

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розробка системи збору даних та управління нафтовими
резервуарами на базі контролера SIMATIC S7-300»

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи КАм-61
спеціальності 151 «Автоматизація

та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

Довгань П.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
(підпис) Трембач Р.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) Козбур В.Р.
(прізвище та ініціали)

Завідувач
кафедри
(підпис) Савків В.Б.
(прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) Левицький В.В.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » 2023р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Довгань Павло Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи збору даних та управління нафтовими резервуарами на базі контролера SIMATIC S7-300»

Керівник роботи к.т.н., доцент Трембач Р.Б.

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

Затверджені наказом ректора від «23» листопада 2023 року № 4/7-1091.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Технологічні параметри нафтового резервуарного парку

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1) аналітична частина; 2) науково – дослідна частина; 3) технологічна частина; 4) конструкторська частина; 5) спеціальна частина; 6) охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Презентація кваліфікаційної роботи 12 аркушів формату А4

АНОТАЦІЯ

Мета роботи – дослідження, розробка та організація апаратно-програмних засобів системи збору даних та управління нафтовими резервуарами на основі радарної та ультразвукової технологій вимірювання.

Мета досліджень – автоматизація, покращення характеристик та надійності системи збору даних та управління нафтовими резервуарами.

Розроблено програмне забезпечення управління нафтовими резервуарами з допомогою якого можна швидко і надійно проводити контроль нафтових резервуарів.

Здійснено аналіз програми STEP 7, яка використовувалась для побудови автоматизованої системи управління нафтовими резервуарами.

Описано алгоритм створення і функціонування системи та основні етапи створення проекту в STEP 7.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Методи обробки програми	9
1.2 SIMATIC-менеджер	11
1.3 Організаційні блоки SIMATIC S7	13
1.4 Загальна характеристика змінних STEP 7	17
1.5 Огляд типів даних	20
1.6 Загальні принципи програмування з допомогою LAD	25
2 НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	29
2.1 Визначення задач автоматизованого управління резервуарними парками.	29
2.2 Обґрунтування вибору контролерів фірми Siemens	30
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	34
3.1 Діагностика технологічного процесу	34
3.2 Призначення SIMATIC S7-300	35
3.3 Характеристики перетворювачів рівня на основі ультразвукової технології вимірювання	36
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	44
4.1 Структура та організація автоматизованої системи управління резервуарними парками	44
4.2 Конфігурування та параметризація апаратно-програмних засобів	45
4.3 Створення та налагодження проекту в STEP 7	49
4.4 Організація та налагодження протоколу зв'язку PROFIBUS DP	60
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	63
5.1 Розрахунок надійності програмного забезпечення	63

6 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ОХОРОНА ПРАЦІ	68
6.1 Охорона праці	68
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	79
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

CPU	Central processing unit
PC	Personal Computer
OB	Organization block
FB	Function block
FC	Functions
DB	Block of data
STL	Statement list
LAD	Ladder logic
FBD	Function block diagram
CF	Communication Foundation
EDD	Electronic Device Description
PLC	Programmable Logic Controller
SM	Signal module
FM	Functional module
CP	Communication processor
SFC	System function
SDB	System block of data
ПЛК	Програмований логічний контроллер
ПЗ	Програмне забезпечення
ККД	Коефіцієнт корисної дії
ЕОМ	Електронно обчислювальна машина
ОП	Операторне приміщення

ВСТУП

Сучасний стан розвитку систем автоматизації характеризується широким впровадженням мікропроцесорних засобів автоматизації: інтелектуальних датчиків, пристроїв керування, функціональних блоків, засобів відображення інформації, операторних панелей і ін.

Особливе місце в цьому переліку займають промислові мікропроцесорні контролери. Розпочавши свою історію на початку 70-х років ХХ століття, вони за короткий термін часу завоювали широку популярність серед спеціалістів в галузі автоматизації. Це пояснюється високою надійністю, відносною простотою програмування та експлуатації, розширенням функціональних можливостей систем керування. Вони стали основою впровадження нового покоління систем автоматизації – комп'ютерно-інтегрованих систем керування.

Нині в Україні пропонується велика кількість різноманітних промислових контролерів як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Великою популярністю на вітчизняних підприємствах користуються контролери фірми Siemens – SIMATIC S7-300.

SIMATIC S7-300 – це модульний програмований контролер, призначений для побудови систем автоматизації низького і середнього ступеня складності.

Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур локального і розподіленого вводу-виводу, широкі комунікаційні можливості, безліч функцій, підтримуваних на рівні операційної системи, зручність експлуатації і обслуговування забезпечують можливість отримання рентабельних рішень для побудови систем автоматичного управління в різних областях промислового виробництва.

Ефективному застосуванню контролерів сприяє можливість використання декількох типів центральних процесорів різної

продуктивності, наявність широкої гамми модулів вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів, функціональних модулів і комунікаційних процесорів.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка програмного забезпечення для управління нафтовими резервуарами на базі програмованого логічного контролера S7 – 300 в Simatic STEP – 7

При автоматизації даного процесу відбувається загальне покращення системи, зникає необхідність постійного втручання людини в роботу системи. Зростає надійність та швидкість технологічного процесу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Методи обробки програми

Загалом програмне забезпечення центрального процесора складається з операційної системи та програм користувача.

Операційна система - це набір інструкцій та інструкцій, які керують усіма системними ресурсами та процесами, які використовують ці ресурси. Він включає такі функції, як резервне копіювання даних у разі збою живлення, активація пріоритетних класів тощо. Операційна система є компонентом центрального процесора, і користувач не має права запису. Однак його можна перезавантажити з карти пам'яті, якщо, наприклад, оновити програму.

Визначена користувачем програма може складатися з частин програми, які обробляються центральним процесором у відповідь на певні події. Такими подіями можуть бути запуск системи автоматизації, переривання та виявлення програмних помилок (рис. 1.1). Програми, призначені для обробки подій, поділяються на класи пріоритетів, які визначають порядок, у якому програма обробляється, коли відбувається кілька подій.

Програма з низьким пріоритетом - це основна програма, що виконується на ЦП. Подія може перервати основну програму в будь-який момент, після чого центральний процесор виконує службову програму або відладчик, пов'язаний з перериванням, і повертає управління головній програмі [1].

Кожному заходу відповідає особливий організаційний блок (organization block – ОВ). Організаційні блоки в програмах користувача реалізують механізми класифікації пріоритетів. Коли відбувається подія, центральний процесор активує певний організаційний підрозділ. Блок сутності є частиною визначеної користувачем програми.

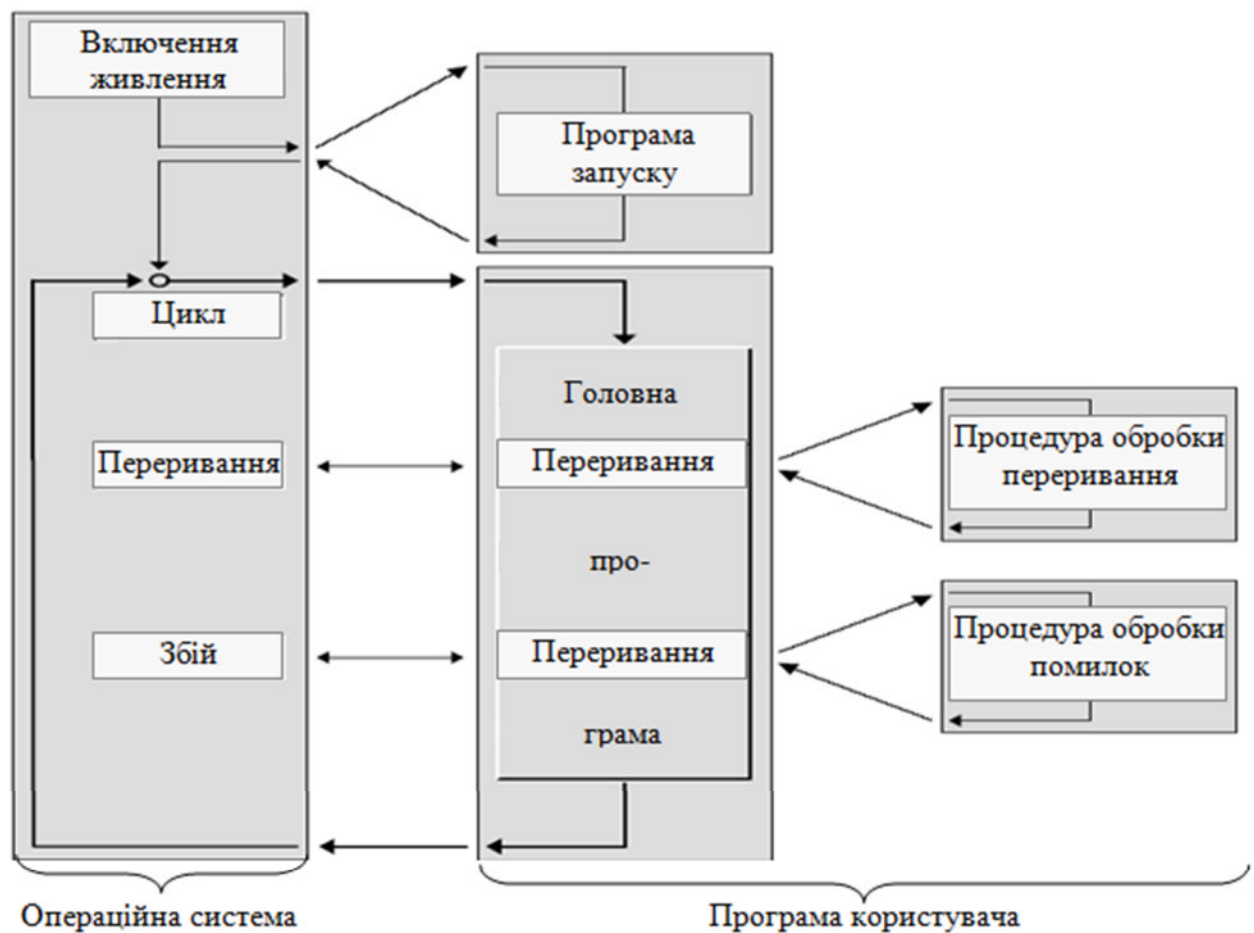


Рисунок 1.1 – Методи обробки програми

Перед обробкою основної програми центральний процесор виконує програму ініціалізації. Цю програму можна виконати шляхом увімкнення живлення, перемикачання перемикача режимів на передній панелі процесора або використання пристрою програмування. Обробка програми в системі S7-300 завжди починається з початку основної програми.

Основна програма знаходиться в організаційному підрозділі ОВ 1, який завжди обробляється центральним процесором. Початок програми користувача такий самий, як і перший сегмент ОВ 1. Після завершення ОВ 1 ЦП повертає керування операційній системі та викликає різні функції операційної системи, наприклад оновлення стану процесу, де ЦП знову викликає ОВ 1.

Подіями, які можуть заважати роботі програми, є переривання та помилки. Джерелом переривання може бути процес або воно може надходити від центрального процесора. З точки зору помилок, розрізняють синхронні та

асинхронні помилки. Асинхронна помилка - це помилка, яка не залежить від виконання програми, наприклад, збій живлення або заміна модуля в пристрої розширення. Під час виконання програми виникає синхронна помилка.

Це включає, наприклад, відсутність адресних посилань або помилки перетворення типів даних. Тип і кількість зареєстрованих подій і пов'язані з ними організаційні блоки визначаються ЦП; Не кожен ЦП здатний обробити всі можливі події STEP 7.

1.2 SIMATIC-менеджер

Система автоматизації SIMATIC об'єднує всі підсистеми, що використовуються для вирішення завдань автоматизації від польового рівня до управління процесом в рамках єдиної архітектури системи. Усі потреби в автоматизації процесів і виробництва задовольняє програмований контролер S7-300 - модульний розширюваний контролер, розроблений для використання в системах з мінімальними вимогами та високопродуктивних системах.

STEP 7 — прикладне програмне забезпечення для систем SIMATIC. У програмному продукті для структурного (блокового) програмування STEP 7 використовуються такі мови програмування: до них відносяться STL (список операторів - список операторів або список мнемонік), LAD (ступінчаста логіка або сходові діаграми - контактний план; аналогічне представлення), релейні логічні схеми, багаторівневі діаграми, пакети FBD (схема функціональних блоків) і SCL (структурована мова керування) [2].

Інструмент SIMATIC Manager є основним інструментом для STEP 7. При першому запуску з'явиться вікно «Майстер проекту» (рис. 1.2).

Програмування починається з відкриття або створення проекту. Коли проект відкритий, з'являється розділене вікно - зліва структура відкритого проекту (ієрархія об'єктів), а справа - виділений об'єкт. У лівому вікні натисніть на квадратик зі знаком «плюс», щоб відобразити додаткові рівні конструкції;

Вибір об'єкта в лівій частині вікна призведе до відображення його вмісту в правій частині вікна.

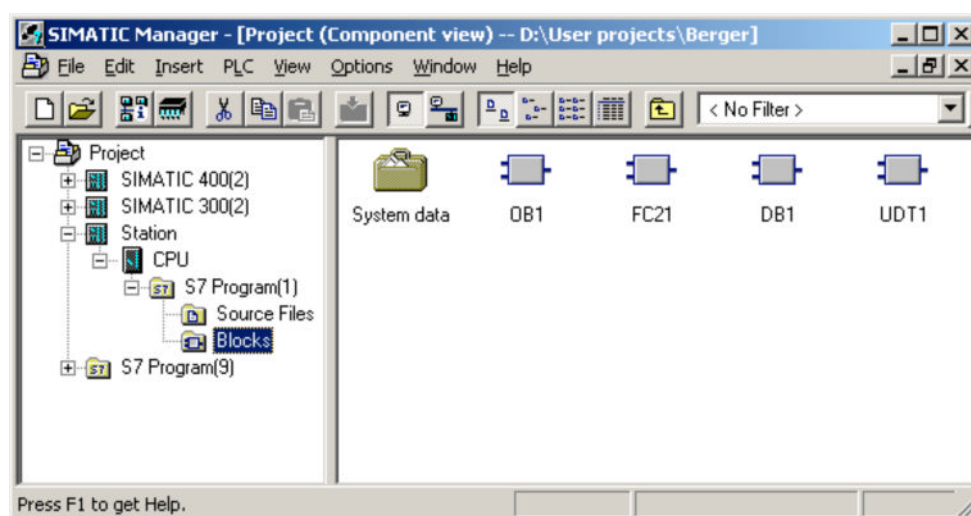


Рисунок 1.2 – Приклад вікна SIMATIC-менеджера

Об'єкти STEP 7 з'єднані за допомогою деревовидної структури. На рисунку 1.3 показана найважливіша частина (або «головна гілка») деревовидної структури. Вибрані об'єкти є контейнерами для інших об'єктів. Це об'єкти на жорсткому диску пристрою програмування. Якщо пристрій програмування підключено до центрального процесора, ви можете перейти в інтерактивний режим перегляду, вибравши пункт меню «Перегляд → Онлайн».

Структура	Об'єкт	Опис
Проект	Контейнер для всіх об'єктів проекту	
MPI [PTP, PROFIBUS, Ethernet]	Підмережа	Містить установки мережних параметрів для підмережі
Станція SIMATIC 300	Контейнер для всіх об'єктів станції	
Апаратура	Конфігураційна таблиця	Містить конфігураційні дані для станції і параметри для модулів
CPU xxx	Контейнер для всіх об'єктів CPU	

Рисунок 1.3 – Ієрархія об'єктів проекту STEP 7

Продовження рисунку 1.3.

З'єднання	Таблиця з'єднань	Містить визначення комунікаційних з'єднань між вузлами мережі
Програма S 7	Контейнер для всіх об'єктів програми користувача	
Символи	Таблиця символів	Містить призначення символів (імен) абсолютним адресам глобальних даних з'єднань між вузлами мережі
Початок	Контейнер для всіх об'єктів програмних виходів	
Початкові файли	Початкові програми	Містить початкові дані для програм користувача (наприклад STL-програму)
Блоки	Контейнер для всіх скомпільованих об'єктів програми користувача	
OB n	Організаційні блоки	Містить відкомпільований код і данні програми користувача
FB n	Функціональні блоки	
FC n	Функції	
DB n	Блоки даних	
SFC n	Системні функції	Містить інтерфейс викликів для системних функцій
SFB n	Системні функціон. блоки	
Системні дані	Блоки системних даних	Містить відкомпільовані дані для конфігураційної таблиці
UDT n	Типи даних	Містить визначенні користувачем типи даних
VAT n	Таблиця змінних	Містить змінні для моніторингу і модифікації
Програма S 7	Контейнер для програми користувача, не назначеного ні одному CPU	

1.3 Організаційні блоки SIMATIC S7

1.3.1 Загальний опис організаційних блоків SIMATIC S7

У таблиці 1.1 перераховані доступні організаційні одиниці SIMATIC S7 з їх пріоритетами. У деяких класах пріоритетів можна змінити набір пріоритетів під час визначення параметрів ЦП. У таблиці показано найнижчий і найвищий можливі класи пріоритету; Кожен ЦП має свої верхній і нижній пріоритети.

Організаційний блок ОВ 90 (фонова обробка) може бути виконаний замість ОВ 1 і може бути перерваний будь-яким перериванням або помилкою, як ОВ 1.

Процедуру ініціювання можна розмістити в організаційному підрозділі ОВ 100, ОВ 101; воно має пріоритет 27. Асинхронна помилка ініціалізації має пріоритет 28. Діагностичне переривання розглядається як асинхронна помилка.

Який із доступних класів пріоритету використовувати, визначається під час визначення параметрів ЦП. Невикористаним класам пріоритету слід призначити нульовий пріоритет. У всіх провідних класах запрограмовані відповідні організаційні блоки; інакше ЦП викликає ОВ 85 ("Помилка обробки програми") або переходить у стан STOP [2].

Для кожного вибраного класу пріоритету необхідно виділити достатню кількість пам'яті для тимчасових локальних даних (L-стек).

Щоб полегшити читання та розуміння програми, її можна розділити на будь-яку кількість частин. Мова програмування STEP 7 підтримує цю концепцію та забезпечує необхідні функції. Кожна частина програми повинна бути самостійною, технологічно та експлуатаційно обґрунтованою. Ці частини програми називаються «блоками». Блок — це частина програми, яка має власну функцію, структуру та задачу для вирішення.

Мова програмування STL надає різні типи блоків для різних завдань.

- Блоки користувача (user blocks) - блоки, що містять програми користувача та дані користувача.

- Системні блоки (системні блоки) - ці блоки містять системні програми та системні дані.

- Стандартні блоки (стандартні блоки) - це готові до використання (попередньо зібрані) блоки, такі як функціональні модулі (FM) і комунікаційні процесори (CP).

Таблиця 1.1 – Організаційні блоки SIMATIC S7

Організаційний блок	Викликається	Пріоритет	
		За умовчанням	Можливі зміни
ОВ 1 вільного циклу	Циклічно операційною системою	1	Нема
TOD- переривання ОВ 10... ОВ 17	За певного часу доби або через рівні проміжки часу (наприклад, щомісячно)	2	2...24
Переривання з затримкою часу ОВ 20... ОВ 23	Після закінчення запрограмованого часу, управляється з призначеної для користувача програми	3...6	2...24
Циклічні переривання ОВ 30... ОВ 38	Регулярно через запрограмовані інтервали часу	7...15	2...24
Переривання процесу ОВ 40... ОВ 47	По сигналу переривання від I/O-модуля (модуль входу/виходу)	16...23	2...24
Мультипроцесорне переривання ОВ 60	Призначеною для користувача програмою при виникненні події в мультипроцесорному режимі	25	Нема
Помилки резервування ОВ 70	В випадку втрати резервування через I/O – помилку	25	2...26
ОВ 72	В випадку помилки резервування CPU	28	2...28
ОВ 73	В випадку помилки резервування комунікацій	25	2...26
Асинхронні помилки ОВ 80	У разі помилок, не пов'язаних з виконанням програми	26	26
ОВ 81...ОВ 84,86,87	(наприклад, помилка часу – time error, збій стійки)	26	2...26
ОВ 85		26	24...26
Фонові обробка ОВ 90	Мінімальний час тривалості циклу ще не досягнутий	29	Нема
Підпрограма запуску ОВ 100, ОВ 101, ОВ 102	При запуску програмованого контролера	27	Нема
Синхронні помилки ОВ 121, ОВ 122	В випадку помилки пов'язаної з виконанням програми	Пріоритет ОВ, який викликав помилку	

1.3.2 Призначені для користувача блоки

Для великих і складних програм рекомендується «структурувати» (декомпонувати) програму шляхом виділення блоків. Залежно від програми ви можете використовувати різні типи блоків.

Блоки сутностей - ці блоки служать інтерфейсом між операційною системою та програмою користувача. Операційна система процесора викликає блоки сутностей, коли відбуваються певні події, наприклад апаратні переривання або переривання часу доби. Основна програма знаходиться в організаційному підрозділі ОБ 1. Іншим організаційним підрозділам призначається фіксований номер залежно від викликаної події.

Функціональні блоки - ці блоки є частинами програми, які можуть бути запрограмовані на виклик за допомогою параметрів блоку. Вони мають розділ пам'яті для змінних, розташованих у блоках даних.

Функції – використовуються для програмування повторюваних функцій автоматизації. Їм можна призначати параметри. Крім того, функції можуть мати інші вихідні параметри. Функції не зберігають інформацію та не мають блоків даних.

Блоки даних - ці блоки містять дані програми. При програмуванні блоків даних необхідно визначити формат зберігання даних (які блоки, в якому порядку, які типи даних використовуються). Блоки даних використовуються двома способами.

- 1) як глобальний блок даних
- 2) вибіркові блоки даних (зразкові блоки даних).

Глобальний блок даних — це програма, призначена для користувача, тому я говорю про «вільний» блок даних, а не про блок коду. Однак функціональний блок, призначений екземпляру даних блоку, зберігає частину локальних даних цього блоку [3].

1.3.3 Системні блоки

Системні блоки - це компоненти операційної системи. Вони можуть містити програми (системні функції, SFC) або дані (системні блоки даних, SDB). Системні блоки забезпечують доступ до важливих системних функцій, таких як керування внутрішніми таймерами ЦП або різними функціями зв'язку.

SFC та SFB можна викликати, але їх не можна змінювати або програмувати незалежно. Самі блоки не займають місця в пам'яті користувача; лише блокові виклики та блоки даних для випадків SFB розташовані в пам'яті користувача.

Блоки SDB містять інформацію про налаштування системи автоматизації або параметри модуля. Система STEP 7 сама створює ці блоки та керує ними. Однак їх вміст можна визначити, наприклад, під час налаштування станцій. За замовчуванням блоки SDB розташовані в пам'яті завантаження. До них неможливо отримати доступ із спеціальних програм.

1.4 Загальна характеристика змінних STEP 7

1.4.1 Адресація змінних

Змінна — це значення в певному форматі (рис. 1.4). Проста змінна складається з адреси (наприклад, вхід 5.2, де 5 — байт, а 2 — кількість бітів). Ви також можете отримати доступ до адреси або змінної символічно, присвоївши назву (символ) адресі в таблиці символів.

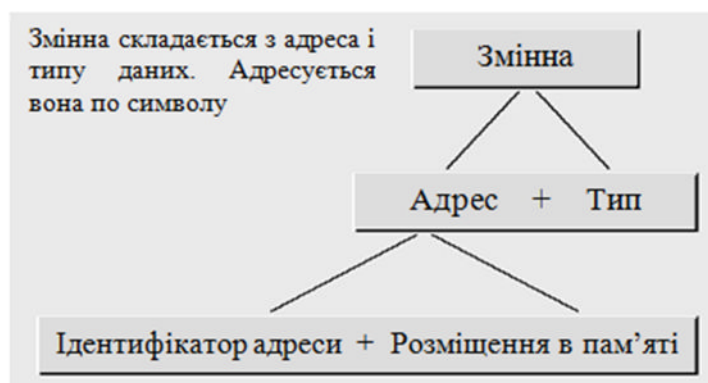


Рисунок 1.4 – Структура змінної

Змінні, оголошені всередині блоку, називаються локальними змінними. Це включає параметри блоку, статичні та тимчасові локальні дані та навіть адреси даних у глобальних блоках даних. До цих змінних можна отримати доступ як до операндів, якщо вони є простими змінними типу даних [4].

Якщо змінні складних типів даних містять компоненти простих типів даних, ці компоненти можна розглядати як окремі змінні.

Константи використовуються для присвоєння фіксованих значень змінним. Константи мають спеціальні префікси залежно від типу даних.

При адресації змінних можна вибрати один із двох методів: абсолютну адресацію та символну адресацію. Абсолютна адресація використовує числові адреси від нуля для кожного адресного простору. Для символної адресації використовуються буквено-цифрові імена, визначені в таблиці символів для глобальних адрес або в розділі опису для локальних адрес. Розширенням абсолютної адресації є непряма адресація, при якій адреси елементів пам'яті невідомі до виконання програми і обчислюються під час виконання програми.

1.4.2 Абсолютна адресація змінних

Кожен вхід/вивід має абсолютну адресу, задану апаратною конфігурацією. Ця адреса вказується безпосередньо, тобто повністю. Абсолютні адреси можна замінити символними іменами (рис. 1.5).

Доступ до змінних простих типів даних можливий за абсолютними адресами.

Абсолютна вхідна або вихідна адреса розраховується з початкової адреси модуля та типу сигнального підключення модуля, який необхідно встановити в таблиці конфігурації. Розрізняють двійкові (дискретні) та аналогові сигнали [5].

Двійковий сигнал містить один біт інформації. Прикладами дискретних сигналів є вхідні сигнали від кінцевих вимикачів, миттєвих контактних вимикачів тощо, що подаються на модулі цифрового введення, і вихідні

сигнали, які керують лампами, контакторами тощо через модулі цифрового виведення.

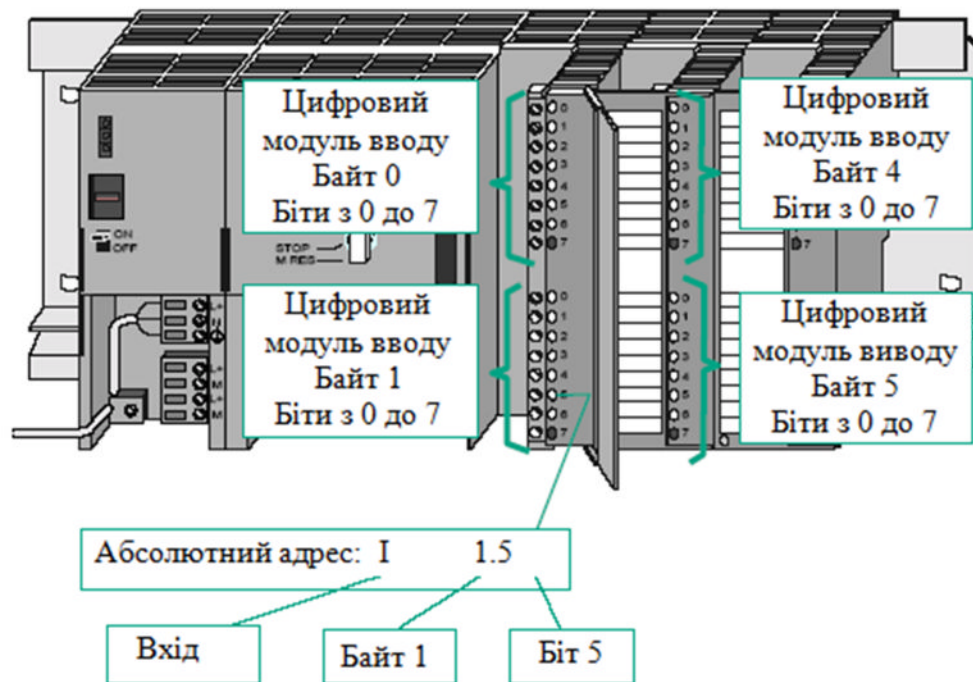


Рисунок 1.5 – Абсолютна адресація змінних

1.4.3 Символьна адресація змінних

У символічній адресації замість абсолютних адрес використовуються імена (так звані нотації). Користувач може сам встановити назву. Такі імена повинні починатися з літери і можуть містити до 24 символів. Ключові слова не можна використовувати як символи в STL. Щоб використовувати ключові слова як символи в STL, ви повинні використовувати символ решітки "#" перед такими іменами.

Ім'я (або символ) необхідно вказати як абсолютну адресу. У блоках дійсні лише глобальні та локальні символи.

Глобальні імена символів можна призначити таким об'єктам у таблиці символів:

- блок даних і кодовий блок;
- вхід, вихід, периферійний вхід, периферійний вихід;
- маркер, таймер, лічильник;

- види даних, призначених для користувачів;
- таблиці змінних.

Глобальні символи також можуть містити пробіли, спеціальні та національні символи, наприклад умляут. Імена локальних даних визначаються в описі відповідного блоку. Ці імена можуть містити лише літери, цифри та підкреслення.

1.5 Огляд типів даних

1.5.1 Типи даних

Типи даних засновані на глобальному принципі і можуть використовуватися в кожному блоці. У таблиці 1.2 наведені характеристики класів.

LAD і FBD використовують однаковий тип даних:

- прості типи даних (Primary data types);
- складні типи даних (Complex data types);
- тип даних користувача (User Data Type);
- типи параметричних даних (для параметрів) (Parameter data types).

1.5.2 Прості типи даних

Прості типи даних можуть зберігати біти, байти, слова або подвійні слова. Для багатьох типів даних існують два константні представлення, які можна використовувати для однієї метрики (наприклад, TIME# або T#). Таблиця містить мінімальне значення типів даних у верхньому рядку та максимальне значення у нижньому рядку.

Опис деяких поширених типів даних наведено в таблиці 1.3. Тут ім'я (Name) - це ідентифікатор локальної змінної (воно може містити тільки літери, цифри і до 24 символів, включаючи підкреслення).

Таблиця 1.2 – Класифікація типів даних

Прості типи даних	Складні типи даних	Призначені для користувача типи даних	Типи даних параметрів
BOOL, BYTE, CHAR, WORD, INT, DATE, DWORD, DINT, REAL, S5TIME, TOD	DT, STRING, ARRAY, STRUCT	UDT Глобальні блоки даних. Екземпляри	TIMER, COUNTER, BLOCK_DB, BLOCK_SDB, BLOCK_FC, BLOCK_FB, POINTER, ANY
Типи даних, розмір яких не перевищує одного подвійного слова (32 біта)	Типи даних, які можуть містити більш одного подвійного слова (DT, STRING) або складаються з декількох компонентів	Структури або області даних, яким може бути привласнено ім'я	Параметри блоків
Можуть бути співвіднесені з операндами, що адресуються за абсолютними або символічними адресами	Можуть бути призначені тільки змінним, звернення до яких відбувається за допомогою символічної адресації		Можуть бути призначені тільки параметрам блоків (тільки символічна адресація)
Допустимі у всіх адресних областях	Допустимі в блоках даних (як глобальні дані і дані екземплярів), як тимчасові локальні дані і в якості параметрів блоків		Допустимі в поєднанні з параметрами блоків

Введіть відповідний тип даних у стовпці Тип. За винятком тимчасових локальних даних і параметрів функціональних блоків, змінним можна присвоювати початкові значення. Для цього використовується синтаксис, який відповідає типу даних. Коментарі необов'язкові.

Змінна типу BOOL представляє бітове значення, наприклад I 1.0 (таблиця 1.4). Змінні BYTE, WORD і DWORD — це рядки бітів (набори бітів), що містять 8, 16 і 32 біти. Окремі біти не визначені.

Спеціальними формами цих типів даних є двійково-десяткові (BCD) числа, які використовуються з функціями перелічувача, і тип даних CHAR, який представляє значення перелічувача (кількість) і символи ASCII (літери).

Таблиця 1.3 – Приклади описів і початкових значень простих типів даних

Ім'я (Name)	Тип (Type)	Початкове значення (Initial Value)	Коментарі (Comments)
Automatic	BOOL	FALSE	Початкове значення – сигнальний стан «0»
Manual_off	BOOL	TRUE	Початкове значення – сигнальний стан «1»
Measured_value	DINT	L#0	Початкове значення змінної типу DINT
Memory	WORD	W#16#FFFF	Початкове значення змінної типу WORD
Waiting_time	S5TIME	S5T#20s	Початкове значення змінної типу S5TIME

Двійкові десяткові числа (BCD) не мають спеціальних ідентифікаторів. Числа BCD можна знайти в поєднанні з функціями обробки та перетворення кодованих значень таймера та лічильника. Тип даних S5TIME# використовується для визначення значення часу початку таймера, а тип даних 16# або C# використовується для визначення значення лічильника. Значення лічильника C# — це число BCD від 000 до 999, тому знаковий біт завжди дорівнює 0.

Змінна типу CHAR (символ, буква) займає один байт. Тип даних CHAR представляє одну букву у форматі ASCII, наприклад «А».

Змінна типу INT (ціле число) зберігається як ціле число (16-розрядне число з фіксованою або десятковою комою). Тип даних INT не має спеціального ідентифікатора.

Цілочисельна змінна займає одне машинне слово. Стан сигналу бітів від 0 до 14 представляє цифрові цифри числа. Стан сигналу «0» означає позитивне число, а стан сигналу «1» означає негативне число. Від'ємні числа позначаються додатковими кодами. Діапазон допустимих числових значень становить від +32 767 (7FFF_{hex}) до -32 768 (8000_{hex}).

Змінним типу DINT присвоюється подвійне слово. Стан сигналу бітів від 0 до 30 представляє цифрову позицію числа. Знак зберігається в біт 31.

Біт 31, встановлений на "0", вказує на позитивне число; якщо його значення дорівнює "1", число від'ємне. Від'ємні числа зберігаються в коді доповнення (доповнення до двох). Діапазон номерів: +2 147 483 647 (7FFF FFFF_{hex}) -2 147 483 648 (8000 0000_{hex}).

Змінні REAL поділяються на числа, які можна представити з повною точністю («звичайні» числа з плаваючою комою) і з обмеженою точністю («неточні» числа з плаваючою комою).

ЦП серії S7-300 не виконують аномальних обчислень із плаваючою комою. Аномальна кількість бітових станів інтерпретується як нуль. Якщо результат знаходиться в межах цього діапазону, він представляється як нуль і встановлюються біти стану OV і OS (переповнення).

Змінна типу S5TIME використовується для встановлення системного таймера SIMATIC на базових мовах STL, LAD і FBD. Він займає одне 16-розрядне слово від бітів 1 до 3.

Встановіть час у годинах (годинах), хвилинах (хвилинах), секундах (секундах) і мілісекундах (мілісекундах). КРОК 7 виконує перетворення у внутрішнє представлення, яке є числом BCD у діапазоні 000 ... 999. Тривалість складається з інтервалу часу та значення часу.

Змінна типу DATE зберігається в машинному слові як число без знака з фіксованою комою. Вміст змінної відповідає кількості днів з 01.01.1990. На його ілюстрації показано рік, місяць і день, розділені тире.

Змінна типу TIME зберігає подвійне слово. Його подання містить інформацію про дні (d), години (h), хвилини (m), секунди (s) і мілісекунди (ms), причому окремі елементи цих даних можуть бути опущені. Вміст змінної описується в мілісекундах (ms) і зберігається як 32-розрядне число з фіксованою комою.

Таблиця 1.4 – Огляд простих типів даних

Тип даних	Розрядність	Опис	Приклад запису константи
BOOL	(1 біт)	Біт (одноразрядне значення)	FALSE TRUE
BYTE	(8 бітів)	8-разрядное шістнадцатизначне число	B#16#00, 16#00 B#16#FF, 16#FF
CHAR	(8 бітів)	Одна літера (ASCII)	Друковані літери
WORD	(16 бітів)	16-розрядне число	W#16#0000, 16#0000 W#16#FFFF, 16#FFFF
		16-разрядное двійне число	2#0000_0000_0000_0000 2#1111_1111_1111_1111
		Значення лічильника, 3 розряди BCD	C#000 C#999
		Два 8-розрядні числа без знака	B(0,0) B(255,255)
DWORD	(32 біта)	32-розрядне число	DW#16#0000_0000, 16#0000_0000 DW#16#FFFF_FFFF, 16#FFFF_FFFF
		32-разрядное подвійне число	2#0000_0000...0000_0000 2#1111_1111...1111_1111
		Чотири 8-розрядних числа без знака	B(0,0,0,0) B(255,255,255,255)
INT	(16 бітів)	Число з фіксованою комою	-32 768 +32 767
DINT	(32 біта)	Число з фіксованою комою	L#-2 147 483 648 L#+2 147 483 647
REAL	(32 біта)	Число з плаваючою комою	+1.234567E+02 в експоненціальному вигляді
			123.4567 в десятковому представленні
S5TIME	(16 бітів)	Значення часу в форматі SIMATIC	S5T#0ms S5TIME#2h46m30s
TIME	(32 біта)	Значення часу в форматі IEC	T#-24d20h31m23s647ms TIME#24d20h31m23s647ms
			T#-24.855134d TIME#24.855134d
DATE	(16 бітів)	Дата	D#1990-01-01 DATE#2168-12-31
TIME_OF_DAY	(32 біта)	Час доби	TOD#00:00:00 TIME_OF_DAY#23:59:59.999

Змінна типу даних TIME OF DAY зберігає для себе подвійне слово. Він містить кількість мілісекунд із початку дня (з 00:00) у вигляді числа без знаку з фіксованою комою. Його дисплей містить години, хвилини та секунди, розділені двокрапками. Мілісекунди після секунд відокремлюються від них десятковою комою. Можливо, бракує мілісекунди.

1.5.3 Складні типи даних

Змінні складних типів можуть бути оголошені тільки в глобальних блоках даних, в блоках даних екземплярів, як тимчасові локальні дані або як параметри блоку.

Крок 7 визначає такі чотири складні типи даних:

- DATA, ЧАС (DT, Date and time) – дата і час у форматі BCD;
- STRING (String) – рядок літер довжиною до 254 символів;
- ARRAY (Масив) – масив із набором змінних одного типу;
- СТРУКТУРА (Structural) – структура з набором змінних різного типу.

Тип даних визначає користувач: для типу STRING (символьний рядок) вказується довжина, для типів (структур) ARRAY і STRUCT — комбінація і розмір.

Змінні складних типів можна оголошувати лише як глобальні блоки даних, блоки екземплярів даних, тимчасові локальні дані або як параметри блоку.

1.6 Загальні принципи програмування з допомогою LAD

Програма складається з окремих елементів LAD, з'єднаних послідовно або паралельно один одному. Контактна схема схожа на електричне коло. План зв'язку або програмування зв'язку починається з лівої несучої або лівої шини живлення. У посилянні необхідно вибрати місце, куди буде вставлений елемент, а потім вибрати необхідний елемент програми:

- натисніть відповідну функціональну клавішу

- натисніть відповідну кнопку на панелі функцій
- з каталогу елементів програмного забезпечення.

Каталог програмних елементів підтримує програмування в LAD і FBD і надає доступні графічні елементи, а також окремі контейнери блоків, багато програмованих версій і блоків, які вже знаходяться в доступних бібліотеках (рис. 1.6).

Ланка закінчується змійовиком або прямокутним блоковим елементом. Більшість елементів програми повинні мати елементи пам'яті. Найпростіший спосіб зробити це — спочатку створити всі елементи програми, а потім призначити їм мітки.

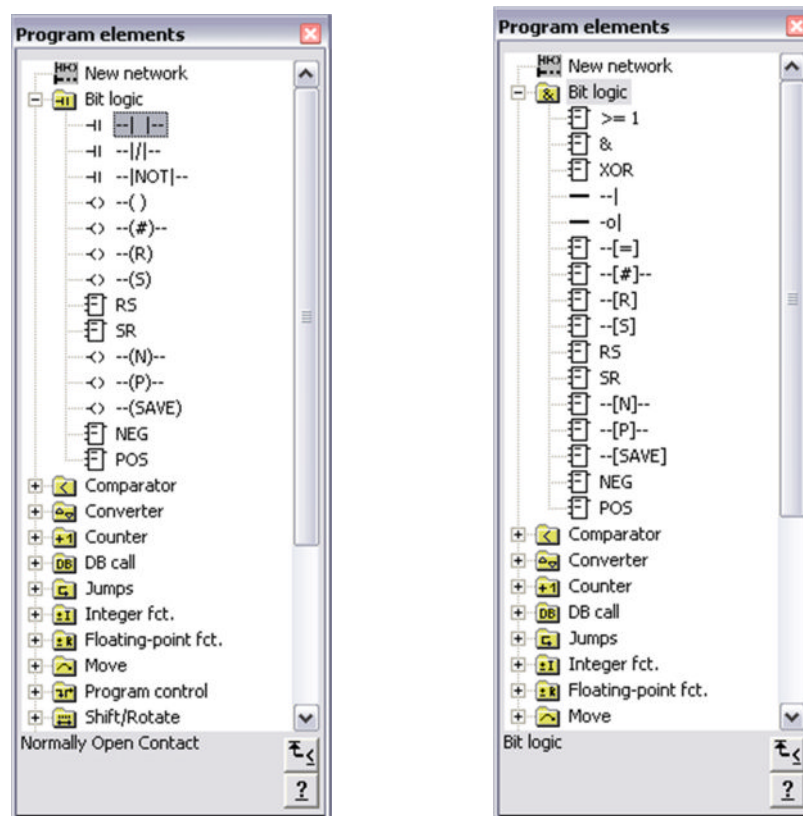


Рисунок 1.6 – Каталог програмних елементів для LAD і FBD

Двійкові адреси, такі як входи, скануються за допомогою контактів (рис. 1.7). Стан сканованого сигналу агрегується відповідно до розташування контактів у послідовній або паралельній топології. Якщо відсканована двійкова адреса має стан сигналу «1», струм протікає через нормально відкритий контакт

(контакт активований); Якщо відсканована двійкова адреса має стан сигналу «0», струм протікає через нормально відкритий контакт (контакт не активований). Крім того, ви можете сканувати біти стану або зациклювати результат логічної операції.

Котушки використовуються для керування двійковими адресами, такими як виходи. Проста котушка встановлює двійкову адресу, коли на котушку подається напруга, і скидається, коли на котушку вимикається. Котушки також використовуються для керування таймерами та лічильниками, виклику блоків без параметрів, виконання переходів у програмі тощо.

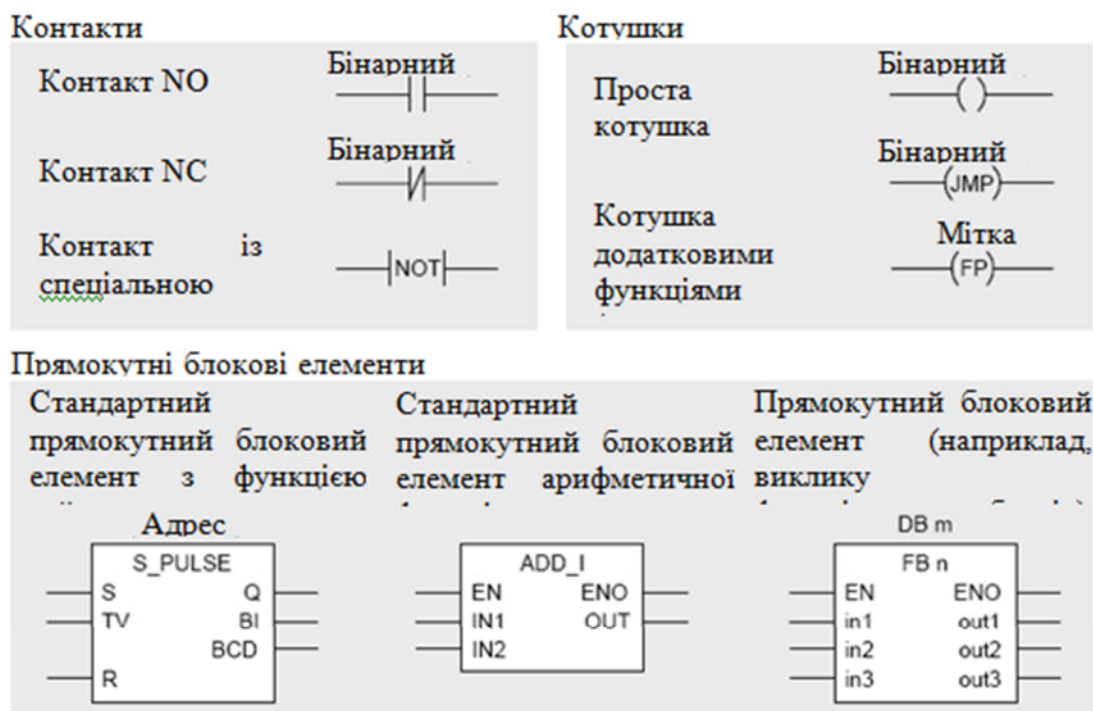


Рисунок 1.7 – Приклади програмних елементів LAD

Прямокутні блокові елементи являють собою елементи LAD зі складними функціями. STEP 7 надає два різних типи "стандартних блокових елементів":

- блокові елементи без механізму EN/ENO, наприклад, функції пам'яті, функції таймера та лічильника, функції порівняння;
- з EN/ENO, наприклад, MOVE, арифметичні та математичні функції, перетворення типів даних.

У цьому розділі проведено аналіз програмного забезпечення для розробки програмного забезпечення управління транспортною платформою на базі S7-300 - Step7 PLC. Це програмне забезпечення відрізняється від звичайних мов програмування (C++, Delphi, Java та ін.) тим, що воно використовує реляційні плани (логічні елементи) як оператори програмування, що значно спрощує розробку програми.

2 НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення задач автоматизованого управління резервуарними парками.

Постійне підвищення вимог до якості, надійності і безпеки систем моніторингу і управління технологічними процесами переробки, приготування, зберігання нафтопродуктів і продажі їх споживачам - характерна межа сучасного виробництва. Ця обставина приводить до необхідності постійно модернізувати відповідні інформаційно управляючі системи. Якщо експлуатаційні особливості, точність роботи і надійність вузлів системи, що є об'єктами контролю і управління (датчики, сигналізатори, вимірювачі, насоси, заслонки і т. п.), не відповідатимуть функціональним і комутаційним можливостям пристроїв мікропроцесорної техніки (контролери, робочі і операторні станції і т. п.), то розраховувати на істотне поліпшення властивостей системи, що модернізується, навряд чи варто.

Залежно від конкретних умов на підприємстві (технологічних особливостей об'єктів, фінансових можливостей) процес модернізації може бути разовим або поетапним.

Розподілені системи управління (системи телемеханіки) вже досить давно і міцно увійшли до повсякденного життя нафтовидобувних підприємств. Проте світ підносить нам все нові і нові технології, застосування яких відкриває нові можливості в побудові подібних систем. На даний момент недостатньо просто опитати об'єкт і показати його стан диспетчерові, а хочеться бачити стан промислу і мати можливість ним управляти з будь-якого комп'ютера мережі, з свого кабінету і навіть знаходячись у відпустці, з інтернет кафе або з свого ноутбука. Крім того, хочеться, щоб система не була закритою, і дозволяла

кожному її користувачеві на своєму робочому місці самому визначити, як і що обчислюватиметься і відображатиметься у вигляді звітів.

В наш час при проектуванні систем середньої та високої складності виникає проблема в узгодженні функціонування різних складових частин. Необхідним є не тільки правильно спроектувати та виготовити складові блоки, а й настроїти їх на оптимальну роботу в даній системі.

Можливим є створення систем автоматичного управління з окремих елементів, транзисторів, мікросхем, тощо, але такий підхід не дає достатньої надійності та точності і вимагає багато часу на розробку, настройку та впровадження таких систем.

2.2 Обґрунтування вибору контролерів фірми Siemens

Перевага в процесі виробництва є все більш швидка, гнучка, ефективна і, перш за все, економічна організація промислових процесів. Всі протікаючі в рамках підприємства процеси, починаючи виробничими і закінчуючи діловодством, повинні бути відмінно скоординовані, узгоджені і оптимізовані – глобально і на всіх рівнях. Це дозволяє в значній мірі збільшити ККД, готовність до експлуатації, ступінь використання і якість Вашого устаткування і шляхом інтеграції нових систем максимально використовувати раціоналізаторський потенціал.

Накопичений протягом десятиліть досвід у сфері вимірювань, аналізу, управління і регулювання промислового виробництва є основою неперевершеного Ноу-хау в області технології виробничих процесів. В області газової хроматографії, приладів для вимірювання рівня і позиційних регуляторів Siemens займає провідну позицію на світовому ринку; у багатьох інших областях Siemens також є лідером в області технологій.

Постійні інновації і удосконалення спектру продукції Siemens дозволяють запропонувати надійні і прибуткові рішення для будь-якого завдання в області автоматизації процесів. Будь то індивідуальне окреме або повне системне

рішення –випробувана основна концепція «Totally Integrated Automation» означає комплексний підхід в області управління даними, комунікації, конфігурації і програмування [6].

Перевага продукції Siemens від її універсальності при повному рішенні виробничих задач, а також від відкритості системи, що забезпечується за рахунок організації комунікації по протоколах PROFIBUS або HART, які є стандартом для простої інтеграції вже наявних і лише запланованих компонентів.

Siemens використовує комплексні рішення для оптимізованого управління:

- Вимірювальні перетворювачі тиску, температури, витрати і рівня;
- Регулятори положення для пневматичних поступальних і поворотних приводів;
- Регулятори процесу і самописці;
- Газові хроматографи, аналізатори газів і рідин;
- Компоненти для систем зважування, конвейєрні ваги, дозатори і расходомери сипких матеріалів;
- Компоненти для контролю виробництва;
- Програмне забезпечення Simatic PDM для обслуговування, ремонту і діагностики.

Для надійного управління використовується велика база апаратних елементів:

- Вимірювання тиску – Sintrans P – це сімейство приладів для вимірювання відносного, диференціального і абсолютного тиску. Разом з високою точністю вимірювання і надійністю переконує зручність обслуговування і функціональність модульної системи, а також відмінна концепція безпеки. Випробувана програма для будь-яких застосувань;

- Вимірювання температури – прилади сімейства Sitrans T – професіонали в області вимірювання температури, у тому числі і в екстремальних умовах. Жара, мороз або вибухонебезпечні області – комунікативна система Sitrans T задовольняє всім вимогам в самих різних областях промисловості. Ця надточна

іскробезпечна система може бути підключена до різноманітних джерел сигналів.

- Вимірювання швидкості протікання рідини – витратоміри сімейства SITRANS F працюють зі всіма вимірюваними речовинами. Вони вимірюють точно і надійно швидкість протікання рідин різної консистенції, газів і пари за допомогою магнітно-індуктивного, ультразвукового і механічного методів або за принципом масової витрати Коріоліса. Основна область застосування пристроїв: хімія, нафтохімія, водопостачання, фармацевтика, харчова промисловість і енергетика;

- Вимірювання рівня – прилади для вимірювання рівня від Siemens застосовуються в промисловості по всьому світу для вимірювання рівня технічних і стічних вод, наповнювачів, цементу, нафти і газу, в гірській промисловості, при зберіганні пилоподібних матеріалів, в хімії, нафтохімії, при прокаті металу і т.д. Широкий спектр технологій і продуктів дозволяє запропонувати Вам вірне рішення для будь-якого завдання;

- Надточне управління вентилями – SIPART PS2 використовується в областях, де необхідним є надточне регулювання вентилів і клапанів. Це забезпечується високою якістю регулювання, а також простотою обслуговування. Завдяки інтегрованому мікропроцесору SIPART PS2 значно перевершує звичайні прилади;

- Точно зважування і правильне змішування – у різних галузях промисловості і областях застосування системи зважування і дозатори грають важливу роль. Компоненти SIWAREX для систем, що зважують, і конвейєрних вагів, дозаторів і розходомерів сипких матеріалів від Siemens Milltronics надають оптимальну систему зважування для вирішення будь-якого завдання;

- Точна ідентифікація і контроль газу – надточні і надійні прилади від Siemens виконують безперервний аналіз промислових газів при рішенні таких задач, як контроль димового газу в установках по спалюванню сміття, аналіз газів в хімії, контроль роботи печей, що обертаються, при виробництві цементу і ін. Нові газоаналізатори від Siemens продовжують успішну серію;

- Вибіркова ідентифікація компонентів комплексних сумішей – в області хроматографії виробничих газів ви виграєте від нашого багаторічного Ноу-хау і інноваційних технологій. Нові масштаби ставить MICROSAM: невеликий, компактний, високопродуктивний і економічний, він вирішує різноманітні задачі вимірювання в самих різних галузях;

- Точний аналіз властивостей рідких середовищ – аналізатор рідини SIPAN дозволяє абсолютно точно знати, з чого складається виробнича речовина. Цей прилад досконало володіє основними методами безперервного аналізу рідин;

- Бездоганний аналіз слідів в будь-якому середовищі – спектрометри від Siemens це ключ до рішення задач безперервного аналізу і контролю в режимі реального часу для найрізноманітніших процесів і галузей; вони є ідеальним рішенням для нафтопереробних заводів, в нафтохімії, хімічній і фармацевтичній промисловості, в харчовій і смаковій промисловості і інше;

- Оптимальні контури регулювання – для регулювання технологічних процесів, до яких пред'являються високі вимоги, зокрема в машинобудуванні, виробництві промислового устаткування і інших галузях промисловості, прилади сімейства SIPART DR продемонстрували свою надійність більш ніж в 200.000 випадках. Компактні регулятори з безперервним або перемикаючим виходом розроблені спеціально для вбудовування в розподільні щити;

- Точне спостереження і документування – чим складніше процеси в технологічних процесах, дослідженнях і розвитку, тим вище за вимогу на спостереження і аналіз. Абсолютно все одно про які вимірювальні, наглядові і реєстраційні завдання йдеться, - як самописці процесу сімейства SIREC ми пропонуємо рішення, орієнтовані на майбутнє;

- Контроль швидкості обертання, розпізнавання проблем з витратою, блокувань, перешкод в роботі фільтрів. Наші прилади для контролю процесу дозволяють створити систему раннього сповіщення для запобігання приносячим збитки перебоям в роботі. Завдяки особливостям конструкції наші прилади нечутливі до пилу, грязі відкладенням і вологості. Їх монтаж простий, і вони практично не вимагають техобслуговування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Діагностика технологічного процесу

SIMATIC PDM (Process Device Manager) є єдиним не прив'язаним до певного виробника програмним інструментом для обслуговування, настройки, ремонту і діагностики інтелектуальних польових приладів, що ґрунтується на провідному стандарті (рис. 3.1).

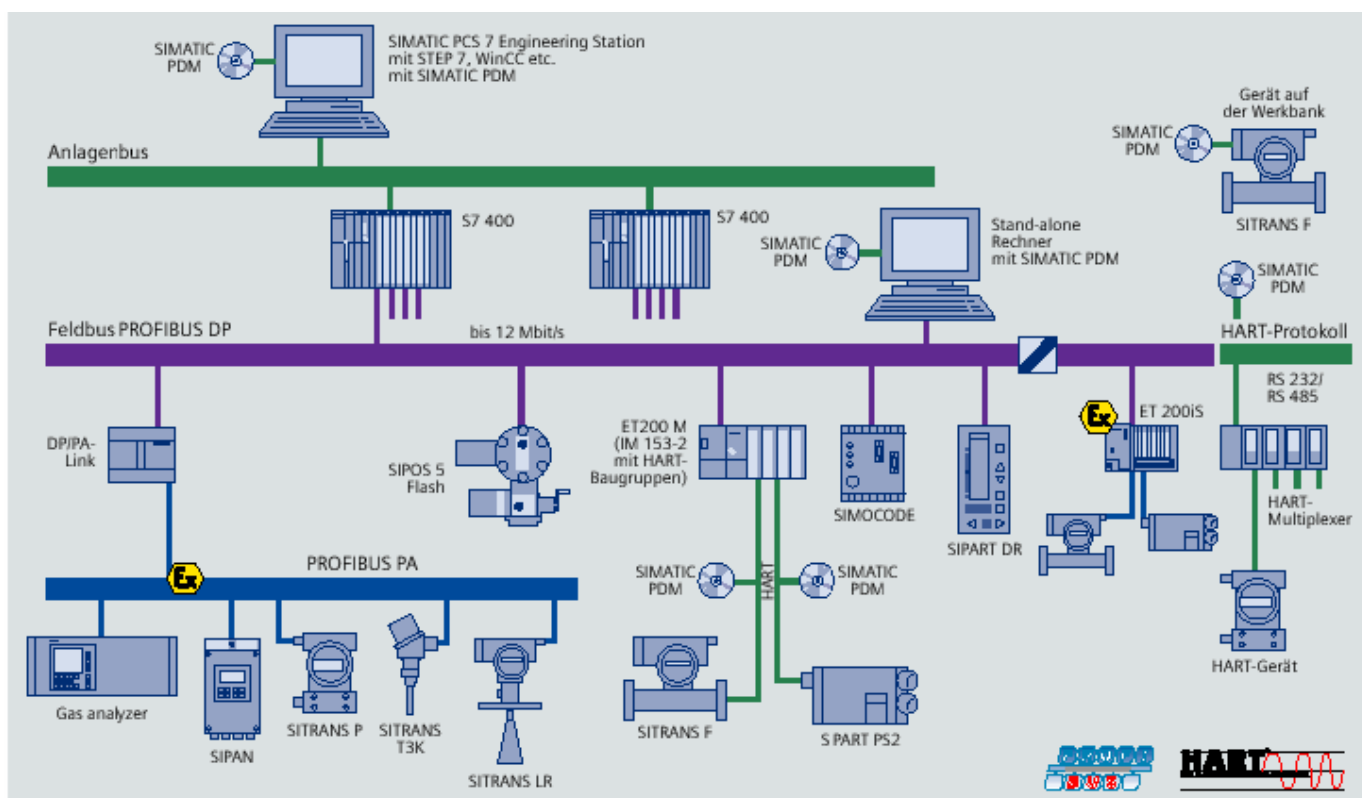


Рисунок 3.1 – Інтерфейс SIMATIC PDM

SIMATIC PDM може бути інстальований на PC або програматорі незалежно від системи автоматизації або інтегрований в систему автоматизації SIMATIC PCS7.

3.2 Призначення SIMATIC S7-300

SIMATIC S7-300 – це модульний програмований контролер, призначений для побудови систем автоматизації низького і середнього ступеня складності (рис. 3.2). Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур локального і розподіленого вводу-виводу, широкі комунікаційні можливості, безліч функцій, підтримуваних на рівні операційної системи, зручність експлуатації і обслуговування забезпечують можливість отримання рентабельних рішень для побудови систем автоматичного управління в різних областях промислового виробництва [7].



Рисунок 3.2 – SIMATIC S7-300

Області застосування SIMATIC S7-300 охоплюють:

- автоматизацію машин спеціального призначення;
- автоматизацію текстильних машин;
- автоматизацію пакувальних машин;
- автоматизацію машинобудівного устаткування;
- автоматизацію устаткування для виробництва технічних засобів управління і електротехнічної апаратури;
- побудова систем автоматичного регулювання і позиціонування;
- автоматизовані вимірювальні установки та інші.

Ефективному застосуванню контролерів сприяє можливість використання декількох типів центральних процесорів різної продуктивності, наявність

широкої гамми модулів вводу-виводу дискретних і аналогових сигналів, функціональних модулів і комунікаційних процесорів.

Отже, використання контролерів та датчиків фірми SIEMENS спрощує та пришвидшує проектування САУ, збільшує надійність їх функціонування.

3.3 Характеристики перетворювачів рівня на основі ультразвукової технології вимірювання

3.3.1 Конструкція та технічні характеристики SITRANS Probe LU

SITRANS Probe LU (рис. 3.3) є дво-провідний ультразвуковий перетворювач для вимірювання рівня і об'єму рідин в резервуарах, а також для вимірювання витрати у відкритих водопроводах.

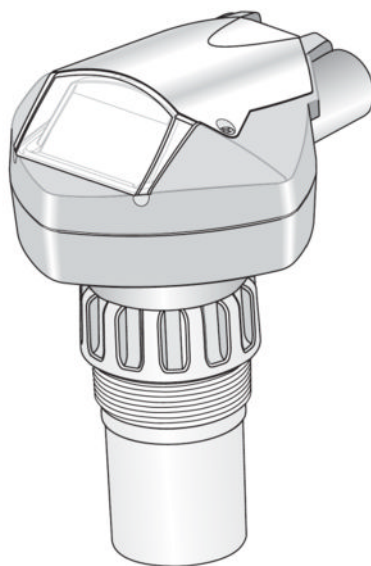


Рисунок 3.3 – SITRANS Probe LU

SITRANS Probe LU ідеально підходить для вимірювання рівня у водопроводах і каналізаційних каналах, а також в резервуарах для зберігання хімічних речовин. Діапазон вимірювання SITRANS Probe LU складає 6 або 12 м (рис. 3.4). Наявність функції автоматичної фільтрації помилкового ехо-сигналів, покращене співвідношення сигнал-шум і підвищена точність (0,15% від

діапазону вимірювання або 6 мм) обумовлюють високу надійність приладую.
Кут випромінювання вимірювача – 10^0 (рис. 3.5).

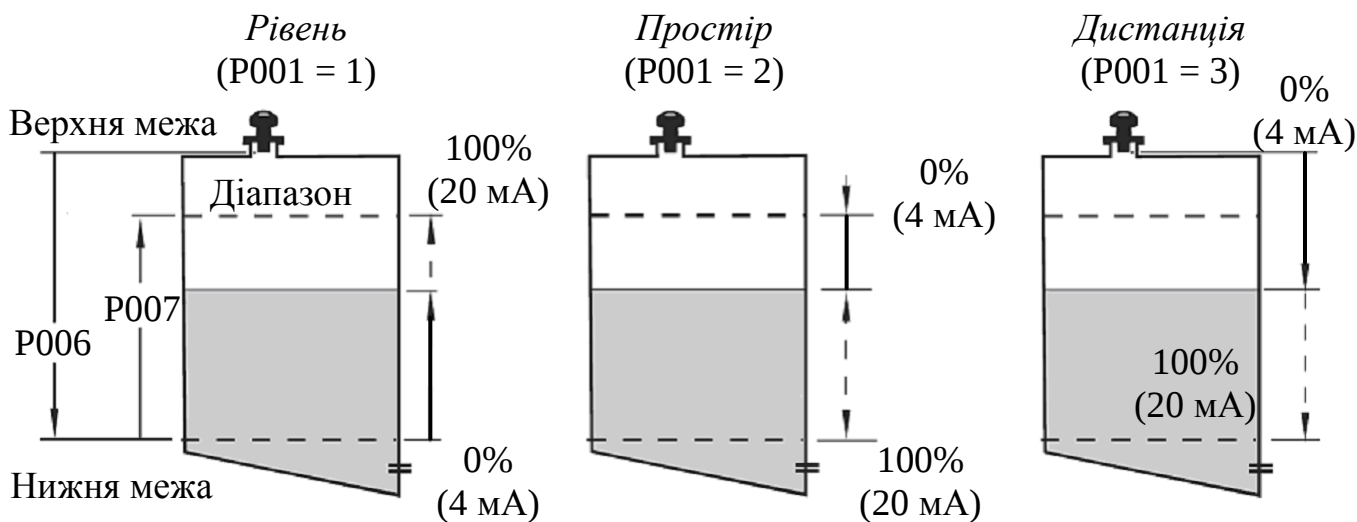


Рисунок 3.4 – Типи вимірювання

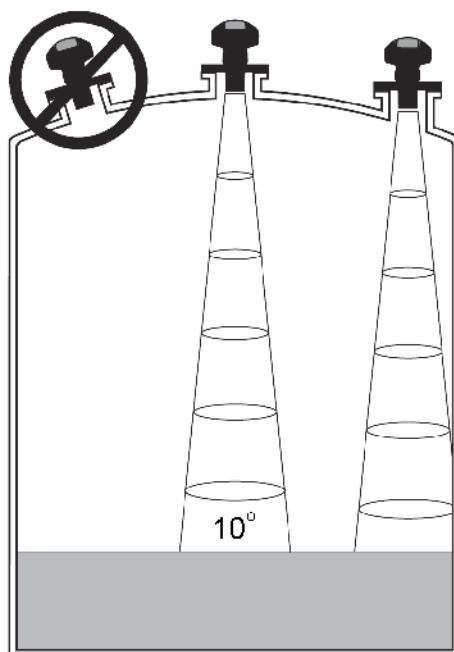


Рисунок 3.5 – Поширення ультразвукових хвиць

SITRANS Probe LU оснащений системою обробки сигналу Sonic Intelligence®, яка добре себе зарекомендувала ще в Milltronics Probe. Система

об'єднує новітні функції обробки відбитої хвилі з найсучаснішою мікропроцесорною і комунікаційною технологією.

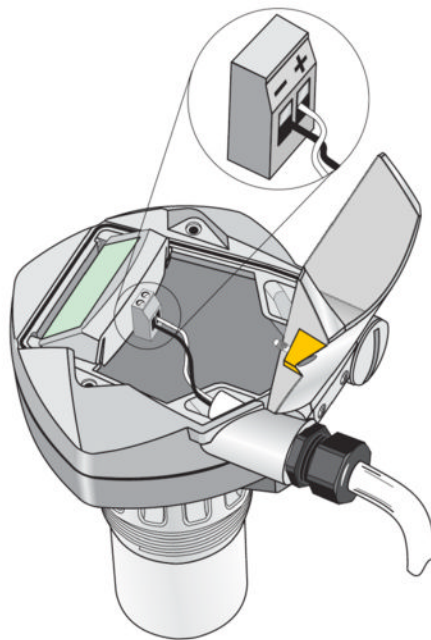


Рисунок 3.6 – Підключення SITRANS Probe LU (підключення проводів: полярність позначена на клеммах)

Датчик має двохпровідну схему підключення і живиться від вимірювального ланцюга (рис. 3.6). Для дистанційної конфігурації і діагностики використовуються HART-протокол і програмне забезпечення SIMATIC PDM. Налаштування на місці експлуатації здійснюється за допомогою спеціального пульта в іскробезпечному виконанні з інфрачервоним каналом зв'язку. Для візуального контролю прилади оснащені вбудованим рідкокристалічним індикатором. Корпус датчиків володіє ступенем захисту IP 67. Температура експлуатації (зовнішнього середовища) лежить в межах від -40 до +80°C, контрольованого середовища від -40 до +85°C (рис. 3.7).

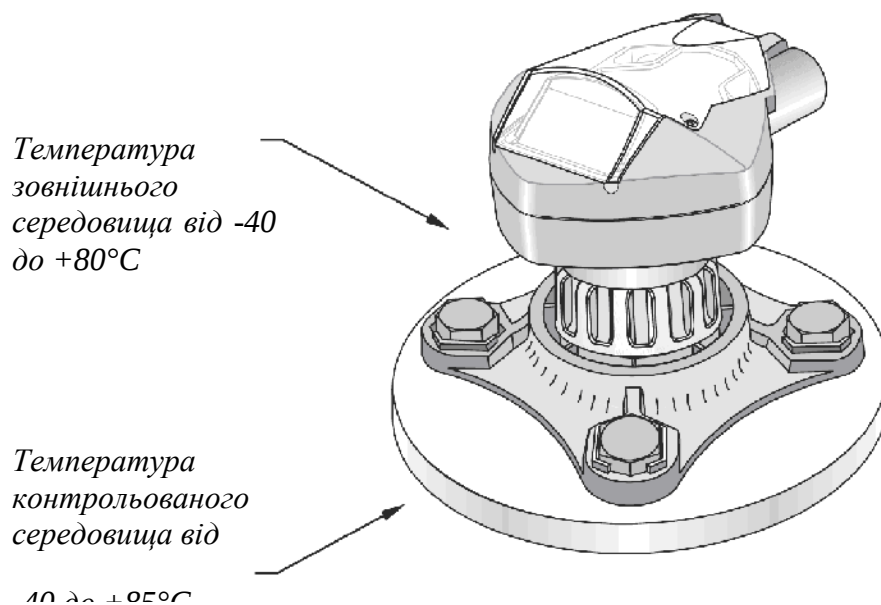


Рисунок 3.7 – Кріплення датчика

Сенсорний датчик Probe LU пропонується в ETFE- або PVDF-виконанні, що дозволяє найкращим чином відповідати необхідним хімічним властивостям. Probe LU володіє інтегрованим термочутливим елементом для компенсації похибки вимірювання при коливаннях температури, що дозволяє використовувати прилад при змінних температурах.

Особливі ознаки:

- безперервне вимірювання рівня з діапазоном вимірювання до 12 м;
- простий монтаж і введення в експлуатацію;
- програмування через іскробезпечний інфрачервоний програматор, SIMATIC PDM або HART® Communicator;
- комунікація через HART;
- ETFE або PVDF ультразвукові датчики для забезпечення хімічної сумісності;
- запатентована обробка сигналу Sonic Intelligence;
- дуже хороше співвідношення сигнал-шум;
- автоматичне віддзеркалення помилкового ехо-сигналів;

Технічні характеристики:

- Робочий діапазон 0,25-6 м або 0,25-12 м;

- Робоча частота – 54 кГц;
- Температура контрольованого середовища від –40 до +85°C;
- Точність: 0,15% від діапазону вимірювання або 6 мм (більша з величин);
- Роздільна здатність: 3 мм;
- частота оновлення при 4 мА ≤ 5 с;
- Виходи: 4-20 мА (точність $\pm 0,02$ мА), HART;
- Матеріал зонда: ETFE (Tefzel®) або PVDF (Kynar Flex®);
- Ступінь захисту корпусу: IP67;
- Температура навколишнього середовища від –40 до +80°C;
- Кріплення датчика: різьбове;
- Напруга живлення 18-30 В (постійний струм);
- Вибухозахищене виконання.

Габаритні креслення зображено на рисунку 3.8.

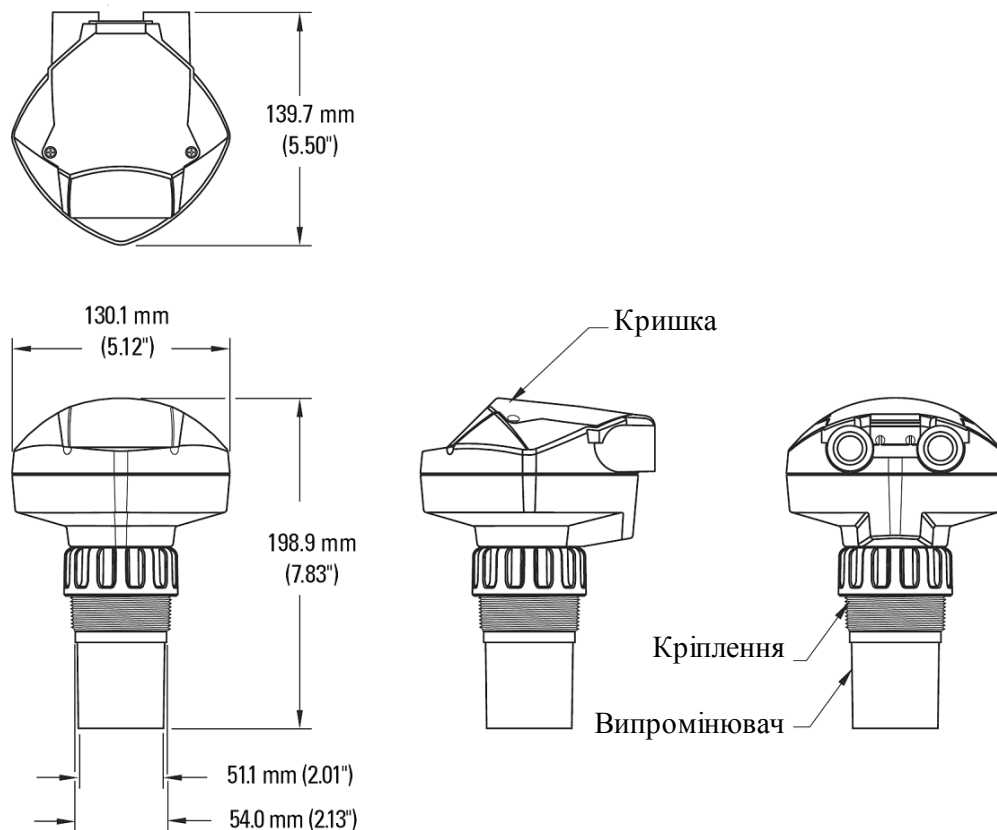


Рисунок 3.8 – Габаритні креслення SITRANS Probe LU

Передача інформації здійснюється через протокол HART. HART-протокол – широко поширений стандарт комунікації для польових приладів. Специфікація приладів HART здійснюється через CF (HART Communication Foundation).

Стандарт HART розширює аналоговий сигнал 4 до 20 мА змодульований цифровою передачею сигналу.

Переваги:

- аналогова передача виміряного значення;
- одночасна цифрова комунікація з двонаправленою передачею даних;
- можливість передачі декількох вимірних величин з одного приладу (наприклад, інформація діагностики, ТО і процесу);
- підключення до PROFIBUS DP, та інших протоколів;
- простий монтаж і введення в експлуатацію.

3.3.2 Конструкція та технічні характеристики LR 200

SITRANS LR 200 – це рентабельне рішення для вимірювання рівня рідин в танках для зберігання або простих резервуарах (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Рівнемір SITRANS LR 200

Цей 2-х провідний імпульсний радар ідеально підходить для хімічної промисловості і танків для зберігання. Оригінальний дизайн SITRANS LR 200 дозволяє здійснювати просте програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора. Окрім цього прилад має вбудовану алфавітно-цифрову індикацію на чотирьох мовах.

Технічні параметри SITRANS LR 200 представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні параметри

Принцип роботи	
Принцип вимірювання	радарне вимірювання рівня
Частота	5,8 ГГц (США 6,3 ГГц)
Діапазон вимірювання	0,3 .. 20 м
Вихід	
аналоговий вихід	4 .. 20 мА
Точність	±0,02 мА
повна компенсація	пропорційна або обернено пропорційна
комунікація	HART
Точність	
інтервал селекції	0,3 м
Точність	0,1% від діапазону вимірювання або 10 мм
вплив зовнішньої температури	0,006 % / К'
повторність	±5 мм
Умови використання	
місце монтажу	всередині / ззовні
Висота	до 5000 м
внутрішня температура (корпус)	-40 до +80 C ⁰
Категорія монтажу	I
ступінь забруднення	4
Конструктивні особливості	
Матеріал корпусу	алюміній, порошкове поліестрове покриття
клас захисту	ір 67
Вага	< 2 кг (поліпропіленова стержнева антена)
Матеріал антени	поліпропіленова стержнева антена
Розміри	стандарт 100 мм (4") екран для монтажу штуцерів

Стандартна антена SITRANS LR 200 – це цілісна поліпропіленова стержнева антена. Вона пропонує високу хімічну стійкість і є герметичною. У інших приладів для перевірки хімічної сумісності необхідно враховувати декілька матеріалів, а також ущільнення між матеріалами. Цілісна антена має вбудований внутрішній екран, який запобігає перешкодам від монтажних штуцерів. Проста настройка і програмування: для основних функцій досить два параметри. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути вирівняний для полегшення підключення і оптимальної видимості індикації вимірюваного значення після монтажу. SITRANS LR 200 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує високу надійність.

Відмінні ознаки:

- цілісна поліпропіленовая антена;
- простий монтаж і введення в експлуатацію;
- програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора, SIMATIC PDM або HART®;
- комунікація через HART®;
- запатентована Sonic Intelligence® для обробки сигналу;
- дуже висока заводостійкість;
- автоматична фільтрація віддзеркалення, що заважає, від жорстких вбудованих деталей;
- різні фланцеві і рупорні опції антен.

Оскільки SITRANS LR 200 має високу швидкодію і заводо захищеність, він є хорошим вибором для проектування різноманітних систем автоматичного управління.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Структура та організація автоматизованої системи управління резервуарними парками

Для управління резервуарними парками була розроблена система управління для 8-ох резервуарів. Дана схема складається з ПЛК SIMATIC S7-300 і під'єднаних до нього станцій ЕТ 200М. На рисунку 4.1 зліва зображено станцію SIMATIC S7-300, яка через мережу PROFIBUS DP з'єднується з 8-ма станціями вводу-виводу ЕТ 200М, через які здійснюється збір даних необхідних для здійснення контролю резервуарними парками.

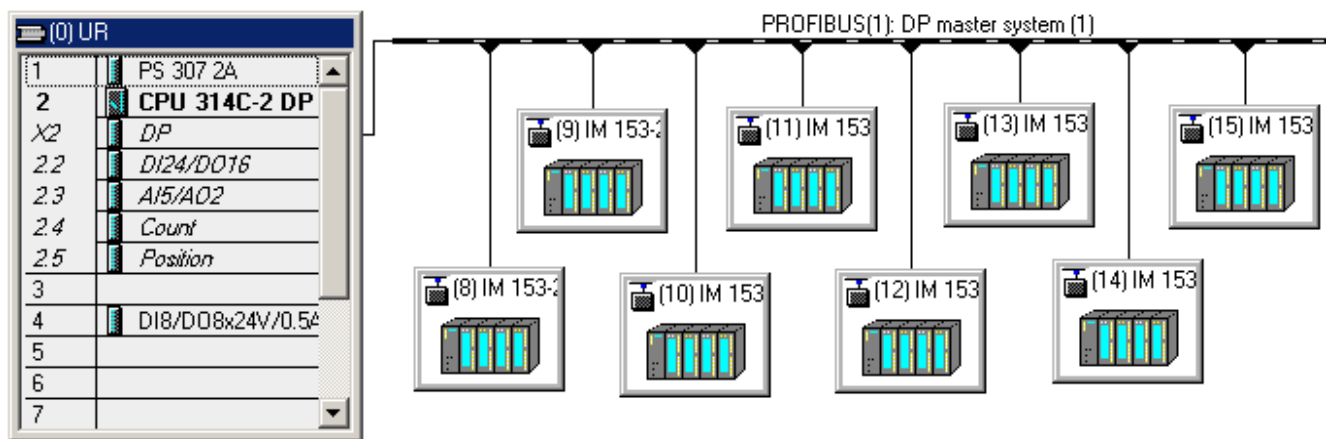


Рисунок 4.1 – Схема автоматизованої системи управління резервуарними парками

Відповідно кожна станція має свій номер в адресному просторі PROFIBUS DP. Перша має адресу 8, а остання 15. До кожної з станцій ЕТ 200М підключається прилад для вимірювання рівня SITRANS Probe LU або SITRANS LR200, який настраюється через протокол HART. Також при необхідності можливе підключення датчика температури.



Рисунок 4.2 – Схема управління резервуарними парками

Керування двигунами насосів для перекачування нафти здійснюється через цифрові виходи ПЛК SIMATIC S7-300 (рисунок 4.2).

4.2 Конфігурування та параметризація апаратно-програмних засобів

SIMATIC PDM призначений для контролю віддаленої периферії. Переваги використання SIMATIC PDM:

- Не залежне від виробника, управління всіма приладами HART через стандартизовані блоки параметрів;
- Описані через HART-DDL польові прилади HART через каталог HCF можуть інтегруватися в SIMATIC PDM. HART-DD (Device Description) в SIMATIC PDM є стандартизованим, не залежним від виробника і дуже широко поширеним протоколом. Інші польові прилади HART інтегровані через EDD (Electronic Device Description) в SIMATIC PDM;
- Просте управління і введення в експлуатацію польових приладів в труднодоступних місцях використання;
- Розширені функції діагностики, аналізу і протоколювання.

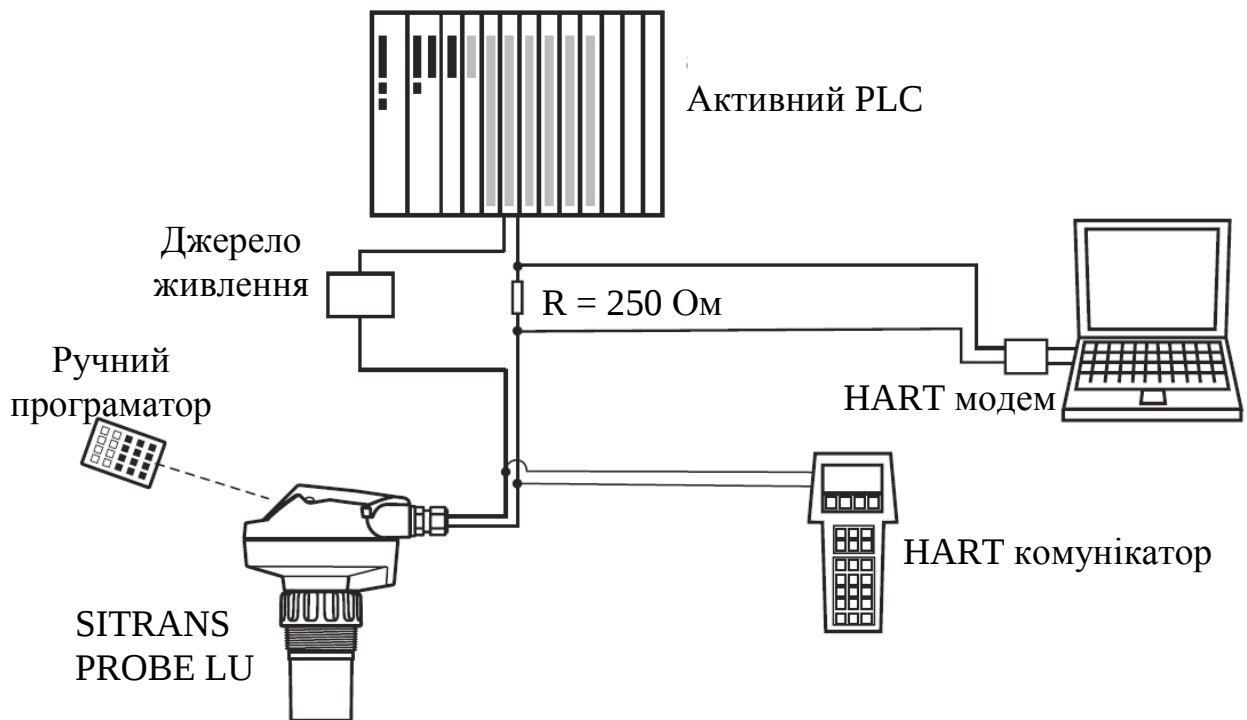


Рисунок 4.3 – Типова конфігурація PLC/mA з HART

Можливе різне підключення приладів (рис. 4.3):

- через децентралізовану периферію:

- 1) SIMATIC ET 200M;
- 2) SIMATIC ET 200iSP;
- 3) SIMATIC ET 200iS з модулями HART;

або з аналоговими модулями 4 до 20 мА і ручним комунікатором HART

- через модем HART, за допомогою якого створюється точкове з'єднання між ПК або інженерною системою і приладом HART;

- через мультиплексор HART, що є на сервері HART HCF.

SIMATIC PDM (Process Device Manager) є комплексним і поширеним інструментом для проектування, параметрування, введення в експлуатацію і діагностики інтелектуальних приладів і копонтів. SIMATIC PDM дозволяє за допомогою одного програмного забезпечення проектувати безліч приладів з використанням єдиного стандартного інтерфейсу. Це забезпечує надійність і

економить значні засоби, як при інвестиціях, навчанні персоналу, так і внаслідок прямих і непрямих витрат.

SIMATIC PDM може використовуватися в наступних видах:

- незалежно від постачальників системи на персональному комп'ютері або програматорі з операційною системою Windows 95/98, NT, 2000 і XP.
- в якості інтегрованої програми в STEP 7, інструменті проектування і програмування SIMATIC S7.
- SIMATIC PDM забезпечує доступ з центральної інженерної станції до всіх комунікаційних приладів в установці.

Усередині інтерфейсу однорідно і зручно представлені прилади з різними комунікаційними інтерфейсами. Основним завданням тут є ефективність.

Інтерфейс управління підтримує декілька візуальних частин:

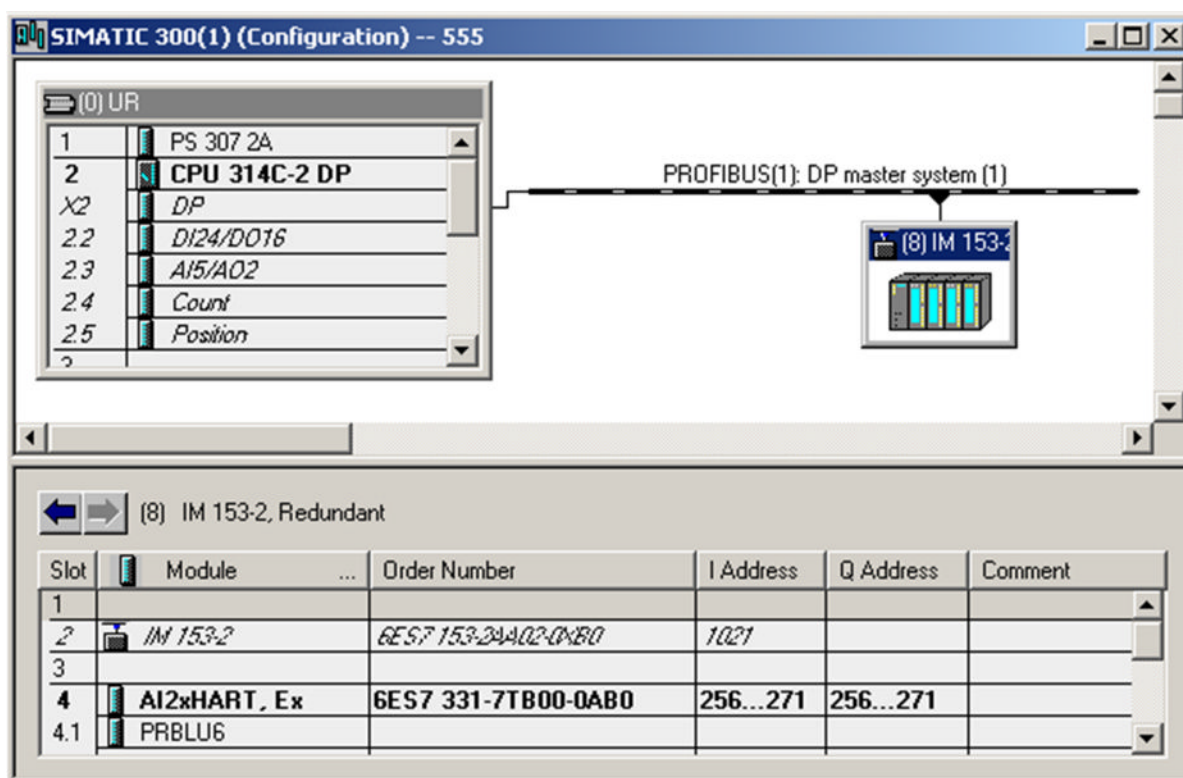


Рисунок 4.4 – Конфігурація апаратних засобів

Прилади проектуються всередині STEP 7 в HW-Configuration і представляються графічно або у формі таблиць (рис. 4.4).

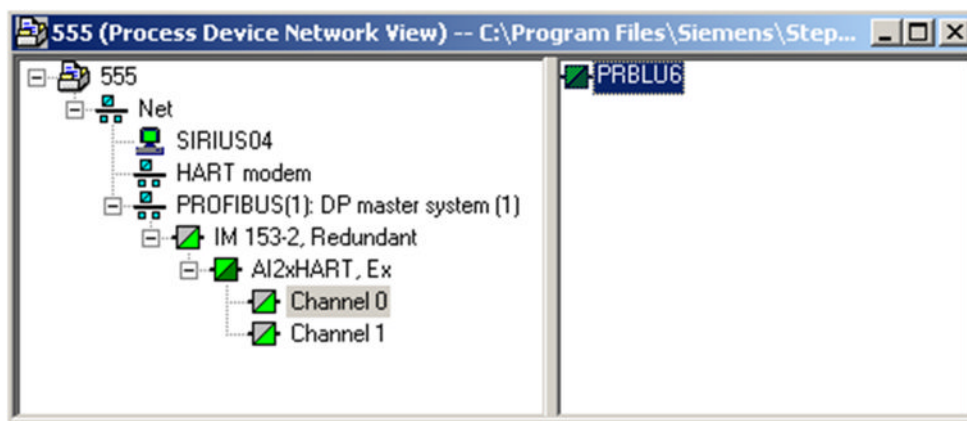


Рисунок 4.5 – Мережева конфігурація приладів

У Proces Device Network View (рисунок 4.5) проектується ієрархічна структура. При інтеграції в STEP 7 ці дані зв'язані з HW-Configuration, тому вдається уникнути повторного введення.

Проектування в HW-Configuration або Proces Device Network View прилади з їх ідентифікаторами зчитуються в SIMATIC PDM (рисунок 4.6). Це вікно дозволяє здійснювати прямий доступ до приладу на основі його ідентифікатора, що не вимагає пошуку шляхів з'єднання або установки комунікації.

Parameter	Value	Unit	Status
Online			
Level	3722	mm	
% Range	37,96	%	
AO	10,074	mA	
» PV			
PV is	Distance		
SV is	Level		
TV is	Space		
4V is	Volume		
» Device setup			
» » Quick Setup			
Units	mm		
Empty	6000	mm	
Span	6000	mm	
Language	Numeric		
Operation	distance		
Material	liquid or flat		
Response	Fast 10 m/min		
» » Display			
Level	3722	mm	
Space	2278	mm	
Distance	2278	mm	

Рисунок 4.6 – SIMATIC PDM

Тут представляються, змінюються і запам'ятовуються параметри вибраного приладу. Також тут встановлюється комунікація з приладом.

Представлення параметрів приладів і функцій є уніфікованим для всіх підтримуваних приладів і не залежить від їх комунікаційного з'єднання, наприклад, через PROFIBUS DP, PROFIBUS PA або протокол HART.

Основними функціями SIMATIC PDM є:

- настройка і зміна параметрів приладів;
- порівняння заданого і фактичного параметрування;
- контроль введення;
- представлення діагностичної інформації;
- адміністрування даних параметрування;
- функції введення в експлуатацію приладів, наприклад, тести контура вимірювання з моделюванням зміряних значень.

Додатково SIMATIC PDM забезпечує спостереження за процесом, вибрані значення сигналізації і сигнали стану приладу відображаються на дисплеї.

Можливим є захист доступу – SIMATIC PDM підтримує дві різні групи користувачів: фахівці і користувачі. Користувачі можуть змінювати робочі параметри; фахівці мають доступ до всіх параметрів і функцій.

Для групи користувачів, фахівці, як захист доступу можуть вільно вибиратися пароль.

4.3 Створення та налагодження проекту в STEP 7

Для створення нового проекту вибирається в головному меню “File->New Project”. В даному випадку не використовується “майстер створення проекту”. В вікні “New Project” вводиться ім'я нового проекту, визначається його тип та директорія збереження файлів проекту (рисунок 4.7).

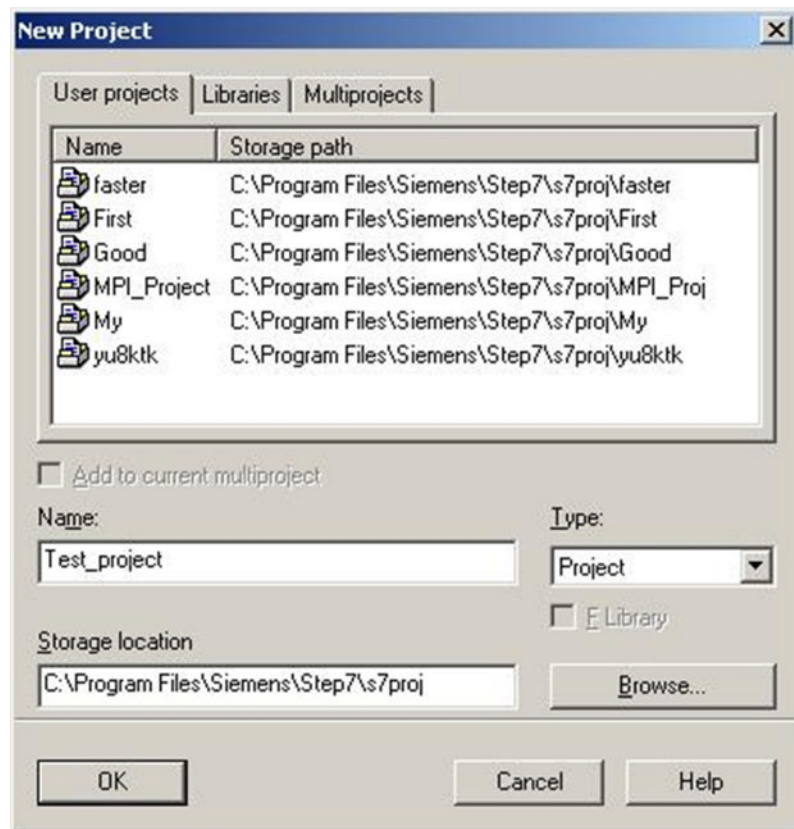


Рисунок 4.7 – Створення нового проекту

При створенні нового проекту він вміщує тільки мережу MPI, яка не буде мати практичного застосування (рисунок 4.8). В нього необхідно додати станцію Simatic 300 (рисунок 4.9) та мережу PROFIBUS.

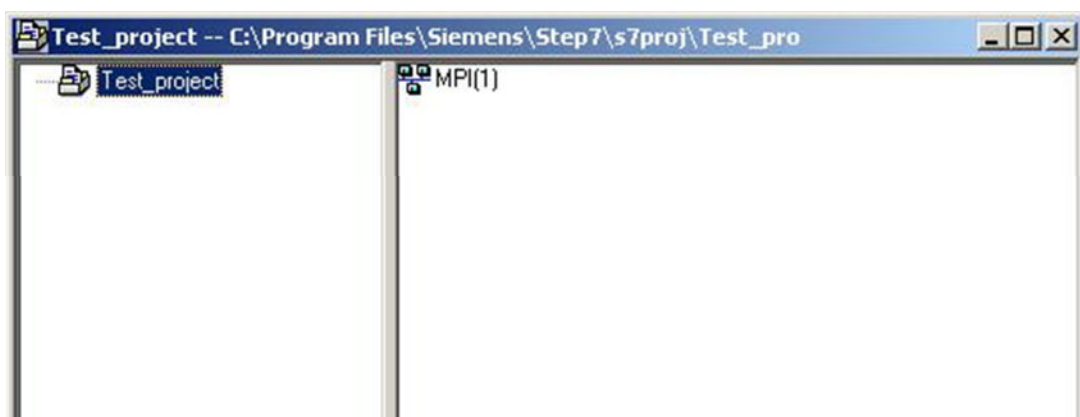


Рисунок 4.8 – Новий проекта

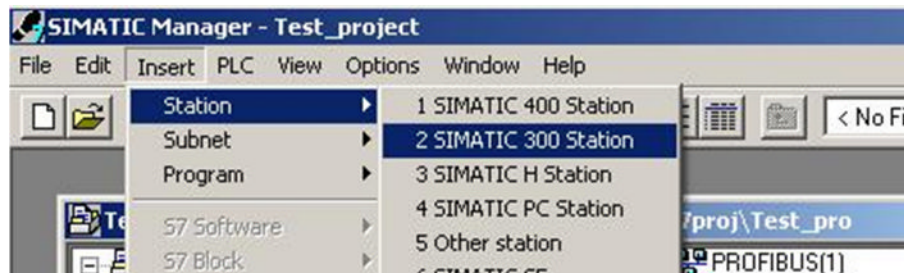


Рисунок 4.9 – Додання до проекту контролера

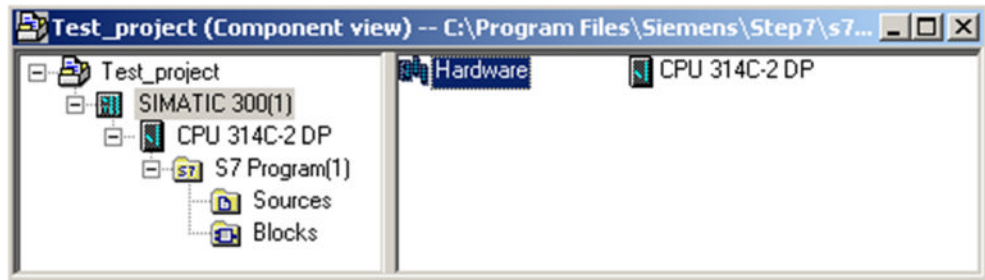


Рисунок 4.10 – Необхідні елементи проекту

З вікна проекту можна видалити мережу MPI (рисунок 4.10). Також необхідно настроїти параметри PROFIBUS (рисунок 4.11, рисунок 4.12). Наступним необхідно сконфігурувати Hardware.

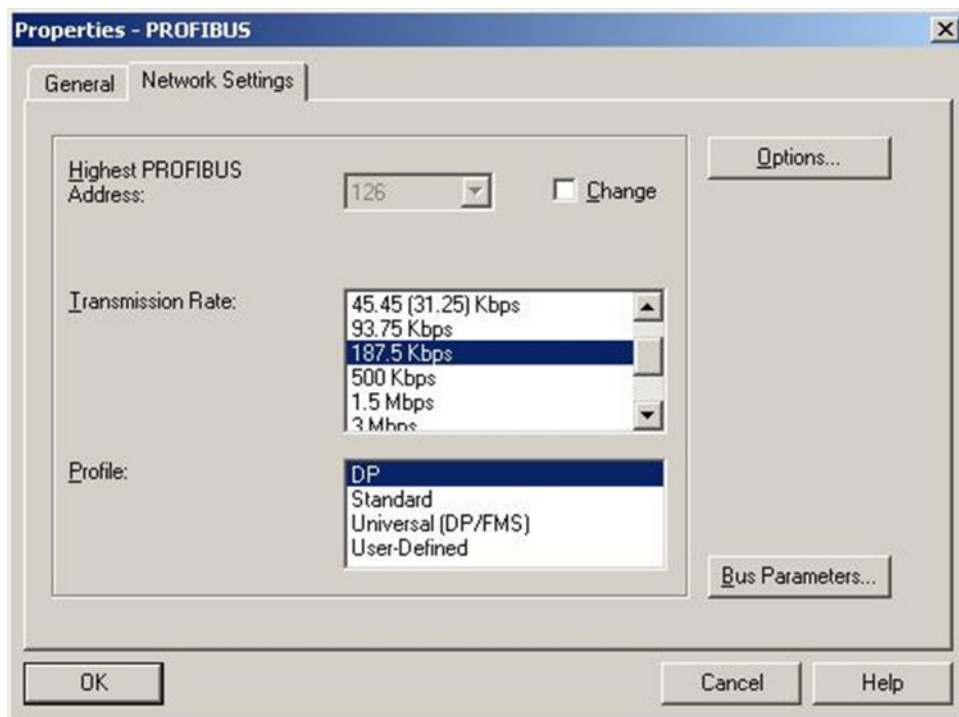


Рисунок 4.11 – Визначення швидкості передачі та типу інтерфейсу

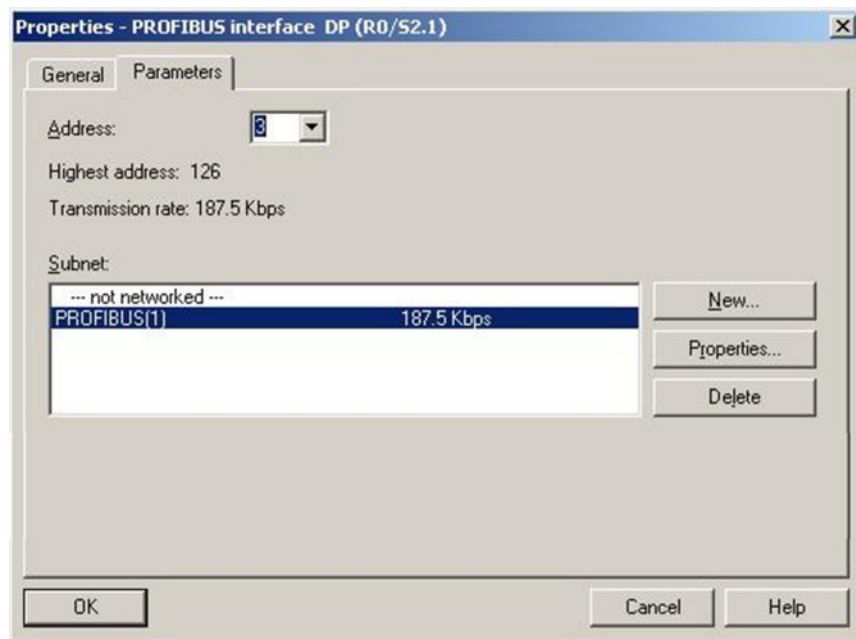


Рисунок 4.12 – Задання адреси PLC

На рисунках 4.13 та 4.14 зображено вікна властивостей PLC.

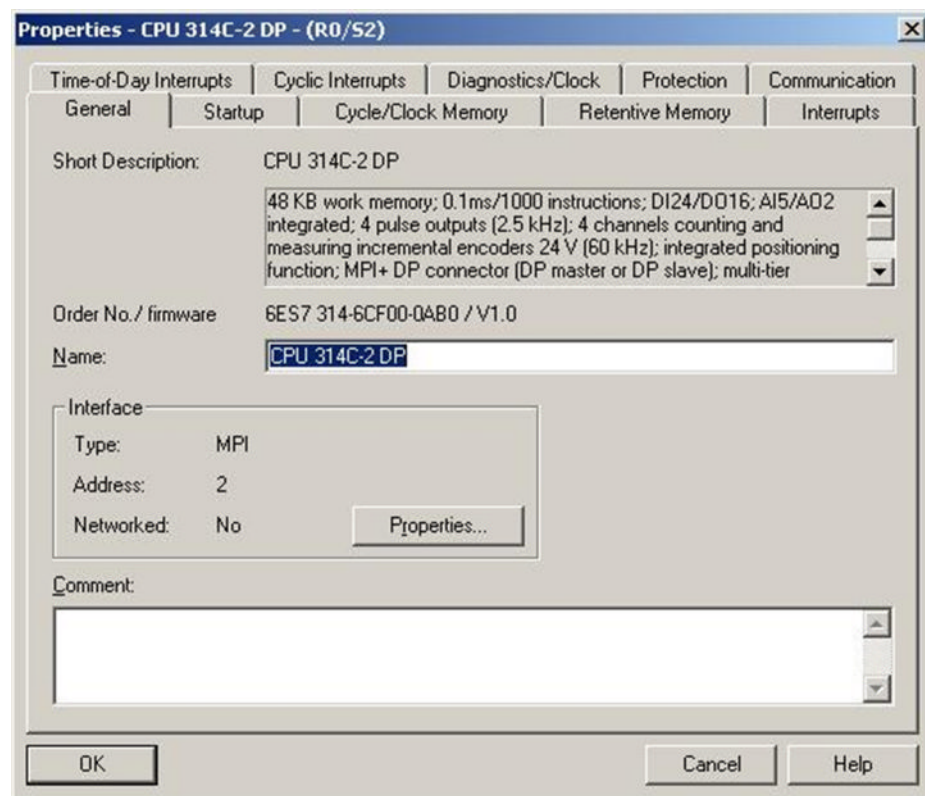


Рисунок 4.13 – Властивості PLC

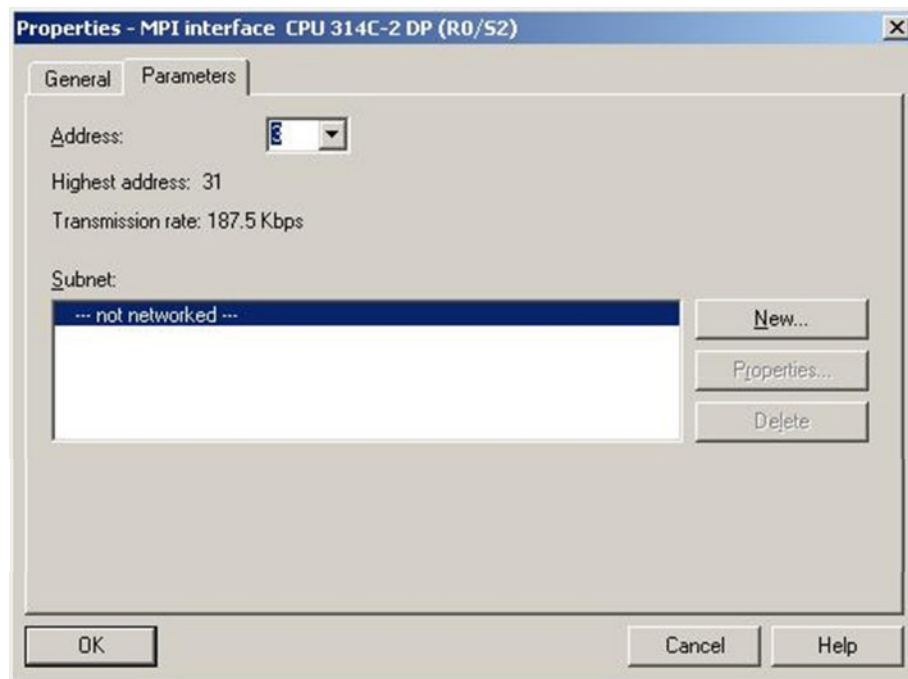


Рисунок 4.14 – Настройка мережі MPI (якщо потрібно)

Для контролера в цьому вікні вказується адреса, за якою в мережі будуть здійснюватись звертання.

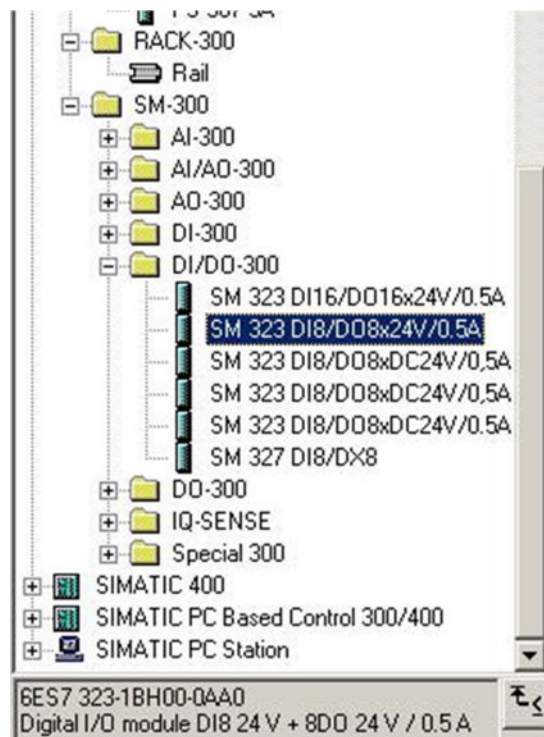


Рисунок 4.15 – Додавання до проекту сигнального модуля DI8/DO8

Спеціальний модуль SM-232, розроблений для тестування, занесений в бібліотеку модулів, має вхідний і вихідний байти. В проекті на стійці він займатиме четвертий слот.

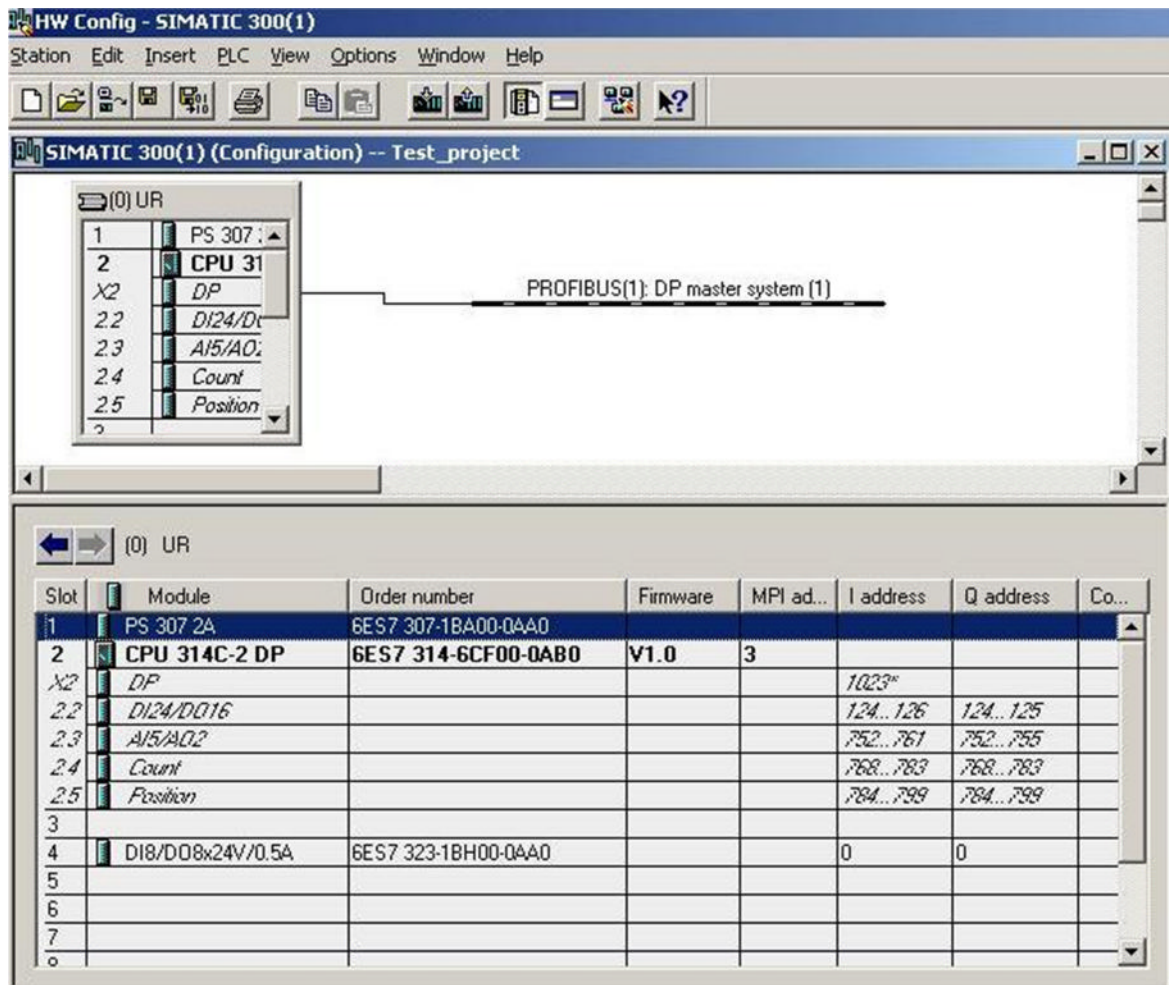


Рисунок 4.16 – Необхідна конфігурація PLC

На рисунку зконфігуровано апаратне забезпечення, причому нижче слота з контролером вказано вбудовані апаратні засоби, такі як: 24 вхідних і 16 вихідних цифрових контакти, 5 вхідних і 2 вихідних аналогових контакти, позиціонер.

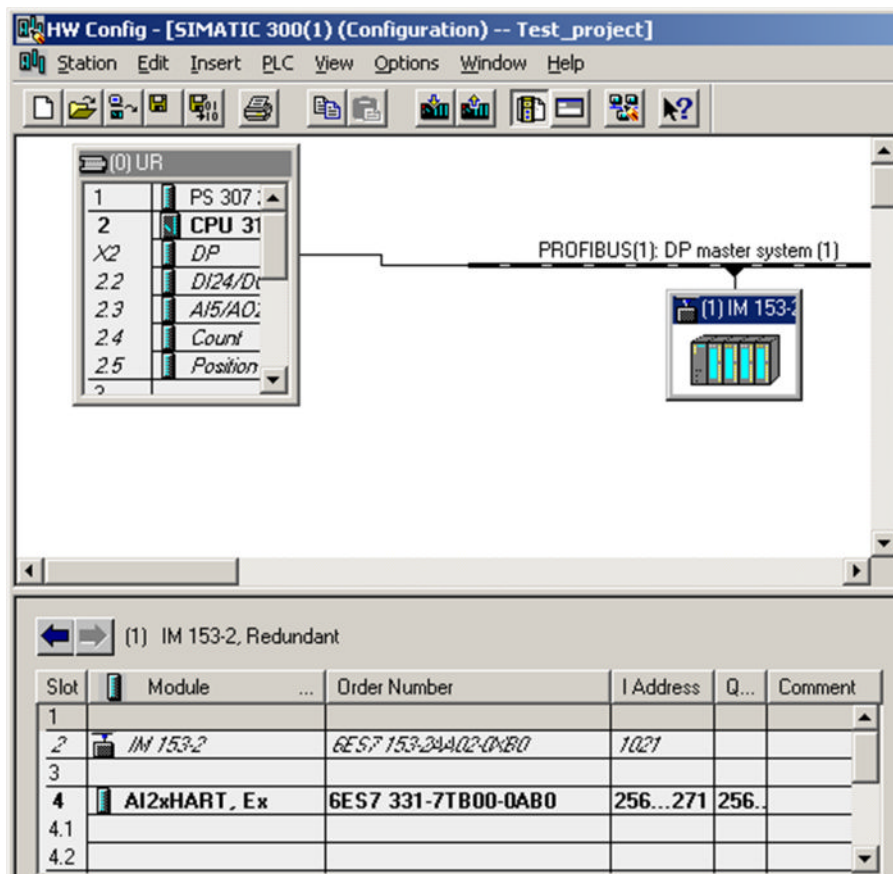


Рисунок 4.17 – Конфігурація інтерфейсного модуля (Profibus DP->ET 200M
-> IM153-2)

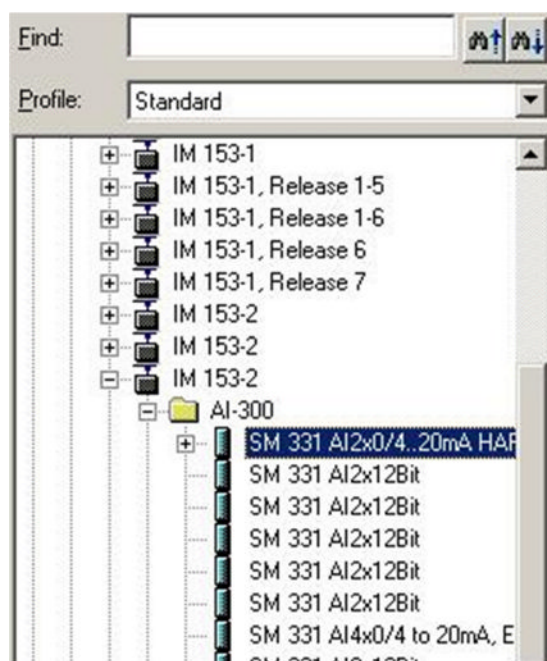


Рисунок 4.18 – Додання до інтерфейсного модуля пристрою SM 331.

На рисунках 4.19 – 4.21 зображені етапи завантаження апаратної конфігурації мережі і PLC.

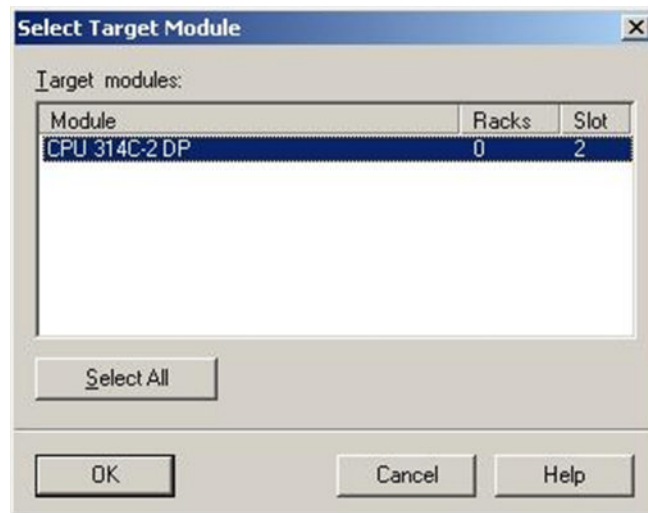


Рисунок 4.19 – Завантаження конфігурації PLC

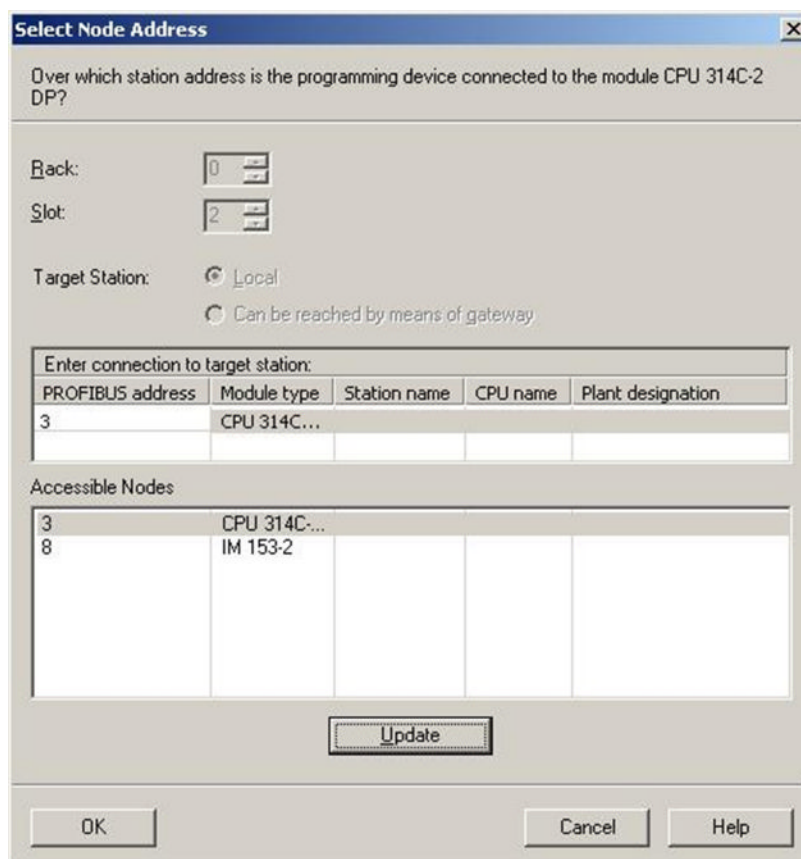


Рисунок 4.20 – Визначення адреси завантаження

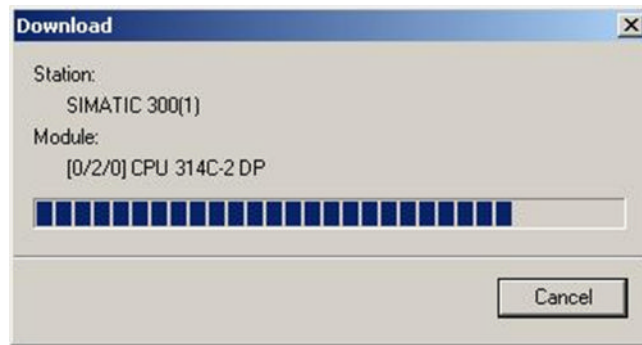


Рисунок 4.21 – Завантаження проекту в PLC

На рисунку 4.22 зображено початкові блоки проекту.

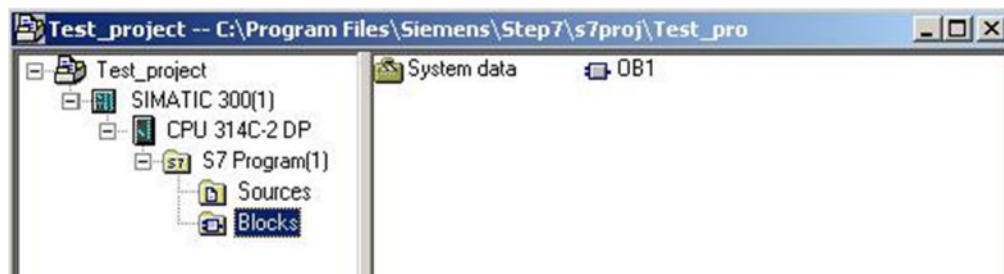


Рисунок 4.22 – Блоки проекту

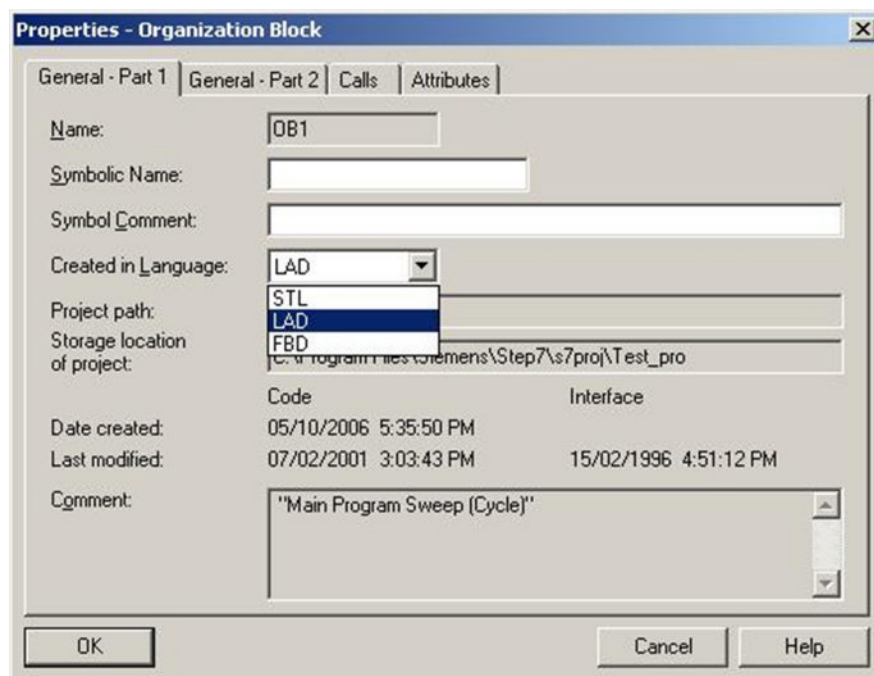


Рисунок 4.23 – Вибір мови програмування організаційного блоку проекту

В проект з головного меню з закладки Insert вибирається OB1, в якому міститиметься головна програма проекту. Вибрано мову програмування-контактних планів.

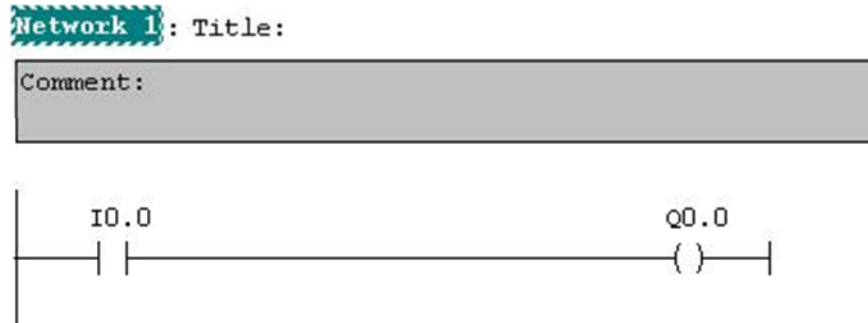


Рисунок 4.24 – Передача сигналу з входу 0.0 на вихід 0.0

Сигнальний модуль має стартову адресу 0. Відповідно вхід I0.0 і вихід Q0.0 мають таку пряму адресацію.

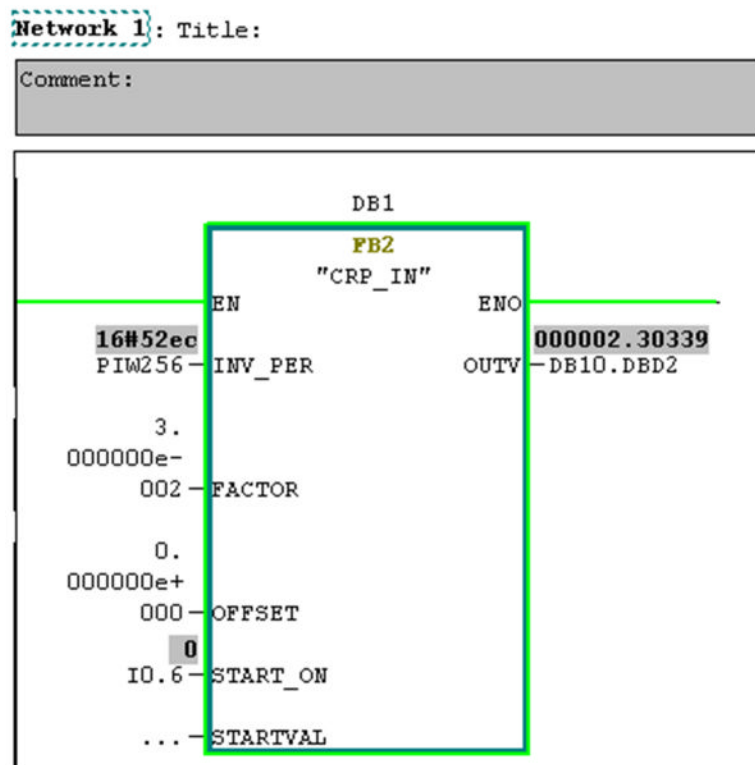


Рисунок 4.25 – Вимірювання рівня

Блок нормування сигналу з датчика вибирається з бібліотеки елементів програми, на вхід дозволу подається сигнал 1, 2 параметруючі значення і вхідна адреса.

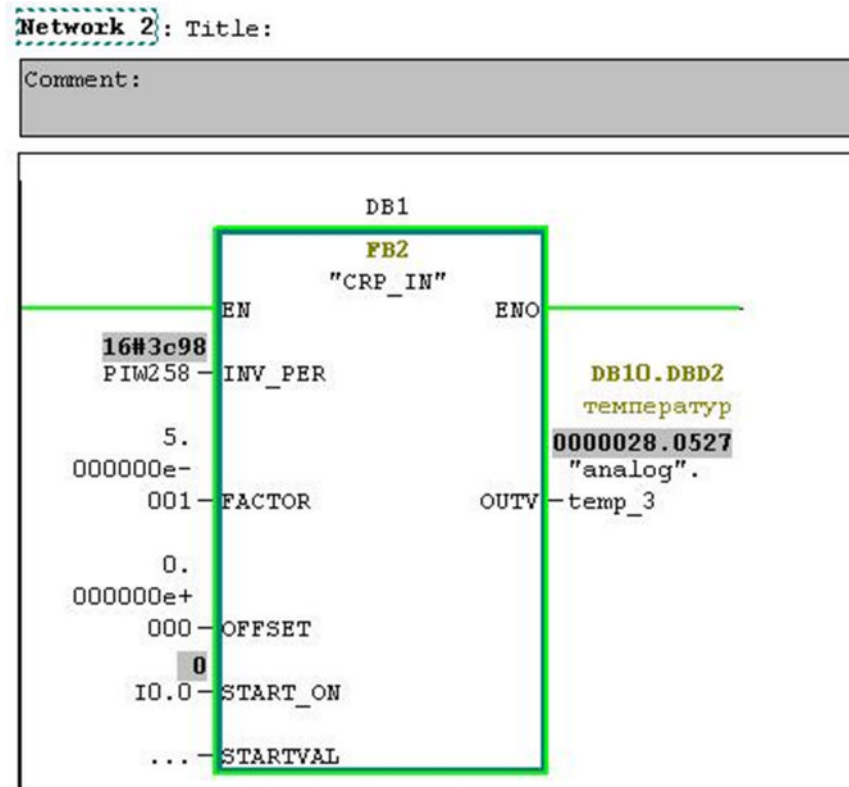


Рисунок 4.26 – Вимірювання температури

Аналогічно попередньому блоку здійснюється параметрування блоку температури, тільки сигнал знімається з іншої адреси.

Network 3 : Title:

Comment:

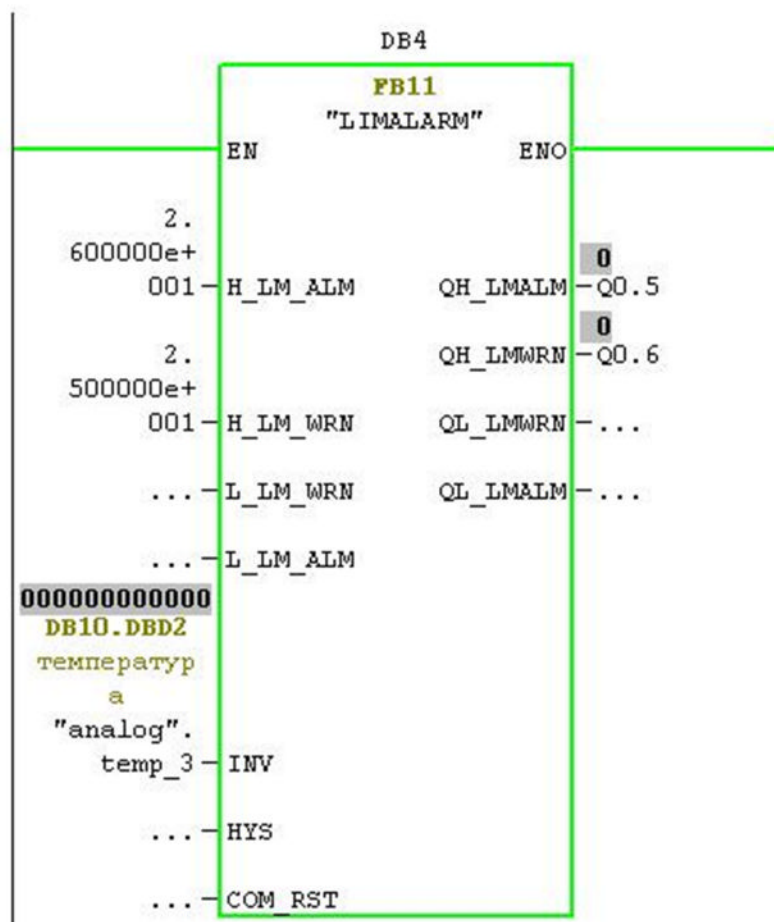


Рисунок 4.27 – Блок сигналізації

На вході H_LM_ALM вказується верхня межа температури, а на вхід H_LM_WRN вказується нижнє значення температури і при її виході за ці значення відповідно на виходах QH_LMALM і QH_LMWRM подаються сигнали.

4.4 Організація та налагодження протоколу зв'язку PROFIBUS DP

Для настройки мережі необхідно відкрити вікно "Set PG/PC Interface" (рисунок 4.28), яке знаходиться в групі програмних елементів Step 7. В даному вікні для тестування та установлення робочих параметрів необхідно вибрати із

списку один із інтерфейсів. Тут можливим є встановлення нових або видалення старих інтерфейсів.

В подальшому розглядатиметься проект, який створений на основі інтерфейсу PROFIBUS DP, через те нижче описана тільки його настройка. Інші інтерфейси (якщо вони присутні фізично в мережі) настраюються аналогічно.

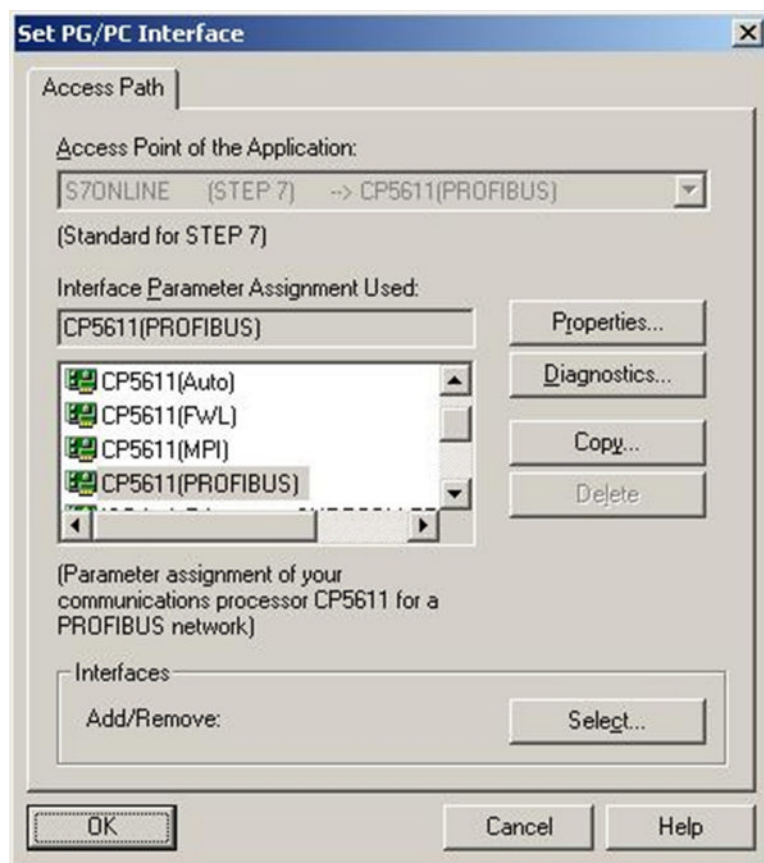


Рисунок 4.28 – Вибір інтерфейсу

Параметри інтерфейсу вибираються в вікні "Properties" (Рисунок 3.29). В закладці "Station Parameters" встановлено адресу станції, з якої здійснюється програмування та завантаження (PC), тип станції – master. Швидкість передавання даних доцільно вибрати максимально можливою, при якій тестування дає позитивний результат (в даному випадку 187.5 кб/с).

Нижче вибирається максимальний адрес під'єднуваної до мережі станції та тип PROFIBUS (вибрано DP).

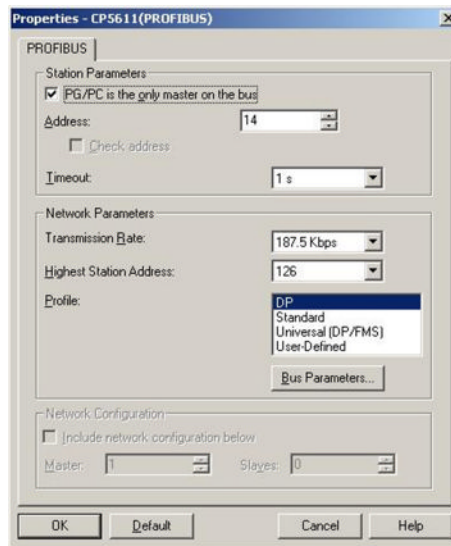


Рисунок 4.29 – Установлення параметрів інтерфейсу PROFIBUS

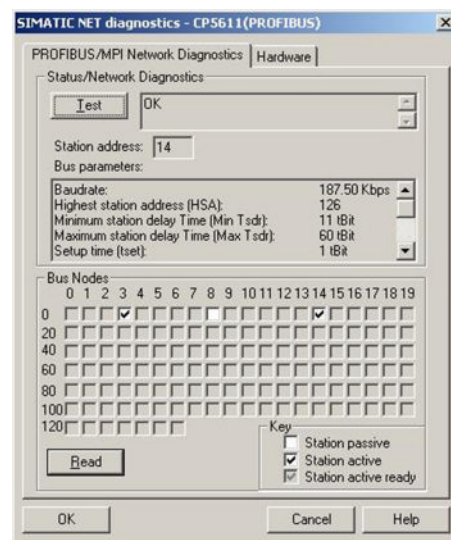


Рисунок 4.30 – Тестування інтерфейсу

Тестування (вікно “Diagnostics”, Рисунок 3.30) здійснюється натисненням кнопки “Test”. При успішному тестуванні виводяться установлені параметри інтерфейсу.

Також можливим є зчитування адресів підключених до мережі PROFIBUS станцій (усі станції повинні бути в робочому під’єднанні до живлення). Наявність галочки означає активність (master), відсутність – пасивність (slave) станції.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок показників надійності програмного забезпечення

5.1.1 Вплив надійності програмного забезпечення на надійність системи в цілому

Сьогодні у зв'язку зі збільшенням складності програм знижується їх якість і спостерігається тенденція до зростання кількості програмних помилок. Тестування програми часто займає багато часу та ресурсів, а зміни в програму можна вносити лише після інтеграції її частин. У більшості випадків безпомилкові програми використовуються для нових завдань і дають неприйнятні результати з точки зору точності та часу обчислень на інших вихідних даних.

Існує багато інших факторів, які сприяють виникненню помилок у програмі (програміст неправильно розмістив алгоритм, неправильно складено загальну структуру програмного забезпечення (ПЗ) і взаємозв'язок програм, неправильно вибрано спосіб використання). захист програм і помилки передачі програм).

Оскільки апаратні та програмні збої є взаємозалежними подіями, найкраще оцінювати математичні, програмні та медіа-індикатори надійності з точки зору їх впливу на загальні показники надійності системи.

Водночас програмне забезпечення, яке є об'єктом аналізу, має ряд характеристик.

- програмне забезпечення не зношується, практично відсутні помилки виготовлення;
 - виявлені та виправлені помилки більше не повторюються;
- надійність програми залежить від використовуваних вхідних даних (помилки у вхідних даних призводять до помилок у результатах);
- за відсутності діагностики помилки програмного забезпечення матимуть систематичний характер;

– надійність програмного забезпечення залежить від сфери застосування.

Для оцінки надійності програмного забезпечення проводиться аналогія між додатками та ТЗ, а також враховується надійність ТЗ під час використання. За допомогою математичного апарату теорії надійності програмний збій розглядається як подія, яка призводить до несправності або завершення програми. Після виникнення помилки програмісти тестують програму, щоб знайти (локалізувати) помилку та вдосконалити програму.

При цьому використовуються моделі надійності програмного забезпечення, в яких програми розглядаються як аналоги невідновлюваних об'єктів і знаходяться значення відповідних показників надійності: ймовірність безпомилкової роботи програми (відсутність помилок) , встановлений інтервал роботи або кількість операцій, середній час роботи.

Усі методи оцінки надійності програмного забезпечення можна умовно розділити на дві групи:

- моделі та методи оцінки надійності проектування;
- моделі та методи статистичної оцінки надійності (за результатами налагодження чи експлуатації).

5.1.2 Оцінка надійності програмного комплексу за результатами налагодження

На основі результатів налагодження ми будемо використовувати модель Шумана, яка включає наступні припущення, для розрахунку надійності програмного забезпечення.

- загальна кількість інструкцій на машинній мові постійна;
- на початку перевірки кількість помилок дорівнює певному значенню і зменшується в міру продовження перевірки;
- інтенсивність збою програми пропорційна кількості помилок, що залишилися.

Ймовірність безпомилкової роботи програмного забезпечення визначається за формулою (5.1).

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T}} \quad (5.1)$$

де T – середнє напрацювання на відмову, що визначається за формулою (5.2):

$$T = \frac{1}{C \left(\frac{E_0}{I} - \varepsilon_\varepsilon(\tau) \right)}, \quad (5.2)$$

тут E_0 – кількість помилок на початку налагодження; I – кількість машинних команд у модулі; $\varepsilon_\varepsilon(\tau)$ – кількість помилок, виправлених однією командою; t – час налагодження; C — коефіцієнт пропорційності.

За результатами налагодження, враховуючи тривалість двох тестових періодів, оцінка параметрів моделі виконується наступним чином:

$$E_0 = \frac{I}{\gamma - 1} (\gamma \varepsilon_\varepsilon(\tau_1) - \varepsilon_\varepsilon(\tau_2)), \quad (5.3)$$

де γ – коефіцієнт, який обчислюється за формулою (5.4); $\varepsilon_\varepsilon(\tau_1)$ – число виправлених помилок в розрахунку на одну команду за час відладки τ_1 ; $\varepsilon_\varepsilon(\tau_2)$ – число виправлених помилок в розрахунку на одну команду за час відладки τ_2 .

де γ – коефіцієнт, розрахований за формулою (5.4); $\varepsilon_\varepsilon(\tau_1)$ – кількість виправлених помилок командою за годину налагодження τ_1 ; $\varepsilon_\varepsilon(\tau_2)$ – кількість помилок, виправлених командою за годину налагодження:

$$\gamma = \frac{T_1}{T_2}, \quad (5.4)$$

де n_1 – кількість помилок, виявлених під час налагодження T_1 ; n_2 – кількість помилок, виявлених під час налагодження T_2 .

Пропорційний коефіцієнт розраховується за формулою (5.5).

$$C = \frac{n_1}{T_1 \left(\frac{E_0}{I} - \varepsilon_s(\tau_1) \right)}. \quad (5.5)$$

Щоб розрахувати надійність програмного забезпечення щодо вимог моделі Шумана, необхідно двічі протестувати програму. При виявленні помилок їх аналізують і виправляють недоліки.

Отже, підставивши значення вказаних параметрів $T_1 = 100; T_2 = 110; n_1 = 8; n_2 = 8$ у формулу (5.4) за результатами експерименту, отримаємо наступне:

$$\gamma = \frac{100 \cdot 8}{110 \cdot 8} \approx 0.91$$

Прийнявши $I = 5420; \varepsilon_s(\tau_1) = 0.0011; \varepsilon_s(\tau_2) = 0.0015$ за формулою (5.3) обчислимо E_0 :

$$E_0 = \frac{5420}{0.91 - 1} (0.91 \cdot 0.0011 - 0.0015) = 8$$

За формулою (5.5) обчислимо коефіцієнт пропорційності C

$$C = \frac{1}{100 \cdot \left(\frac{8}{5420} - 0.0011 \right)} \approx 15.77$$

З урахуванням заданих параметрів моделі розраховуємо середній час роботи на одну відмову T за формулою (5.2):

$$T = \frac{1}{15.77 \left(\frac{8}{5420} - 0.0011 \right)} = 168.64 \text{ год}$$

Тому в цьому розділі розраховується середній час роботи відмов розробленого програмного забезпечення. Зазначене значення цього показника надійності становить 168,64 години, що є недостатньо великим. Це пояснюється характеристиками обраної моделі, а середній напрацювання на відмову обмежений терміном тестування ПЗ.

6 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Охорона праці

6.1.1 Аналіз потенційної небезпеки та шкідливих факторів виробничого середовища

Від умов праці в великій степені залежить здоров'я і працездатність людини, її відношення до праці і результати праці. При несприятливих умовах різко знижується продуктивність праці і складаються передумови для виникнення травм і професійних захворювань.

Напруженість праці характеризує трудовий процес з позицій підвищених вимог до центральної нервової системи, до нервово-психічної сфери людини. Чим більше навантаження на центральну нервову систему і систему органів чуття (зір для тих, хто працює на ЕОМ, слух у людей, які обслуговують певні механізми), чим вища міра відповідальності за прийняття рішень, тим напруженіша праця.

У осіб переважно розумової праці, робота яких супроводжується нервово-психічним напруженням (оператори, диспетчери і т.д.), частіше реєструється патологія, у якій є істотною роль порушень нервово-ендокринної регуляції: це захворювання нервової системи, органів травлення, органів чуття. В організмі після тривалої дії комп'ютера починаються автопроцеси, тобто утворюються антитіла, які уражують власний захист організму. Тому проявитися захворювання може в будь-якому органі, що обумовлене індивідуальною схильністю, спадковістю та інше [9].

Ускладнення функціональної структури діяльності в зв'язку з застосуванням електронно-обчислювальних систем, нафтових резервуарів, висуває нові підвищені вимоги до безпеки життя та здоров'я людини. Недооблік ролі людського чинника при проектуванні і створенні операторного приміщення неминуче відбивається на якісних і кількісних показниках

діяльності робітників, у тому числі призводить до уповільнення або помилок у процесі ухвалення рішення.

Основним потенційно небезпечним виробничим фактором є нафтові резервуари, їх небезпечні характеристики наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Аналіз потенційних небезпек виробничих факторів

Джерело небезпек	Характеристика потенційно-небезпечних виробничих факторів та їх допустимі значення
1. Нафтові резервуари:	
- електричний струм	$U=380\text{В}$; $I=1.5*18=27\text{А}$; $f=50\text{Гц}$ Можливість ураження електричним струмом ($U_{\text{с.м.}} \geq 100\text{ мВ}$)
- електростатичне поле	Фактичні дані: 15 кВ/м (0 Гц). Допустима напруженість поля: $20\text{--}60\text{ кВ/м}$.
- нафта	Можливість займання та вибуху

Значний вплив на здоров'я працівників, крім газоподібних та пароподібних шкідливих речовин, різного роду хімічних речовин, що можуть потрапляти у виробничі приміщення чи безпосередньо використовуватися, може здійснювати підвищена запиленість повітря робочої зони. Ступінь небезпечності пилу залежить від його дисперсності, форми, твердості, волокнистості.

В таблиці 6.2 наведена характеристика шкідливих речовин, які використовуються у нафтових резервуарах.

Таблиця 6.2 – Характеристика шкідливих речовин, що використовуються у нафтових резервуарах

Назва шкідливої речовини або матеріалу	Технологічний процес в якому використовуються чи виділяються шкідливі речовини	Гранично допустима концентрація шкідливої речовини, мг/мЗ		Дія на організм людини. Перша допомога
		В робочій зоні	В атмосфері населеного пункту	
Нафта	Збурігається з метою відділення води та збалансування ринку.	100	5	Токсична дія на організм людини, викликають органічні порушення ЦНС, дистонічні явища у м'язах. Свіже повітря, спокій, тепло.

Праця робітників операторної повинна відносити до І-ІІ класу по гігієнічних умовах праці; його тяжкість не повинна перевищувати оптимальних, а напруженість допустимих розмірів („Гігієнічна класифікація праці МЗ України” 1137-80).

6.1.2 Забезпечення нормальних умов праці

Всі види робіт в виробничих приміщеннях поділяються на три категорії по важкості робіт. Робота оператора ЕОМ відноситься до категорії робіт з затратами енергії до 150 ккал/год.

Виробничі приміщення операторної проектується відповідно вимогам СНіП 2.09.04-87 „Адміністративні і побутові будинки приміщення виробничих підприємств” і СН-512-78 – „Інструкція з проектування будинків і помешкань для електронно-обчислювальних машин”.

Розміщення приміщень в операторних приміщеннях (далі по тексту ОП) здійснюються за принципом однорідності видів виконуваних робіт з метою оптимізації умов праці робітників ОП, необхідно встановлювати відеотермінали в приміщеннях, які суміжні й ізольовані від приміщень із друкуючими пристроями (для виводу оперативної інформації) і гнучкими дисками для довгострокового її збереження.

Виходячи з особливостей зорового апарату, до освітлення виробничих приміщень висуваються такі вимоги:

- 1) Освітлення повинно створити достатню освітленість робочих поверхонь, щоб залежно від коефіцієнта її відбиття складалася достатня яскравість для розрізнення.
- 2) Освітленість робочих поверхонь повинна бути достатньо рівномірною.
- 3) Повинен бути достатній контраст поверхонь, що освітлюються.
- 4) Не повинно бути засліплюючої дії як від джерел освітлення, так і від відбитої робочої поверхні.
- 5) Освітлення повинно забезпечити безпеку праці.

Обчислювальні машини встановлюються і розміщуються відповідно до вимог технічних умов заводів-виготовлювачів Мінімальна ширина проходів із передньої сторони пультів і панелей керування устаткуванням ЕОМ і однорядному його розташуванні повинна бути не менше 1 м, при дворядному - не менше 1,2 м.. ВДТ повинні розташовуватися при однорядному їхньому розміщенні на відстані не менше 1 м від стін; робочі місця з дисплеями повинні розташовуватися між собою на відстані не менше 1,5 м [10].

Для екрану монітора використовується спеціальний фільтр, який захищає очі оператора від ультрафіолетових і рентгенівських променів, а також підвищує контрастність зображення.

В обчислювальних центрах України застосовуються переважно захисні екрани трьох типів: сіткові, плівкові і скляні. У деяких випадках застосовуються пластикові екрани. Результат досліджень властивостей фільтрів наведено у таблиці.

По можливості екран дисплею необхідно розмістити трохи вище рівня очей. Це створить розвантаження тих груп м'язів, які напружені при нормальному погляді - вниз або вперед.

Вимоги до допоміжних будинків і ОП повинні відповідати СНП 2-09-0-1-87 „Адміністративні і побутові будинки і приміщення виробничих підприємств”.

У виробничих ОП повинні дотримуватися такі обсяги зовнішнього повітря:

- при кубатурі помешкання до 20 м^3 на одного працюючого - не менше $30 \text{ м}^3/\text{год}$ на людину;

- при кубатурі помешкання $20\text{-}40 \text{ м}^3$ на одного працюючого не менше $20 \text{ м}^3/\text{год}$ на людину;

- при кубатурі помешкання більш - 10 м^3 на одного працюючого, наявності вікон і відсутності виділення шкідливих речовин припускається природна вентиляція приміщення, якщо не потрібно дотримання технологічних параметрів чистоти повітря;

- у виробничих приміщеннях без вікон і ліхтарів подача повітря на одного працюючого повинна бути не менше $60 \text{ м}^3 / \text{год}$ при дотриманні норм мікроклімату і шкідливих речовин і пилюки.

У приміщеннях із надлишками явного тепла необхідно передбачати регулювання подачі теплоносія для дотримання нормативних параметрів мікроклімату. Не можна використовувати для опалення машинних залів ЕОМ і сховищ магнітних стрічок, електронагрівальні прилади і парове опалення.

В усіх виробничих ОП на постійних робочих місцях параметри мікроклімату повинні відповідати вимогам СН 4088-86 „Мікроклімат виробничих приміщень”.

Повітря, що надходить в приміщення повинно бути очищене від забруднень, в тому числі від пилюки і мікроорганізмів. Рівень чистоти повітря повинен відповідати вимогам СН 512-78.

Кондиціонування повітря повинно забезпечувати автоматичну підтримку

параметрів мікроклімату у необхідних межах в продовж усіх сезонів року, очищення повітря від пилюки шкідливих речовин, створення невеличкого надлишкового тиску у чистих помешканнях для виключення надходження неочищеного повітря.

Освітлення в ОП повинно бути змішаним (природним і штучним).

Природне освітлення в ОП повинно здійснюватися у виді бічного освітлення. Розмір коефіцієнта природної освітленості к.п.о. повинен відповідати нормативним рівням по СНІП 11-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування». Орієнтація світлоотворів для приміщень з ЕОМ повинна бути північною.

Штучне освітлення в ОП варто здійснювати у виді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення. Для запобігання засвіток екранів дисплеїв прямими світловими потоками застосовуються світильники загального освітлення, розташовані між рядами робочих місць або зон із достатнім бічним освітленням. При цьому лінії світильників розташовуються паралельно світлоотворам.

Освітлювальні установки повинні забезпечувати рівномірну освітленість за допомогою переважно відбитого або розсіяного світлорозподілу; вони не повинні створювати світлих відблисків на клавіатурі й інших частинах пульта, а також на екрані ВДТ у напрямку ока оператора. Для випадку відблисків відбитка на екранах від світильників загального освітлення необхідно застосовувати антиблікерні сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки або розташовувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран ВДТ з обох його сторін. При рядковому розташуванні устаткування (ВДТ) не припускається розташування дисплеїв екранами один до одного.

Місцеве освітлення забезпечується світильниками, які установлені безпосередньо на стільниці (столі) або на його вертикальній панелі, а також які вмонтовані в козирок пульта. Якщо виникає необхідність використання індивідуального світлового джерела, то він повинен мати можливість орієнтації

в різних напрямках і бути оздоблений пристроєм для регулювання яскравості і захисною сіткою, що охороняє від осліплення і відбитого блиску.

Джерела світла відносно робочого місця розташовують таким чином, щоб виключити влучення в очі прямого світла. Захисний кут арматури в цих джерел повинний бути не менше 30.

Пульсація освітленості люмінесцентних ламп не повинна перевищувати 10%. При природному освітленні варто застосовувати засоби сонцезахисту, що знижують перепади яскравостей між природним світлом і світінням екрана ЕОМ. У якості таких засобів можна використовувати плівки з металічним покриттям або регульовані жалюзі з вертикальними ламелями. Крім того, рекомендується розміщення вікон з однієї сторони робочих помешкань. При цьому кожне вікно повинно мати світлорозсіюючі штори з коефіцієнтом відбиття 0,5-0,7.

Для запобігання утворення і захисту від статичної електрики в ОП необхідно використовувати нейтралізатори зволожувачі, а підлоги повинні мати антистатичне покриття. Захист від статичної електрики повинен проводитися у відповідності із санітарно-гігієнічними нормами, що визначають напруженість електричного нуля, рівні напруженості електростатичних нулів, що допускаються не повинні перевищувати 20 кВ протягом 1 години (ДЕРЖСТАНДАРТ 12. 1045-84).

У машинних залах ЕОМ, у помешканнях із дисплеями необхідно контролювати рівень аероіонізації.

М'яке рентгеновське випромінювання, що виникає при напрузі на аноді 20-22 кВ, а також висока напруга на струмоведучих ділянках схеми викликають іонізацію повітря, з утворенням позитивних іонів, що рахуються несприятливими. Оптимальним рівнем аероіонізації в зоні подиху працюючого рахується вміст легких аероіонів обох знаків від $1,5 \cdot 10^2$ до $5 \cdot 10^3$ у 1 см^3 повітря («Вказівки по компенсації аероіонної надлишковості в приміщеннях промислових підприємств й експлуатації азросонізаторів» 1601-77 МЗ України і «Санітарно-гігієнічні норми припустимих рівнів іонізації повітря виробничих і

суспільних помешкань» №2152-80).

Організацію робочих місць на ОП необхідно здійснювати на основі сучасних ергономічних вимог. Конструкція робочих меблів (столи, крісла або стільці) повинна забезпечувати можливість індивідуального регулювання відповідно росту працюючого і створювати зручну позу. Часто використовувані предмети праці й органи керування повинні знаходитися в оптимальній робочій зоні.

Таблиця 5.3 – Засоби індивідуального захисту працюючих

Шкідливий виробничий фактор	Вид засобу захисту	Призначення засобу захисту	Професія працівника
Операторна	Колективний метод захисту	1) Побутові зволожувачі "ІОН" – захист від статичної електрики 2) Одяг - з натуральних матеріалів – від статичної електрики 3) Покриття підлоги антистатичним лінолеумом – від статичної електрики 4) Біополярні коронні аерофон-нізатори - для оптимізації іонів повітря	Оператор Інженери програ- місти

Робочий стіл повинний регулюватися по висоті в межах 680-760 мм; при відсутності такої можливості його висота повинна складати 720 мм. Оптимальні розміри робочої поверхні стільниці 1600X900 мм. Під стільницею робочого столу повинно бути вільний простір для ніг із розмірами по висоті не менше 600 мм, по ширині 500 мм, по глибині 650мм. На поверхні робочого столу для документів необхідно передбачати розміщення спеціальної підставки, відстань якої від очей повинно бути аналогічним відстані від очей до клавіатури що дозволяє знизити зорове стомлення.

Клавіатура дисплея не повинна бути жорстко, пов'язана з монітором. У клавіатурі необхідно передбачити можливість звукового зворотного зв'язку від

умикання клавіш із можливістю регулювання. Діаметр клавіш - у межах 10 - 19 мм, опір 0,25-1,5 Н. Поверхня клавіш повинна бути увігнутою, відстань між ними - не менше 3 мм. Нахил клавіатури повинний знаходитися в межах 10 - 15°.

Рациональний режим праці і відпочинку робітників ОП, установлений з урахуванням психофізичної напруженості їхньої праці, динаміки функціонального стану систем організму і працездатності передбачає суворе дотримання регламентованих перерв. При цьому перерви повинні бути оптимальної тривалості: занадто тривалі перерви ведуть до порушення робочої установки, розладу динамічного стереотипу.

Кількість оброблюваних символів (або знаків) на ВДТ не повинно перевищувати 30 тис. за 4 години роботи.

З метою зниження або усунення нервово-психічної, зорової і м'язової напруги, попередження перевтоми необхідно проводити сеанси психофізіологічного розвантаження і зняття втоми під час регламентованих перерв і після закінчення робочого дня.

Ці сеанси повинні проводитися в спеціально обладнаному приміщенні - кімнаті психологічного розвантаження. Цю кімнату варто розташовувати на відстані не більш 75 м від робочих місць. Вимоги до устаткування кімнати психологічного розвантаження викладені в «Міжгалузевих методичних рекомендаціях по попередженню перевтоми робітників фізичної і розумової праці».

Для зниження напруженості праці операторів необхідно рівномірно розподіляти їхнє навантаження і раціонально чергувати характер діяльності - прийом і видачу результатів із роботою за пультом ЕОМ і ін. У нічні години не повинні виконуватися роботи або завдання, що потребують складних рішень або відповідальних дій.

Розташування та заходи безпеки резервуарних парків повинні бути наступні:

1. Для резервуарних парків нафти і нафтопродуктів слід застосовувати типи резервуарів відповідно до вимог ГОСТ 1510 - 84. Для нафти і нафтопродуктів з температурою застигання вище 0°C, для яких не можуть застосовуватися резервуари з плаваючим дахом або з понтоном, слід передбачати резервуари із стаціонарним дахом. Резервуари із стаціонарним дахом з понтоном іменуються тут і надалі як резервуари із стаціонарним дахом без понтона - як резервуари із стаціонарним дахом.

2. Резервуари слід розміщувати групами.

Загальну місткість групи наземних резервуарів, а також відстань між стінками резервуарів, що розташовуються в одній групі, слід приймати відповідно до таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Резервуари	Одиничний номінальний об'єм резервуарів, що встановлюються в групі, куб. м	Вигляд що зберігаються нафти і нафтопродукті в	Допустим а загальна номінальн а місткість групи, куб. м	Мінімальна відстань між резервуарами, що розташовуютьс я в одній групі
1.3 плаваючим дахом	50 000 і більш	Незалежно від виду рідини	200 000	30 м
	Менше 50 000	Незалежно від виду рідини	120 000	0,5Д, але не більше 30 м
2.3 понтоном	50 000 і більш	Незалежно від виду рідини	200 000	30 м
	Менше 50 000	Незалежно від виду рідини	120 000	0,65 Д, але не більше 30 м
3.Із стаціонарним дахом	50 000 і менш	Нафта і нафтопродукт и з температурою спалаху вище 450 °С	120 000	0,75 Д, але не більше 30 м
	50 000 і менш	То ж, з температурою спалаху 450 °С і нижче	80 000	0,75 Д, але не більше 30 м

Між резервуарами різних типів, розмірів і об'ємів відстань слід приймати найбільшим із значень, встановлених в табл. 6 для цих резервуарів.

3. Наземні резервуари об'ємом 400 м³ і менш, проєктовані у складі загальної групи, слід розташовувати на одному майданчику (або фундаменті), об'єднуючи в окремі групи загальною місткістю до 4000 м³ кожна, при цьому відстань між стінками резервуарів в такій групі не нормується, а відстань між найближчими резервуарами таких сусідніх груп слід приймати 15 м. Відстань від цих резервуарів до резервуарів об'ємом більше 400 м³ слід приймати по табл.6, але не меншого 15 м.

4. Площа дзеркала підземного резервуару повинна складати не більше 7 000 м², а загальна площа дзеркала групи підземних резервуарів - 14 000 м². Відстань між стінками підземних резервуарів однієї групи повинна бути не меншого 1 м.

5. Відстань між стінками найближчих резервуарів, розташованих в сусідніх групах, мабуть, м:

- наземних резервуарів номінальним об'ємом 20 000 м³ і більш - 60, об'ємом до 20 000 м³ - 40;
- підземних резервуарів - 15.

При розміщенні кожної групи наземних резервуарів в окремому котловані або виїмці, що вміщає всю рідину, що зберігається в цих резервуарах, відстань між верхніми брівками сусідніх котлованів або виїмок слід приймати 15 м.

6. По периметру кожної групи наземних резервуарів необхідно передбачати замкнуте земляне обвалування шириною зверху не меншого 0,5 м або захищаючу стіну з негорючих матеріалів, розраховані на гідростатичний тиск рідини, що розлилася.

Вільний від забудови об'єм обвалованої території, що утворюється між внутрішніми укосами обвалування або захищаючими стінами, слід визначати за розрахунковим обсягом рідини, що розлилася, рівним номінальним об'ємом найбільшого резервуару в групі або резервуару, що окремо стоїть.

Висота обвалування або захищаючої стіни кожної групи резервуарів повинна бути на 0,2 м вище за рівень розрахункового об'єму рідини, що розлилася, але не меншого 1 м для резервуарів номінальним об'ємом до 10 000 м³ і 1,5 м для резервуарів об'ємом 10 000 м³ і більш.

Відстань від стінок резервуарів до підшови внутрішніх укосів обвалування або до захищаючих стін слід приймати не меншого 3 м від резервуарів об'ємом до 10 000 м³ і 6 м - від резервуарів об'ємом 10000 м³ і більш. Група з резервуарів об'ємом 400 м³ і менш загальною місткістю до 4000 м³, розташована окремо від загальної групи резервуарів (за межами її зовнішнього обвалування), повинна бути захищена суцільним земляним валом або стіною заввишки 0,8 м при вертикальних резервуарах і 0,5 м при горизонтальних резервуарах. Відстань від стінок цих резервуарів до підшови внутрішніх укосів обвалування не нормується.

7. Обвалування підземних резервуарів слід передбачати тільки при зберіганні в цих резервуарах нафти і мазуту. Об'єм, що утворюється між внутрішніми укосами обвалування, слід визначати з умови утримання рідини, що розлилася, в кількості, рівній 10% об'єму найбільшого підземного резервуару в групі. Обвалування групи підземних резервуарів для зберігання нафти і мазуту допускається не передбачати, якщо об'єм, що утворюється між укосами земляного полотна автомобільних доріг навколо групи цих резервуарів, задовольняє вказаній умові.

8. В межах однієї групи наземних резервуарів внутрішніми земляними валами або захищаючими стінами слід відокремлювати:

- кожен резервуар об'ємом 20 000 м³ і більш або декілька менших резервуарів сумарною місткістю 20 000 м³;
- резервуари з маслами і мазутом від резервуарів з іншими нафтопродуктами;
- резервуари для зберігання етилірованих бензинів від інших резервуарів групи.

Висоту внутрішнього земляного валу або стіни слід приймати:

1,3 м - для резервуарів об'ємом 10 000 м³ і більш;

0,8 м - для решти резервуарів.

9. Резервуари в групі слід розташовувати:

- номінальним об'ємом менше 1000 м³ - не більше ніж в чотири ряди;

- об'ємом від 1000 до 10 000 м³ - не більше ніж в три ряди;

- об'ємом 10 000 м³ і більш - не більше ніж в два ряди.

10. У кожену групу наземних вертикальних резервуарів, що розташовуються в два ряди і більш, допускається передбачати заїзди всередину обвалування для пересувної пожежної техніки, якщо з внутрішніх доріг і проїздів складу не забезпечується подача огнетушачих засобів в резервуари. При цьому планувальна відмітка проїжджої частини заїзду повинна бути на 0,2 м вище за рівень розрахункового об'єму рідини, що розлилася.

11. Для переходу через обвалування або захищаючу стіну, а також для підйому на обсіпання резервуарів необхідно на протилежних сторонах огорожі або обсіпання передбачати сходи-переходи шириною не меншого 0,7 м в кількості чотирьох - для групи резервуарів і не меншого двох - для резервуарів, що окремо стоять.

Між переходами через обвалування і стаціонарними сходами на резервуарах слід передбачати пішохідні доріжки (тротуари) шириною не меншого 0,75 м.

12. У середині обвалування групи резервуарів не допускається прокладка транзитних трубопроводів. З'єднання трубопроводів, що прокладаються у середині обвалування, слід виконувати на зварці. Для приєднання арматури допускається застосовувати фланцеві з'єднання з негорючими прокладками.

6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

З розвитком науково-технічного прогресу важливу роль грає можливість безпечного виконання людьми своїх трудових обов'язків. У цьому сенсі була створена та розвивається наука про безпеку праці та життєдіяльності людини.

Безпека життєдіяльності (БЖД) — це комплекс заходів, вкладених у забезпечення безпеки людини у середовища проживання, збереження здоров'я, розробку методів і засобів захисту за допомогою зниження впливу шкідливих і найнебезпечніших чинників до допустимих значень, вироблення заходів для обмеження шкоди на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій мирного і війни.

Мету й зміст БЖД: виявлення вивчення чинників довкілля, які впливають для здоров'я людини; - ослаблення дії цих факторів до безпечних меж чи виняток їх якщо може бути; - ліквідація наслідків катастроф і стихійних лих. Коло практичних завдань БЖД передусім обумовлений вибором принципів захисту, із розробкою та раціональним використанням засобів захисту чоловіки й природного довкілля від впливу техногенних джерел постачання та стихійних явищ, і навіть коштів, які забезпечують комфортне стан середовища життєдіяльності. Охорона здоров'я працюючих, забезпечення безпеки умов праці, ліквідація професійних захворювань, і виробничого травматизму становитиме з головних турбот людського суспільства. Звертається увагу до необхідності широко він прогресивних форм наукової організації праці, відомості до мінімуму ручного, малокваліфікованого праці, створення обстановки, яка виключає професійні захворювання і виробничий травматизм. На робоче місце мають бути передбачені захисту від можливого впливу небезпечних і шкідливих факторів виробництва. Рівні цих факторів нічого не повинні перевищувати граничних значень, обумовлених правовими, технічними і санітарно-технічними нормами. Переважна частина вчених вважають, що і короткочасне, і тривале вплив всіх видів випромінювання від екрана монітора безпечно здоров'ю персоналу, обслуговуючого комп'ютери. Проте вичерпних даних щодо небезпеки впливу випромінювання від моніторів на які працюють із комп'ютерами й не існує дослідження, у цьому напрямі тривають. Максимальний рівень рентгенівського випромінювання робочому місці оператора комп'ютера звичайно перевищує 10мкбэр/ч, а інтенсивність ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань від екрана монітора лежать

у межах 10...100мВт/м². Для зниження впливу цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори зі зниженим рівнем випромінювання (MPR-II, TCO-92, TCO-99), встановлювати захисні екрани, і навіть дотримуватися регламентовані режими праці та відпочинку.

Виробничі аварії можуть бути різноманітними. Причинами їх можуть бути: стихійні лиха (землетруси, зсуви, повені, пожежі тощо). а також порушення технології виробництва і правил техніки безпеки.

Найбільш типовими наслідками аварій можуть бути: вибухи, пожежі, затоплення, завали шахт, зараження навколишнього середовища сильнодіючими отруйними речовинами.

Під стихійним лихом розуміють таке явище природи, яке не може бути відвернуте і характеризується порушенням нормальної життєдіяльності значної групи населення, загрози для їх життя, руйнуванням чи затопленням та знищенням матеріальних цінностей.

До них відносяться: повені; потоки; урагани; зсуви; землетруси та інші.

До стихійних лих відносяться також масові лісові пожежі по тим втратам, які вони завдають народному господарству і великій небезпеці для населення, що проживає у районах, охоплених пожежами.

Крупними аваріями на промислових підприємствах вважаються надзвичайні пригоди, які викликають раптову зупинку роботи. створюють небезпеку для життя людей і можуть призвести до руйнування виробничих будівель, ушкодження чи знищення устаткування, сировини і готової продукції, а також до зараження місцевості отруйними речовинами і загазованості атмосфери. Наслідком аварій, а іноді і причиною їх можуть бути вибухи і пожежі.

Такі стихійні явища природи, крупні аварії у промисловості і на транспорті, які спричинили загибель людей, великі руйнування і знищення матеріальних цінностей, відносяться до категорії катастроф.

Крупні виробничі аварії і катастрофи можуть призводити до загибелі людей і завдавати відчутних втрат народному господарству.

Тому забезпечення безаварійної роботи підприємств слід розглядати як важливу державну справу, яка потребує повсякденної уваги керівництва. інженерно-технічних працівників. Аварії можуть трапитися на будь-яких промислових підприємствах і на транспорті, унаслідок безвідповідального відношення до своїх обов'язків усіх посадових осіб. а також робітників і службовців підприємства і недодержання ними правил техніки безпеки.

Однак, найбільшу небезпеку являють собою об'єкти. що виробляють чи застосовують у технології сильнодіючі отруйні речовини, вибухо і пожежонебезпечні матеріали і продукти. Небезпечними об'єктами є також склади, бази. залізничні станції і порти, де зберігаються чи маються запаси цих матеріалів і продуктів. Аварії можуть трапитися унаслідок:

- стихійних лих;
- допущення прорахунків у проектуванні будівництві і обладнанні підприємства;
- введення в експлуатацію промислових об'єктів з великими недоробками і відступами від проектів;
- прийняттям в експлуатацію вентиляційних систем без випробування на ефективність їх роботи;
- недоробок по техніці безпеки і охороні праці тощо.

Вони можуть бути також наслідком порушення технологічного процесу, несправності електропроводки і недостатнього впровадження надійних систем пожежогасіння.

Аварії виникають і унаслідок необачного поводження з вогнем.

Крім того, причинами аварії можуть бути: порушення вимог і правил техніки безпеки: низька трудова і технологічна дисципліна, відсутність належного контролю за процесом виробництва.

Аналіз причин аварій показує, що вони виникають головним чином унаслідок поганої навченості персоналу, допущеної халатності, порушень технологічного процесу виробництва і правил техніки безпеки.

Для запобігання аваріям на промислових підприємствах і транспорті заздалегідь розробляються і здійснюються організаційно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості і безаварійності роботи.

Вивчення причин виникнення аварій і всебічна оцінка ступеня їх небезпечності дасть можливість правильно визначити заходи, що до їх попередження, передбачити необхідні дії по захисту людей і зниженню втрат.

Важливим фактором забезпечення безаварійної роботи є вивчення і суворе дотримання всіма інженерно-технічними працівниками правил і норм техніки безпеки. Основними заходами по ліквідації наслідків аварій і стихійних лих є:

- оповіщення робітників і службовців, ЦО і населення, що проживає поблизу об'єкту, екстрена евакуація;
- комплексна розвідка об'єкту на якому виникла аварія;
- рятування людей з-під завалів, із оточуючих і ушкоджених будівель і споруд;
- надання медичної допомоги потерпілим від аварії, вивіз у лікувальні установи;
- гасіння пожеж;
- локалізація аварії на комунально-енергетичних мережах, перешкоджаючих веденню рятувальних робіт;
- улаштування проїздів і підходів до місць аварій;
- руйнування ненадійних конструкцій, розбирання завалів;
- демонтаж зберігшогося устаткування, якому загрожує небезпека;
- організація комендантської служби.

Задача кожного працюючого на підприємстві - знати основні правила поведінки при аваріях, вміти діяти в обставинах, що при цьому склалися. Ці правила і послідовність дій треба вивчати, постійно пам'ятати і вміти практично виконувати.

В аварійній ситуації важливою задачею є оповіщення про аварію. Кожний робітник і службовець будь-якого об'єкту народного господарства повинен вміти користуватися наявними на підприємстві оповіщувачами. Кожний

робітник підприємства, пов'язаний з можливою газовою обстановкою, повинен знати способи виклику газорятівників.

Для ліквідації стихійних лих, виробничих аварій і рятування потерпілих на об'єктах народного господарства у першу чергу залучаються спеціальні підрозділи (газорятівників, пожежників і т. ін.), при необхідності можуть залучатися формування ЦО.

З виникненням аварій робітники і службовці, що входять до складу формування ЦО, зобов'язані негайно прибути на місце збору. Робітники і службовці підприємства, що не входять до складу формувань, повинні бути також готові вести роботи по ліквідації аварії, по спасінню потерпілих на об'єктах.

Ліквідація наслідків стихійних лих і аварій може здійснюватись одночасно на всьому об'єкті або по окремих його ділянках при наявності достатніх сил і засобів. При цьому розпочинають їх у першу чергу там, де необхідно надати допомогу людям, на ділянках, які становлять найбільшу небезпеку.

Перша медична і лікарська допомога надається перш за все потерпілим, що знаходяться у шоківому стані, а також вивільнені з-під уламків завалів. Вивільнення людей з-під великих завалів проводиться з додержанням особливих заходів перестороги, їм надається невідкладна медична допомога на місці з подальшою евакуацією у лікувальні установи.

Виробничим аваріям звичайно сприяють пожежі, що створюють у деяких випадках найбільшу небезпеку. Обстановка в осередку пожежі може створитися досить складна, особливо при наявності руйнувань, завалів, порушення і навіть припинення водопостачання. Боротьба з вогнем пов'язана із рятуванням людей, якщо частина персоналу підприємства опинилася у зоні, охопленій полум'ям. Наявність у виробництві вибухонебезпечних і швидко займистих матеріалів може погіршити становище. Тому до ліквідації пожежі необхідно залучити технічний персонал підприємства, який добре знає розташування апаратури, що знаходиться під великим тиском,

місцезнаходження вибухонебезпечних чи отруйних речовин, а також можливості використання стаціонарних засобів пожежегасіння.

У першу чергу локалізують і гасять ті осередки пожежі, які становлять перешкоду рятувальним роботам і створюють загрозу подальшого поширення вогню.

Особовий склад формувань пожежегасіння повинен суворо дотримуватись правил безпеки, слідкувати за станом будівельних конструкцій, що загрожують обвалом, і не допускати, щоб вогонь оточував працюючих. При сильній задимленості особовий склад, що приймає участь у гасінні пожежі, повинен діяти у протигазах і використовувати інші захисні засоби.

Пожежі впливають на людей дуже сильним психологічним ефектом. Відомо, що паніка серед людей навіть при невеликих пожежах є причиною значних жертв. Знаючи правила поведінки, людина, захоплена цим лихом, у будь-якій обстановці зможе не лише врятувати своє життя, але й надати допомогу у рятуванні інших людей, матеріальних цінностей від вогню.

При самопорятунку і рятуванні інших людей у будинках охоплених вогнем, діяти слід швидко, оскільки основною небезпекою є висока температура повітря, задимлення, можливі обвалення будівельних конструкцій. Палаюче приміщення треба долати, накрившись з головою мокрою ковдрою, цупкою тканиною чи верхнім одягом, крізь сильно задимлене приміщення слід повзти чи рухатись пригинаючись. Двері у задимлене приміщення слід відчиняти обережно, бо швидкий потік повітря викличе спалах полум'я. Ввійшовши у приміщення, де можуть бути люди, слід гукнути їх, відшукуючи потерпілих, треба пам'ятати, що діти від переляку ховаються під ліжку, шафу, забиваються у кутки, в інші місця.

Під час пожежі на людях спалахує одяг. При невеликих ділянках палаючого одягу вогонь може бути погашений шляхом збивання його курткою, рукавицею. Не виключено, що у деяких випадках люди в палаючому одязі намагаються бігти. Необхідно зупинити їх, накинувши на таких потерпілих

будь-яке полотнище, щільно притуливши його до тіла потерпілого. Цим може бути досягнуте припинення припливу повітря до місця горіння і самогоріння.

При виникненні пожежі на виробництві у першу чергу треба повідомити пожежну команду, а потім сміливо вступати у боротьбу з вогнем.

Для гасіння пожеж застосовуються : вода, пісок, вогнегасники і інші підручні засоби. Крім цих засобів треба застосовувати підготовлений протипожежний інвентар, пінні, порошкові і вуглекислотні вогнегасники, а також підручні матеріали, що мають вогнегасну дію.

Бензин, гас, різні органічні масла і розчинники, палаючу електропроводку водою гасити не можна, їх слід гасити за допомогою пінних і порошкових вогнегасників, шляхом засиплення піском і землею, а якщо вогнище пожежі невелике - накрити його брезентовим покривалом, важкою тканиною чи одягом, змоченим водою. Палаючу електропроводку гасити можна лише впевнившись, що з неї знята напруга.

Треба бути уважним при наявності обвислих проводів: не з'ясувавши, що провід знеструмлено, слід вважати його під напругою і вживати відповідні заходи безпеки.

На ряді об'єктів народного господарства здійснюється виробництво, використання, зберігання, а у деяких районах і перевезення сильнодіючих отруйних речовин (СДОР). Це стосується перш за все підприємств хімічної, нафтопереробної, нафтохімічної та інших споріднених з ним галузей промисловості, підприємств, що мають холодильні установки в яких застосовується як холодильний агент речовини типу аміаку, водопровідних і очисних споруд, що використовують хлор, залізничних станцій, що мають колії рухомого складу для СДОР, а також складів і баз з запасами отрутохімкатів, чи інших аналогічних речовин. Серед СДОР можуть бути: аміак, хлор, окис вуглецю, сірчастий ангідрид, сірковуглець, трихлористий фосфор, фтористий водень та. ін.

У наслідок стихійних лих (наприклад, під час землетрусу , пожежі чи залізничної катастрофи) чи при аварії на виробництві, можливі виливи (викиди)

СДОР і пов'язані з ними зараження місцевості і повітря. При цьому не виключені ураження людей, що знаходяться у районах виліву (викиду) СДОР.

Після виявлення викиду в атмосферу СДОР чи розливу її по території слід негайно сповістити всіх, хто може опинитися у небезпечній зоні, включаючи і житловий сектор, який межує з об'єктом.

Робітники і службовці, а у деяких випадках і жителі прилеглих районів на випадок аварії повинні бути забезпечені промисловими фільтруючими протигазами, призначеними для захисту від даного виду СДОР.

Робота по ліквідації аварії у першу чергу спрямована на те, щоб припинити розповсюдження отруйної речовини в атмосферу і розтікання її по місцевості. Для цього потрібно відключити ушкоджену ділянку перекрити крани і інші запірні пристрої. На розриви, що утворилися у ємностях і трубопроводах, накласти пластирі, муфти, у необхідних випадках забити пробки із дерева чи металу, перекачати СДОР з ушкоджених ємностей у справні. Крім того, для збору отруйних речовин необхідно відкопати рови і канали.

Розвідники, як тільки виявлять зараження, визначають концентрацію СДОР, уточнюють зони небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження, позначають їх межу, встановлюють шляхи підходу, характер і масштаби руйнувань, стан людей і обладнання. Район, де відбулася аварія обов'язково оточується, посторонні не допускаються.

Органи ЦО у цей час повинні уважно стежити за метеорологічною обстановкою. Напрямок вітру і температура повітря можуть змінюватись, і це відіб'ється на характері і напрямку розповсюдження отруйних парів.

Не менш важливою турботою при ліквідації зараження є дегазація зараженої території, споруд і устаткування. Як речовини для дегазації можуть бути використані, наприклад, хлор, гашене вапно, лужні відходи промисловості. Застосовують їх найчастіше у вигляді розчинів або кашиці.

Усі хто приймає участь у ліквідації аварії, забезпечуються промисловими чи ізолюючими протигазами, захисним одягом, індивідуальними протихімічними пакетами, медичними засобами.

У зонах можливих затоплень на місцевості слід додержуватись встановленого порядку, зайняти підвищені місця. При рятувальних роботах необхідно виявляти витримку і самовладання, суворо дотримуватись вимог рятувальників. Не можна переповнювати рятувальні засоби (катери, човни, плоти), оскільки це загрожує безпеці рятувальників і врятованих. Потрапивши у воду, слід скинути із себе важкий одяг і взуття, відшукати поблизу плаваючі чи підвищені над водою предмети, скористатися ними до отримання допомоги.

У випадку одержання сигналу сповіщення населення про наближення селевого потоку чи зсуву, а також при перших ознаках їх появи, треба якомога швидше залишити приміщення попередити про небезпеку оточуючих і вийти у безпечне місце. Залишаючи приміщення, слід загасити печі, перекрити газові крани, вимкнути світло і електроприлади. Це допоможе відвернути виникненні пожежі. Селеві потоки і зсуви являють серйозну небезпеку при їх раптовій появі. У цьому випадку страшнішим за все є паніка.

У випадку захоплення когось потоком селю, треба надати потерпілому допомогу усіма наявними засобами. Такими засобами можуть бути жердини, канати чи мотузки, що подають рятівники. Виводити врятованих з потоку треба у напрямку потоку із поступовим наближенням до краю.

На кожній ділянці аварійних робіт виставляється охорона і спостерігачі, а біля небезпечних місць встановлюється огорожа і вивішуються плакати з попередженнями про небезпеку.

ВИСНОВКИ

У ході кваліфікаційної роботи була розроблена система збору та керування даними нафтових резервуарів на основі радіолокаційної та ультразвукової технології вимірювання з використанням контролера S7-300 у SIMATIC STEP7. Ця система дозволяє передавати дані на більш високий рівень, тим самим організовуючи управління об'єктами на рівні підприємства.

Крім того, використання в проекті контролера Simatic S7-300 дозволяє гнучко модифікувати контролер на програмному та апаратному рівні. Її можна розширювати, підключати нові модулі, підключати до інших подібних систем, крім того, тут можна використовувати панель оператора.

Дана система автоматизації характеризується високою надійністю, хорошими технічними характеристиками, відсутністю невизначеності та конфліктних ситуацій.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. SIMATIC S7-300. Режим доступу: - http://tekhar.com/Programma/Siemens/Simatic/Controllers/PDF_all/03_S7-300_r.pdf
2. Програмовані контролери SIMATIC S7-300. Режим доступу: - http://triada.com.ua/files/siemens/05_S7-300_2010_r.pdf
3. Ladder Diagram/Function Block Diagram (LAD/FBD). Режим доступу: - <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10015491>
4. Проектування систем автоматизації. Розділ 3: Розробка програмного забезпечення систем автоматизації. Конспект лекцій для студентів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укл. О. О. Сердюк. - Краматорськ: ДДМА, 2018. - 112 с.
5. Berger Hans. Automating with STEP 7 in LAD and FBD Режим доступу: - <https://readli.net/avtor/berger-hans-en/>
6. Офіційний сайт компанії Siemens Режим доступу: - <http://siemens.com>
7. Мови програмування lad, stl, fbd логічних контролерів в програмі simatic step 7. Режим доступу: - <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/150635>
8. Надійність залізничного рухомого складу: Конспект лекцій / В. Г. Пузир, О. С. Крашенінін, О. В. Клименко, І. Г. Крамчанін. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 100 с.
9. Калічак О.В., Семенов Г.Н., Когут Я.Р., Охорона праці. Дипломне проектування: Методичні вказівки. – Івано-Франківськ: 2004.-63с.
10. Дедрій Я.І., Дещинський Ю.Л., Мурін О.С. Основи охорони праці: Навчальний посібник / За ред. Я.І. Бедрія. – 3-тє вид., переробл. і доп. / Я.І. Щедрій, Ю.Л. Дещинський, О.С. Мурін. – Львів: “Магнолія плюс”, видавець СПД ФО В.М. Піча, 2004.- 240с.
11. Геврик Є. О. Охорона праці / Є. О. Геврик. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003 – 280 с.

12. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324с.
13. Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 344с.
14. Основи наукових досліджень і теорія експерименту : Навчальний посібник / укл. Ю. Б. Капаціла, П. О. Марущак, В. Б. Савків, О. П. Шовкун. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 186 с.». <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/40843>.
15. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>.
16. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>.
17. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39424/>
18. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0: навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020 – 320 с. /Рекомендовано до друку Вченою радою Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Протокол № 10 від 20 жовтня 2020 року
19. Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І., Савків В.Б., Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 40 с.

20. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>
21. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
22. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
23. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
24. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
25. Введення в компютерну графіку та дизайн: Навчальний посібник для студентів спеціальності 174 "Автоматизація, компютерно-інтегровані технології та робототехніка"/Укладачі: О.В. Тотосько, П.Д. Стухляк, А.Г. Микитишин, В.В. Левицький, Р.З. Золотий - Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023 - 304с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/41166>.