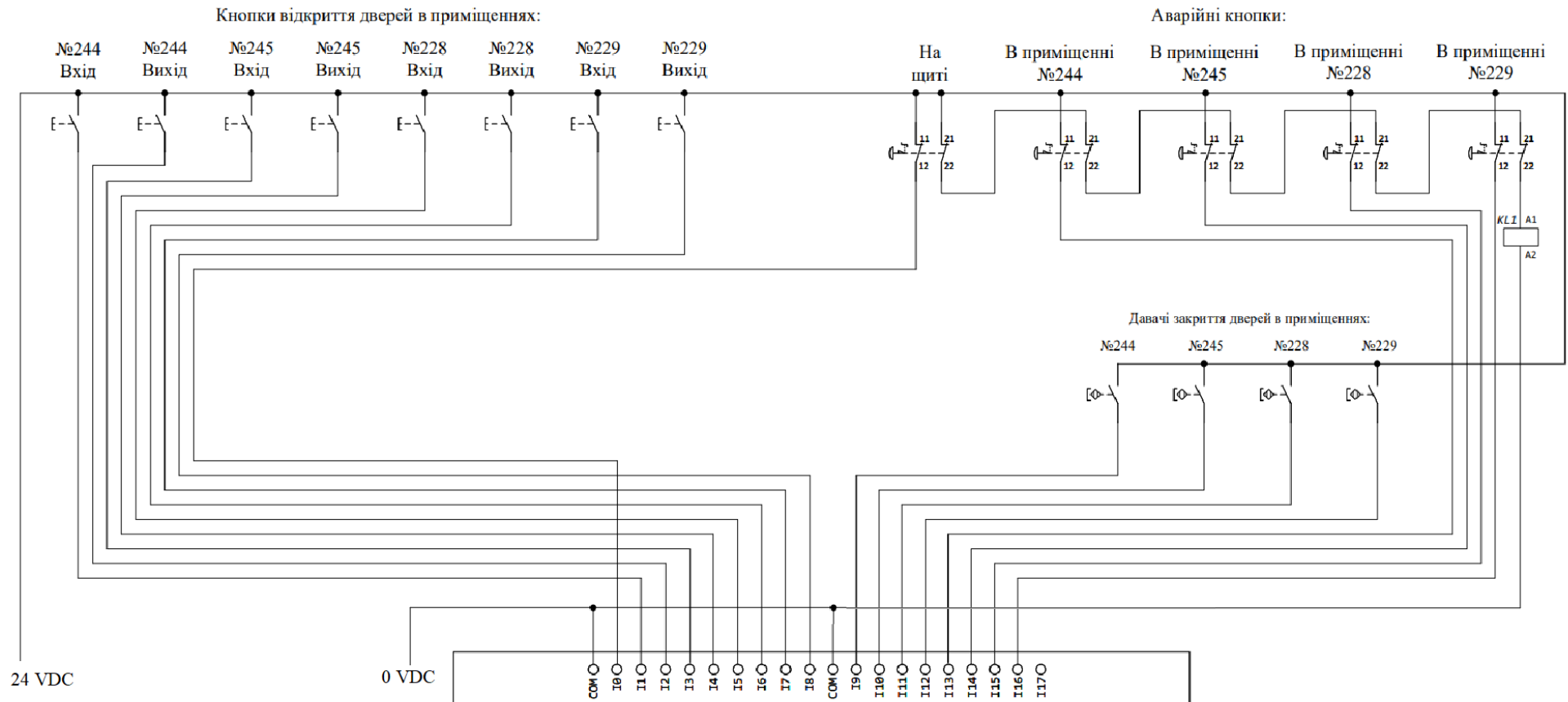


Рисунок 6.4 Принципова схема електричного підключення дискретних вхідних сигналів

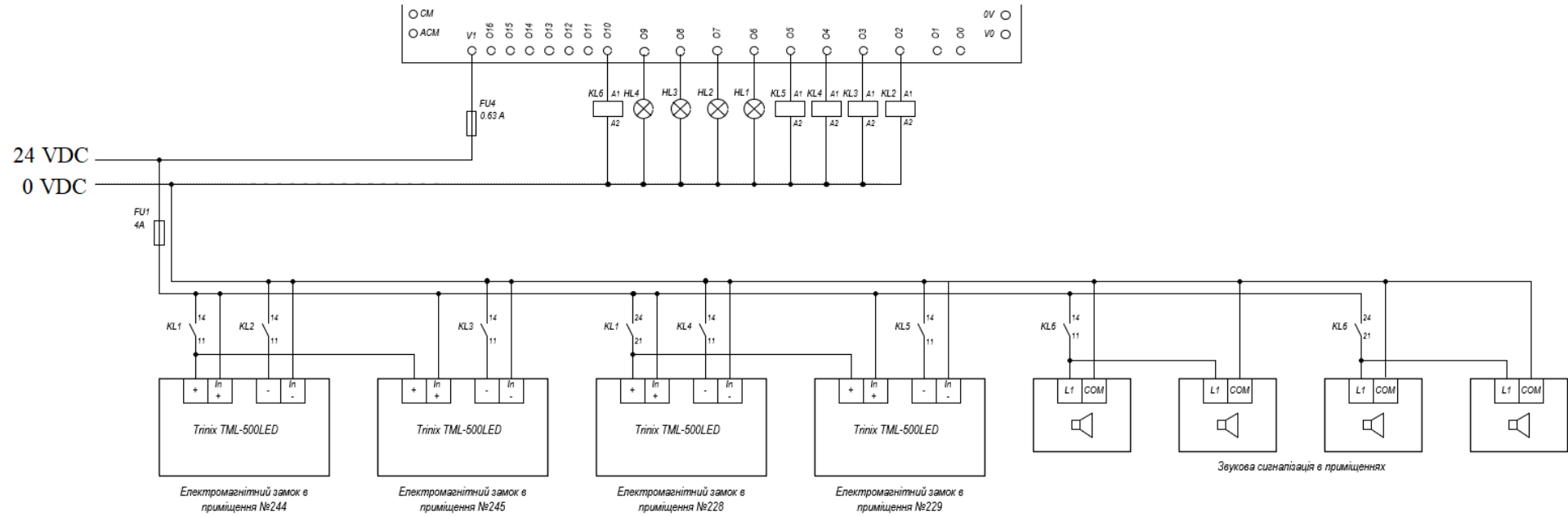


Рисунок 6.5 Принципова схема електричного підключення дискретних вихідних сигналів

На рисунку 6.4 наведено підключення дискретних вхідних сигналів, а саме кнопок відкриття дверей, давачів закриття дверей та аварійних кнопок. Як видно зі схеми, при підключенні аварійних кнопок використано 2 групи контактів, що дозволило застосувати систему аварійного відкриття дверей, шляхом зняття живлення з електромагнітного замка з використанням контакту реле. Дане реле комутується за допомогою послідовно з'єднаних аварійних кнопок, при натисненні хоча б однієї з них, розривається електричне коло, та відповідно розривається живлення електромагнітного замка.

На рисунку 6.5 зображено підключення дискретних вихідних сигналів, а саме електромагнітних замків та зумерів звукової сигналізації. Підключення реалізовано з допомогою проміжних реле.

Повна принципова схема електричних підключень технічних засобів автоматизації представлена в графічній частині на аркуші 4.

Висновок: під час виконання шостого розділу було опрацьовано схеми електричних підключень технічних засобів автоматизації, та розроблено принципову схему електричних підключень для системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Основна мета охорони праці — створення безпечного та нешкідливого виробничого середовища, в якому усі працівники можуть виконувати свої обов'язки без ризику для життя і здоров'я. Це включає дотримання санітарно-гігієнічних норм, запобігання шкідливому впливу факторів виробничого середовища, організацію протипожежного захисту, забезпечення ергономіки робочих місць та навчання персоналу правилам безпеки.

Забезпечення належних умов праці є ключовим елементом стійкого функціонування підприємства, дотримання законодавчих вимог та запорукою збереження здоров'я персоналу. У галузі, де щоденно здійснюється робота з хімічними речовинами, стерильними препаратами, складним технологічним обладнанням та у контрольованих умовах чистоти, питання охорони праці набувають особливого значення.

Темою бакалаврської кваліфікаційної роботи є автоматизована система керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів.

Фармацевтичне виробництво складається з приміщень для приготування, розливу, фасування та зберігання лікарських засобів, і дотримання правил, норм та стандартів є головною умовою функціонування виробництва.

У цьому розділі розглядаються основні умови праці на фармацевтичному підприємстві, аналізуються потенційно небезпечні та шкідливі фактори, а також заходи, що вживаються для їх усунення або мінімізації.

Особлива увага приділяється мікроклімату, рівню шуму та вібрації, освітленню, вентиляції, системі пожежної безпеки, ергономіці робочих місць і нормативно-правовому регулюванню охорони праці в Україні.

7.1 Гігієна праці та виробнича санітарія

7.1.1. Мікроклімат

Параметри мікроклімату, що нормуються у “чистих” приміщеннях це – температура повітря(t , °C), вологість (W , %) та швидкість переміщення повітря (V , м/с).

Параметри мікроклімату у фармакологічних виробництвах визначені у відповідують значенням для виконання робіт категорії Па.

Категорія роботи Па відноситься до середньої важкості, та пов'язана з постійним рухом, та переміщенням вантажів до 1 кг.

Задані значення параметрів, які необхідно підтримувати для категорії робіт Па [22] наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Параметри мікроклімату у “чистих” приміщеннях

Період року	Оптимальні			Допустимі		
	t , °C	W , %	V , м/с	t , °C	W , %	V , м/с
Теплий	19-21	40-60	0,3	18-27	65 (при 26°C)	0.2-0.4
Холодний	19-21	40-60	0,2	17-23	75	<0.3

Для підтримання необхідних параметрів мікроклімату на нормативних значеннях передбачено:

1. Встановлення системи кондиціонування повітря для підтримання оптимальної температури та відносної вологості;
2. Використання вентиляційних систем для забезпечення циркуляції повітря та підтримання допустимої швидкості його переміщення.

7.1.2. Склад повітря робочої зони

Склад повітря виробничої зони у “чистих” приміщеннях регламентується допустимою кількістю часток на 1м^3 повітря для кожного класу приміщення. Розроблена система керування газодинамічним режимом “чистих приміщень” має в своєму складі приміщення класів В, С та D.

Відповідно до СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020 [1] максимальна кількість часток N у повітрі наведена в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Максимально допустима кількість часток в 1 м³

Клас приміщення	Максимально допустима кількість часток в 1 м ³ повітря при розмірі часток однаковому чи більшому за зазначений			
	Оснащений стан		Експлуатований стан	
	0,5 мкм	5,0 мкм	0,5 мкм	5,0 мкм
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	не нормується	не нормується

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачені наступні рішення:

1. Встановлення вентиляційної системи з фільтрацією;
2. Регулярний моніторинг повітря за допомогою давачів.

7.1.3 Виробничий шум

Шум — це звукові коливання, що перевищують допустимі рівні та можуть впливати на слух та нервову систему людини. Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 "Державні санітарні норми виробничого шуму" у фармацевтичному виробництві норма шуму становить 80 дБА, якщо шум має імпульсний характер або тональні компоненти то допустимий рівень шуму зменшується на 5 дБА [23].

Основними джерелами шуму у фармацевтичному виробництві є:

- Гранулятори, дробарки, млини;
- Таблетувальні та капсулювальні машини;
- Пакувальне обладнання;
- Вентиляційні та компресорні установки.

Для захисту персоналу від негативного впливу шуму на організм передбачено наступні заходи:

1. Ізоляція джерел шуму для зменшення поширення звуку;

2. Використання шумозахисних навушників або беруш.

7.1.4 Виробничі вібрації

Вібрація — це механічні коливання, що передаються на тіло людини через обладнання або опору. Параметрами, які характеризують виробничі вібрації є: віброшвидкості і віброприскорення. Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 “Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації” граничним значенням для віброшвидкості є 0,063 м/с, а віброприскорення – 0,45 м/с² [24].

Основним джерелом вібрацій в фармації є:

- Вібросита;
- Центрифуги;
- Вібраційні транспортери;
- Міксери з ексцентриками.

Для захисту персоналу від впливу вібрацій на організм передбачено наступні заходи:

1. Віброізоляція приміщень;
2. Використання віброзахисних підставок для обладнання.

7.1.5 Виробничі випромінювання

У виробництві лікарських засобів для забезпечення чистоти повітря та стерилізації обладнання часто використовують штучні джерела ультрафіолетового випромінювання.

Нормовані значення для приладів ультрафіолетового випромінювання наведені в ДСТУ EN 60335-2-27:2018 та складають для екранованих бактерецидних ламп не менше 1Вт, а для простих – не менше 2(+/- 0,5) Вт на 1 м³ об’єму приміщення.

7.1.6 Ергономіка робочого місця оператора

У системі керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів робоче місце оператора передбачається біля панелі оператора розміщеної на навісній шафі керування.

Згідно ДСТУ EN 614-1:2004 центр панелі оператора має бути розміщений на висоті 1 400–1 600 мм від рівня підлоги, що відповідає зоні комфортної досяжності для користувача середнього зросту у вертикальному положенні. Верхній край елементів керування не повинен перевищувати 1 800 мм, а нижній — бути не нижче 800 мм від підлоги.

Усі кнопки, перемикачі, сенсорні зони мають бути в межах досяжності однією рукою без перенапруги. Горизонтальна відстань до активних елементів — не більше 500–600 мм.

Згідно ДБН В.2.5-28:2018 “Природне і штучне освітлення” нормованими значеннями освітлення для операторських приміщень є – 300 лк [25].

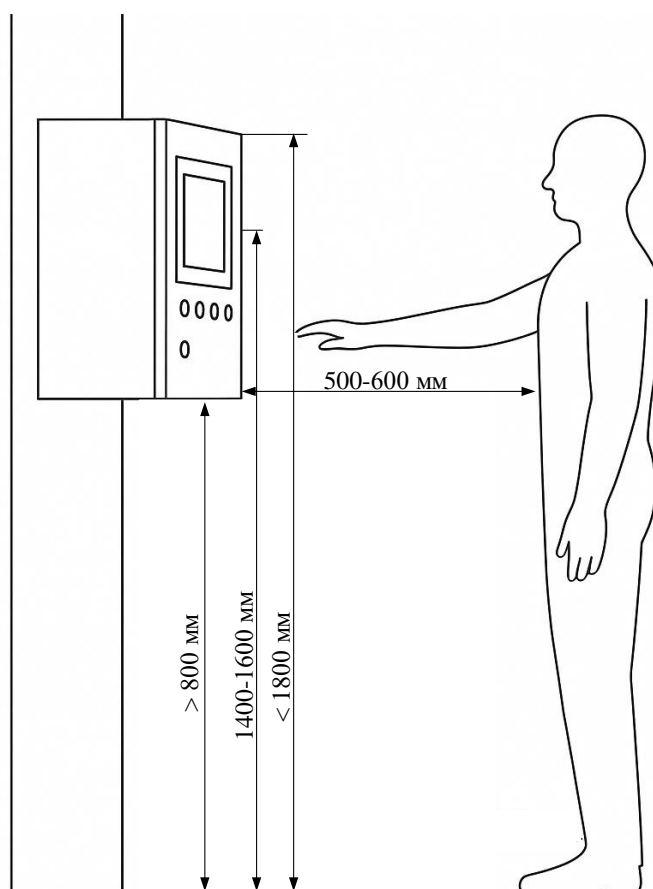


Рисунок 7.1 Схема ергономічних рішень для робочого місця оператора

7.1.7 Штучне освітлення та його розрахунок

Згідно ДБН В.2.5-28:2018 “Природне і штучне освітлення” нормованими значеннями освітлення для виробничих приміщень є 150 лк, а для операторських – 300 лк [25].

Для розрахунку штучного освітлення у “чистих” приміщень для виробництва лікарських засобів застосуємо метод використання світлового потоку. Він розраховується за формулою [26]:

$$F = \frac{E_H \cdot S_{\Pi} \cdot K \cdot Z}{\eta} \quad (7.1)$$

де

E_H – нормована освітленість, лк

S_{Π} – площа освітлювального приміщення, м²

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення (для люмінесцентних ламп $K=1.5$)

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (для люмінесцентних ламп $Z=1.1$)

η – коефіцієнт використання світлового потоку, який залежить від показника приміщення, коефіцієнт відбивання світла від стелі, стін, робочої поверхні та типу світильника.

Показник приміщення знаходжу за формулою [26] :

$$i = \frac{a \cdot b}{H_p \cdot (a+b)} \quad (7.2)$$

де

a і b – відповідно довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

Кількість ламп знаходжу за формулою [26]:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} \quad (7.3)$$

де

$F_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, лм;

Розрахунок для приміщення №243, №244 та №245

Згідно ДБН В.2.5-28:2018 нормою для виробничих приміщень є 150 лк.

Розміри приміщення 3м довжини та 3м ширини, висота – 2,5 м, стіни та стеля пофарбовані у білий колір, що забезпечує високий відсоток відбиття світла.

Показник приміщення розраховуємо згідно формули 7.2:

$$i = \frac{3 \cdot 3}{2.5 \cdot (3 + 3)} = 0.6$$

Використовуючи світлотехнічну таблицю знаходжу значення коефіцієнту використання світлового потоку для світильника ЛМО01 $\eta = 31\%$.

Далі розраховую значення сумарного світлового потоку згідно формули 7.1:

$$F = \frac{150 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1.75 \cdot 1.15}{0.31} = 8490 \text{ лм}$$

Розраховую кількість ламп згідно формули 7.3, якщо одна люмінесцентна лампа типу ЛД потужністю 40 Вт створює світловий потік 2500 лм:

$$N = \frac{8490}{2500} = 3.4 = 4 \text{ лампи}$$

У світильнику ЛМО01 розміщується 2 лампи, отже необхідно 2 світильники даного типу.

Приміщення №243, №244 та №245 є рівними за розмірами, висотою та іншими параметрами. Отже для правильного штучного освітлення для приміщень №243, №244 та №245 необхідно 2 світильники типу ЛМО01.

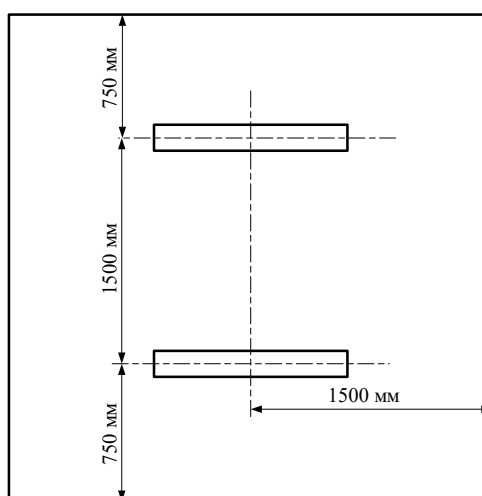


Рисунок 7.2 Розміщення світильників в приміщеннях №243, №244, №245

Розрахунок для приміщення №228

Розміри приміщення 5м довжини та 6м ширини, висота – 2,5 м, стіни та стеля пофарбовані у білий колір, що забезпечує високий відсоток відбиття світла.

Показник приміщення розраховуємо згідно формули 7.2:

$$i = \frac{5 \cdot 6}{2.5 \cdot (5 + 6)} = 1.1$$

Використовуючи світлотехнічну таблицю знаходжу значення коефіцієнту використання світлового потоку для світильника ЛМО01 $\eta = 48 \%$.

Далі розраховую значення сумарного світлового потоку згідно формули 7.1:

$$F = \frac{150 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 1.75 \cdot 1.15}{0.48} = 18867 \text{ лм}$$

Розраховую кількість ламп згідно формули 7.3, якщо одна люмінесцентна лампа типу ЛД потужністю 40 Вт створює світловий потік 2500 лм:

$$N = \frac{18867}{2500} = 7.5 = 8 \text{ лам}$$

У світильнику ЛМО01 розміщується 2 лампи, отже необхідно 4 світильники даного типу.

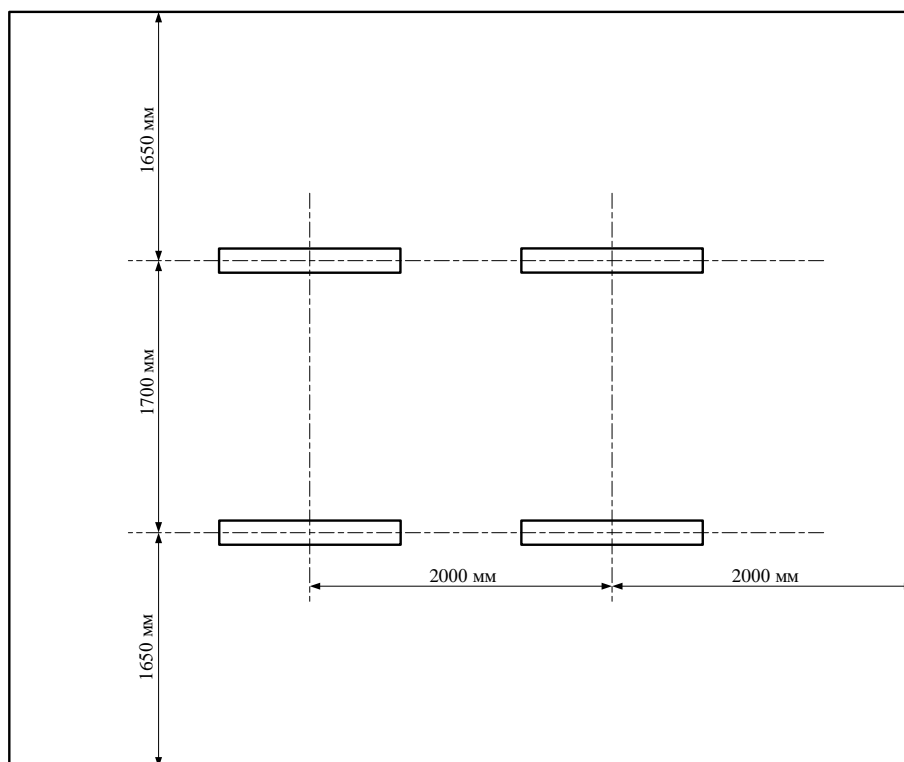


Рисунок 7.3 Розміщення світильників в приміщенні №228

Розрахунок для приміщення №228

Розміри приміщення 4м довжини та 7м ширини, висота – 2,5 м, стіни та стеля пофарбовані у білий колір, що забезпечує високий відсоток відбиття світла.

Показник приміщення розрахуємо згідно формули 7.2:

$$i = \frac{4 \cdot 7}{2.5 \cdot (4 + 7)} = 1$$

Використовуючи світлотехнічну таблицю знаходжу значення коефіцієнту використання світлового потоку для світильника ЛМО01 $\eta = 46 \%$.

Далі розраховую значення сумарного світлового потоку згідно формули 7.1:

$$F = \frac{150 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 1.75 \cdot 1.15}{0.46} = 8490 \text{ лм}$$

Розраховую кількість ламп згідно формули 7.3, якщо одна люмінесцентна лампа типу ЛД потужністю 40 Вт створює світловий потік 2500 лм:

$$N = \frac{18375}{2500} = 7.4 = 8 \text{ ламп}$$

У світильнику ЛМО01 розміщується 2 лампи, отже необхідно 4 світильники даного типу.

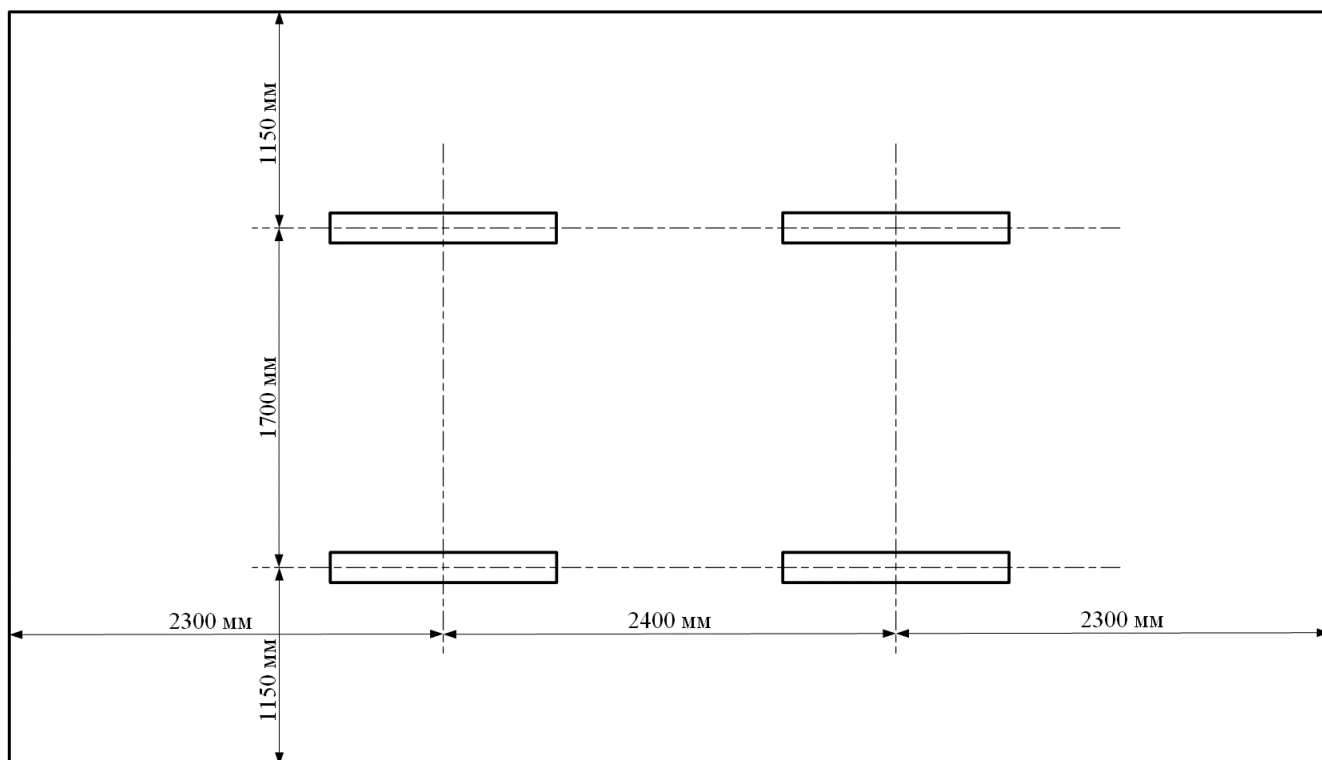


Рисунок 7.4 Розміщення світильників в приміщенні №229

Розрахунок для робочого місця оператора

Розміри приміщення 4м довжини та 3м ширини, висота – 2,5 м, стіни та стеля пофарбовані у білий колір, що забезпечує високий відсоток відбиття світла.

Показник приміщення розраховуємо згідно формули 7.2:

$$i = \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot (4 + 3)} = 1.5$$

Використовуючи світлотехнічну таблицю знаходжу значення коефіцієнту використання світлового потоку для світильника ЛМО01 $\eta = 55 \%$.

Далі розраховую значення сумарного світлового потоку за формулою 7.1:

$$F = \frac{300 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 1.75 \cdot 1.15}{0.55} = 11500 \text{ лм}$$

Розраховую кількість ламп згідно формули 7.3, якщо одна люмінесцентна лампа типу ЛД потужністю 40 Вт створює світловий потік 2500 лм:

$$N = \frac{11500}{2500} = 4.6 = 5$$

У світильнику ЛМО01 розміщується 2 лампи, отже необхідно 3 світильники даного типу.

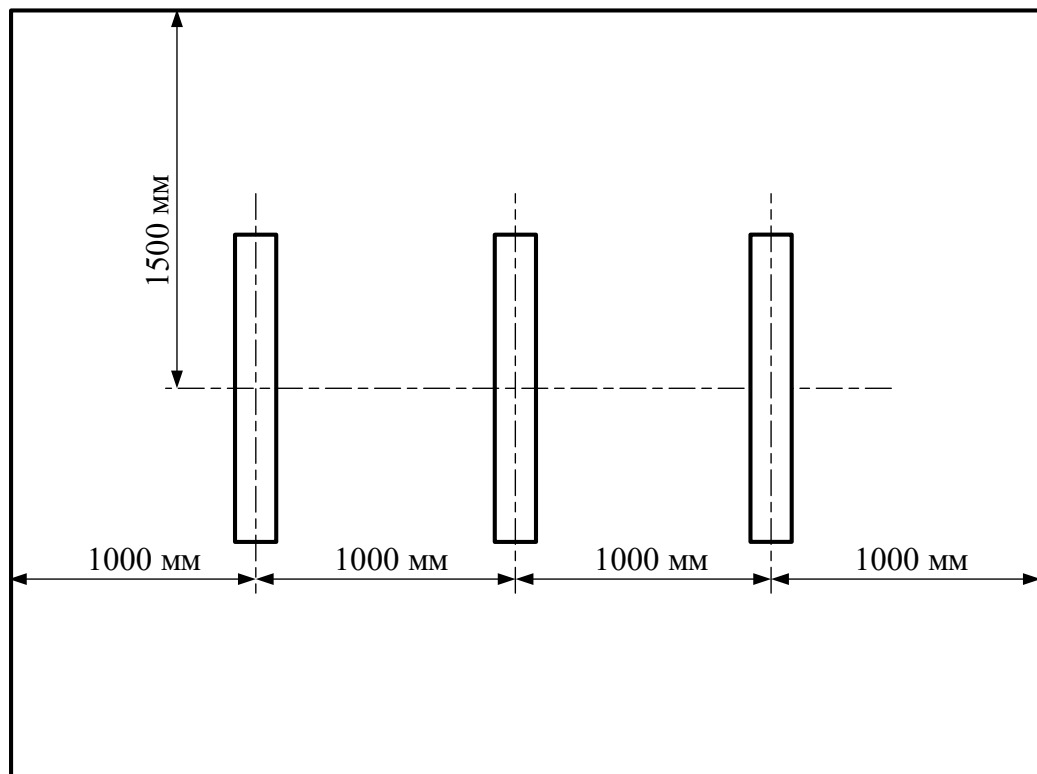


Рисунок 7.5 Розміщення світильників на робочому місці оператора

7.3 Пожежна безпека

7.3.1 Загальні положення

У фармацевтичному виробництві питання пожежної безпеки є надзвичайно важливим. Особливості технологічного процесу, а саме: використання спиртовмістких речовин, легкозаймистих хімічних реагентів, а також велика кількість електричного обладнання створюють великий ризик виникнення пожежі. Тому забезпечення пожежної безпеки у виробництві лікарських засобів є однією з пріоритетних задач системи охорони праці.

Організація пожежної безпеки здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України, зокрема:

- Кодексу цивільного захисту України;
- ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів";
- Правил пожежної безпеки в Україні;

У фармацевтичних підприємствах повинні бути затверджені і впроваджені інструкції з пожежної безпеки, схеми евакуації, а також здійснювати регулярні протипожежні тренування і навчання персоналу.

Фармацевтичні дільниці за ступенем пожежної небезпеки належать до вибухопожежонебезпечних або пожежонебезпечних. Особливо небезпечними є приміщенням, де зберігається і використовується етиловий спирт, ацетон, ефіру, а також інші органічні розчинники. Дані речовини мають низьку температуру спалаху і здатні швидко створювати вибухонебезпечні пари в повітрі.

У таких зонах мають бути передбачені:

- вибухозахищене електрообладнання;
- системи вентиляції з відсмоктуванням парів;
- давачі контролю газового середовища;
- відповідні вогнезахисні покриття конструкцій;

7.3.2 Заходи для підвищення протипожежного захисту

Фармацевтичні виробництва повинні бути обладнані сучасними системами пожежогасіння та виявлення пожеж. Автоматична пожежна сигналізація повинна встановлюватися у всіх технологічних приміщеннях, складах, лабораторіях.

На кожній ділянці виробництва мають бути передбачені:

- вогнегасники (порошкові, вуглекислотні);
- пожежні крани і рукави;
- протипожежні щити з інвентарем (лопати, багри, відра тощо).

Вогнегасники повинні розміщуватися на видимих і легкодоступних місцях, проходити щорічну перевірку та технічне обслуговування. Відстань до найближчого засобу гасіння від робочого місця не повинна перевищувати 20 метрів [27].

Забезпечення ефективної евакуації персоналу є ключовим елементом пожежної безпеки. Евакуаційні шляхи та виходи мають бути:

- постійно вільними від сторонніх предметів;
- чітко промаркованими (знак "Вихід", стрілки напрямку руху);
- обладнаними аварійним освітленням.

Ширина евакуаційних проходів — не менше 1,2 м. Проведення навчальних евакуаційних тренувань є обов'язковим не рідше одного разу на рік [27].

Підготовка працівників до надзвичайних ситуацій, є дуже важливою, тому керівництво підприємства зобов'язане організувати:

- інструктажі з пожежної безпеки (первинний, повторний, позаплановий);
- тематичні навчання та семінари;
- ведення журналів реєстрації інструктажів і перевірок.

Висновок: в цьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи розглянуті основні положення з охорони праці, визначені джерела шкідливого впливу на організм людини та запропоновані шляхи для їх усунення. Також було розглянуто ергономічні рішення стосовно робочого місця оператора та розраховане штучне освітлення.

РОЗДІЛ 8

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИМ РЕЖИМОМ

Основними завданнями автоматизації є не тільки заміщення людської праці, а й підвищення ефективності та економічної вигоди від виробництва. Через низьку диспетчеризацію та відсутність автоматизованих систем керування, виробництва втрачали велику частину прибутку через порушення технології виготовлення, пакування чи зберігання продукції.

З розвитком технологій у світі, сфера автоматизації також розвивалася, тому з настанням Індустрії 4.0 (Четвертої промислової революції) введення сучасних систем керування процесом стало невід'ємною частиною функціонування будь-якого виробництва

Впровадження системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів є не тільки вимушеної мірою, а й економічно вигідним процесом, оскільки:

1. Основною метою впровадження системи керування є відповідність до нових вимог Міністерства Охорони Здоров'я, для успішного продовження можливості виробництва лікарських засобів. У випадку невідповідності, підприємство не могло б продовжувати випуск продукції, що привело б до простою обладнання та великих фінансових втрат.

2. Зменшення втрат продукції на етапі виробництва. Оскільки виробництво ліків є процесом при якому повинні підтримуватися чіткі параметри, у випадку порушення яких - вся продукція бракується, то впровадження системи зменшує можливість виникнення нештатних ситуацій, чим знижує втрати виробництва

3. Оптимізація режимів роботи вентиляційної системи. Система дозволяє з панелі оператора змінювати значення основного технологічного параметру – перепаду тиску між приміщеннями, що в свою чергу знижує витрати на систему вентиляції.

4. Підвищення якості обслуговування. Автоматизація покращує точність та швидкість реакції на сигнали оператора, забезпечуючи надійність та ефективність системи.

Завдяки цим факторам впровадження нової системи керування газодинамічним режимом може знизити витрати на енергію, обслуговування та ремонт, що робить його економічно вигідним рішенням.

Для розрахунку витрат на впровадження спроектованої системи керування складаємо кошторис на придбання, транспортування, монтаж контрольно-вимірювальних приладів та амортизаційні витрати на утримання системи в процесі її функціонування.

8.1 Розрахунок і обґрунтування витрат на здійснення заходів з автоматизації

Кінцева вартість системи автоматизації складається з витрат на матеріали, основну і додаткову заробітню плату, накладні витрати та інші непередбачувані витрати. Монтажні роботи можуть становити 45% від вартості технічних засобів. Транспортні витрати становлять 25% від вартості ТЗА.

Кошторис витрат на технічні засоби автоматизації наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Кошторис на технічні засоби автоматизації

№	Назва приладу	Тип приладу	К-ть	Вартість одного приладу, грн.	Загальна вартість приладів, грн.
1	2	3	4	5	6
1	Мікроконтролер	Vision V570-E4XB	1	32 899.00	32 899.00
2	Давач перепаду тиску	DWYER 605-50	4	39 860.00	159 440.00
3	Електропривід заслінки	Belimo LMQ24A-SR	4	12 537.50	50 150.00
4	Електромагнітний замок	Trinix TML-500LED	4	2 262.00	9 048.00
5	Кнопка запиту на відкриття дверей	Tyto BM-01-NO/NC	8	261.00	2 088.00

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4	5	6
6	Давач положення дверей	Trinix CMK 3-44	4	87.00	348.00
7	Сигнальна лампа	Schneider XB7EV03BP	8	281.00	2 248.00
8	Кнопка аварійної зупинки	Schneider XB5AS8445	5	682.00	3 410.00
9	Зумер та кронштейн	Schneider XVUZ100T	4	1 231.00	4 924.00
10	Вставне реле	PC REL-MR-24DC/21-21/MS	6	184.00	1 104.00
11	Базовий модуль для реле	PC RIF-1-BPT / 2X21	6	199.00	1194.00
12	Базовий модуль під запобіжники	PC PT 4-HESILED 24 (5X20)	6	303.50	1 821.00
13	Блок живлення 24VDC	PC TRIO-PS-2G/1AC/24DC/10	1	7 333.00	7 333.00
Всього					276 007.00

Вартість монтажних робіт становить:

$$276\ 007 * 0.45 = 124\ 203.50 \text{ грн.}$$

Транспортні витрати становлять:

$$276\ 007 * 0.25 = 69\ 001.75 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис на впровадження системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів наведений в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2

Кошторис на впровадження системи керування

№ п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Кошторис на ТЗА	276 007.00
2	Монтажні та пусконаладжувальні роботи	124 203.50
3	Транспортні витрати	69 001.75
Всього		469 239.25

8.2 Розрахунок і обґрунтування щорічних витрат на утримання системи керування

Амортизаційні витрати є одним з показників для відображення зниження вартості приладів протягом їх корисного терміну використання. Причиною цього є фізичне зношення та старіння обладнання.

У випадку системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень, амортизаційні витрати можуть охоплювати не лише вартість придбання, але й обслуговування та планової перевірки різних приладів. Застосування амортизаційних витрат дозволяє розподіляти витрати на певний період часу, що відображає реальне зношення та зниження вартості приладів. Це допомагає врахувати витрати на систему протягом тривалого періоду і забезпечує більш точну фінансову оцінку її ефективності.

Відрахування на амортизацію визначаємо згідно кошторисної вартості усього проекту та норм амортизації. Норми амортизації складають 40% від загальної вартості.

Амортизаційні витрати:

$$469\,239.25 * 0.4 = 117\,309.81 \text{ грн/рік}$$

Усі складові системи живляться від щита керування напругою 24 В постійного струму, отже єдиним джерелом використання електроенергії в системі керування газодинамічним режимом є блок живлення, який перетворює 230 В змінного струму в 24 В постійного струму. Згідно його технічних характеристик, при входній напрузі 230 В змінного струму він споживає 1.4 А [17].

Виробництво ліків є неперервним процесом, та відбувається цілодобового та без вихідних. Отже, електроспоживання системи складатиме:

$$230 * 1.4 = 300 \text{ Вт/год}$$

$$300 * 24 = 7\,200 \text{ Вт/добу} = 7.2 \text{ кВт/добу}$$

$$7.2 * 365 = 2\,628 \text{ кВт/рік}$$

Станом на 2025 рік вартість 1 кВт/год становить 4.32 грн.

Річні витрати на електроенергію системи становить:

$$2\,628 * 4.32 = 11\,116.44 \text{ грн/рік}$$

Впровадження системи керування газодинамічним режимом не вимагає додаткового збільшення обслуговуючого персоналу.

Загальні щорічні витрати на утримання системи керування наведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3

Щорічні витрати на утримання системи керування

№ п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Амортизаційні витрати	117 309.81
2	Витрати на електроенергію	11 116.44
Всього		128 426.25

Висновок: в ході виконання восьмого розділу було розраховано кошторис на впровадження системи керування, до якого входять витрати на покупку технічних засобів автоматизації, монтажні і пусконаладжувальні роботи, транспортні витрати. Також було розраховано щорічні витрати, до яких входять витрати на електроенергію та амортизацію.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи розроблено систему керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень у виробництві лікарських засобів.

В першому розділі проведено аналіз технологічного процесу, сформовано технологічну карту та складено структурну схему взаємозв'язків параметрів об'єкту.

В другому розділі було проаналізовано фактори впливу та технологічний процес, обрано та обґрунтовано функціональні ознаки системи, а також розроблено функціональну схему автоматизації.

В третьому розділі здійснено підбір необхідних для реалізації системи технічних засобів автоматизації та контролера серії Vision V570 виробництва компанії Unitronics. Здійснено опис програмного середовища призначеного для програмування обраного мікроконтролера та сформовано специфікацію ТЗА.

В четвертому розділі на основі спрощеної функціональної схеми автоматизації описано та розроблено функціональну схему системи керування розгорнутим способом.

В п'ятому розділі розроблено алгоритми керування газодинамічним режимом, програма функціонування контролера та людино-машинний інтерфейс системи.

В шостому розділі розроблено принципову схему електричних з'єднань для системи керування газодинамічним режимом.

В сьомому розділі здійснено аналіз факторів шкідливого впливу на організм людини та запропоновано методи їх усунення.

В восьмому розділі проведено економічні розрахунки необхідні для реалізації системи керування газодинамічним режимом “чистих” приміщень.

Розроблена система керування готова до впровадження у виробничих приміщеннях фармацевтичних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020. “ЛІКАРСЬКІ ЗАСОБИ. Належна виробнича практика” [Чинний від 04.05.2020]. Вид. офіц. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2020. 356 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування". [Чинний від 01.01.2024]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 135с.
3. ДСТУ ISO 14644-1:2009 Чисті приміщення та пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 1. Класифікація чистоти повітря. [Чинний від 01.01.2012]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 10 с
4. Series 605 Magnehelic® Differential Pressure Indicating Transmitter. Електронний ресурс. URL: https://assets.dwyeromega.com/manuals-do/605_Instruction_Manual.pdf
5. Електропривод повітряної заслінки Belimo LMQ24A-SR. Електронний ресурс. URL: <https://belimo.com.ua/shop/privody-vozdushnyx-klapanov/electroprivod-uskorenyye/privody-bez-vstroennoj-vozvratnoj-pruzhiny-uskorenyye-lmq/electroprivod-vozdushnoj-zaslonki-belimo-lmq24a-sr/>
6. Електропривід повітряної заслінки Belimo LMQ24A-SR. Каталог. URL: https://belimo.com.ua/files/catalog_air/Q_act.pdf
7. Замок електромагнітний накладний Trinix TML-500LED 500kg. Інструкція до продукту. Електронний ресурс. URL: https://trinix.ua/wp-content/uploads/trinix_tml-500led-ua.pdf
8. Механічна кнопка виходу врізна ВМ-01-NO/NC (корпус метал). Електронний ресурс. URL: <https://tyto.ua/catalog/exit-buttons/130.html>
9. Давач відчинення магнітоконтатний врізний Trinix СМК 3-44 Brown у металеві поверхні. Електронний ресурс. URL: <https://trinix.ua/product/magnitokontakt-vriznyj-smk-3-44-brown-metal/>

10. СВІТЛОДІОД СИГНАЛЬНИЙ 24В. Паспорт продукту. Електронний ресурс. URL: https://www.se.com/ua/uk/product/download-pdf/XB7EV03BP?filename=Schneider+Electric_Harmony-XB7_XB7EV03BP.pdf

11. ВИМИКАЧ КНОПКОВИЙ АВАРІЙНОГО ЗУПИНУ,230В. Паспорт продукту. Електронний ресурс: URL: https://www.se.com/ua/uk/product/download-pdf/XB7NT844?filename=Schneider+Electric_Harmony-XB7_XB7NT844.pdf

12. HARMONY XVU, ЗВУКОВИЙ ЕЛЕМЕНТ, ЧОРНИЙ, 60 ММ, ЗУМЕР, 24 В АС/DC. Паспорт продукту. Електронний ресурс. URL: https://www.se.com/ua/uk/product/download-pdf/XVUC9S?filename=Schneider+Electric_Harmony-XVU_XVUC9S.pdf

13. МОНТАЖНИЙ КРОНШТЕЙН ДЛЯ СВІТЛОВОЇ КОЛОНИ XVU. Паспорт продукту. Електронний ресурс. URL: https://www.se.com/ua/uk/product/download-pdf/XVUZ100T?filename=Schneider+Electric_Harmony-XVU_XVUZ100T.pdf

14. Вставне реле Phoenix Contact REL-MR- 24DC/21-21/MS. Електронний ресурс. URL: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/single-relay-rel-mr-24dc-21-21-ms-2987943>

15. Базовий модуль для реле Phoenix Contact RIF-1-BPT/2X21. Електронний ресурс. URL: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/relay-base-rif-1-bpt-2x21-2900931>

16. Модуль для запобіжників Phoenix Contact PT 4-HESILED 24 (5X20). Електронний ресурс. URL: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/fuse-modular-terminal-block-pt-4-hesiled-24-5x20-3211903>

17. Джерело живлення Phoenix Contact TRIO-PS-2G/1AC/24DC/10. Електронний ресурс. URL: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/power-supply-unit-trio-ps-2g-1ac-24dc-10-2903149>

18. Vision 570™ 5.7" – Touchscreen PLC & HMI. Електронний ресурс. URL:<https://www.i4automation.co.uk/product/unitronics-vision-570>

19. V200-18-E4XB Snap-in I/O Module. Електронний ресурс. URL: <https://i4automation.co.uk/wp-content/uploads/2020/07/Vision-V200-18-E4XB-Install-Tech.pdf>

20. Інформаційні матеріали лекційного заняття №7 з дисципліни: “Мікропроцесорні програмні засоби автоматизації”. Електронний навчально-методичний комплекс віртуального навчального середовища НУ “Львівська Політехніка”. URL: <https://vns.lpnu.ua/mod/resource/view.php?id=690770>

21. Інформаційні матеріали лекційного заняття №2 з дисципліни: “Мікропроцесорні програмні засоби автоматизації”. Електронний навчально-методичний комплекс віртуального навчального середовища НУ “Львівська Політехніка”. URL: <https://vns.lpnu.ua/mod/resource/view.php?id=679381>

22. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень від 01.12.1999. [Чинний від 01.12.1999]. Наказ №42 Міністерства охорони здоров'я. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>

23. ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”. [Чинний від 01.12.1999]. Наказ № 37 Міністерства охорони здоров'я. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>

24. ДСН 3.3.6.039-99 “Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”. [Чинний від 01.12.1999]. Наказ № 39 Міністерства охорони здоров'я України. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>

25. ДБН В.2.5-28:2018: Природне і штучне освітлення. [Чинний від 01.03.2019]. Вид. офіц. Київ: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2019. 137с.

26. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” для студентів інституту енергетики та систем керування / Уклад: Ю. В. Кіт. Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2024, 19 с. URL: <https://vns.lpnu.ua/mod/folder/view.php?id=747875>

27. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. [Чинний від 01.07.2015]. Вид. офіц. Київ: ВГО «Український союз пожежної та техногенної безпеки», 2015. 132с.