

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**  
**Факультет комп'ютерних наук**  
**Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій**

**ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри АКІТ,  
кандидат технічних наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Микола СІДЄЛЄВ  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**  
**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЬ-**  
**ГЕНЕРАТОРНОЮ УСТАНОВКОЮ В ЧНУ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ В**  
**УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

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

**Здобувач** \_\_\_\_\_ **Валерій ПУГОВКІН**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ **Олег ПРИЩЕПОВ**  
канл. техн. наук, доцент « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**Консультант** \_\_\_\_\_ **Анна АЛЕКСЄЄВА**  
канл. техн. наук, доцент « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

Факультет	Комп'ютерних наук
Кафедра	Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Освітній ступінь	Бакалавр
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій  
 канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Микола СІДЕЛЄВ

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 202 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну бакалаврську роботу здобувача**

**Пуговкін Валерій Тимофійович**

1. Тема проекту (роботи)

Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою в ЧНУ імені Петра Могили в умовах надзвичайних ситуацій

керівник проекту (роботи) канд. техн. наук, доцент Прищепов Олег Федорович, затверджені наказом вищого навчального закладу від “05”\_11\_\_2025 року № 264.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 18.06.2025
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Контроль рівня палива дизель-генераторної установки в межах 0–100 %. Формування сигналу попередження при зниженні рівня палива нижче 20 %. Відображення стану ДГУ, рівня палива та аварійних повідомлень на НМІ-екрані. Управління індикацією та сигналізацією на основі даних від датчика рівня палива. Реалізація системи моніторингу в Siemens TIA Portal із використанням ПЛК Siemens S7-1200, PLCSIM та WinCC Runtime. \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація; вступ; опис дизель-генераторної установки як об'єкта автоматизації; аналіз режимів роботи ДГУ; вибір технічних засобів автоматизації; розробка структурної та функціональної схем системи; розробка алгоритму контролю рівня палива; реалізація системи в Siemens TIA Portal; створення НМІ-інтерфейсу у WinCC Runtime; моделювання роботи системи в PLCSIM; охорона праці та безпека при експлуатації ДГУ; висновки; перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Структурна схема автоматизованої системи моніторингу ДГУ; функціональна схема системи керування дизель-генераторною установкою; електрична принципова схема підключення ПЛК, датчика рівня палива та елементів індикації; блок-схема алгоритму контролю рівня палива; скріншоти проєкту в TIA Portal; таблиці PLC-тегів та НМІ-тегів; скріншоти НМІ-екрана у WinCC Runtime; результати моделювання роботи системи в PLCSIM. \_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Прищепов О.Ф., доцент кафедри АКІТ	05.11.2025	
2	Прищепов О.Ф., доцент кафедри АКІТ	20.01.2026	
3	Прищепов О.Ф., доцент кафедри АКІТ	03.04.2026	
4	Алексєєва А.О., доцент кафедри екології	20.04.2026	

7. Дата видачі завдання «05» листопада 2025 р.

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою в ЧНУ імені Петра Могили в умовах надзвичайних ситуацій

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обговорення пропозицій теми від керівника	23.09.2025	Виконано
2	Обговорення із студентом теми, яка вибрана	01.10.2025	Виконано
3	Формування завдання, затвердження теми	05.11.2025	Виконано
4	Визначення актуальності, об'єкту, предмету	07.11.2025	Виконано
5	Пошук літератури, патентний пошук, уточнення задач дослідження	21.11.2025	Виконано
6	Виконання першої частини	02.12.2025	Виконано
7	Аналіз керівником записки першої частини (ЕВ*), формування зауважень та пропозицій	26.12.2025	Виконано
8	Опрацювання другої частини	12.03.2026	Виконано
9	Робота над третьою частиною (при наявності)	17.04.2026	Виконано
10	Робота над розділом з охорони праці	20.05.2026	Виконано
11	Передзахисти	12.05.2026	Виконано
12	Передача (ЕВ) кваліфікаційної роботи	18.06.2026	Виконано
13	Передача (ДВ) кваліфікаційної роботи	20.06.2026	Виконано

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

\*ЕВ – електронний варіант, ДВ – друкований варіант.

**Здобувач** \_\_\_\_\_

**Валерій ПУГОВКІН**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Керівник роботи**

к. т. н. , доцент \_\_\_\_\_

**Олег ПРИЩЕПОВ**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## АНОТАЦІЯ

Пуговкін В. Т. Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою в ЧНУ імені Петра Могили в умовах надзвичайних ситуацій.

Бакалаврська робота зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – Миколаїв, ЧНУ ім. Петра Могили, 2025.

У бакалаврській роботі розглянуто питання створення автоматизованої системи моніторингу дизель-генераторної установки, призначеної для контролю стану резервного джерела електроживлення та своєчасного інформування оператора про зміну основних параметрів роботи. Основну увагу приділено контролю рівня палива в баку ДГУ, оскільки цей параметр безпосередньо впливає на готовність установки до запуску та тривалість її роботи під навантаженням.

У роботі описано дизель-генераторну установку як об'єкт автоматизації, розглянуто її основні складові частини, режими роботи та вимоги до системи керування. Визначено технічні засоби автоматизації, необхідні для реалізації системи моніторингу, зокрема програмований логічний контролер, модулі вводу-виводу, датчик рівня палива, елементи сигналізації та засоби людино-машинного інтерфейсу.

Розроблено алгоритм контролю рівня палива, відповідно до якого значення параметра відображається у відсотках у діапазоні 0–100 %. При зниженні рівня палива нижче встановленого порогу 20 % формується попереджувальний сигнал «Low fuel», який відображається на екрані

оператора. Реалізацію алгоритму виконано в середовищі Siemens TIA Portal із використанням контролера Siemens S7-1200.

Для перевірки працездатності запропонованого рішення створено HMI-екран у WinCC Runtime, на якому відображається дизель-генераторна установка, паливний бак, поточний рівень палива та аварійна індикація. Моделювання роботи системи виконано за допомогою PLCSIM, що дало змогу перевірити реакцію програми на зміну рівня палива без використання реального обладнання.

Мета роботи: розробка та моделювання автоматизованої системи моніторингу дизель-генераторної установки з реалізацією контролю рівня палива, формуванням попереджувального сигналу та відображенням стану системи на HMI-екрані.

Об'єкт дослідження: процес моніторингу та керування дизель-генераторною установкою як джерелом резервного електроживлення.

Предмет дослідження: автоматизована система контролю рівня палива дизель-генераторної установки на базі ПЛК Siemens, TIA Portal, PLCSIM та WinCC Runtime.

Робота виконана на 70 сторінках, має 5 таблиць, 5 рисунків, 1 додаток і 30 джерел посилань.

Ключові слова: дизель-генераторна установка, автоматизація, моніторинг, рівень палива, ПЛК, Siemens S7-1200, TIA Portal, PLCSIM, WinCC Runtime, HMI, Low fuel.

## ABSTRACT

Pugovkin V. T. Automated Control System for a Diesel Generator Set at Petro Mohyla Black Sea National University under Emergency Conditions.

Bachelor's thesis in specialty 151 "Automation and Computer-Integrated Technologies". – Mykolaiv, Petro Mohyla Black Sea National University, 2025.

The bachelor's thesis deals with the development of an automated control system for a diesel generator set designed to ensure the operation of a backup power supply source and to provide timely information to the operator about changes in its main operating parameters. The main attention is paid to monitoring the fuel level in the diesel generator tank, since this parameter directly affects the readiness of the unit for startup and the duration of its operation under load.

The paper describes the diesel generator set as an automation object, considers its main components, operating modes, and requirements for the control system. The technical means required for the implementation of the automated system are defined, including a programmable logic controller, input/output modules, a fuel level sensor, signaling elements, and human-machine interface tools.

A fuel level control algorithm has been developed, according to which the parameter value is displayed as a percentage in the range from 0 to 100 %. When the fuel level falls below the set threshold of 20 %, a warning signal "Low fuel" is generated and displayed on the operator screen. The algorithm is implemented in the Siemens TIA Portal environment using a Siemens S7-1200 controller.

To verify the operability of the proposed solution, an HMI screen was created in WinCC Runtime. It displays the diesel generator set, the fuel tank, the current fuel

level, and warning indication. The system operation was simulated using PLCSIM, which made it possible to test the program response to fuel level changes without using real equipment.

The purpose of the thesis is to develop and simulate an automated control system for a diesel generator set with fuel level monitoring, warning signal generation, and system status visualization on an HMI screen.

The object of research is the process of monitoring and controlling a diesel generator set as a backup power supply source.

The subject of research is an automated fuel level control system for a diesel generator set based on a Siemens PLC, TIA Portal, PLCSIM, and WinCC Runtime.

The work is 70 pages long, has 5 tables, 5 figures, 1 appendix and 30 references.

Keywords: diesel generator set, automation, control system, monitoring, fuel level, PLC, Siemens S7-1200, TIA Portal, PLCSIM, WinCC Runtime, HMI, Low fuel.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ .....	10
ВСТУП .....	11
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	12
1.1 Дизель-генераторна установка як об'єкт автоматизації .....	12
1.2 Основні складові частини ДГУ .....	15
1.3 Режими роботи дизель-генераторної установки .....	19
1.4 Вимоги до системи моніторингу та автоматизації .....	23
1.5 Завдання на проектування .....	25
Висновок до розділу 1 .....	26
2 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ .....	28
2.1 Вибір програмованого логічного контролера .....	28
2.2 Датчики та сигнали контролю ДГУ .....	31
2.3 Засоби індикації, сигналізації та НМІ .....	34
2.4 Структурна схема автоматизованої системи моніторингу .....	37
Висновок до розділу 2 .....	39
3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ СИТЕМИ .....	41
3.1 Загальний принцип роботи керування ДГУ .....	41
3.2 Алгоритм контролю рівня палива та формування сигналів .....	43
3.3 Реалізація алгоритму в Siemens TIA Portal .....	46
3.4 Розробка НМІ-інтерфейсу у WinCC Runtime .....	49
Висновок до розділу 3 .....	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....	53
4.1 Загальна характеристика умов праці .....	53
4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів .....	57
4.3 Заходи забезпечення безпечних умов праці .....	60
ВИСНОВКИ .....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	65
ДОДАТОК .....	69

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

Скорочення / Позначення	Розшифрування / Значення
АС	автоматична система
АСУ	автоматизована система керування
ДГУ	дизель-генераторна установка
ПЛК	програмований логічний контролер
HMI	людино-машинний інтерфейс
SCADA	система диспетчерського керування та збору даних
TIA PORTAL	середовище програмування (SIMATIC Totally Integrated Automation Portal)
PLC	Програмований логічний контролер (Programmable Logic Controller)
AI	Аналоговий вхід контролера
DI	Дискретний вхід контролера
DO	Дискретний вихід контролера
RT	Режим виконання/візуалізації (Runtime)

## ВСТУП

Стабільне електропостачання є однією з важливих умов нормальної роботи промислових, адміністративних, житлових та соціально важливих об'єктів. Порушення електроживлення може призводити до зупинки обладнання, втрати даних, порушення технологічних процесів і зниження надійності роботи об'єкта в цілому. У таких умовах особливого значення набуває використання резервних джерел електричної енергії, серед яких одним із найбільш поширених є дизель-генераторна установка.

Дизель-генераторна установка призначена для забезпечення електроживлення споживачів у разі зникнення або погіршення параметрів основної електромережі. Однак для ефективної експлуатації ДГУ недостатньо лише наявності самого генератора. Необхідно забезпечити контроль її технічного стану, готовності до запуску, режимів роботи та основних параметрів. Одним із важливих параметрів є рівень палива, оскільки від нього залежить можливість запуску установки та тривалість її роботи під навантаженням.

Актуальність теми полягає в необхідності підвищення надійності роботи дизель-генераторних установок шляхом застосування засобів автоматизації. Автоматизована система керування дозволяє зменшити вплив людського фактора, своєчасно виявляти небезпечні або попереджувальні стани, а також забезпечувати зручне відображення інформації для оператора. Контроль рівня палива та формування сигналу низького рівня дають можливість завчасно реагувати на зменшення запасу пального та запобігати небажаній зупинці ДГУ.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 1.1 Дизель-генераторна установка як об'єкт автоматизації

Дизель-генераторна установка є автономним джерелом електричної енергії, призначеним для забезпечення живлення споживачів у разі зникнення або погіршення параметрів основної електромережі. Такі установки широко застосовуються на промислових підприємствах, у медичних закладах, адміністративних будівлях, телекомунікаційних об'єктах, житлових комплексах та інших об'єктах, де навіть короточасне припинення електропостачання може призвести до порушення технологічного процесу, пошкодження обладнання або втрати даних.

Основне призначення дизель-генераторної установки полягає у перетворенні хімічної енергії дизельного палива в електричну енергію змінного струму. Конструктивно ДГУ складається з дизельного двигуна внутрішнього згорання, електричного генератора, паливної системи, системи охолодження, системи змащування, системи пуску, блоку керування, захисної апаратури та елементів комутації навантаження. Робота всіх цих вузлів має бути узгодженою, оскільки від стабільності функціонування кожного елемента залежить надійність електропостачання об'єкта.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд дизель-генераторної установки

Основним механічним вузлом ДГУ є дизельний двигун, який забезпечує обертання вала генератора. У процесі роботи двигун споживає паливо з бака, створює крутний момент і передає його на електричний генератор. Від частоти обертання двигуна залежить частота вихідної напруги, тому для нормальної роботи установки важливим є підтримання стабільного режиму обертання. Крім того, двигун потребує постійного контролю температури охолоджувальної рідини, тиску мастила, стану системи пуску та наявності достатнього запасу палива.

Електричний генератор перетворює механічну енергію обертання в електричну енергію. У більшості промислових дизель-генераторних установок використовуються синхронні генератори, які формують напругу змінного струму із заданими параметрами. Для стандартних трифазних споживачів найчастіше використовується напруга 400 В із частотою 50 Гц. Стабільність цих параметрів є важливою умовою безпечної роботи підключеного обладнання.

З погляду автоматизації дизель-генераторна установка є складним технічним об'єктом, який має набір вхідних і вихідних сигналів. До вхідних сигналів для системи керування можуть належати сигнали про наявність або відсутність основної мережі, стан генератора, рівень палива, температуру двигуна, тиск мастила, аварійні стани та готовність установки до запуску. До вихідних сигналів належать команди на пуск і зупинку двигуна, керування контакторами, увімкнення сигналізації, передача даних на НМІ-панель або систему диспетчеризації.

Особливу роль у системі моніторингу ДГУ відіграє контроль рівня палива. Недостатня кількість палива може призвести до неможливості запуску генератора або до його зупинки під час роботи під навантаженням. Для об'єктів, де резервне електроживлення є критично важливим, така ситуація є

небажаною. Тому в автоматизованій системі необхідно передбачити постійне вимірювання рівня палива, відображення його поточного значення на екрані оператора та формування попереджувального сигналу при зниженні рівня нижче заданого порогу.

У межах даної роботи рівень палива розглядається як основний контрольований параметр. Його значення подається у відсотках у діапазоні від 0 до 100 %. При зниженні рівня палива нижче 20 % система повинна формувати попереджувальний сигнал «Low fuel». Такий підхід дозволяє оператору завчасно отримати інформацію про необхідність дозаправки та запобігти аварійній зупинці дизель-генераторної установки.

Таблиця 1.1 – Основні параметри дизель-генераторної установки, що підлягають контролю

Параметр	Тип сигналу	Призначення контролю
Рівень палива	Аналоговий	Визначення запасу палива в баку та формування попередження при низькому рівні
Стан ДГУ	Дискретний	Визначення режиму: зупинено або в роботі
Аварія ДГУ	Дискретний	Фіксація несправності або аварійного стану
Температура двигуна	Аналоговий / дискретний	Контроль перегріву двигуна
Тиск мастила	Аналоговий / дискретний	Захист двигуна від роботи при недостатньому змащуванні
Напруга генератора	Аналоговий / вимірювальний	Контроль наявності та якості вихідної напруги
Частота генератора	Аналоговий вимірювальний	Контроль стабільності роботи генератора

Отже, дизель-генераторна установка як об'єкт автоматизації характеризується наявністю кількох взаємопов'язаних систем: механічної, електричної, паливної та керуючої. Для забезпечення її надійної роботи необхідно здійснювати постійний контроль основних параметрів, серед яких особливе значення має рівень палива. Автоматизація процесу моніторингу дозволяє підвищити готовність ДГУ до роботи, своєчасно виявляти небезпечні стани та забезпечувати зручне відображення інформації для оператора.

## 1.2 Основні складові частини ДГУ

Дизель-генераторна установка є комплексом взаємопов'язаних механічних, електричних і допоміжних систем, які забезпечують перетворення енергії палива в електричну енергію. Для правильного проектування автоматизованої системи моніторингу необхідно розглянути основні складові частини ДГУ, оскільки саме від їхнього стану залежить надійність роботи установки та безпечність її експлуатації.

До основних елементів дизель-генераторної установки належать: дизельний двигун, електричний генератор, паливна система, система охолодження, система змащування, система пуску, блок керування, комутаційна апаратура, датчики контролю та елементи сигналізації. Кожна з цих частин виконує окрему функцію, але під час роботи установки вони діють як єдина система.

Основним джерелом механічної енергії в ДГУ є дизельний двигун внутрішнього згоряння. Він працює за рахунок згоряння дизельного палива та створює обертальний рух вала. Отриманий механічний рух передається на вал електричного генератора. Стабільність роботи двигуна безпосередньо впливає на параметри електричної енергії, зокрема на частоту вихідної напруги. Через

це для двигуна необхідно контролювати температуру, тиск мастила, стан запуску, наявність аварійних сигналів і запас палива.

Електричний генератор є другим основним вузлом установки. Його призначення полягає у перетворенні механічної енергії обертання в електричну енергію змінного струму. У більшості дизель-генераторних установок застосовуються синхронні генератори, які забезпечують формування напруги з необхідними параметрами. Для нормальної роботи споживачів важливо, щоб напруга та частота на виході генератора залишалися в допустимих межах.

Паливна система забезпечує зберігання, подачу та фільтрацію дизельного палива. До її складу входять паливний бак, паливні магістралі, фільтри, паливний насос та інші допоміжні елементи. Для автоматизованої системи моніторингу особливе значення має паливний бак і датчик рівня палива, оскільки саме ці елементи дозволяють визначати запас пального та своєчасно попереджати оператора про його зниження.

У даній роботі контроль рівня палива розглядається як один із ключових параметрів моніторингу. Значення рівня палива подається до контролера у вигляді аналогового або імітованого сигналу та перетворюється у відсоткове значення в діапазоні 0–100 %. При зниженні рівня нижче встановленого порогу система формує попереджувальний сигнал, який відображається на НМІ-екрані.

Система охолодження призначена для підтримання допустимої температури дизельного двигуна під час його роботи. У разі перегріву двигуна можливе зниження ресурсу його деталей або аварійна зупинка установки. Тому в реальних системах автоматизації температура охолоджувальної рідини також належить до важливих контрольованих параметрів.

Система змащування забезпечує подачу мастила до рухомих деталей двигуна, зменшує тертя та захищає елементи двигуна від передчасного зношування. Недостатній тиск мастила є небезпечним режимом, тому сигнал про падіння тиску зазвичай використовується як аварійний. У разі виникнення такого сигналу система керування повинна зупинити двигун або заблокувати його запуск.

Система пуску забезпечує запуск дизельного двигуна. До її складу входять акумуляторна батарея, стартер, реле пуску та відповідні кола керування. У режимі автоматичного запуску команда на пуск може формуватися контролером після зникнення основного живлення або за командою оператора. При цьому перед запуском повинні перевірятися основні умови готовності: відсутність аварій, достатній рівень палива, справність системи пуску та готовність ДГУ до роботи.

Блок керування виконує функції контролю, захисту та керування установкою. У межах даної роботи функції керування та моніторингу реалізуються на базі програмованого логічного контролера. ПЛК приймає сигнали від датчиків, обробляє їх відповідно до заданого алгоритму та формує сигнали індикації або керування. Зокрема, контролер порівнює поточне значення рівня палива із заданим порогом і формує сигнал «Low fuel» у разі його зниження.

Комутаційна апаратура призначена для підключення або відключення навантаження від генератора. До неї можуть належати контактори, автоматичні вимикачі, проміжні реле та інші електричні апарати. ПЛК не виконує безпосередню комутацію силових кіл, а лише подає керуючі сигнали на відповідні виконавчі елементи. Такий підхід дозволяє розділити інформаційно-керуючу частину системи та силову частину установки.

Таблиця 1.2 – Основні складові частини ДГУ та їх призначення

Складова частина	Призначення	Значення для автоматизації
Дизельний двигун	Перетворює енергію палива в механічну енергію	Потребує контролю температури, тиску мастила, стану запуску
Електричний генератор	Перетворює механічну енергію в електричну	Потребує контролю напруги, частоти та стану роботи
Паливний бак	Забезпечує запас дизельного палива	Є джерелом параметра рівня палива для моніторингу
Датчик рівня палива	Вимірює кількість палива в баку	Передає сигнал до ПЛК для формування попередження
Система охолодження	Підтримує допустиму температуру двигуна	Дає змогу контролювати перегрів
Система змащування	Забезпечує змащування рухомих частин двигуна	Дозволяє контролювати аварійне падіння тиску мастила
Система пуску	Забезпечує запуск двигуна	Може керуватися автоматично або вручну
ПЛК	Обробляє сигнали та реалізує алгоритм керування	Є центральним елементом автоматизованої системи
HMI / SCADA	Відображає параметри та стани системи	Забезпечує зручний моніторинг для оператора
Комутаційна апаратура	Підключає або відключає навантаження	Виконує команди керування від системи автоматики

### 1.3 Режими роботи дизель-генераторної установки

Дизель-генераторна установка може працювати в декількох режимах, які визначаються станом основної електромережі, командою оператора, технічним станом обладнання та параметрами самої установки. Правильне визначення режимів роботи є важливим етапом розробки автоматизованої системи моніторингу, оскільки для кожного режиму необхідно передбачити відповідні умови запуску, контролю, індикації та захисту.

У загальному випадку для дизель-генераторної установки можна виділити такі основні режими роботи: черговий режим, автоматичний режим, режим роботи під навантаженням, ручний режим, тестовий режим, режим зупинки та аварійний режим. Кожен із них має власні особливості та потребує контролю певних сигналів.

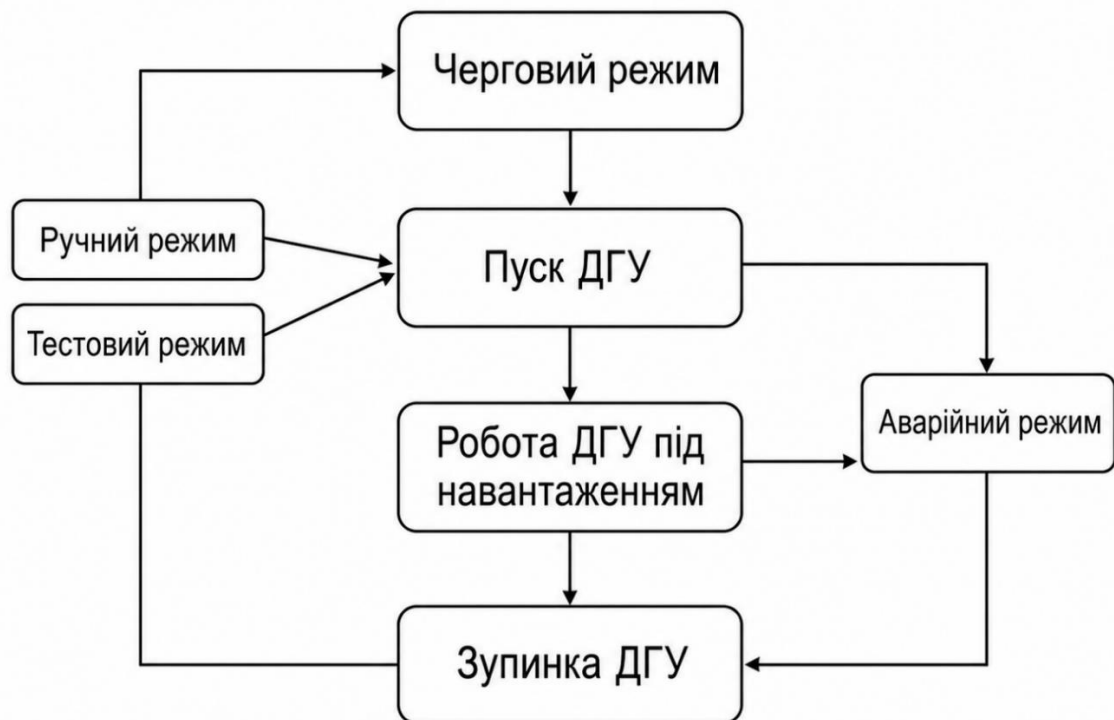


Рисунок 1.3 – Основні режими роботи дизель-генераторної установки.

Черговий режим є початковим і найбільш типовим станом дизель-генераторної установки. У цьому режимі двигун не працює, генератор не виробляє електричну енергію, а навантаження живиться від основної мережі. Водночас система моніторингу повинна залишатися активною та контролювати готовність ДГУ до запуску. До основних параметрів, що перевіряються у черговому режимі, належать рівень палива, наявність аварійних сигналів, стан акумуляторної батареї, готовність системи пуску та стан основної електромережі.

Особливе значення в черговому режимі має контроль рівня палива. Якщо запас палива недостатній, установка може не виконати свою основну функцію у разі аварійного зникнення електропостачання. Тому автоматизована система повинна формувати попереджувальний сигнал ще до запуску ДГУ, якщо рівень палива знижується нижче заданого порогу.

Автоматичний режим передбачає запуск і зупинку дизель-генераторної установки без постійного втручання оператора. У такому режимі система керування контролює стан основної мережі. У разі зникнення напруги або виходу її параметрів за допустимі межі контролер формує команду на запуск ДГУ. Після запуску двигуна та виходу генератора на робочі параметри навантаження може бути перемкнене на живлення від генератора.

Після відновлення основного електропостачання автоматизована система повинна переконатися, що параметри мережі залишаються стабільними протягом заданого часу. Після цього виконується зворотне перемикавання навантаження на основну мережу, а дизель-генераторна установка переходить до режиму зупинки. Такий підхід дозволяє уникнути частих пусків і зупинок при короткочасних просіданнях напруги.

Режим роботи під навантаженням є основним робочим станом ДГУ. У цьому режимі дизельний двигун працює, генератор формує електричну енергію, а споживачі живляться від установки. Система моніторингу повинна контролювати параметри, які впливають на безпечність і стабільність роботи: рівень палива, стан генератора, напругу, частоту, температуру двигуна, тиск мастила та наявність аварійних сигналів.

У межах даної роботи головна увага приділяється контролю рівня палива. Під час роботи під навантаженням паливо поступово витрачається, тому система повинна безперервно оновлювати його поточне значення на НМІ-екрані. Якщо рівень палива стає нижчим за встановлений поріг, контролер формує сигнал «Low fuel», який попереджає оператора про необхідність дозаправки.

Ручний режим використовується для технічного обслуговування, перевірки працездатності, налагодження або запуску установки оператором. У цьому режимі команда на пуск або зупинку подається вручну. Незважаючи на це, основні захисні функції мають залишатися активними. Наприклад, система не повинна дозволяти роботу установки за наявності критичної аварії або небезпечного технічного стану.

Тестовий режим застосовується для періодичної перевірки готовності дизель-генераторної установки. Під час тестового запуску ДГУ може працювати без підключення основного навантаження або з мінімальним навантаженням. Такий режим дозволяє перевірити справність двигуна, системи пуску, генератора, датчиків та сигналізації. Результати тестового запуску можуть відобразитися на НМІ-екрані або фіксуватися в системі диспетчеризації.

Режим зупинки виконується після відновлення основної мережі, за командою оператора або внаслідок завершення тестового запуску. У цьому режимі контролер формує команду на припинення роботи двигуна, після чого оновлює стан ДГУ на екрані оператора. Навіть після зупинки установки система моніторингу повинна продовжувати контроль рівня палива та готовності обладнання до наступного запуску.

Аварійний режим виникає у разі появи небезпечних умов роботи, наприклад перегріву двигуна, зниження тиску мастила, критичного зменшення рівня палива, несправності генератора або відмови системи пуску. У такому випадку система керування повинна сформулювати аварійне повідомлення, заблокувати подальшу роботу або виконати безпечну зупинку установки. Аварійний стан повинен бути чітко відображений на НМІ-екрані для швидкого реагування оператора.

Для автоматизованої системи моніторингу важливо не лише визначити режими роботи, а й забезпечити правильні переходи між ними. Наприклад, перехід із чергового режиму до режиму пуску можливий лише за умови відсутності аварій і достатнього рівня палива. Перехід до режиму роботи під навантаженням має виконуватися тільки після підтвердження стабільної роботи генератора. У разі появи аварійного сигналу система повинна перейти до аварійного режиму незалежно від поточного стану.

Таким чином, режими роботи ДГУ визначають логіку функціонування всієї автоматизованої системи. Їх аналіз дозволяє правильно сформулювати алгоритм керування, визначити необхідні сигнали для ПЛК та створити зручний НМІ-інтерфейс для оператора.

#### **1.4 Вимоги до системи моніторингу та автоматизації**

Для забезпечення надійної та безпечної роботи дизель-генераторної установки необхідно розробити систему моніторингу, яка дозволяє контролювати основні параметри ДГУ, своєчасно виявляти відхилення від нормального режиму та інформувати оператора про стан обладнання. Така система повинна поєднувати функції збору даних, обробки сигналів, формування попереджень, візуалізації інформації та підтримки прийняття рішень оператором.

Основною вимогою до автоматизованої системи є безперервний контроль ключових параметрів дизель-генераторної установки. До таких параметрів належать рівень палива, стан двигуна, наявність аварійних сигналів, режим роботи генератора, стан комутаційної апаратури, а також, у розширеному варіанті, напруга, частота, температура двигуна та тиск мастила. Отримані дані повинні надходити до програмованого логічного контролера, де виконується їх аналіз відповідно до заданого алгоритму.

У межах даної роботи основний акцент зроблено на контролі рівня палива в баку ДГУ. Система повинна забезпечувати вимірювання або імітацію рівня палива в діапазоні від 0 до 100 %. Значення параметра має відобразитися на НМІ-екрані у зручній для оператора формі: числовим значенням, графічним індикатором або зображенням паливного бака. Це дозволяє швидко оцінити поточний запас палива та прийняти рішення щодо дозаправки.

Важливою вимогою є формування попереджувального сигналу при зниженні рівня палива нижче заданого порогу. У даній системі таким порогом

прийнято значення 20 %. Якщо рівень палива стає меншим за це значення, контролер повинен сформувати логічний сигнал «Low fuel», який відображається на екрані оператора. Сигнал не обов'язково має призводити до негайної зупинки ДГУ, однак він повинен чітко вказувати на необхідність втручання оператора.

Окрему увагу необхідно приділити вимогам до людино-машинного інтерфейсу. НМІ-екран повинен бути простим, зрозумілим і не перевантаженим зайвими елементами. На ньому доцільно розмістити графічне зображення дизель-генераторної установки, паливного бака, поточне числове значення рівня палива та індикатор попередження. Якщо сигнал «Low fuel» активний, оператор повинен одразу бачити це за допомогою текстового повідомлення або зміни стану індикатора.

Система автоматизації також повинна забезпечувати коректну взаємодію між контролером і засобами візуалізації. Для цього необхідно створити відповідні теги ПЛК та НМІ-теги, через які передаються значення параметрів і логічні стани. Наприклад, змінна FuelLevel використовується для зберігання поточного рівня палива, а змінна LowFuel — для фіксації стану попередження при зниженні рівня нижче заданого порогу.

З погляду програмної реалізації важливо, щоб алгоритм роботи системи був простим, однозначним і стійким до помилкових станів. У базовому варіанті контролер повинен періодично зчитувати значення рівня палива, перевіряти його на відповідність допустимому діапазону та порівнювати з пороговим значенням. При виконанні умови  $\text{FuelLevel} < 20\%$  формується

сигнал  $LowFuel = TRUE$ , а при нормальному рівні палива сигнал залишається неактивним.

У реальній системі доцільно також передбачити додаткові програмні обмеження. Наприклад, якщо значення рівня палива виходить за межі 0–100 %, воно повинно обмежуватися допустимим діапазоном. Це дозволяє уникнути некоректного відображення даних на НМІ-екрані. Також може бути реалізований гістерезис для попереджувального сигналу, щоб уникнути його частого вмикання та вимикання при коливанні рівня палива поблизу порогового значення.

$LowFuel = TRUE$ , якщо  $FuelLevel < 20 \%$

$LowFuel = FALSE$ , якщо  $FuelLevel \geq 20 \%$

Рисунок 1.4 – Умова алгоритму

Крім локального моніторингу, система повинна мати можливість передавання інформації на вищий рівень диспетчеризації. У межах навчального проєкту ця функція може бути реалізована у вигляді НМІ-екрана або умовного каналу моніторингу. У промислових системах подібні дані можуть передаватися до SCADA-системи, диспетчерського пункту або системи віддаленого нагляду.

## 1.5 Завдання на проектування

У межах бакалаврської роботи необхідно розробити автоматизовану систему керування дизель-генераторною установкою, яка забезпечує контроль рівня палива, формування попереджувального сигналу та відображення основних параметрів роботи ДГУ на НМІ-екрані.

Для реалізації поставленого завдання необхідно:

1. Проаналізувати дизель-генераторну установку як об'єкт автоматизації.
2. Визначити основні параметри, що підлягають контролю та керуванню.
3. Обрати технічні засоби автоматизації для побудови системи.
4. Розробити структурну та функціональну схеми системи керування.
5. Сформувати перелік вхідних і вихідних сигналів ПЛК.
6. Розробити алгоритм контролю рівня палива та станів ДГУ.
7. Реалізувати сигналізацію «Low fuel» при рівні палива нижче 20 %.
8. Передбачити логіку формування команд пуску, зупинки та індикації стану ДГУ.
9. Створити НМІ-екран для відображення параметрів і режимів роботи установки.
10. Виконати моделювання роботи системи в TIA Portal та PLCSIM.

## Висновок до розділу 1

У першому розділі було розглянуто дизель-генераторну установку як об'єкт автоматизації та визначено її основне призначення як резервного джерела електричної енергії. Проаналізовано складові частини ДГУ, зокрема дизельний двигун, електричний генератор, паливну систему, систему пуску, блок керування, комутаційну апаратуру та засоби індикації.

Було визначено основні режими роботи дизель-генераторної установки: черговий, автоматичний, ручний, тестовий, режим роботи під навантаженням, зупинки та аварійний режим. На основі цього сформовано вимоги до автоматизованої системи керування, яка повинна забезпечувати контроль параметрів ДГУ, формування попереджувальних сигналів, візуалізацію стану установки та підтримку безпечної експлуатації.

Особливу увагу приділено контролю рівня палива, оскільки цей параметр впливає на готовність ДГУ до запуску та тривалість її роботи. Отримані результати є основою для подальшого вибору технічних засобів автоматизації, розробки структурної та функціональної схем, а також створення алгоритму роботи системи керування.

## 2 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ

### 2.1 Вибір програмованого логічного контролера

Програмований логічний контролер є основним елементом автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою. Саме ПЛК забезпечує приймання сигналів від датчиків і допоміжних пристроїв, обробку отриманої інформації відповідно до заданого алгоритму та формування керувальних команд для виконавчих механізмів. У системі керування ДГУ контролер повинен працювати надійно, швидко реагувати на зміну стану установки та забезпечувати зв'язок із засобами візуалізації.

Для даного проекту доцільно використовувати програмований логічний контролер Siemens SIMATIC S7-1200. Цей контролер є компактним промисловим пристроєм, який підходить для побудови локальних систем автоматизації середньої складності. Його можна застосовувати для керування технологічними об'єктами, збору сигналів від датчиків.



Рисунок 2.1 – Програмований логічний контролер Siemens SIMATIC S7-1200.

Вибір ПЛК Siemens S7-1200 пояснюється тим, що він підтримується середовищем Siemens TIA Portal, у якому можна виконати повний цикл розробки системи: створення конфігурації обладнання, налаштування тегів, написання програми керування, перевірку логіки та організацію зв'язку з НМІ. Це дає можливість розробляти систему керування ДГУ в одному програмному середовищі без використання окремих несумісних інструментів.

Для автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою контролер повинен виконувати такі основні функції: приймати сигнал рівня палива, контролювати стан ДГУ, формувати сигнал попередження при низькому рівні палива, передавати дані на НМІ-екран та забезпечувати можливість подальшого розширення системи. У разі необхідності до контролера можуть бути підключені додаткові модулі вводу-виводу, що дозволяє збільшити кількість контрольованих сигналів.

У межах даної роботи основним контрольованим параметром є рівень палива в баку дизель-генераторної установки. Значення рівня палива передається до ПЛК як числовий параметр у діапазоні 0–100 %. Контролер порівнює поточне значення з установленим порогом. Якщо рівень палива нижчий за 20 %, формується логічний сигнал «Low fuel», який надалі використовується для індикації попередження на НМІ-екрані.

Таблиця 2.1 – Основні вимоги до ПЛК для системи керування ДГУ

Вимога до ПЛК	Обґрунтування
Наявність дискретних входів	Для приймання сигналів стану ДГУ, аварій та команд керування
Наявність дискретних виходів	Для формування сигналів індикації, сигналізації та керування реле
Можливість роботи з аналоговими сигналами	Для підключення датчика рівня палива або інших вимірювальних пристроїв
Підтримка НМІ/SCADA-зв'язку	Для передавання даних на екран оператора
Сумісність із TIA Portal	Для зручної розробки, налагодження та моделювання програми
Можливість розширення	Для додавання нових параметрів контролю в майбутньому
Промислова надійність	Для стабільної роботи системи керування ДГУ

Важливою перевагою використання ПЛК Siemens є можливість моделювання роботи системи без реального обладнання. Для цього застосовується PLCSIM, який дозволяє запуснути програму контролера у віртуальному середовищі. Завдяки цьому можна перевірити правильність роботи алгоритму, реакцію системи на зміну рівня палива та формування сигналу «Low fuel».

Зв'язок ПЛК із НМІ-інтерфейсом дає можливість оператору бачити поточний стан дизель-генераторної установки. На екрані можуть відображатися рівень палива, стан ДГУ, попереджувальні повідомлення та сигнали аварії. Для цього в програмі створюються відповідні теги, наприклад FuelLevel для рівня палива та LowFuel для сигналу низького рівня.

Таким чином, для реалізації автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою доцільним є використання ПЛК Siemens SIMATIC S7-1200. Він забезпечує необхідні функції збору та обробки сигналів, підтримує взаємодію з НМІ-засобами, сумісний із ПІА Portal і дозволяє виконувати моделювання роботи системи. Обраний контролер відповідає вимогам даного проєкту та може бути використаний як основа для подальшої реалізації алгоритму керування ДГУ.

## 2.2 Датчики та сигнали контролю ДГУ

Для забезпечення коректної роботи автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою необхідно визначити перелік датчиків і сигналів, які надходять до програмованого логічного контролера. Саме за допомогою цих сигналів система отримує інформацію про поточний стан ДГУ, виконує аналіз параметрів і формує відповідні керувальні або попереджувальні дії.

У загальному випадку дизель-генераторна установка може мати як дискретні, так і аналогові сигнали. Дискретні сигнали мають два стани: увімкнено або вимкнено, наявний сигнал або відсутній сигнал. Вони використовуються для контролю станів обладнання, аварій, команд пуску та зупинки. Аналогові сигнали застосовуються для вимірювання параметрів, які змінюються в певному діапазоні, наприклад рівня палива, температури двигуна, тиску мастила або напруги генератора.

У межах даної роботи основним вимірюваним параметром є рівень палива в баку дизель-генераторної установки. Для його контролю може використовуватися датчик рівня палива, який формує аналоговий сигнал. У реальній системі такий сигнал може мати стандартний діапазон 0–10 В або 4–

20 мА. Після надходження до аналогового входу ПЛК значення сигналу масштабується та перетворюється у відсотки заповнення паливного бака в діапазоні 0–100 %.

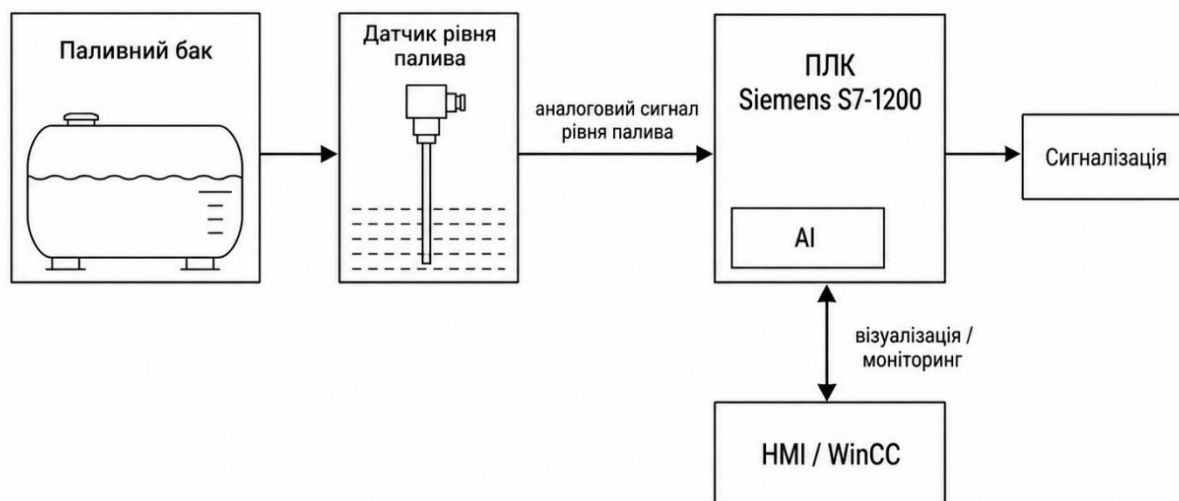


Рисунок 2.2 – Підключення датчика рівня палива до ПЛК.

Контроль рівня палива є важливою функцією системи керування, оскільки недостатній запас пального може призвести до неможливості запуску ДГУ або до її зупинки під час роботи під навантаженням. Для попередження таких ситуацій у програмі контролера задається порогове значення рівня палива. У даній роботі поріг прийнято рівним 20 %. Якщо поточне значення рівня палива нижче цього значення, формується сигнал «Low fuel».

Окрім рівня палива, у системі керування ДГУ можуть використовуватися сигнали стану установки. До них належать сигнали «ДГУ готова до пуску», «ДГУ у роботі», «Аварія ДГУ», «Низький рівень палива», «Команда пуску» та «Команда зупинки». Такі сигнали дозволяють контролеру визначати поточний режим роботи установки та виконувати переходи між режимами відповідно до заданого алгоритму.

Дискретні входи ПЛК використовуються для приймання сигналів від кнопок, реле, контактів аварійної сигналізації та допоміжних пристроїв. Наприклад, сигнал «ДГУ у роботі» може надходити від блоку керування генератором, а сигнал «Аварія ДГУ» — від системи захисту установки. На основі цих сигналів ПЛК визначає, чи може система продовжувати роботу, виконати запуск, зупинку або перейти в аварійний режим.

Дискретні виходи ПЛК використовуються для формування керувальних сигналів. Через них можуть вмикатися лампи індикації, звукова сигналізація, проміжні реле або контактори. У межах даної роботи дискретний вихід може бути використаний для індикації сигналу «Low fuel» або для передачі попередження на НМІ-екран.

Для коректної роботи системи важливо правильно задати типи змінних у середовищі TIA Portal. Для рівня палива доцільно використовувати тип Int або Real, оскільки цей параметр має числове значення в діапазоні від 0 до 100 %. Для сигналу низького рівня палива використовується тип Bool, оскільки він має лише два стани: активний або неактивний.

## 2.3 Засоби індикації, сигналізації та НМІ

У системі керування дизель-генераторною установкою важливу роль відіграють засоби індикації, сигналізації та людино-машинний інтерфейс. Вони забезпечують відображення поточного стану ДГУ, інформують оператора про зміну параметрів і дозволяють швидко реагувати на попереджувальні або аварійні ситуації.

Засоби індикації призначені для наочного відображення основних режимів роботи установки. До них можуть належати сигнальні лампи, текстові повідомлення, графічні індикатори, числові поля та умовні позначення станів на НМІ-екрані. У найпростішому варіанті система повинна показувати, чи знаходиться ДГУ в режимі очікування, чи працює, чи має аварійний або попереджувальний стан.

Сигналізація використовується для повідомлення оператора про відхилення параметрів від допустимих значень. У межах даної роботи основним попереджувальним сигналом є «Low fuel», який формується при зниженні рівня палива нижче 20 %. Такий сигнал дозволяє своєчасно виявити недостатній запас палива та запобігти зупинці дизель-генераторної установки під час роботи.

Для відображення параметрів системи використовується людино-машинний інтерфейс НМІ, створений у середовищі WinCC Runtime. НМІ-екран є зручним засобом взаємодії оператора із системою керування, оскільки дозволяє в одному місці відобразити основні параметри: рівень палива, стан ДГУ, сигнал попередження та елементи імітації роботи системи.

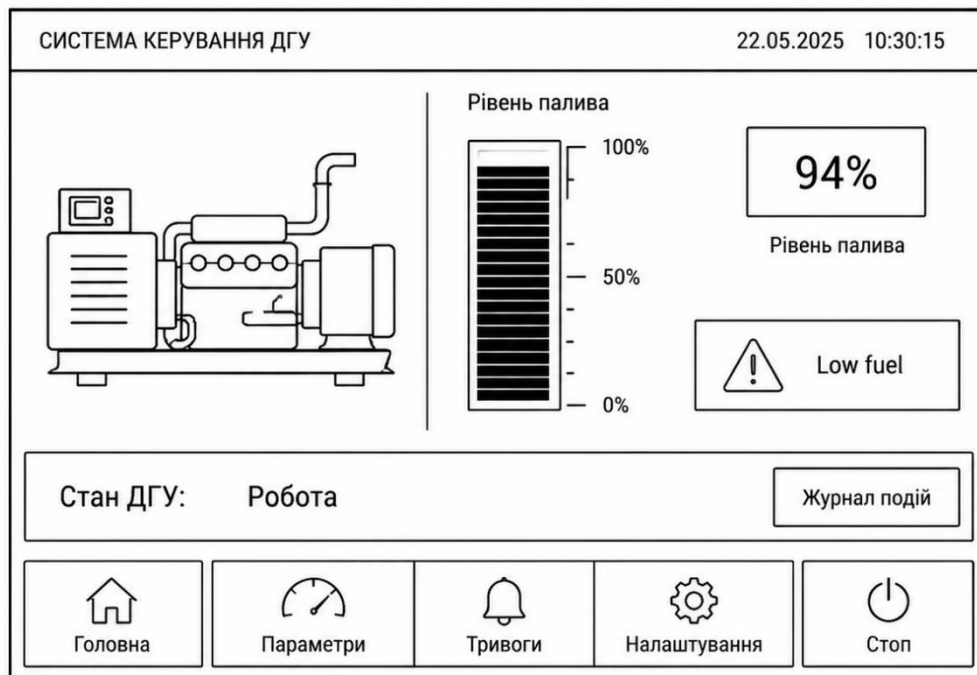


Рисунок 2.3 – Приклад НМІ-екрана системи керування ДГУ.

Основними елементами НМІ-екрана для даної системи є графічний індикатор рівня палива, числове поле поточного значення, попереджувальний індикатор «Low fuel» та умовне зображення дизель-генераторної установки. Графічний індикатор дозволяє швидко оцінити заповнення паливного бака, а числове поле дає точне значення параметра у відсотках.

Для імітації зміни рівня палива може використовуватися повзунок або поле введення. У режимі моделювання оператор змінює значення параметра `FuelLevel`, після чого ПЛК обробляє його та формує відповідний стан сигналу `LowFuel`. Якщо рівень палива нижчий за встановлений поріг, на екрані з'являється попередження.

Важливо, щоб НМІ-екран був простим і зрозумілим. Надмірна кількість елементів може ускладнити сприйняття інформації, тому на головному екрані доцільно залишати лише ключові параметри. Для даної системи такими

параметрами є рівень палива, стан ДГУ та наявність попереджувального сигналу.

Таблиця 2.3 – Основні елементи НМІ-інтерфейсу системи керування ДГУ

Елемент НМІ	Пов'язаний тег	Призначення
Графічний індикатор рівня палива	FuelLevel	Візуальне відображення заповнення паливного бака
Числове поле рівня палива	FuelLevel	Відображення точного значення рівня палива у відсотках
Індикатор «Low fuel»	LowFuel	Попередження про зниження рівня палива нижче 20 %
Повзунок імітації	FuelLevel	Задання рівня палива під час моделювання
Індикатор стану ДГУ	DGU_Run / DGU_Ready	Відображення режиму роботи установки
Аварійне повідомлення	DGU_Alarm	Інформування про аварійний стан

Окрім НМІ-екрана, у реальній системі можуть застосовуватися фізичні засоби сигналізації: сигнальні лампи, звуковий оповіщувач або індикаторна панель. Наприклад, при активному сигналі LowFuel може вмикатися світлова індикація або передаватися повідомлення на диспетчерський рівень. У межах даного проекту основну роль сигналізації виконує НМІ-відображення.

Зв'язок між ПЛК і НМІ здійснюється через спільні теги. Значення змінної FuelLevel передається з контролера на НМІ та використовується для оновлення графічного й числового індикаторів. Логічна змінна LowFuel

визначає стан попередження. Якщо вона має значення TRUE, відповідний елемент на екрані стає активним або видимим.

Таким чином, засоби індикації, сигналізації та НМІ забезпечують зручну взаємодію оператора з автоматизованою системою керування ДГУ. Вони дозволяють контролювати рівень палива, бачити стан установки та своєчасно реагувати на попереджувальні сигнали. Використання WinCC Runtime дає змогу реалізувати наочний інтерфейс і перевірити його роботу в режимі моделювання разом із PLCSIM.

## **2.4 Структурна схема автоматизованої системи моніторингу**

Структурна схема автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою відображає основні елементи системи та зв'язки між ними. Вона дозволяє показати, які сигнали надходять до контролера, які пристрої беруть участь у керуванні та яким чином оператор отримує інформацію про стан ДГУ.

Основним елементом системи є програмований логічний контролер, який виконує збір і обробку сигналів від датчиків та формує відповідні керувальні або попереджувальні сигнали. До ПЛК надходять дані про рівень палива, стан дизель-генераторної установки, наявність аварійних сигналів та готовність обладнання до роботи. Після обробки цих сигналів контролер передає інформацію на НМІ-екран і, за потреби, формує сигнали для індикації або виконавчих пристроїв.

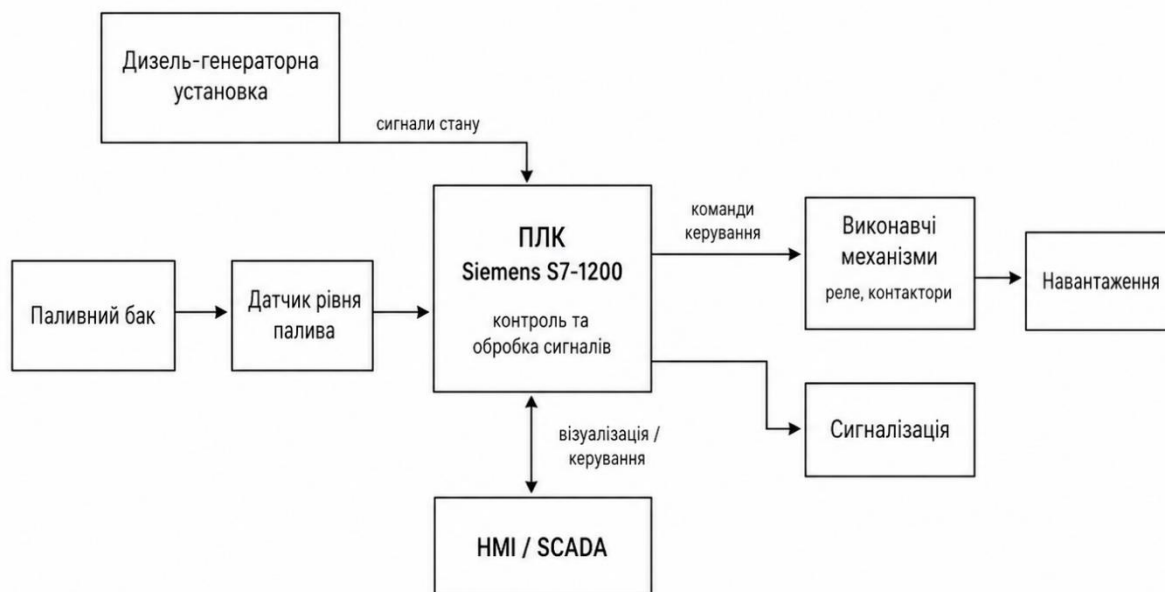


Рисунок 2.4 – Структурна схема автоматизованої системи керування ДГУ.

У запропонованій структурі дизель-генераторна установка розглядається як об'єкт керування. Вона складається з дизельного двигуна, електричного генератора, паливної системи та допоміжних вузлів. Система автоматизації отримує від ДГУ сигнали стану, які дозволяють визначити, чи готова установка до запуску, чи працює вона, чи виник аварійний режим.

Паливний бак і датчик рівня палива виділяються як окремий інформаційний канал, оскільки контроль рівня палива є основним завданням у даній роботі. Датчик передає до ПЛК значення рівня палива, яке далі обробляється програмою контролера. У системі це значення подається у відсотках у межах від 0 до 100 %. Якщо рівень палива стає нижчим за 20 %, контролер формує сигнал «Low fuel».

HMI / SCADA-рівень використовується для відображення інформації оператору. На екрані повинні показуватися поточний рівень палива, стан ДГУ, попереджувальний сигнал і режим роботи установки. Завдяки цьому оператор

може швидко оцінити ситуацію та прийняти рішення щодо подальших дій, наприклад виконати дозаправку або перевірити стан обладнання.

Виконавчі механізми у структурній схемі представлені реле, контакторами, елементами сигналізації та іншими пристроями, які можуть отримувати керувальні сигнали від ПЛК. У межах даної роботи основний акцент зроблено не на силовому керуванні, а на формуванні сигналів індикації та попередження. Проте структурна схема передбачає можливість подальшого розширення системи для реалізації команд пуску, зупинки та перемикавання навантаження.

Зв'язки між елементами системи мають інформаційний і керувальний характер. Від датчиків до ПЛК передаються вимірювальні та дискретні сигнали. Від ПЛК до НМІ передаються дані для візуалізації. Від ПЛК до виконавчих пристроїв можуть передаватися команди керування або сигнали індикації. Така структура забезпечує централізовану обробку інформації та зручний контроль стану дизель-генераторної установки.

## **Висновок до розділу 2**

У другому розділі було розглянуто технічні засоби, необхідні для побудови автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою. Обґрунтовано вибір програмованого логічного контролера Siemens SIMATIC S7-1200 як основного елемента системи, що забезпечує приймання, обробку сигналів і формування керувальних дій.

Визначено основні датчики та сигнали контролю ДГУ, зокрема сигнал рівня палива, стан роботи установки, аварійні сигнали, команди пуску та зупинки. Окрему увагу приділено засобам індикації, сигналізації та НМІ-інтерфейсу, які забезпечують зручне відображення параметрів для оператора.

Також було описано структурну схему автоматизованої системи керування, у якій центральним елементом є ПЛК, що взаємодіє з датчиком рівня палива, НМІ/SCADA-рівнем, виконавчими механізмами та об'єктом керування. Отримані результати створюють основу для подальшої розробки алгоритму роботи системи та її реалізації в середовищі TIA Portal.

## **3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ СИТЕМИ**

### **3.1 Загальний принцип роботи керування ДГУ**

Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою призначена для контролю основних параметрів ДГУ, обробки сигналів від датчиків, формування попереджувальних повідомлень та відображення стану установки на НМІ-екрані. Основним елементом системи є програмований логічний контролер, який виконує логічну обробку даних і забезпечує взаємодію між об'єктом керування, засобами індикації та оператором.

Загальний принцип роботи системи полягає в циклічному зчитуванні сигналів, їх аналізі відповідно до заданого алгоритму та формуванні вихідних дій. У процесі роботи контролер отримує інформацію про рівень палива, стан дизель-генераторної установки, наявність аварійних сигналів і команди керування. Після цього програма ПЛК порівнює отримані значення із заданими умовами та передає результати обробки на НМІ-екран.

У межах даної роботи основна увага приділяється контролю рівня палива в баку дизель-генераторної установки. Значення рівня палива задається або імітується у відсотках у діапазоні від 0 до 100 %. Якщо рівень палива знаходиться в допустимих межах, система працює у штатному режимі, а на екрані оператора відображається поточне значення параметра. Якщо рівень палива знижується нижче встановленого порогу 20 %, контролер формує попереджувальний сигнал «Low fuel».

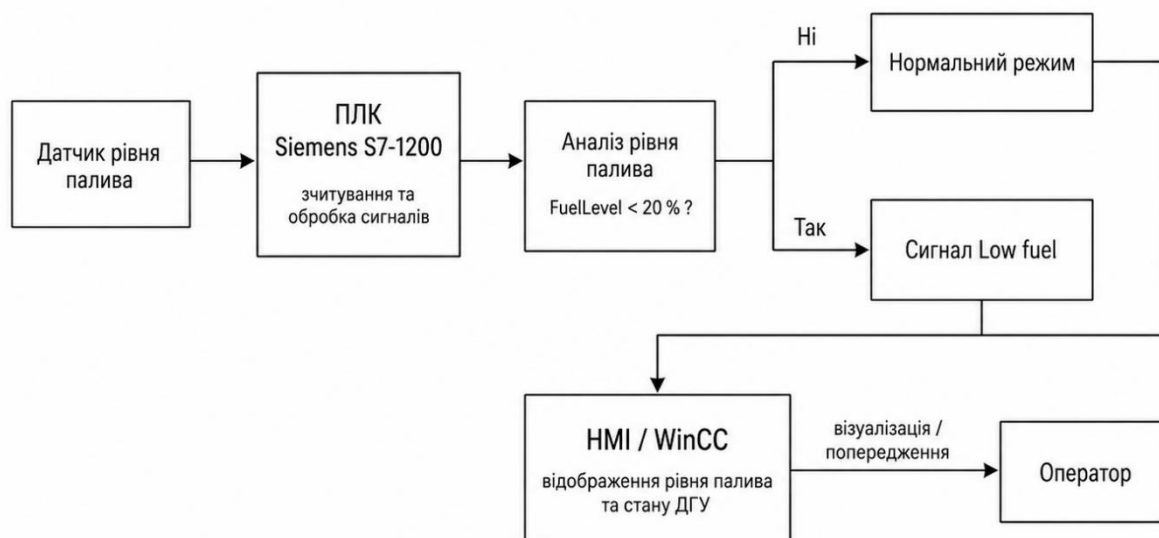


Рисунок 3.1 – Загальний принцип роботи системи керування ДГУ.

Робота системи керування може бути подана як послідовність основних етапів. Спочатку відбувається зчитування вхідних сигналів. До них належать значення рівня палива, стан ДГУ, сигнали готовності, аварійні сигнали та команди пуску або зупинки. Далі контролер виконує обробку цих сигналів. Основною умовою в даній роботі є перевірка рівня палива відносно заданого порогового значення.

Після обробки даних ПЛК формує відповідні логічні стани. Якщо рівень палива нижчий за 20 %, активується сигнал LowFuel. Цей сигнал використовується для відображення попередження на НМІ-екрані. Якщо рівень палива дорівнює або перевищує 20 %, попередження не активується, а система продовжує працювати у нормальному режимі.

НМІ-інтерфейс використовується для зручного відображення інформації оператору. На екрані візуалізації повинні відображатися поточний рівень палива, графічний індикатор паливного бака, стан ДГУ та попереджувальний сигнал. У режимі моделювання оператор може змінювати

значення рівня палива за допомогою повзунка або поля введення, після чого система автоматично реагує на зміну параметра.

У спрощеному вигляді принцип роботи системи можна описати так: контролер постійно отримує значення рівня палива, перевіряє його, формує сигнал попередження при низькому рівні та передає інформацію на НМІ. Завдяки цьому оператор має змогу своєчасно виявити зниження запасу палива та прийняти необхідні дії для забезпечення безперервної роботи дизель-генераторної установки.

Таким чином, загальний принцип роботи автоматизованої системи керування ДГУ базується на безперервному контролі параметрів, логічній обробці сигналів у ПЛК та відображенні результатів на НМІ-екрані. Така структура дозволяє реалізувати просту, зрозумілу та надійну систему керування, яка може бути розширена шляхом додавання нових датчиків, аварійних сигналів і команд керування.

### **3.2 Алгоритм контролю рівня палива та формування сигналів**

Одним із основних параметрів, що контролюються в автоматизованій системі керування дизель-генераторною установкою, є рівень палива в баку. Цей параметр безпосередньо впливає на готовність ДГУ до запуску та тривалість її роботи під навантаженням. Недостатня кількість палива може призвести до неможливості запуску установки або до її зупинки під час роботи, тому контроль рівня палива є важливою функцією системи керування.

У межах даної роботи рівень палива подається у вигляді числової змінної FuelLevel, значення якої знаходиться в діапазоні від 0 до 100 %. Значення 0 % відповідає порожньому паливному баку, а 100 % — повному

баку. У реальній системі це значення може формуватися на основі сигналу від аналогового датчика рівня палива, а в режимі моделювання задається за допомогою НМІ-елемента, наприклад повзунка або поля введення.

Основне завдання алгоритму полягає у порівнянні поточного рівня палива із заданим пороговим значенням. У даній системі поріг низького рівня палива прийнято рівним 20 %. Якщо значення FuelLevel стає меншим за 20 %, контролер формує логічний сигнал LowFuel. Цей сигнал використовується для виведення попередження на НМІ-екран і може бути застосований як умова для подальшого розширення алгоритму, наприклад для блокування запуску ДГУ при критично низькому рівні палива.

Алгоритм контролю рівня палива працює циклічно. На кожному циклі виконання програми ПЛК зчитує поточне значення FuelLevel, перевіряє його коректність і порівнює з установленим порогом. Якщо рівень палива знаходиться в допустимих межах, система не формує попередження. Якщо рівень палива нижчий за 20 %, активується сигнал LowFuel, а на НМІ-екрані відображається попереджувальне повідомлення.

Для підвищення надійності роботи алгоритму доцільно передбачити перевірку допустимого діапазону значення рівня палива. Якщо значення менше 0 %, воно має сприйматися як 0 %. Якщо значення перевищує 100 %, воно має обмежуватися значенням 100 %. Це дозволяє уникнути некоректного відображення інформації на екрані оператора та зменшує ймовірність помилок під час моделювання.

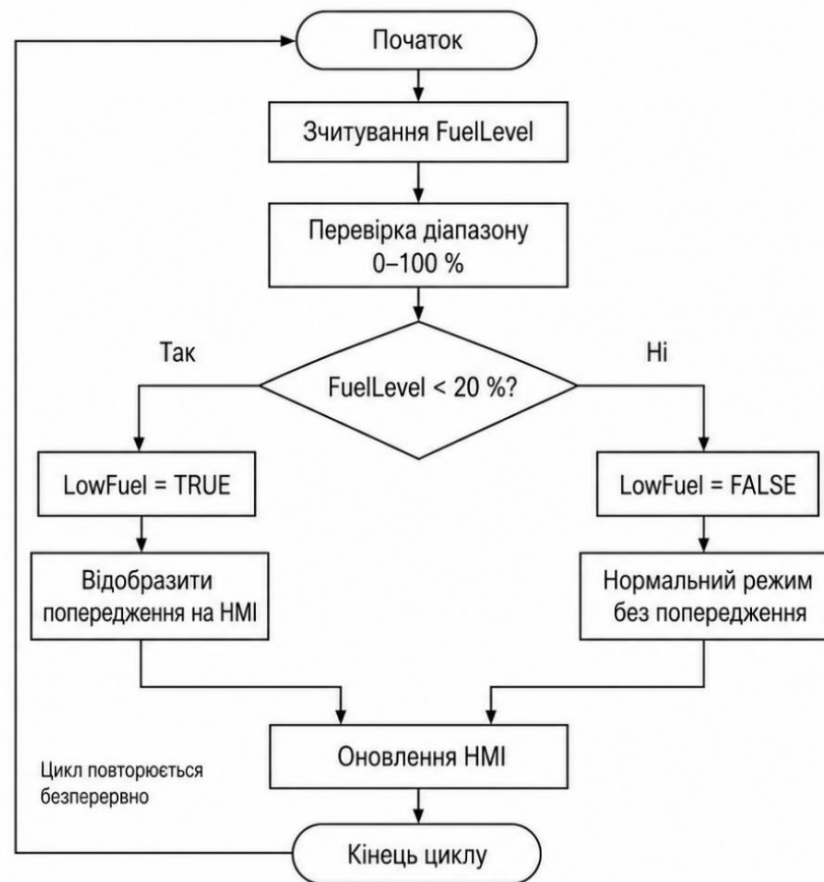


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму контролю рівня палива.

У програмній реалізації в середовищі TIA Portal алгоритм може бути виконаний за допомогою блоку порівняння. На один вхід блоку подається значення FuelLevel, а на другий — порогове значення 20. Якщо умова  $FuelLevel < 20$  виконується, результат порівняння встановлює змінну LowFuel у стан TRUE. Якщо умова не виконується, сигнал LowFuel залишається неактивним.

На HMI-екрані значення FuelLevel відображається у вигляді числового поля та графічного індикатора рівня палива. Сигнал LowFuel використовується для керування видимістю або станом попереджувального

елемента. Наприклад, при активному сигналі на екрані може з'являтися напис «Low fuel» або індикатор низького рівня палива.

Під час моделювання робота алгоритму перевіряється шляхом зміни значення FuelLevel. Якщо рівень палива встановлено, наприклад, на 50 %, сигнал LowFuel не активується. Якщо значення зменшити до 13 %, контролер повинен сформулювати попередження, а НМІ-екран має відобразити відповідний стан. Така перевірка підтверджує правильність логіки роботи алгоритму.

Таким чином, алгоритм контролю рівня палива є базовим елементом автоматизованої системи керування ДГУ. Він забезпечує постійний контроль запасу палива, формування попереджувального сигналу при зниженні рівня нижче встановленого порогу та передавання інформації оператору через НМІ-інтерфейс.

### **3.3 Реалізація алгоритму в Siemens TIA Portal**

Реалізація алгоритму керування дизель-генераторною установкою виконується в середовищі Siemens TIA Portal. Це програмне середовище дозволяє створити проєкт автоматизації, додати програмований логічний контролер, налаштувати змінні, розробити програмну логіку та підготувати систему до подальшого моделювання.

На першому етапі створюється новий проєкт у TIA Portal. До проєкту додається програмований логічний контролер Siemens SIMATIC S7-1200, який використовується як центральний елемент системи керування. Після додавання контролера виконується налаштування його конфігурації та створення таблиці PLC-тегів, у якій задаються основні змінні системи.

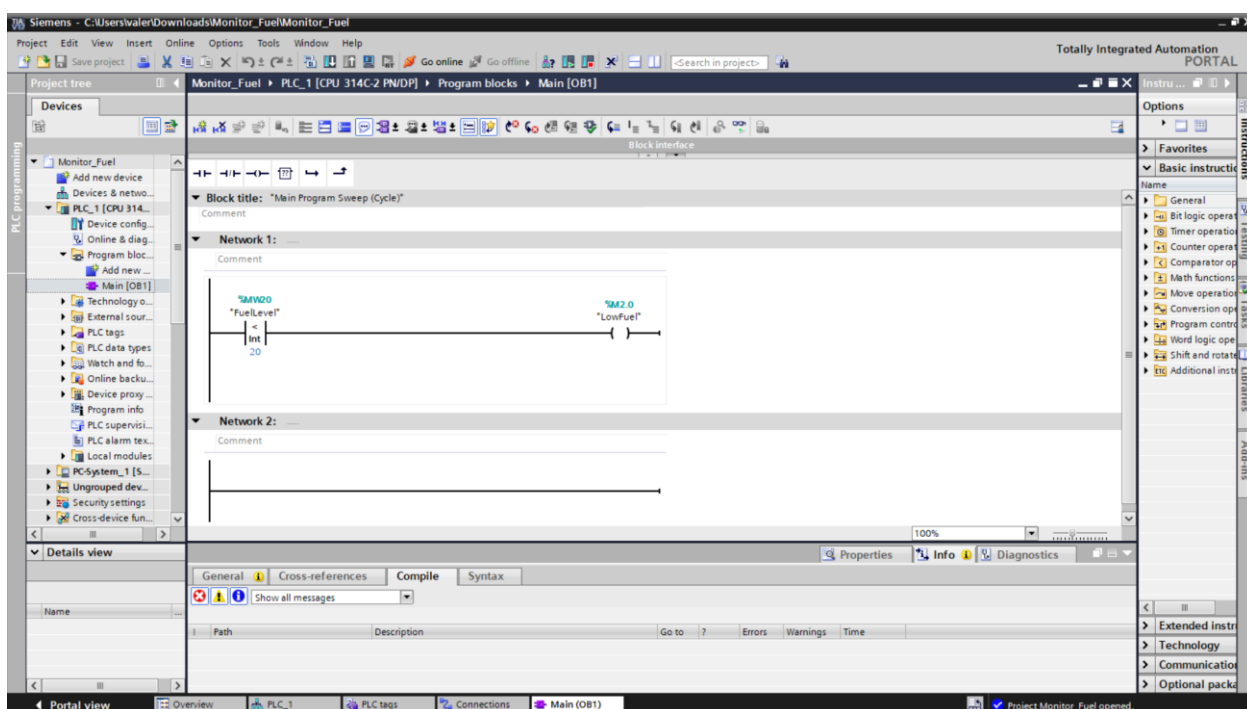


Рисунок 3.3 – Структура проєкту в середовищі TIA Portal.

Основними змінними для реалізації алгоритму є FuelLevel та LowFuel. Змінна FuelLevel використовується для зберігання поточного значення рівня палива в баку ДГУ. Вона може мати тип Int або Real, оскільки рівень палива подається у вигляді числового значення в межах 0–100 %. Змінна LowFuel має тип Bool, оскільки вона може перебувати лише у двох станах: активному або неактивному.

У таблиці PLC-тегів для кожної змінної задається ім'я, тип даних, адреса та коментар. Наприклад, для змінної FuelLevel може бути використана адреса %MW10, а для змінної LowFuel — адреса %M0.0. Використання зрозумілих назв змінних спрощує розробку програми та подальше налагодження системи.

Таблиця 3.3 – Основні PLC-теги системи керування ДГУ

Назва тегу	Тип даних	Приклад адреси	Призначення
FuelLevel	Int / Real	%MW10	Поточний рівень палива в баку ДГУ
LowFuel	Bool	%M0.0	Сигнал низького рівня палива
Start_DGU	Bool	%M0.1	Команда запуску ДГУ
Stop_DGU	Bool	%M0.2	Команда зупинки ДГУ
DGU_Run	Bool	%M0.3	Стан роботи дизель-генераторної установки
DGU_Alarm	Bool	%M0.4	Аварійний стан ДГУ

Програмна реалізація алгоритму виконується в основному організаційному блоці OB1. Цей блок виконується циклічно під час роботи контролера, тому саме в ньому доцільно реалізувати постійну перевірку рівня палива. На кожному циклі програма зчитує значення FuelLevel, порівнює його з пороговим значенням 20 % і залежно від результату формує стан змінної LowFuel.

У мові LAD така логіка може бути реалізована за допомогою блоку порівняння. На вхід IN1 подається значення FuelLevel, а на вхід IN2 — константа 20. Якщо виконується умова  $FuelLevel < 20$ , на виході блоку формується логічна одиниця, яка записується в змінну LowFuel. Якщо значення рівня палива дорівнює або перевищує 20 %, сигнал LowFuel залишається неактивним.

Для підвищення надійності роботи алгоритму можна передбачити додаткову перевірку коректності значення FuelLevel. Якщо значення рівня палива виходить за межі допустимого діапазону 0–100 %, програма повинна обмежувати його або формувати повідомлення про помилку. У межах спрощеної моделі така перевірка може бути реалізована додатково, однак основна логіка роботи системи базується саме на порівнянні рівня палива з порогом 20 %.

Після створення програми виконується компіляція проєкту. Компіляція дозволяє перевірити правильність використання змінних, типів даних і програмних блоків. Якщо помилки відсутні, проєкт може бути завантажений у симулятор PLCSIM для подальшої перевірки роботи алгоритму без використання реального контролера.

Таким чином, реалізація алгоритму в Siemens TIA Portal передбачає створення PLC-тегів, розробку логіки в блоці OB1 та налаштування умов формування сигналу LowFuel. Такий підхід дозволяє реалізувати базову функцію контролю рівня палива та підготувати систему до подальшої візуалізації у WinCC Runtime і моделювання в PLCSIM.

### **3.4 Розробка HMI-інтерфейсу у WinCC Runtime**

Для зручної взаємодії оператора з автоматизованою системою керування дизель-генераторною установкою розробляється HMI-інтерфейс у середовищі WinCC Runtime. Людино-машинний інтерфейс дозволяє відобразити поточний стан ДГУ, контролювати рівень палива, бачити попереджувальні повідомлення та перевіряти реакцію системи під час моделювання.

Основним завданням НМІ-екрана є наочне відображення параметрів, які обробляються програмованим логічним контролером. У межах даної роботи головним параметром є рівень палива в баку дизель-генераторної установки. Для його відображення на екрані використовуються графічний індикатор, числове поле та елемент імітації зміни значення.

Перед створенням екрана необхідно налаштувати НМІ-теги, які зв'язуються з відповідними PLC-тегами. Для цього створюються теги FuelLevel та LowFuel. Тег FuelLevel використовується для передавання числового значення рівня палива з ПЛК на НМІ, а тег LowFuel відповідає за стан попереджувального сигналу низького рівня палива.

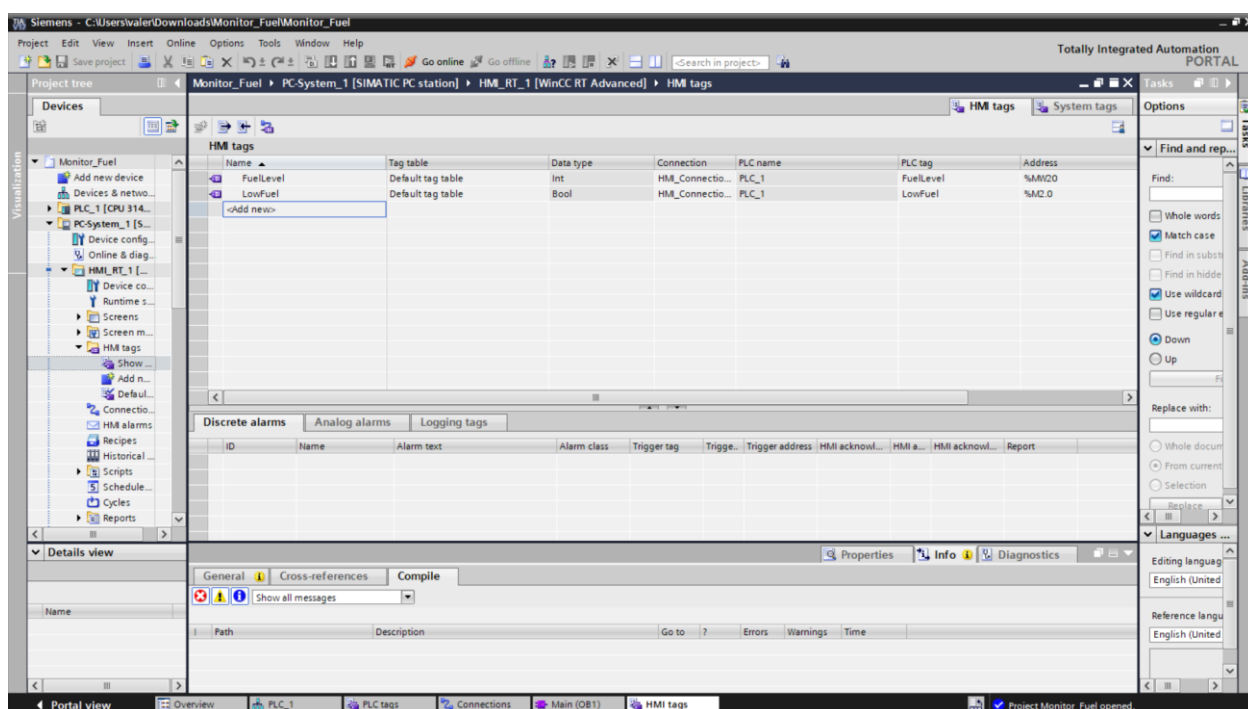


Рисунок 3.6 – Налаштування НМІ-тегів для системи керування ДГУ.

Графічний індикатор рівня палива прив'язується до тегу FuelLevel. Межі індикатора встановлюються від 0 до 100 %, що відповідає діапазону заповнення паливного бака. При зміні значення рівня палива висота або положення індикатора змінюється, і оператор візуально бачить, наскільки заповнений бак.

Числове поле також зв'язується з тегом FuelLevel і відображає точне значення рівня палива у відсотках. Це поле доповнює графічний індикатор, оскільки дозволяє не лише приблизно оцінити рівень палива, а й отримати конкретне числове значення.

Для перевірки роботи системи в режимі моделювання на НМІ-екрані може бути розміщений повзунок або поле введення. За його допомогою користувач задає значення рівня палива вручну. Після зміни значення тегу FuelLevel контролер обробляє нове значення та формує або скидає сигнал LowFuel.

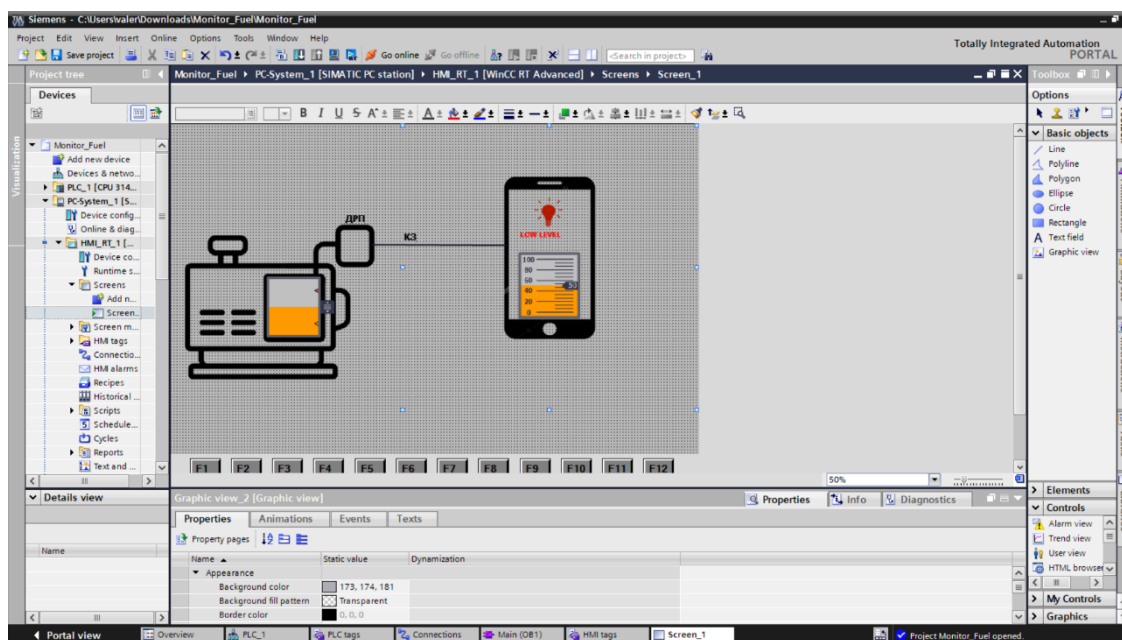


Рисунок 3.7 – НМІ-екран системи керування дизель-генераторною установкою.

### **Висновок до розділу 3**

У третьому розділі було розроблено алгоритм роботи автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою та описано його реалізацію в середовищі Siemens TIA Portal. Визначено загальний принцип функціонування системи, що передбачає зчитування сигналів, обробку параметрів у ПЛК, формування попереджувального сигналу та передавання інформації на НМІ-екран.

Основну увагу приділено алгоритму контролю рівня палива. Було реалізовано логіку, за якою при зниженні значення FuelLevel нижче 20 % формується сигнал LowFuel, що використовується для попередження оператора про недостатній запас палива. Також описано налаштування PLC-тегів, НМІ-тегів і створення екрана візуалізації у WinCC Runtime.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

### **4.1 Загальна характеристика умов праці**

Експлуатація автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою в умовах надзвичайних ситуацій пов'язана з використанням електротехнічного обладнання, засобів автоматизації, контрольно-вимірювальних приладів, систем зв'язку та програмного забезпечення. Основним призначенням такої системи є забезпечення безперервного електропостачання відповідальних споживачів у разі аварійного відключення основної електромережі, пошкодження енергетичної інфраструктури або виникнення інших надзвичайних ситуацій.

Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою забезпечує контроль параметрів електричної мережі, автоматичний запуск дизель-генератора, перемикавання навантаження на резервне джерело живлення, контроль частоти, напруги, температури двигуна, тиску мастила, рівня пального та аварійних сигналів. У разі відновлення основного електропостачання система виконує зворотне перемикавання навантаження та зупинку генератора після завершення необхідного циклу охолодження.

Робоче місце оператора автоматизованої системи керування обладнується персональним комп'ютером, панеллю оператора або диспетчерським пультом, за допомогою яких здійснюється моніторинг параметрів дизель-генераторної установки. Оператор контролює технічний стан обладнання, режими роботи, аварійні повідомлення та готовність установки до автоматичного запуску.

Під час експлуатації системи на персонал можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори: електричний струм, підвищений рівень шуму та вібрації, вихлопні гази, висока температура окремих частин двигуна, пожежонебезпека дизельного пального, а також психофізіологічне навантаження під час роботи в аварійних умовах.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватись вимог нормативних документів з охорони праці, електробезпеки, пожежної безпеки та цивільного захисту. Особливу увагу слід приділяти справності систем автоматичного захисту, вентиляції, пожежогасіння, аварійного відключення та резервного зв'язку.

Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою призначена для забезпечення надійної роботи резервного джерела електроживлення в автоматичному або дистанційному режимі. Вона дозволяє зменшити участь людини у процесі запуску та перемикавання навантаження, що особливо важливо в умовах надзвичайних ситуацій, коли час реагування є критичним.

До складу системи можуть входити дизель-генераторна установка, шафа автоматичного введення резерву, програмований логічний контролер, датчики температури, тиску, рівня пального, напруги, струму та частоти, панель оператора, система сигналізації, виконавчі механізми та засоби зв'язку з диспетчерським пунктом.

Принцип роботи системи полягає у постійному контролі параметрів основної електромережі. У разі зникнення напруги або виходу її параметрів за допустимі межі контролер формує команду на запуск дизель-генераторної установки. Після виходу генератора на номінальні параметри напруги та частоти система автоматично перемикає навантаження на резервне живлення.

У процесі роботи автоматизована система контролює основні параметри дизельного двигуна та генератора. При виникненні аварійних відхилень, таких як перегрівання двигуна, зниження тиску мастила, перевантаження, коротке замикання або критично низький рівень пального, система формує аварійне повідомлення та за потреби виконує зупинку обладнання [16], [23].

В умовах надзвичайних ситуацій автоматизована система керування повинна забезпечувати підвищену надійність, швидке реагування на аварійні події та можливість роботи в автономному режимі. Для цього передбачаються резервне живлення контролера, захист інформації, дублювання важливих сигналів та можливість ручного керування у разі відмови автоматики.

Робоче місце оператора автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою призначене для контролю технічного стану установки, аналізу аварійних повідомлень та оперативного прийняття рішень у разі порушення нормального режиму електропостачання.

Основним засобом роботи оператора є панель оператора або персональний комп'ютер із програмним забезпеченням для візуалізації параметрів системи. На екрані відображаються напруга, струм, частота, потужність навантаження, температура охолоджувальної рідини, тиск мастила, рівень пального, стан автоматичного введення резерву та аварійні сигнали.

Робоче місце повинно відповідати вимогам ергономіки та безпеки праці. Засоби керування мають бути розташовані зручно для оператора, а інформація на екрані повинна бути чіткою, зрозумілою та структурованою. Особливо важливо забезпечити швидке відображення аварійних повідомлень, оскільки в умовах надзвичайних ситуацій від оперативності дій персоналу залежить безперервність електропостачання.

Операторське приміщення рекомендується розміщувати окремо від приміщення дизель-генераторної установки для зменшення впливу шуму, вібрації, вихлопних газів та високої температури. Воно повинно бути обладнане вентиляцією, достатнім освітленням, засобами пожежогасіння та резервним каналом зв'язку.

Під час тривалої роботи оператор може зазнавати підвищеного психофізіологічного навантаження, особливо в умовах аварійного режиму, повітряної тривоги, перебоїв електропостачання або необхідності швидкого прийняття рішень. Тому важливим є дотримання режимів праці та відпочинку, а також проведення інструктажів з охорони праці та цивільного захисту.

Під час експлуатації автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою необхідно дотримуватись вимог чинних нормативно-правових актів з охорони праці, електробезпеки, пожежної безпеки та цивільного захисту.

Основним нормативним документом є Закон України «Про охорону праці», який визначає загальні вимоги щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, обов'язки роботодавця та працівників у сфері охорони праці [15].

Під час експлуатації електрообладнання необхідно враховувати вимоги Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів та Правил улаштування електроустановок. Ці документи встановлюють вимоги до монтажу, експлуатації, заземлення, технічного обслуговування та захисту електроустановок.

Питання пожежної безпеки регламентуються Кодексом цивільного захисту України та Правилами пожежної безпеки в Україні. Особливу увагу необхідно приділяти зберіганню дизельного пального, справності паливної

системи, вентиляції приміщення та наявності первинних засобів пожежогасіння.

При організації робочого місця оператора необхідно враховувати санітарні норми щодо роботи з персональними комп'ютерами, вимоги до освітлення, мікроклімату, рівня шуму та ергономіки робочого місця [20], [21], [28].

Дотримання вимог нормативно-правових документів дозволяє знизити ризик аварійних ситуацій, забезпечити безпечну експлуатацію дизель-генераторної установки та захистити персонал під час роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

#### **4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів**

Під час експлуатації автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою на персонал можуть впливати різні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. До основних належать електричний струм, шум, вібрація, вихлопні гази, підвищена температура поверхонь обладнання, пожежонебезпека пального, а також підвищене нервово-емоційне навантаження.

Електричні небезпеки пов'язані з наявністю силових кіл змінного струму, високих струмів навантаження, комутаційної апаратури та шаф автоматичного введення резерву. При пошкодженні ізоляції, порушенні правил експлуатації або неправильному підключенні обладнання існує ризик ураження електричним струмом.

Робота дизельного двигуна супроводжується шумом і вібрацією, які можуть негативно впливати на самопочуття персоналу, знижувати концентрацію уваги та спричиняти втому. У разі недостатньої вентиляції

вихлопні гази можуть накопичуватися у приміщенні та створювати небезпеку для здоров'я працівників.

Додаткову небезпеку становить дизельне пальне, яке є пожежонебезпечною речовиною. Витік пального, несправність паливної системи або перегрівання обладнання можуть призвести до займання. Також небезпечними є короткі замикання, перевантаження генератора та пошкодження кабельних ліній.

В умовах надзвичайних ситуацій підвищується психофізіологічне навантаження на оператора. Необхідність швидкого реагування, контроль великої кількості параметрів, дефіцит часу та відповідальність за безперервність електропостачання можуть призводити до стресу та зниження уваги.

Для зниження впливу небезпечних факторів необхідно застосовувати технічні та організаційні заходи безпеки, проводити інструктажі персоналу, використовувати засоби індивідуального захисту та забезпечувати справність автоматичних систем контролю й захисту.

Основною небезпекою під час експлуатації автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою є ризик ураження електричним струмом. У системі присутні силові кола, комутаційні апарати, автоматичні вимикачі, кабельні лінії та електронні пристрої керування.

Небезпека може виникати при пошкодженні ізоляції, дотику до струмопровідних частин, неправильному виконанні ремонтних робіт, несправності заземлення або порушенні правил технічного обслуговування. Особливо небезпечними є роботи в шафах керування та автоматичного введення резерву, де розміщені силові комутаційні елементи.

Короткі замикання та перевантаження можуть призвести до перегрівання кабелів, пошкодження обладнання, виникнення електричної

дуги та пожежі. В умовах надзвичайної ситуації ризик зростає через можливі пошкодження мережі, нестабільність напруги або необхідність термінового перемикавання режимів роботи.

Для забезпечення електробезпеки необхідно використовувати захисне заземлення, автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення, релейний захист, блокування доступу до небезпечних зон та попереджувальні знаки. Технічне обслуговування повинно виконуватись лише після повного відключення живлення та перевірки відсутності напруги.

Дизель-генераторна установка під час роботи створює комплекс небезпечних факторів, які необхідно враховувати при організації безпечної експлуатації. До них належать шум, вібрація, вихлопні гази, високі температури, рухомі частини механізмів і пожежонебезпека пального.

Під час роботи двигуна виникає підвищений рівень шуму, який може викликати втому, подразнення та зниження концентрації уваги. Вібрація, що передається через корпус генератора та фундамент, може негативно впливати на обладнання й конструкції приміщення.

Вихлопні гази дизельного двигуна містять шкідливі речовини, тому приміщення генераторної повинно мати ефективну систему вентиляції та відведення відпрацьованих газів. Недостатня вентиляція може призвести до погіршення умов праці та створити загрозу для здоров'я персоналу.

Окремі елементи двигуна, вихлопної системи та генератора можуть нагріватися до високих температур. Дотик до таких поверхонь може спричинити опіки, а контакт гарячих поверхонь із легкозаймистими матеріалами - займання.

Дизельне пальне необхідно зберігати у спеціально призначених ємностях із дотриманням вимог пожежної безпеки. Паливна система повинна

регулярно перевірятися на герметичність, а місця можливого витoku - очищатися від залишків пального та мастила.

Робота оператора автоматизованої системи керування пов'язана з постійним контролем параметрів дизель-генераторної установки, аналізом аварійних повідомлень та прийняттям рішень у режимі обмеженого часу. Це створює значне інформаційне та нервово-емоційне навантаження.

Особливо високий рівень напруження виникає під час надзвичайних ситуацій, коли дизель-генераторна установка забезпечує живлення критично важливих споживачів. У таких умовах помилка оператора або затримка реагування може призвести до відключення важливого обладнання.

Тривала робота за комп'ютером або панеллю оператора може спричинити втому очей, зниження концентрації уваги, напруження м'язів шиї та спини. Малорухомий характер роботи також негативно впливає на загальне самопочуття працівника [20], [21].

Для зменшення психофізіологічного навантаження необхідно забезпечувати раціональний режим праці та відпочинку, зручну організацію робочого місця, достатнє освітлення, зрозумілу систему сигналізації та чіткі інструкції дій персоналу в аварійних ситуаціях.

### **4.3 Заходи забезпечення безпечних умов праці**

Для забезпечення безпечної експлуатації автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою необхідно застосовувати комплекс технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів.

Технічні заходи включають використання захисного заземлення, автоматичних вимикачів, пристроїв захисного відключення, релейного захисту, аварійної сигналізації, систем вентиляції, пожежогасіння та

аварійного відключення живлення. Усі елементи системи повинні регулярно перевірятися на справність.

Організаційні заходи передбачають проведення інструктажів з охорони праці, навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях, розроблення інструкцій з експлуатації дизель-генераторної установки, ведення журналів технічного обслуговування та допуск до роботи лише підготовлених працівників.

Санітарно-гігієнічні заходи спрямовані на забезпечення допустимого рівня шуму, належної вентиляції, достатнього освітлення, комфортного мікроклімату та ергономічної організації робочого місця оператора.

Особливе значення в умовах надзвичайних ситуацій має готовність системи до автономної роботи. Для цього необхідно контролювати запас пального, справність акумуляторної батареї запуску, стан системи охолодження, мастильної системи, засобів зв'язку та автоматичного введення резерву.

Електробезпека автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою забезпечується застосуванням захисних пристроїв, правильним монтажем електрообладнання та дотриманням правил експлуатації.

Усі металеві корпуси електрообладнання, шаф керування, генератора та допоміжних пристроїв повинні бути підключені до системи захисного заземлення. Це дозволяє знизити небезпеку ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції.

Для захисту від коротких замикань і перевантажень використовуються автоматичні вимикачі, запобіжники та релейний захист. Для захисту персоналу від витоку струму застосовуються пристрої захисного відключення.

Кабельні лінії повинні мати надійну ізоляцію, відповідати допустимим струмовим навантаженням і бути захищеними від механічних пошкоджень. Місця прокладання кабелів необхідно позначати та періодично перевіряти.

Перед виконанням ремонтних або профілактичних робіт обладнання повинно бути повністю відключене від джерел живлення. Персонал має перевірити відсутність напруги, використовувати засоби індивідуального захисту та дотримуватись встановленого порядку допуску до робіт [16].

### 3.3.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека дизель-генераторної установки є одним із найважливіших напрямів охорони праці, оскільки система містить електрообладнання, паливну систему та нагріті елементи двигуна.

Основними причинами пожежі можуть бути коротке замикання, перегрівання кабельних ліній, витік дизельного пального, несправність паливної системи, порушення правил зберігання пального або потрапляння мастила на гарячі поверхні двигуна.

Для запобігання пожежі необхідно регулярно перевіряти стан електричних з'єднань, кабельних ліній, паливопроводів, ємностей для пального та системи вентиляції. Забороняється зберігати легкозаймисті матеріали поблизу дизель-генераторної установки.

Приміщення генераторної повинно бути обладнане первинними засобами пожежогасіння, зокрема вогнегасниками відповідного типу. На видимих місцях необхідно розмістити інструкції з пожежної безпеки, схему евакуації та знаки безпеки [18], [19].

У разі виникнення пожежі персонал повинен негайно відключити живлення, припинити подачу пального, повідомити відповідальних осіб і, якщо це безпечно, розпочати гасіння пожежі первинними засобами

пожежогасіння. Якщо існує загроза життю, персонал повинен залишити небезпечну зону згідно з планом евакуації.

### 3.3.3 Санітарно-гігієнічні умови праці

Санітарно-гігієнічні умови праці оператора повинні забезпечувати безпечну та ефективну роботу під час експлуатації автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою.

Операторське приміщення повинно мати достатній рівень освітлення, ефективну вентиляцію, допустиму температуру повітря та захист від надмірного шуму. Розміщення робочого місця в окремому приміщенні дозволяє знизити вплив шуму, вібрації та вихлопних газів.

Приміщення дизель-генераторної установки повинно мати систему припливно-витяжної вентиляції, яка забезпечує надходження повітря для роботи двигуна та відведення надлишкового тепла. Вихлопні гази повинні відводитися за межі приміщення через герметичну систему відведення.

Для зниження рівня шуму можуть використовуватися шумоізоляційні кожухи, глушники, віброгасні опори та звукоізоляція приміщення. Персонал, який перебуває поблизу працюючого генератора, повинен використовувати засоби захисту органів слуху.

Дотримання санітарно-гігієнічних вимог сприяє зниженню втоми персоналу, підвищенню працездатності та безпечній експлуатації обладнання.

## **ВИСНОВКИ**

У роботі було розглянуто питання розробки автоматизованої системи керування дизель-генераторною установкою. Обґрунтовано необхідність використання засобів автоматизації для підвищення надійності роботи резервного джерела електроживлення та забезпечення зручного контролю його стану.

Під час виконання роботи було проаналізовано дизель-генераторну установку як об'єкт автоматизації, визначено її основні складові частини, режими роботи та вимоги до системи керування. Також було розглянуто технічні засоби, необхідні для реалізації системи, зокрема програмований логічний контролер, датчики, засоби індикації та людино-машинний інтерфейс.

У процесі розробки було сформовано загальний принцип роботи системи, створено алгоритм керування та виконано його реалізацію в програмному середовищі Siemens TIA Portal. Для відображення стану установки було розроблено HMI-інтерфейс, що забезпечує наочне подання інформації для оператора.

Перевірку працездатності запропонованого рішення виконано шляхом моделювання. Результати підтвердили, що система коректно реагує на зміну контрольованих параметрів і забезпечує відображення відповідних станів на екрані оператора.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вікіпедія. Дизель-генератор. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Дизель-генератор> (дата звернення: 15.06.2026)
2. Вікіпедія. Дизельний двигун. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Дизельний\\_двигун](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дизельний_двигун) (дата звернення: 15.06.2026)
3. Вікіпедія. Електричний генератор. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Електричний\\_генератор](https://uk.wikipedia.org/wiki/Електричний_генератор) (дата звернення: 15.06.2026)
4. Вікіпедія. Резервне електроживлення. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Джерело\\_безперебійного\\_живлення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Джерело_безперебійного_живлення) (дата звернення: 15.06.2026)
5. Вікіпедія. Програмований логічний контролер. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Програмований\\_логічний\\_контролер](https://uk.wikipedia.org/wiki/Програмований_логічний_контролер) (дата звернення: 15.06.2026)
6. Вікіпедія. SCADA. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SCADA> (дата звернення: 15.06.2026)
7. Siemens. Системи промислової автоматизації SIMATIC. URL: <https://www.siemens.com/uk-ua/products/simatic/> (дата звернення: 15.06.2026)
8. Siemens. SIMATIC S7-1200 G2. URL: <https://www.siemens.com/en-us/products/simatic/s7-1200-g2/> (дата звернення: 15.06.2026)
9. Siemens Industry Online Support. SIMATIC S7-1200 Programmable Controller. URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109977302/s7-1200-programmable-controller?dti=0&lc=en-WW> (дата звернення: 15.06.2026)
10. Siemens Industry Online Support. S7-1200 Programmable Controller. System Manual. URL:

[https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109977302/s71200\\_system\\_manual\\_en-US.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109977302/s71200_system_manual_en-US.pdf) (дата звернення: 15.06.2026)

11. Siemens. TIA Portal: One platform for efficient engineering. URL: <https://www.siemens.com/en-us/products/tia-portal/> (дата звернення: 15.06.2026)

12. Siemens. S7-PLCSIM Advanced. URL: <https://www.siemens.com/en-us/products/simatic/s7-plcsim-advanced/> (дата звернення: 15.06.2026)

13. Siemens Industry Online Support. S7-PLCSIM Advanced V8.0 Download incl. Trial License. URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109990051/simatic-s7-plcsim-advanced-v8.0-download-incl.-trial-license-?lc=en-be> (дата звернення: 15.06.2026)

14. Siemens. SIMATIC WinCC Unified Engineering. URL: <https://www.siemens.com/en-us/products/simatic-hmi/wincc-unified-engineering/> (дата звернення: 15.06.2026)

15. Siemens Industry Online Support. Updates for WinCC Runtime Advanced V17. URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109800912/updates-for-wincc-runtime-advanced-v17-?dti=0&lc=en-WW> (дата звернення: 15.06.2026)

16. Siemens Industry Online Support. Updates for STEP 7 V19, S7-PLCSIM V19 and WinCC V19. URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109925643/updates-for-step-7-v19-s7-plcsim-v19-and-wincc-v19?dti=0&lc=en-WW> (дата звернення: 15.06.2026)

17. Siemens. Programming Guideline for S7-1200/S7-1500. URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:6f74436a53942bf8f1c7b6ed34d2ae72e92ed8a8/programming-guideline-v14-rus.pdf> (дата звернення: 15.06.2026)

18. Siemens Industry Online Support. Getting Started with S7-1200. URL: [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/39644875/s71200\\_getting\\_started\\_en-US\\_en-US.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/39644875/s71200_getting_started_en-US_en-US.pdf) (дата звернення: 15.06.2026)
19. Siemens Industry Mall. S7-1200. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/Catalog/Products/10045647> (дата звернення: 15.06.2026)
20. Siemens Industry Mall. WinCC Runtime Advanced. URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/Catalog/Products/10091385> (дата звернення: 15.06.2026)
21. ДСТУ EN 60204-1:2019. Безпечність машин. Електричне устаткування машин. Частина 1. Загальні вимоги. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=88634](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88634) (дата звернення: 15.06.2026)
22. ДСТУ EN 60204-1:2019. Безпечність машин. Електричне устаткування машин. Частина 1. Загальні вимоги. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=91653](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91653) (дата звернення: 15.06.2026)
23. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3200383488549193714?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200383488549193714?doc_type=2) (дата звернення: 15.06.2026)
24. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=59526](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59526) (дата звернення: 15.06.2026)
25. Закон України «Про охорону праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 15.06.2026)
26. Правила пожежної безпеки в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 15.06.2026)

27. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 15.06.2026)
28. ДСТУ ISO 23601:2019. Безпека. Ідентифікація безпечності. Плани евакуації. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=92011](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92011) (дата звернення: 15.06.2026)
29. ДСТУ EN 3-7:2004. Вогнегасники переносні. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=59792](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59792) (дата звернення: 15.06.2026)
30. Schneider Electric. What is a PLC? URL: <https://www.se.com/ww/en/work/solutions/industrial-automation-control/> (дата звернення: 15.06.2026)

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Автоматизована система керування дизель-генераторною установкою в ЧНУ імені Петра Могили в умовах  
надзвичайних ситуацій

## **ДОДАТОК**