

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри



В. М. Рябенський

д.т.н., професор

« 15 » грудня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: Мікропроцесорна система моніторингу параметрів суднового
дизель-генератора

Виконав: студент 6 курсу, групи 6321М
спеціальності 171

«Електроніка»

шифр і назва спеціальності)

ОПП «Електронні системи»

Воробйов М.С.

(прізвище та ініціали студента)



Керівник д.т.н., проф. Ушкаренко О.О.

(прізвище та ініціали)



Рецензент д.т.н., проф. Черно О.О.

(прізвище та ініціали)



м. Миколаїв – 2024 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

ННІ	автоматики та електротехніки
Кафедра	програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	171 «Електроніка»
ОПП	Електронні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  В. М. Рябенський
д.т.н., професор

« 16 » жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Воробйову Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мікропроцесорна система моніторингу параметрів суднового
дизель-генератора

керівник роботи Ушкаренко Олександр Олегович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу

від « 14 » жовтня 2024 року № 1075-уч.

2. Строк подання студентом роботи 15 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи судновий аварійний дизель-генератор потужністю до
100 кВт; лінійна напруга 380В, частота 50Гц; моніторинг лінійних та фазних
напруг та струмів, частоти напруги, спектральний аналіз напруг; моніторинг обертів
дизельного агрегату, моніторинг температури в контрольних точках.

4. Мета дослідження полягає у вдосконаленні інструментальних засобів і систем
збору, обробки та відображення даних для дизель-генераторів у складі суднових
електроенергетичних систем шляхом використання сучасних методів інженерії
програмно-апаратних систем при розробці та виготовленні такої системи.

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки
(перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітичний огляд систем
моніторингу параметрів суднових дизель-генераторів.

2. Проектування структури суднової системи моніторингу параметрів.

3. Програмно-алгоритмічний комплекс системи моніторингу параметрів.

4. Охорона праці

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Функціональна схема системи контролю параметрів суднових дизель-генераторів.

2. Структурна схема блоку індикації системи контролю та керування. 3. Принципова
схема обчислювального модуля. 4. Принципова схема керуючого модуля.

5. Друкована плата системи моніторингу параметрів суднового ДГА.

6. Блок-схема алгоритму роботи системи моніторингу параметрів.

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Тубальцев А.М.		

8. Дата видачі завдання « 16 » жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем моніторингу параметрів дизель-генераторів і вимог до таких систем	25.10.2023 р.	виконано
2.	Аналіз вимог Правил морського Регістра судноплавства до систем моніторингу параметрів судових дизель-генераторів	18.11.2023 р.	виконано
3.	Формулювання вимог до функціональності системи моніторингу параметрів судового дизель-генератора	20.12.2023 р.	виконано
4.	Вибір елементної бази та датчиків контролю параметрів приводного двигуна та генератора	23.01.2024 р.	виконано
5.	Розрахунок потужності основних та аварійних джерел електроенергії	05.03.2024 р.	виконано
6.	Розробка структурної та принципової схем системи моніторингу	24.05.2024 р.	виконано
7.	Розрахунок надійності системи моніторингу	20.06.2024 р.	виконано
8.	Програмна організація модулів системи моніторингу параметрів дизель-генератора	15.09.2024 р.	виконано
9.	Розробка алгоритмів управління системою	17.10.2024 р.	виконано
10.	Проведення випробування системи в лабораторії кафедри ПЕЕТ на фізичній моделі СЕЕС	20.11.2024 р.	виконано
11.	Підготовка розділу з охорони праці та оформлення кваліфікаційної роботи	15.12.2024 р.	виконано

Студент


(підпис)

М.С. Воробйов

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

О.О. Ушкаренко

(прізвище та ініціали)

Анотація

У магістерській кваліфікаційній роботі, яка представлена на 95 сторінках, розроблено систему моніторингу параметрів суднового дизель-генератора відповідно до вимог Морського реєстра та Конвенції СОЛАС-74. Проведено аналіз існуючих мікропроцесорних систем, спроектовано структурну, принципову, друковану та монтажну схеми, а також створено алгоритми та програмне забезпечення.

Система розроблена на основі сучасних матеріалів та компонентів, що дозволило зменшити її вагу, габарити та собівартість. Вона забезпечує контроль роботи генератора, збір і аналіз даних для підтримання його безаварійної експлуатації. Також запропоновано заходи з охорони праці при виробництві та експлуатації системи.

Ключові слова: система моніторингу, судновий дизель-генератор, мікропроцесор, Морський реєстр, програмне забезпечення, безаварійна робота.

Abstract

The thesis project, which contains 95 pages, developed a monitoring system for the parameters of a ship's diesel generator in accordance with the requirements of the Maritime Register and the SOLAS-74 Convention. An analysis of existing microprocessor-based monitoring systems was conducted, and structural, schematic, printed circuit, and assembly diagrams were designed. Additionally, algorithms were developed, and the necessary software was created. The system utilizes modern materials and components, which reduced its weight, size, and cost. It ensures real-time monitoring of the generator's performance, collects data for analysis, and helps maintain safe and reliable operation. The project also proposes measures for occupational safety during the production and use of the system.

Keywords: monitoring system, ship diesel generator, microprocessor, Maritime Register, software, safe operation.

ЗМІСТ

Зміст	3
Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів..	5
Вступ.....	6
Розділ 1. Аналітичний огляд систем моніторингу параметрів суднових дизель-генераторів	9
1.1. Вимоги до системи моніторингу параметрів.....	9
1.2. Огляд існуючих систем моніторингу параметрів	13
1.3. Система моніторингу параметрів енергосистемії ДВК-електро	20
1.4. Вимоги Конвенції СОЛАС-74 та правил Морського Регістру до суднових систем.....	23
Розділ 2. Проектування структури суднової системи моніторингу параметрів	29
2.1. Функціональна схема системи контролю параметрів дизель– генераторів.....	29
2.2. Обґрунтування вибору елементної бази та датчиків.....	33
2.3. Розрахунок потужності основних та аварійних джерел електроживлення.....	38
2.4. Розробка апаратних засобів системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора.....	41
Розділ 3. Програмно-алгоритмічний комплекс системи моніторингу параметрів	51
3.1. Архітектура програмних засобів системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора.....	51
3.2. Організація модулів системи моніторингу параметрів дизель- генератора.....	55
3.3. Алгоритми управління засобами системи моніторингу параметрів.....	59
3.4. Програмні засоби моніторингу параметрів суднового дизеля ...	62
Розділ 4. Охорона праці	68
4.1. Закон України про охорону праці.....	68

4.2. Потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори на робочому місці оператора при розробці системи моніторингу	69
4.3. Розрахунок освітленості робочого місця	71
4.4. Висновки по розділу.....	75
Висновки	76
Список використаних джерел	77
Додаток А.....	79
Мікропроцесорна система моніторингу параметрів суднових дизель-генераторних агрегатів.....	79
Додаток Б	80
Лістинг програми.....	80

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ**

АПС – аварійно-попереджувальна сигналізація
АЦП – аналого-цифровий перетворювач;
ГРЩ – головний розподільний щит;
ДАУ – дистанційне автоматичне управління;
ДГ – дизель-генератор;
ДТМ – датчик температури масла;
ДТОР – датчик температури охолоджуючої рідини;
ДТСЗ – датчик тиску системи змащування;
ЕОМ – електронна обчислювальна машина;
К.К.Д. – коефіцієнт корисної дії;
МПДГ – моніторинг параметрів суднового дизель-генератора;
ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій;
ППЗП – перепрограмований запам'ятовуючий пристрій;
РЗМ – реле запуску двигуна масляного насосу;
РЗПР – реле запуску двигуна паливної рейки;
РКО – реле контролю обертів;
РС – реле стартера;
РПН – реле пуску роботи генератора на навантаження;
САПР – система автоматизації проектування;
СКДМП – система контролю дієздатності машинного персоналу;
ЦПК – центральний пульт керування.

					171.6321М.КР.ПЗ.Скорочення	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВСТУП

У розвитку світової економіки важливу роль відіграє транспорт, зокрема водний, який забезпечує значну частку міжнародних перевезень. Водний транспорт є одним із найрентабельніших завдяки низькій собівартості перевезень. Для досягнення високих техніко-економічних показників при будівництві та експлуатації суден активно застосовуються автоматизація й комп'ютеризація, що підвищує ефективність перевезень і забезпечує безпеку судноплавства.

Кожне судно, незалежно від його тоннажності чи типу, містить численні системи та механізми, що забезпечують рух, навігацію, життєдіяльність екіпажу та інші функції. Контроль за роботою цих механізмів дозволяє:

- визначати граничні значення параметрів;
- виявляти спрацювання систем захисту;
- фіксувати відсутність живлення окремих систем автоматизації або активацію аварійних джерел енергії;
- аналізувати зміни стану автоматизації або окремих параметрів.

Для вирішення цих завдань застосовується система моніторингу параметрів суднового дизель-генератора. Вона виводить контрольовані дані на відповідні блоки, розміщені в місцях, де персонал може оперативно отримувати інформацію про стан механізмів.

Параметри ключових систем, пов'язаних із забезпеченням електроенергії, повинні передаватися на ходовий місток, а інші – на центральний пульт керування та блок узагальненої сигналізації, встановлені у службових і житлових приміщеннях. Якщо персонал не підтверджує отримання тривожних сигналів, вони дублюються на ходовому містку. Відповідно до вимог Морського реєстра, така система обов'язково має бути встановлена на кожному судні.

					171.6321М.КР.ПЗ.Вступ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Мета дослідження полягає у вдосконаленні інструментальних засобів і систем збору, обробки та відображення даних для дизель-генераторів у складі суднових електроенергетичних систем шляхом використання сучасних методів інженерії програмно-апаратних систем при розробці та виготовленні такої системи для підвищення безпеки та надійності судноплавства.

Об'єкт дослідження: процес контролю та моніторингу роботи суднових дизель-генераторів.

Предмет дослідження: алгоритми, технічні засоби та принципи побудови системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора.

Наукова новизна отриманих в даній магістерській кваліфікаційній роботі полягає в інтеграції новітніх технологій моніторингу та обробки даних в судову електроенергетику, що дозволяє значно підвищити надійність та оперативність реагування в разі виникнення аварійних ситуацій на судні.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами: магістерську кваліфікаційну роботу виконано в рамках НДР «Розробка енергоефективних засобів генерації та перетворення електроенергії для систем розмагнічування малих кораблів», № ДР 0124U001522.

					171.6321М.КР.ПЗ.Вступ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Воробйов М.С.			Аналітичний огляд систем моніторингу параметрів суднових дизель-генераторів	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							8	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРІВ

1.1. Вимоги до системи моніторингу параметрів

У кваліфікаційній роботі проаналізовано систему моніторингу параметрів дизель-генератора для суден із знаком автоматизації AUT3. Згідно з класифікацією Морського реєстра судноплавства [1], до цієї категорії належать судна, сумарна потужність головних механізмів яких не перевищує 2250 кВт. Такі судна повинні бути оснащені автоматизованими системами для контролю та керування механічними установками, що забезпечують їх безпечну роботу без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

У таблиці 1.1 наведено параметри контролю механізмів, місця вимірювання, граничні значення, а також типи автоматичного захисту та індикації параметрів [2, 3, 4].

Таблиця 1.1 – Контрольовані системою параметри

№ п/п	Контрольований параметр	Група 1: індикація, автоматичне зниження навантаження	Група 2: автоматичний пуск резервних насосів з подачею сигналу	Група 3: автоматична зупинка двигуна
----------	----------------------------	---	--	---

1	Головні двигуни внутрішнього згорання			
1.1	Тиск змащувального масла на вході в двигун	●↓	■	×
1.2	Температура змащувального масла на вході в двигун	●↑	□	□
1.3	Потік змащувального масла на виході з лубрикатору	↓▼ ²	□	□
1.4	Перепад тиску змащувального масла на фільтрі	◇↑	□	□
1.5	Тиск змащувального масла турбонагнітача на вході в підшипник ³	↓	□	□
1.6	Концентрація масляного туману або температура підшипників в районі кожного кривошипу чи підшипнику	↑▼ ^{2,4}	□	× ⁵
1.7	Тиск або потік охолоджуючого середовища на вході в двигун	●↓▼ ²	■	□
1.8	Тиск охолоджуючої середовища на виході з двигуна	◇↑▼ ²	□	□
1.9	Тиск або потік забортної охолоджувальної води	●↓	■	□
1.10	Температура вихлопних газів у магістральному трубопроводі	↑	□	□
1.11	Температура вихлопних газів на виході кожного циліндру ⁶	◇↑▼ ²	□	□
1.12	Температура вихлопних газів. Відхилення від середнього значення по циліндрам	↑	□	□
1.13	Тиск пускового повітря перед пусковим клапаном	◇↓	■	□
1.14	Тиск повітря в системі керування двигунами	↑(↓)	□	□
1.15	Температура продувного	↓	□	□
		○	□	□

	повітря на виході з охолоджувача продувного повітря	●↑ ○	☐ ☐	× ☐
1.16	Тиск палива перед паливним насосом високого тиску	↑	☐	☐
1.17	В'язкість (температура) палива на вході в двигун ⁷			
1.18	Рівень палива в видатковій цистерні			
1.19	Витік палива з труби високого тиску			
1.20	Частота обертання двигуна	↓	☐	×
1.21	Живлення системи керування, сигналізації та захисту	↓	☐	☐
1.22	Концентрація газу в машинних приміщеннях ⁸	↑	☐	☐
2	Котли механічної установки⁹	○	☐	☐
3	Двигуни внутрішнього згорання для приводу генераторів	●↑ ↓	☐ ☐	× ☐
3.1	Тиск змашувального масла на вході в двигун			
3.2	Тиск або потік охолоджуючого середовища на вході в двигун	↓ ↑	☐ ☐	× ☐
3.3	Температура охолоджуючого середовища на виході з двигуна	↓□ ↑	☐ ☐	☐ ☐
3.4	Витік палива в трубопровід високого тиску			
3.5	Частота обертання двигуна	↓	☐	☐
3.6	Тиск пускового повітря (перед пусковим клапаном)	↑ ↓	☐ ☐	☐ ☐

4	Редуктори	↑	☐	☐
4.1	Тиск змащувального масла на вході в редуктор	↓	☐	☐
4.2	Температура змащувального масла в редукторі			
5	Пускові компресори			
5.1	Тиск змащувального масла на вході в компресор	●↑↓	☐	☐
		●↑	☐	☐
		●↓	☐	☐
5.2	Температура повітря на виході з компресора	↓	☐	☐
6	Цистерни			
6.1	Рівень змащувального масла в видаткових цистернах			
6.2	Рівень витратного масла в цистерні витратного масла			
6.3	Рівень палива в видатковій цистерні			
6.4	Рівень палива в переливній цистерні			
6.5	Рівень охолоджуючого середовища в розширювальній цистерні			
7	Суднова мережа			
7.1	Напруга			
7.2	Навантаження (струм)			
7.3	Частота струму			
7.4	Опір ізоляцій			

Примітка. Для групи параметрів 1 передбачається загальний датчик для систем індикації, АПС і захисту (на зниження навантаження);

для групи параметрів 2 – датчик системи автоматичного пуску резервних насосів;

для групи параметрів 3 – датчик системи захисту (зупинка двигуна).

Умовні позначки:

● – дистанційна індикація (постійна);

◇ – дистанційна індикація (за викликом);

↑ – сигнал АПС при досягненні параметром верхнього граничного значення;

↓ – сигнал АПС при досягненні параметром нижнього граничного значення;

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

○ – сигнал АПС;

■ – автоматичний пуск резервних насосів;

□ – зупинка компресора;

▼ – зниження навантаження;

× – зупинка двигуна.

□□□□□□□□

¹ При наявності автономних резервних насосів.

² З узгодженням з Реєстром замість зниження навантаження допускається для двигунів внутрішнього згорання передбачувати спеціальні світлові чи звукові сигнали.

³ При наявності автономної насоса змазки.

⁴ Для малооборотних двигунів з діаметром циліндрів більше 300 мм.

⁵ Для середньо– та високооборотних двигунів з діаметром циліндрів більше 300 мм.

⁶ Для двигунів циліндровою потужністю більше 500 кВт.

⁷ При роботі на важкому паливі.

⁸ Вимагається при застосуванні установок з двухпаливними (газ – рідке паливо) двигунами.

На зазначених судах система аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС) має контролювати всі відповідні параметри, завчасно попереджати про відхилення та сповіщати про них.

1.2. Огляд існуючих систем моніторингу параметрів

Блок сигналізації «SES»

Блок сигналізації «SES» [5, 6, 7] (рис. 1.1) призначений для прийому та відображення стану дванадцяти дискретних (контактних) сигналів. Він постачається в двох версіях: «SES–01» та «SES–02».

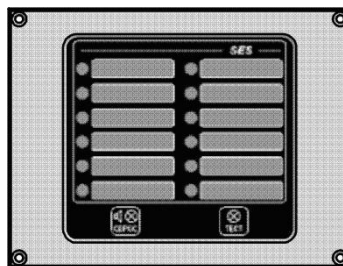


Рисунок 1.1 – Блок сигналізації SES

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Блок «SES–01» складається з однієї панелі основної сигналізації, тоді як блок «SES–02» містить дві панелі: основну та резервну [1]. Панель резервної сигналізації, на відміну від основної, не має електричних схем для прийому вхідних дискретних сигналів. В іншому, ці панелі ідентичні.

Панель основної сигналізації забезпечує:

- безпосередній прийом вхідних дискретних сигналів;
- світлову індикацію виконуваних сигналів;
- світлову аварійно-попереджувальну сигналізацію;
- видачу сигналу для активації звукового пристрою узагальненої аварійно-попереджувальної сигналізації (тип «сухий» контакт);
- формування узагальненого сигналу АПС (тип «сухий» контакт);
- скидання аварійної сигналізації основної панелі за допомогою кнопки на лицьовій стороні;
- контроль працездатності обладнання;
- регулювання яскравості світлодіодів;
- налаштування типу кожного вхідного сигналу: замикаючий або розмикаючий;
- налаштування переліку сигналів, що формують узагальнений сигнал АПС;
- налаштування типу сигналізації для кожного вхідного сигналу;
- виконавча;
- аварійно-попереджувальна світлова;
- аварійно-попереджувальна світлова і звукова.
- налаштування типу вихідного сигналу для активації звукових пристроїв узагальненої аварійно-попереджувальної сигналізації:
- безперервний;
- переривчастий (контакт замикається та розмикається з частотою 2 Гц).
- Панель резервної сигналізації виконує такі функції:
-

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- прийом стану вхідних дискретних сигналів через інтерфейсну лінію зв'язку;
- світлову індикацію виконуваних сигналів;
- світлову аварійно-попереджувальну сигналізацію;
- видачу сигналу для активації звукового пристрою узагальненої аварійно-попереджувальної сигналізації (тип «сухий» контакт);
- формування узагальненого сигналу АПС (тип «сухий» контакт);
- скидання аварійної сигналізації резервної панелі за допомогою кнопки на лицьовій стороні;
- контроль працездатності обладнання;
- регулювання яскравості світлодіодів;
- налаштування типу кожного вхідного сигналу: замикаючий або розмикаючий;
- налаштування переліку сигналів, що формують узагальнений сигнал АПС;
- налаштування типу сигналізації для кожного вхідного сигналу:
- виконавча;
- аварійно-попереджувальна світлова;
- аварійно-попереджувальна світлова і звукова.
- налаштування типу вихідного сигналу для активації звукових пристроїв узагальненої аварійно-попереджувальної сигналізації:
- безперервний;
- переривчастий (контакт замикається та розмикається з частотою 2 Гц).

Номінальна напруга живлення блоку сигналізації «SES» становить 24 В постійного струму. Допустиме відхилення живильної напруги не повинно перевищувати $\pm 10\%$ від номінального значення. Споживана потужність не перевищує 10 Вт.

Як вхідні сигнали можуть використовуватися:

					171.6321M.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- нормально замкнуті або нормально розімкнуті «сухі» контакти з комутаційною здатністю не нижче 24 В/0,1 А постійного струму;
- датчики (сигналізатори) з транзисторними виходами типу NPN (комутуючі «мінус»), що працюють при напрузі живлення 24 В і споживаному струмі до 0,1 А.

Датчики (сигналізатори) з транзисторними виходами отримують живлення безпосередньо від блоку сигналізації типу «SES–01». Блок сигналізації забезпечує зовнішню сигналізацію (дзвінки, сигнальні лампи тощо) у вигляді «сухого» замикаючого контакту з комутаційною здатністю 220 В/4 А для змінного струму та 24 В/4 А для постійного струму, а також формує узагальнений сигнал АПС за налаштованим переліком сигналів у вигляді «сухого» замикаючого контакту з комутаційною здатністю 220 В/4 А для змінного струму та 24 В/4 А для постійного струму.

Панель блоку сигналізації виготовлена в корпусі з ударостійкого полістиролу і може бути призначена як для настінного, так і для пультавого монтажу. Підключення зовнішніх кабелів до блоку здійснюється за допомогою роз'єднувача. Світлова індикація реалізується за допомогою світлодіодів або світлових табло, які підсвічують символічну інформацію на лицьовій наклейці. Текст і (або) символи сигналів, що відображаються, а також кольори світлодіодів (світлових табло) визначаються при замовленні. Можливі кольори: зелений, червоний або жовтий.

До складу панелі сигналізації входять такі модулі:

- Вузол управління блоку сигналізації виконаний на основі мікроконтролера, що забезпечує програмне налаштування його спеціалізації. Цей вузол обробляє дані, що надходять до блоку сигналізації, і керує відображенням інформації на друкованому вузлі індикації.
- Вузол друкованої індикації блоку сигналізації забезпечує візуальне представлення інформації про стан сигналів на 12 світлодіодах (світлових табло). Він має розташування світлодіодів (світлових табло) відповідно до

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

номерів вхідних сигналів: послідовно від 1 до 12 зверху вниз та зліва направо.

– Вузол індикації також оснащено двома кнопками керування: «СКИДАННЯ» та «ТЕСТ»

Система WALCOM

Інтегрована система управління технічними засобами – це програмно-апаратний комплекс, розроблений компанією «WALCOM» [8, 9, 10], який здійснює контроль та сигналізацію стану обладнання на судні. Ця система включає в себе:

– Систему аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС) для основних та допоміжних механізмів, що вказує на несправності в механічних і електричних установках, а також на збої в системах управління головного двигуна (ГД), дизель-генератора (ДГ), електростанції та для сигналізації про терміновий виклик механіків;

– Сигналізацію для контролю працездатності машинного персоналу;

– Систему аварійно-попереджувальної сигналізації та зв'язку (АПСЗ), а також контроль працездатності вахтового штурмана.

Апаратна реалізація цього комплексу передбачає використання наступного обладнання:

– Локальна технологічна станція ЛТС1 та щит моніторингу інтегрованої системи управління (ІСУ ТС) (ОСЗ), які виконують прийом і обробку дискретних і аналогових сигналів, а також формують вихідні сигнали для дистанційного чи автоматичного управління технічними засобами, забезпечуючи при цьому сигнали аварійно-попереджувальної сигналізації. ЛТС1 розміщується у кермовій рубці (в пульті керування вантажними операціями – ПКВО) та дублюється у щиті ІСУ ТС в машинному відділенні.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

– Дві комп'ютерні операторські станції (ОС1, ОС3), оснащені моніторами, що надають повну інформацію про стан устаткування та судна через мнемосхеми. Операторська станція ОС1 знаходиться в кермовій рубці, а ОС3 – в МКО на щиті ІСУ ТС. ОС1 складається зі системного блоку, вбудованого в ПКВО, монітора з регульованою яскравістю екрана, а також клавіатури з сенсорним маніпулятором. ОС3 має панельний комп'ютер з сенсорним екраном, вбудований у пульт керування вантажними операціями, монітор на основі ЖК-модулів і матричний принтер.

Моніторинг мережевого трафіка відбувається у фоновому режимі. Контролери локальних технологічних станцій опитуються з частотою раз на хвилину через резервний канал, що дозволяє перевірити готовність каналу до роботи. У випадку виявлення проблеми з каналом, на моніторах з'являється відповідний сигнал. Якщо станеться збій зв'язку, автоматично встановлюється зв'язок через дублюючий канал за допомогою HUB. При несправності основного каналу проводиться діагностика для виявлення ушкоджень та вжиття необхідних заходів.

Панелі узагальненої аварійно-попереджувальної сигналізації (УАПСЗ) розміщені на ходовому мості, в їдальні, каютах капітана, старшого помічника та старшого механіка, а також в місцевому пості управління ГД. У тамбурі входу в машинне відділення встановлено панелі системи контролю дієздатності машинного персоналу (СКДМП), які оснащені ключем включення і кнопками «вхід» та «вихід».



Рисунок 1.2 – Блок керування системи сигналізації контролю дієздатності машинного персоналу

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

При включеному та поверненому на 90° ключі, а також натиснутій кнопці «вхід», активується таймер відліку часу. Якщо за 30 хвилин не буде підтвердження, система формує сигнал «персонал у МКО». Кнопки для підтвердження знаходяться у п'яти місцях в МКО та на щиті ІСУ ТС.

На ходовому містку встановлена панель АПСЗ і панель системи контролю дієздатності вахтового штурмана (СКДВШ), які захищені від несанкціонованого доступу. Вони подають сигнали на відповідні лампи та зумери з інтервалами, що не перевищують 12 хвилин.



Рисунок 1.3 – Панелі АПСЗ у кермовій рубці

Шафа безперервного живлення (ДБП) забезпечує електроенергією всі системи компанії ВАЛКОМ. У машинному приміщенні розміщені дві сигнальні колонки з ротаційними лампами червоного, жовтого та білого-зеленого кольорів, а також двохтональні сирени потужністю 116 дБ, одна з яких призначена для загального авралу.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

1.3. Система моніторингу параметрів енергосистемії ДВК-електро

Система управління енергосистемою РРМ, розроблена компанією ДВК-електро, включає в себе комплекс функцій, які необхідні для управління енергетичними установками, як автономного, так і морського базування. Вона забезпечує контроль, управління та захист не тільки генераторного агрегату, а й електростанції в цілому, здійснюючи вимірювання всіх необхідних параметрів та відображаючи їх на РКІ-дисплеї.

Система РРМ призначена для автоматизації різних типів електростанцій, зокрема:

- Паралельна робота дизель-генераторних установок (ДГУ) на загальних шинах;
- Функціонування ДГУ на секціонованих шинах ГРЩ;
- Кільцеві шини ГРЩ;
- Співпраця з валогенератором і береговими джерелами;
- Управління секційними вимикачами;
- Контроль аварійного або стоянкового ДГУ.

Управління електростанцією може виконуватись у кількох режимах:

- Паралельна робота ДГУ з автоматичним розподілом навантаження;
- Режим фіксованої потужності;
- Переключення навантаження між ДГУ, валогенератором і берегом;
- Робота на роздільні секції ГРЩ з управлінням секційним вимикачем.

Кожен контролер системи має окремий основний дисплей, підключений за допомогою нуль-модемного кабелю, а також додатковий виносний дисплей, що з'єднується з основним дисплеєм через інтерфейс Canbus. Режими управління електростанцією залежать від її конфігурації, включаючи наявність валогенераторів, керованих вимикачів живлення з берега та секційних вимикачів. Вибір потрібного режиму управління здійснюється за допомогою кнопки на дисплеї.

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

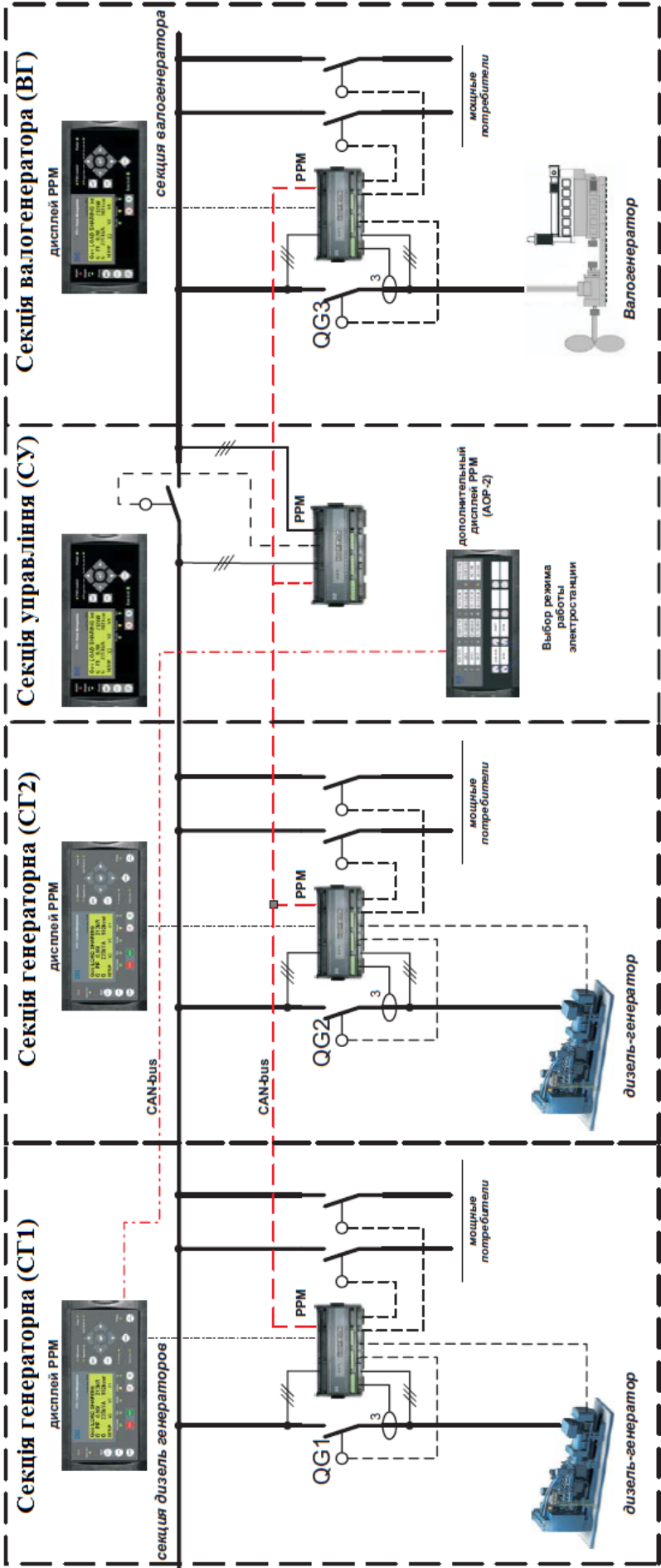


Рисунок 1.4 – Структурна схема системи управління електростанцією (Power Management) на базі контролерів RRM

Контролер РРМ обладнано платою з інтерфейсами, що дозволяють підключення до двигуна, а також має окреме живлення та власний мікропроцесор. На цій платі розміщені такі входи та виходи:

Таблиця 1.2 – Функціональна периферія

Входи / виходи	Доступно
Багатофункціональні: – 4-20mA – Дискретні – PT100 – PT1000 – VDO – 0-40B	3 (3)
Дискретні входи	7 (4)
Вхід для вимірювання оборотів Pick up	1
Релейні виходи	4
Підключення CANbus	2



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд керуючої секції

Система РРМ забезпечує автоматизацію електростанцій, які можуть включати до:

- 8 секційних вимикачів (ВТВ);

- 16 дизель-генераторів (DG);
- 1 аварійний генератор (EDG);
- 2 валогенератори (SHAFT) та 2 берегових вимикачі (SHORE).

1.4. Вимоги Конвенції СОЛАС-74 та правил Морського Регістру до суднових систем

Конвенція СОЛАС-74, яка регулює охорону людського життя на морі, містить 11 глав, що охоплюють різні аспекти безпеки судноплавства. У документі прописані вимоги до конструкції суден, протипожежного захисту, рятувальних засобів, пристроїв радіозв'язку, а також безпеки мореплавства і перевезення вантажів, включаючи небезпечні матеріали. Особлива увага приділяється ядерним суднам, управлінню безпечною експлуатацією суден, а також заходам для високошвидкісних суден.

Відповідно до Правила 45, що регламентує запобіжні заходи проти електричних уражень і пожеж, головні та аварійні розподільні щити повинні забезпечувати легкий доступ до обладнання для персоналу. Бічні, задні та при необхідності передні панелі щитів мають бути надійно огорожені. Відкриті струмопровідні частини з небезпечною напругою не повинні бути розміщені на передній панелі щитів, а також мають бути передбачені захисні решітки.

Всі електричні кабелі і проводка, що не захищені обладнанням, повинні мати клас вогнестійкості, щоб уникнути поширення полум'я. Влада може дозволити використання спеціальних кабелів, якщо це обґрунтовано. Кабелі, що живлять критично важливі системи, слід прокладати так, щоб уникнути їхнього пошкодження в зонах підвищеного ризику загоряння.

Кожен електричний ланцюг повинен бути захищений від короткого замикання та перевантаження, за винятком випадків, передбачених правилами 11-1/29 і 30. Пристрої захисту мають мати чітке маркування щодо номінального значення. Електричне обладнання не допускається в

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

приміщеннях, де можливо скупчення займистих сумішей, без спеціальних підтверджень безпеки.

На пасажирських судах системи розподілу струму мають бути організовані так, щоб пожежа в одній вертикальній зоні не перешкоджала роботі систем безпеки в інших зонах. Це забезпечується правильним розташуванням головних та аварійних фідерів на максимально можливій відстані один від одного.

1. Система моніторингу параметрів суднового дизель-генератора (МПДГ) повинна бути автономною від систем управління та захисту, що означає, що її функціонування не повинно залежати від можливих несправностей цих систем. Часткове інтегрування цих систем підлягає окремому розгляду Регістром.

2. Система МПДГ повинна мати функцію самоконтролю: у випадках короткого замикання, пошкодження ланцюгів або знеструмлення має активуватися сигнал МПДГ.

3. МПДГ повинна подавати як світлові, так і звукові сигнали одночасно, з можливістю одночасного інформування про кілька несправностей. Вихід з ладу одного елемента не повинен призводити до несправності всієї системи. Якщо використовуються загальні монітори, їх має бути не менше ніж два.

4. Центральні інформаційні панелі системи МПДГ, зазвичай розміщені в центральному пульті управління, мають включати підсистему узагальнення сигналізації, з блоками, які повинні бути розташовані:

- у машинних приміщеннях (світлові колонки);
- на ходовому містку;
- у службових приміщеннях судна;
- у житлових приміщеннях персоналу.

5. У машинних приміщеннях, окрім звукових сигналізаторів, повинні бути також світлові пристрої (колонки) з чіткими кольорами та символами.

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Світлові сигнали мають бути помітними, відрізнятися та мати високу яскравість, виконуючись у вигляді миготіння.

6. В шумних приміщеннях слід передбачити додаткові звукові та світлові сигналізатори.

7. Світлові сигнали повинні чітко вказувати на причину активації системи МПДГ, виконуючись у вигляді миготливого світла. Проблискові сигнали мають працювати не менше 50% часу циклу з частотою імпульсів від 0,5 до 1,5 Гц.

8. Сигнали на панелях МПДГ повинні оброблятися у два етапи:

- відключення звукового сигналу та додаткових світлових сигналізаторів за незмінного сигналу на панелі;
- підтвердження світлового сигналу на панелі, з переходом миготливого світла у постійне. Повне відключення індивідуального світлового сигналу можливе тільки після усунення несправності.

9. Несправності, що самостійно зникли, повинні фіксуватися системою МПДГ до моменту підтвердження.

10. МПДГ повинна бути спроектована так, щоб її функції можна було перевірити під час нормальної роботи механізмів.

11. Незалежно від рівня автоматизації систем, МПДГ має подавати сигнали:

- при досягненні контрольованих параметрів межі;
- при спрацюванні систем захисту;
- при відсутності енергії для окремих автоматизованих систем або при включенні аварійних джерел;
- при зміні інших параметрів, сигналізація про які вимагається правилами. Несправності механізмів повинні сигналізуватися на постах дистанційного управління.

12. Система МПДГ має бути спроектована так, щоб сигнали, що не стосуються судноводіння, спочатку надходили на панелі в машинні приміщення та ЦПУ, а також на блоки сигналізації в житлові, службові та

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

громадські приміщення. Якщо сигнали не будуть підтверджені протягом визначеного часу (наприклад, 2 хвилини), вони мають надходити на ходовий місток.

13. Сигналізація виклику механіків до машинного приміщення повинна автоматично активуватися, якщо сигнал МПДГ не був підтверджений протягом визначеного часу.

14. Якщо сигнал МПДГ не підтверджено, виклик механіків до машинного приміщення має активуватися автоматично, причому час на підтвердження не повинен перевищувати 5 хвилин, залежно від розмірів судна.

15. Заблоковані вручну сигнали повинні бути чітко ідентифіковані на панелі МПДГ.

16. Блокування сигналізації та захисних функцій у певних режимах роботи механізмів (наприклад, під час запуску) має автоматично зніматися в інших режимах.

17. Звукові сигнали системи МПДГ повинні відрізнятися від звукових сигналів інших систем і мати частоту від 200 до 2500 Гц. Можна передбачити можливість регулювання частоти в цьому діапазоні. Рівень звукового тиску на відстані одного метра від джерела повинен бути не нижче 75 дБ і не перевищувати на 10 дБ рівень оточуючого шуму під час нормальної роботи судна.

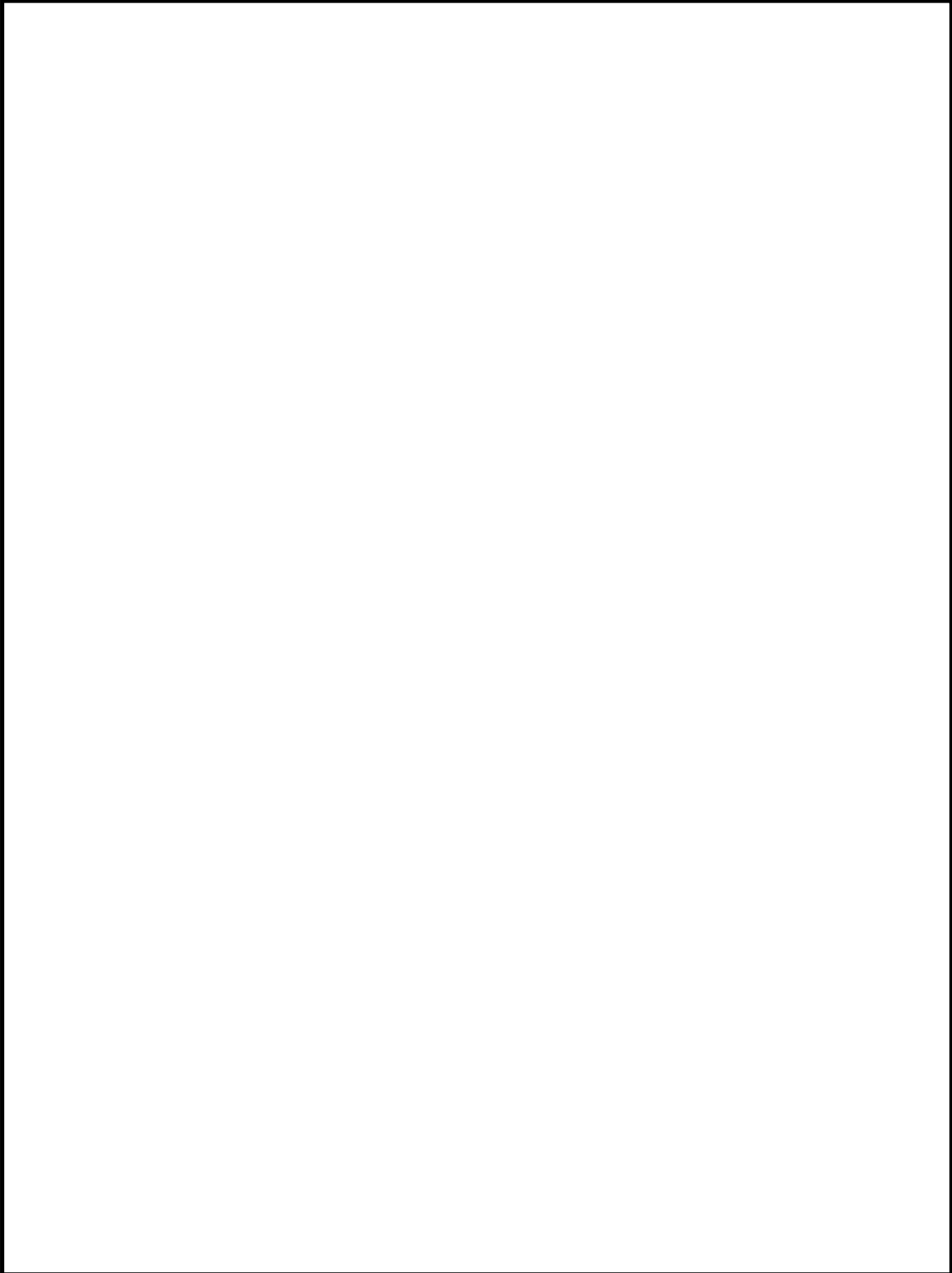
Висновки по розділу

На основі аналізу наявних систем моніторингу параметрів дизель-генераторних установок та відповідних нормативних документів, зокрема морського Регістру та міжнародної Конвенції СОЛАС-74, було визначено вимоги до таких систем. Потреба в контролі та відображенні великої кількості параметрів, а також наявність засобів для самодіагностики й жорсткі вимоги до надійності роботи системи вимагають використання спеціальних схемотехнічних рішень під час розробки. Це також передбачає

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

застосування сучасних елементних баз, зокрема мікропроцесорних компонентів. Інтеграція цифрових комунікаційних інтерфейсів у мікропроцесор дозволить впровадити розроблену систему в загальносуднову автоматизовану систему управління, а також використовувати монітори з сучасним і зручним інтерфейсом користувача поряд із сигнальною арматурою на щитах і пультах керування.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



					171.6321М.КР.ПЗ.Р2			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Воробйов М.С.			Проектування структури суднової системи мониторингу параметрів	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							28	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ

2.1. Функціональна схема системи контролю параметрів дизель-генераторів

Метою кваліфікаційної роботи є створення системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора, яка відповідатиме всім вимогам Регістру судноплавства за ключовими показниками та буде придатною для оснащення сучасних суден у майбутньому.

Основою цієї системи є мікроконтролер, який виконує всі необхідні робочі алгоритми для функціонування системи. Вибір на користь мікроконтролера обумовлений його перевагами над попередніми рішеннями, а саме:

1. Уніфікація системи: більшість відповідальних компонентів інтегровані безпосередньо в мікроконтролер.
2. Надійність: зменшення кількості елементів, що використовуються, підвищує надійність роботи системи.
3. Гнучкість програмування: можливість коригувати алгоритми управління без заміни компонентів.
4. Самодіагностика: система здатна виконувати самостійний моніторинг.

Мікроконтролер виконує роль центрального елемента системи, до складу якої також входять датчики, встановлені на дизелі для моніторингу таких параметрів:

- Температура охолоджуючої рідини на вході та виході двигуна.
- Температура масла на вході та виході двигуна.
- Тиск у системі змащування.
- Реле контролю обертів двигуна.

Виконання команд системи управління забезпечують комутуючі пристрої, зокрема:

- Реле для запуску масляного насоса.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Для відображення робочих станів системи використовується блок індикації. Функціональна схема системи представлена на рисунку 2.1.

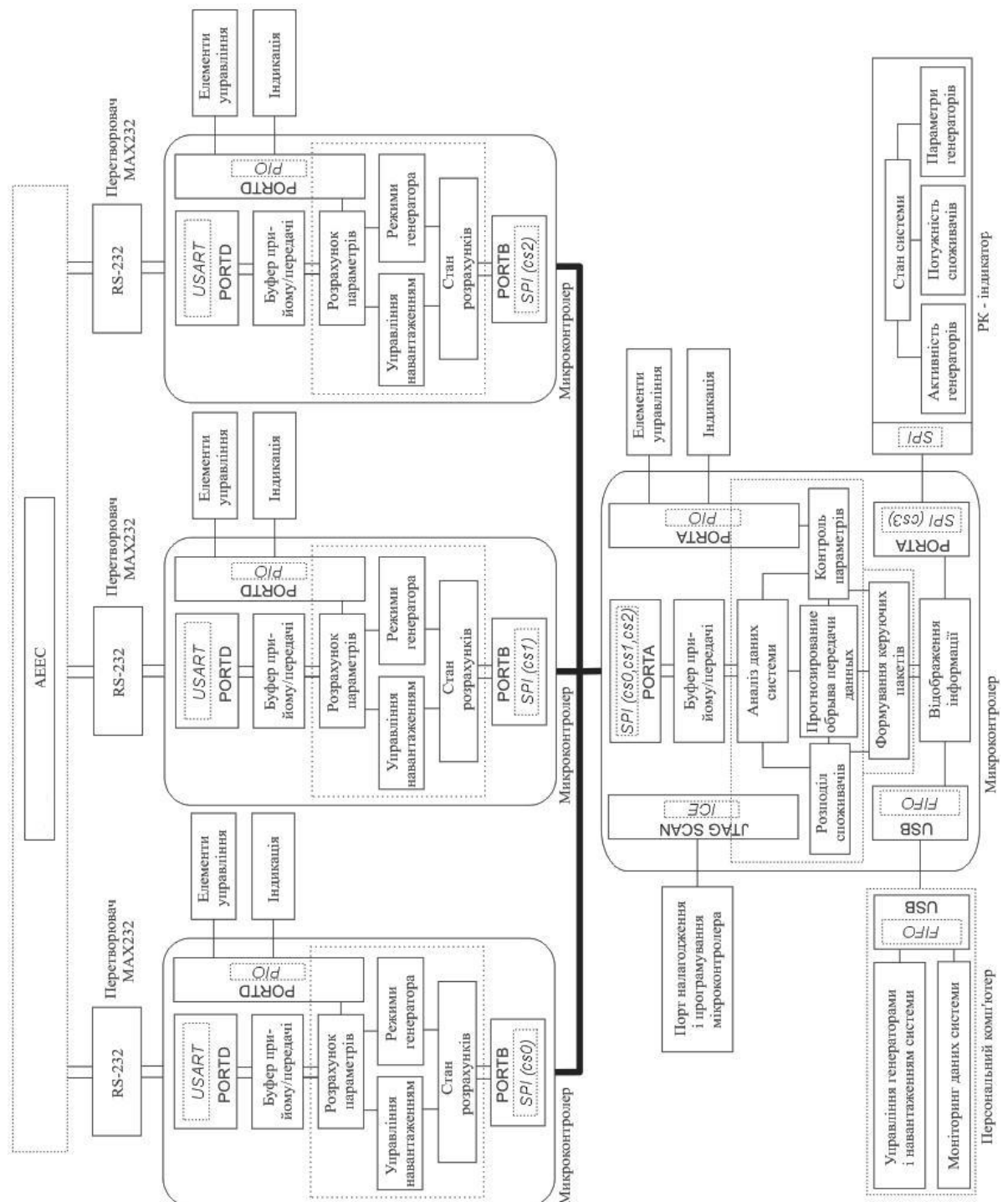


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи контролю параметрів дизель–генераторів

Суднова енергосистема представлена трьома паралельно з'єднаними дизель-генераторами, кожен з яких має власну систему управління із зворотним зв'язком, комутатор навантаження та блок споживачів.

Апаратура системи управління обробляє дані енергосистеми в реальному часі, забезпечуючи контроль над генераторами та споживачами. Ця система складається з кількох взаємопов'язаних модулів, які забезпечують розподілену обробку інформації як на рівні обчислень, так і в апаратному виконанні.

Для кожного генератора передбачено окремий обчислювальний модуль на базі 8-бітного мікроконтролера PIC16F86, який відповідає за прийом і обробку даних. Основний обчислювальний модуль, виконаний на 32-бітному мікроконтролері, обробляє дані від інших модулів, формує керуючі пакети та здійснює передачу інформації для моніторингу.

Автоматизація управління генеруючими агрегатами та контролю якості електричної енергії забезпечує оптимальні умови для роботи генераторів та інших елементів системи, дозволяючи встановлювати граничні режими навантаження без ризику виникнення аварій. Крім того, важливою функцією автоматичних пристроїв є відновлення нормального режиму роботи системи після його порушення.

Використання системної автоматики суттєво трансформує електроенергетичні системи: покращується якість електроенергії завдяки стабілізації напруги та частоти, навантаження між паралельними генераторами розподіляється економічніше, а управління агрегатами автоматизується, що знижує потребу в обслуговуючому персоналі.

Система автоматизації електроенергетичних систем включає автоматичні пристрої, які виконують ряд функцій, таких як:

- включення агрегатів для паралельної роботи в нормальних і аварійних ситуаціях;
- регулювання збудження та розподіл реактивного навантаження між синхронними генераторами;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

- управління частотою та активним навантаженням, що запобігає перевантаженню;
- захист генераторів від короткого замикання та перевантажень, а також відновлення нормального режиму після відключення пошкодженого елемента;
- забезпечення стабільності паралельної роботи генераторів;
- розвантаження генераторних агрегатів та активація резервних систем для відновлення живлення споживачів;
- централізоване дистанційне керування та контроль роботи системи;
- моніторинг та сигналізація стану об'єктів управління.

Сучасна комплексна автоматизація, що ґрунтується на новітніх досягненнях кібернетики та обчислювальної техніки, істотно змінює електроенергетичні системи.

Для успішного впровадження комплексної автоматизації суднових електроенергетичних систем важливо враховувати вплив численних факторів, що сприяють підвищенню надійності та покращенню техніко-економічних показників. Це може бути досягнуто за допомогою керуючих обчислювальних машин, які виконують логічні операції.

Автоматизовані електроенергетичні системи з використанням обчислювальних машин мають переваги, такі як:

- висока швидкість та точність управління з великим обсягом пам'яті;
- самоорганізація та самонавчання системи для оптимізації управління в різних режимах;
- можливість оптимального регулювання;
- формування більш досконалих алгоритмів управління на основі експлуатаційних даних.

Автоматичні системи регулювання діляться на три основні класи в залежності від характеру зміни заданого значення регульованої величини:

- системи стабілізації, які підтримують сталість регульованих параметрів (наприклад, регулювання збудження генераторів);

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- програмні системи, де значення регульованої величини змінюється за заданою програмою;
- слідкуючі системи, в яких значення можуть варіюватися за невідомими законами.

У процесі роботи електроенергетичної системи постійно змінюється навантаження споживачів, що призводить до відхилень напруги. Без належного регулювання якості електричної енергії погіршується, особливо під час аварійних ситуацій, таких як короткі замикання чи різкі відключення генераторів.

Нормальна робота споживачів електричної системи можлива лише за умови збереження стабільної напруги в процесі зміни режимів. Ручне регулювання, виконуване персоналом, часто виявляється неефективним, тоді як автоматичне регулювання збудження може суттєво підвищити економічний ефект.

При паралельній роботі синхронних генераторів, на відміну від генераторів постійного струму, потрібно пропорційно розподіляти не тільки активне, але й реактивне навантаження.

2.2. Обґрунтування вибору елементної бази та датчиків

Для вимірювання зазначених параметрів використовуються різні типи датчиків. Датчик температури є пристроєм, що безпосередньо сприймає та перетворює фізичну величину в сигнал напруги або струму для подальшої передачі на вимірювальний прилад. До таких датчиків належать термоелектричні перетворювачі, термоперетворювачі опору та термопари.

Критерії вибору датчика температури:

- діапазон вимірюваних температур і допустимі похибки;
- місце встановлення датчика у середовищі або об'єкті;
- умови експлуатації (нормальні, підвищена вологість, окислювальна атмосфера, вогнебезпечність, сейсмічна активність тощо);
- час стабілізації та можливість демонтажу для перевірки;

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- можливість індивідуальної калібровки або взаємозамінності;
- тип вихідного сигналу – градуси, опір, напруга, струм, а також можливість конвертації в температуру.

На рисунку 2.2 представлені різні конструктивні виконання датчиків температури:

- (а) термопара ДТС-И (ДТП-И) з вбудованим нормуючим перетворювачем (4-20 мА);
- (б) термоперетворювач опору ДТС ТСП-1088 (ТСМ-1088) з комутаційною головкою;
- (в) термопари ТХА, ТХК.



Рисунок 2.2 – Датчики температури: а – термопара ДТС-И (ДТП-И) з вбудованим нормуючим перетворювачем (4-20 мА); б – термоперетворювач опору ДТС ТСП-1088 (ТСМ-1088) з комутаційною головкою; в – термопари ТХА, ТХК.

Термопари типів ТХА, ТХК, ТПП складаються з двох з'єднаних металевих провідників, які мають різні термоелектричні властивості. Спаяний кінець, відомий як «робочий спай», занурюється у вимірюване середовище, тоді як вільні кінці (холодний спай) підключаються до вимірювальних приладів. Якщо температури «робочого» і «холодного спаїв» відрізняються, утворюється термоелектрорушійна сила (термо-ЕРС), яка подається на прилад. Для точних показників необхідно знати температуру холодного спаю для компенсації різниці в подальших розрахунках.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Підключення термопар ТХА, ТХК та термоперетворювачів ДТС типу ТСП і ТСМ повинно здійснюватися за допомогою компенсаційних (термоелектродних) проводів, виготовлених з аналогічних матеріалів. Можна також використовувати провідники з металів з подібними термоелектричними характеристиками в діапазоні 0-100 °С. При з'єднанні компенсаційних проводів із термопарами та приладами важливо дотримуватись полярності. Щоб уникнути впливу перешкод, рекомендується екранувати зв'язок між приладом і датчиком. Порушення цих умов може призвести до значних похибок у вимірюваннях.

Датчики тиску призначені для контролю тиску рідин або газів. Вони можуть бути абсолютними (тиск вимірюється відносно вакууму), надлишковими (відносно атмосферного тиску) і диференціальними (різниця в тиску між двома точками системи). Сучасні датчики тиску можуть мати цифрові виходи, функцію програмування, а також індикатори та дисплеї (ПД200). Окремою групою є датчики розрядження або вакууму.

На рисунку 2.3 зображені датчики тиску:

- (а) перетворювач надлишкового тиску ПД 100-ДИ;
- (б) перетворювач диференціального тиску ПД200-ДД;
- (в) перетворювач гідростатичного тиску ПД100-ДГ.

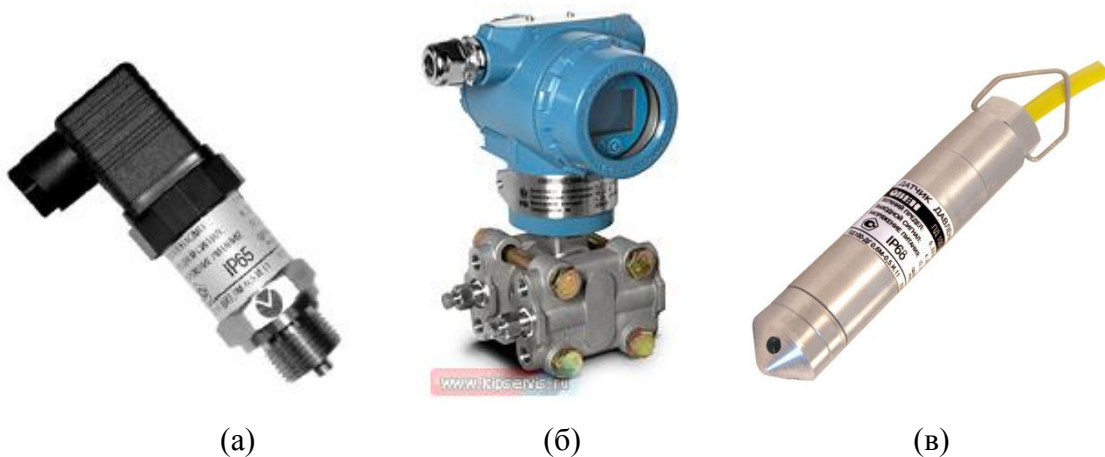


Рисунок 2.3 – Датчики тиску: а – перетворювач надлишкового тиску ПД 100-ДИ; б – перетворювач диференціального тиску ПД200-ДД; в – перетворювач гідростатичного тиску ПД100-ДГ

Датчики рівня призначені для телеметричного вимірювання рівня рідини, пального та роздільного шару. Поплавець з постійним магнітом переміщається разом з рівнем рідини по трубці, в якій розташований вимірювальний ланцюг. Цей ланцюг складається з маленьких чипів з герконом і резисторами, припаєними до плати. Магнітне поле поплавця переключає геркони, працюючи за схемою трьохпроводного потенціометра. Напруга, що формується, пропорційна висоті рівня рідини. Також існують ультразвукові датчики для вимірювання обсягу пального у баках транспортних засобів. Вони можуть встановлюватись замість штатних датчиків або безпосередньо в бак. Є безконтактні датчики рівня дизельного пального, бензину та олії, принцип дії яких базується на ємнісному методі. Дві концентричні трубки утворюють обкладки конденсатора, ємність якого змінюється зі зміною рівня рідини. Однак такі датчики не призначені для вимірювання рівня води.

На рисунку 2.4 зображені датчики рівня рідини:

- (а) одноелектродний датчик ДС.ПВТ;
- (б) трьохелектродний датчик ДУ.3;
- (в) поплавковий датчик рівня ПДУ-И.

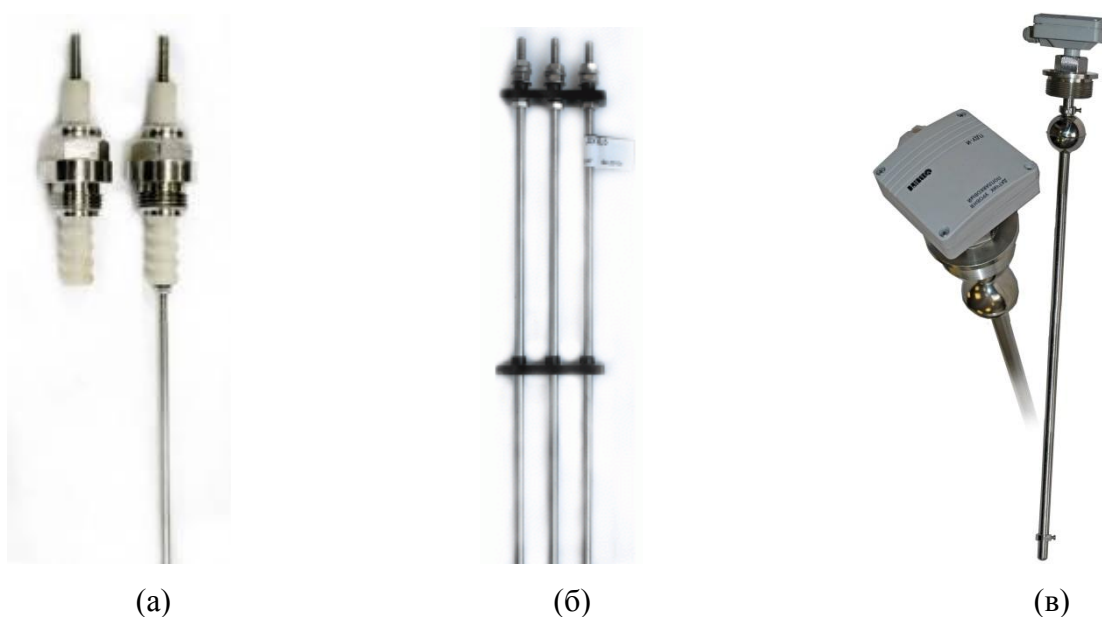
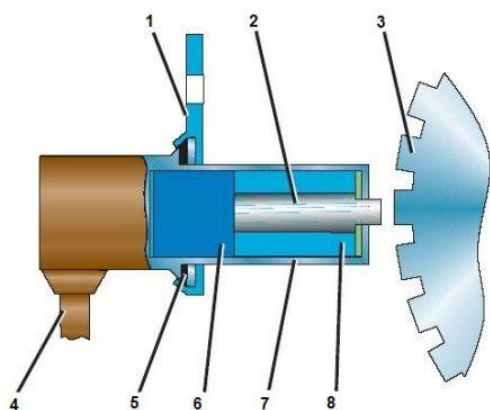


Рисунок 2.4 – Датчики рівня рідини: а – одноелектродний датчик ДС.ПВТ; б – трьохелектродний датчик ДУ.3; в – поплавковий датчик рівня ПДУ-И.

Датчики частоти обертання призначені для видачі електричного сигналу частотою, пропорційною частоті обертання вала двигуна, на якому вони встановлені.

На рисунку 2.5 показано принцип вимірювання частоти обертання та зовнішній вигляд безконтактного датчика:

- (а) принцип вимірювання частоти обертання;
- (б) зовнішній вигляд безконтактного датчика.



(а)



(б)

Рисунок 2.5 – Принцип вимірювання частоти обертання (а) та зовнішній вигляд безконтактного датчика (б)

На рисунку позначено: 1 – кронштейн для кріплення; 2 – магнітна серцевина; 3 – зубчастий ротор; 4 – коаксіальний провід; 5 – ущільнювач; 6 – магніт; 7 – корпус датчика частоти обертання; 8 – обмотка. Датчики частоти обертання функціонують як генератори електричних імпульсів напруги. Під час обертання ротора двигуна силові лінії поля постійного магніту перетинають витки обмотки датчика, створюючи електричні імпульси напруги, частота яких пропорційна частоті обертання ротора двигуна.

2.3. Розрахунок потужності основних та аварійних джерел електроживлення

Для заданого судна параметри електроенергії наступні: діюче значення лінійної напруги 380 В, частота напруги 50 Гц, сумарна потужність всіх споживачів електроенергії не перевищує 700 кВт.

Визначення номінальної споживаної потужності $P_{н.п.}$ (графа 7) приймача, виконується по формулі:

$$P_{н.п.} = \frac{P_{н.у.}}{\eta},$$

де $P_{н.у.}$ – номінальна усталена потужність (на валу) приймача (графа 4);

η – ККД приймача (графа 6).

Для рульового пристрою:

$$P_{н.п.} = \frac{18,5}{0,885} = 20,9(\text{кВт}).$$

Насос охолоджуючої рідини:

$$P_{н.п.} = \frac{30,0}{0,91} = 32,9(\text{кВт}).$$

Насос живлячий котел:

$$P_{н.п.} = \frac{15,0}{0,885} = 16,9(\text{кВт}).$$

Насос пожежний:

$$P_{н.п.} = \frac{55,0}{0,925} = 59,5(\text{кВт}).$$

Інше моторне навантаження:

$$P_{н.п.} = \frac{180,0}{0,8} = 225(\text{кВт}).$$

Значення коефіцієнта завантаження k_z приймача електроенергії, (графа 9), визначається наступним співвідношенням:

$$k_z = \frac{P_{ф.п.}}{P_{н.п.}},$$

де $P_{ф.п.}$ – фактично споживана потужність приймачем електроенергіїв даному експлуатаційному режимі, кВт;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$P_{н.п.}$ – номінальна споживана потужність приймача (графа 7), кВт.

Для рульового пристрою:

$$k_3 = \frac{11}{20,9} = 0,5.$$

Насос охолоджуючої рідини:

$$P_{н.п.} = \frac{26,3}{32,9} = 0,8.$$

Насос живлячий котел:

$$P_{н.п.} = \frac{12,7}{16,9} = 0,75.$$

Насос пожежний:

$$P_{н.п.} = \frac{41,6}{59,5} = 0,7.$$

Інше моторне навантаження:

$$P_{н.п.} = \frac{180,0}{225,0} = 0,8.$$

Для прожектора, ламп розжарення, камбузних плит $\cos \varphi = 1$. Для люмінесцентних ламп $\cos \varphi = 0,8 \div 0,9$ в залежності від типу ламп.

Коефіцієнт корисної дії приймають рівним номінальному, якщо коефіцієнт $k_3 \geq 0,6$. Якщо $k_3 < 0,6$, то коефіцієнт корисної дії електродвигуна в режимі визначають згідно з виразом:

$$\eta = \frac{2}{2 + \left(\frac{1}{\eta_{ном}} - 1 \right) \cdot \left(k_3 + \frac{1}{k_3} \right)}.$$

Згідно з таблицею навантажень генераторів, ККД потрібно розрахувати для рульового пристрою:

$$\eta = \frac{2}{2 + \left(\frac{1}{0,885} - 1 \right) \cdot \left(0,5 + \frac{1}{0,5} \right)} = 0,86.$$

Повна активна потужність P , кВт, розраховується по формулі:

$$P = P_{н.п.} \cdot k_3 \cdot m.$$

Радіообладнання:

$$P = 8 \cdot 1 \cdot 1 = 8(\text{кВт}).$$

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Рульовий пристрій:

$$P = 20,9 \cdot 0,5 \cdot 2 = 20,9(\kappa Bm) .$$

Насос охолоджуючої рідини:

$$P = 32,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 26,3(\kappa Bm) .$$

Насос живлячий котел:

$$P = 16,9 \cdot 0,75 \cdot 1 = 12,7(\kappa Bm) .$$

Насос пожежний:

$$P = 59,5 \cdot 0,7 \cdot 2 = 83,3(\kappa Bm) .$$

Освітлення:

$$P = 25,0 \cdot 1 \cdot 0,6 = 15(\kappa Bm) ,$$

$$P = 20,0 \cdot 1 \cdot 0,6 = 12(\kappa Bm) .$$

Інше моторне навантаження:

$$P = 225 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 90(\kappa Bm) .$$

Сумарна потужність періодично працюючих споживачів:

$$\Sigma P_{n.p} = 12,7 + 83,3 = 96 (\kappa Bm) .$$

$$\Sigma Q_{n.p} = 6,2 + 47,0 = 53,2 (\kappa BAp) .$$

Сумарна потужність неперервно працюючих споживачів:

$$\Sigma P_{n.p} = 8,0 + 20,9 + 26,3 + 15,0 + 12,0 + 90,0 = 172,2 (\kappa Bm) .$$

$$\Sigma Q_{n.p} = 6,0 + 8,6 + 13,4 + 9,0 + 54,0 = 91,0 (\kappa BAp) .$$

Сумарна потужність періодично і неперервно працюючих споживачів:

$$\Sigma P_{n.p.} + \Sigma P_{n.p.} = 96 + 172,2 = 268,2(\kappa Bm) .$$

Сумарна потужність з урахуванням коефіцієнта одночасності:

$$P_0 = (\Sigma P_{n.p.} + \Sigma P_{n.p.}) \cdot k_0 = 268,2 \cdot 0,9 = 241,4(\kappa Bm) ,$$

$$Q_0 = (\Sigma Q_{n.p.} + \Sigma Q_{n.p.}) \cdot k_0 = 144,2 \cdot 0,9 = 129,8(\kappa BAp) .$$

Розрахункова потужність з урахуванням коефіцієнта втрат:

$$P_p = k_n P_0 = 241,4 \cdot 1,03 = 248,6(\kappa Bm) ,$$

$$Q_p = Q_0 = 129,8(\kappa BAp) .$$

Повна потужність:

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{248,6^2 + 129,8^2} = 279,2(\text{кВА}).$$

Генераторні агрегати підбираються на основі розрахунків потужності системи електропостачання судна відповідно до різних режимів роботи. При виборі складу генераторів слід враховувати забезпечення навантаження активної потужності в тривалих експлуатаційних режимах у межах 60-90% від номінальної потужності, а в короткочасних — не нижче 50% для дизель-генераторів.

Сумарна встановлена потужність генераторів повинна враховувати резерв на модернізацію судна під час експлуатації. Рекомендується приймати резерв потужності на рівні 20%.

При виборі генераторних агрегатів необхідно дотримуватись вимог Правил Регістру:

- На борту кожного судна повинно бути не менше двох основних джерел електроенергії, при цьому одним з них може бути валогенератор.
- Потужність генераторів має бути такою, щоб у разі виходу з ладу одного з них, залишковий генератор міг забезпечити живлення відповідальних споживачів електроенергії в ходовому, аварійному та маневровому режимах.

В результаті проведених розрахунків для живлення споживачів електроенергії обрано два генератори МСС103-4 потужністю по 250 кВт кожен.

2.4. Розробка апаратних засобів системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора

Блок управління є ключовим елементом енергетичної системи судна. Він підключається до локальних дизель-генераторів та забезпечує моніторинг їхніх параметрів у різних режимах. Система управління повинна включати індикаторний блок для відображення станів, забезпечувати передачу даних для моніторингу через стандартні послідовні протоколи, а також дозволяти паралельне підключення до вже існуючих автономних систем і модифікацію

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

програмного забезпечення. Крім того, вона повинна мати елементи вводу/виводу та відповідну компонентну базу для досягнення необхідного рівня надійності.

Проектована система має три окремі виходи для підключення дизель-генераторів і порт для інтеграції системи моніторингу. Індикація включає світлодіодні індикатори для кожного генератора та рідкокристалічний дисплей для загальної інформації. Для вводу/виводу використовуються дві тактові кнопки для кожного обчислювального модуля. Оновлення програмного забезпечення здійснюється через кілька роз'ємів, призначених для кожного модуля.

Візуалізація системи управління у формі структурної схеми (рис. 2.6) дає змогу чітко розділити пристрій на кілька виконавчих елементів, оцінити кількість використовуваних компонентів та проаналізувати організацію зв'язків у системі.

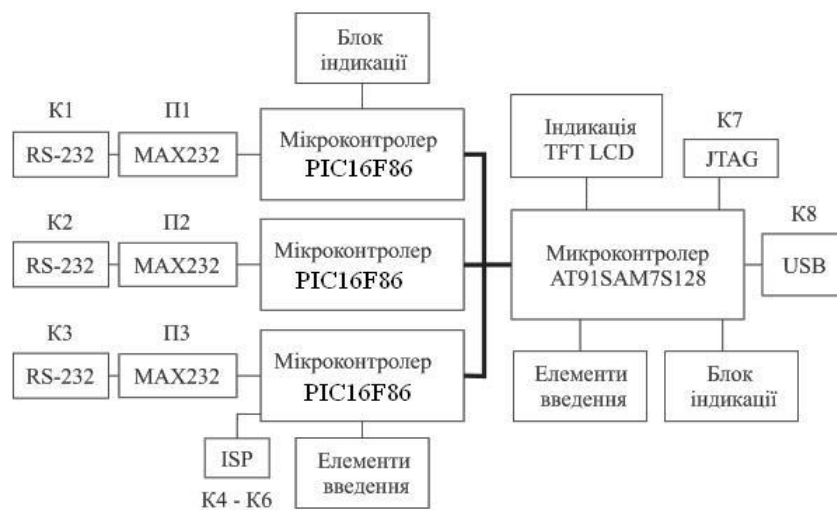


Рисунок 2.6 – Структурна схема системи управління

Згідно зі структурною схемою, пристрій має чотири обчислювальні блоки, а також ряд конекторів: K1-K3 для обміну даними з генераторами, K4-K7 для налаштування програмного забезпечення, і K8 для передачі даних до системи моніторингу. Крім того, передбачені чотири блоки індикації, елементи введення та перетворювачі рівнів напруги П1-П3.

Принципова схема системи управління була створена за допомогою програмного пакета P-CAD 2006 SP2 Schematic.

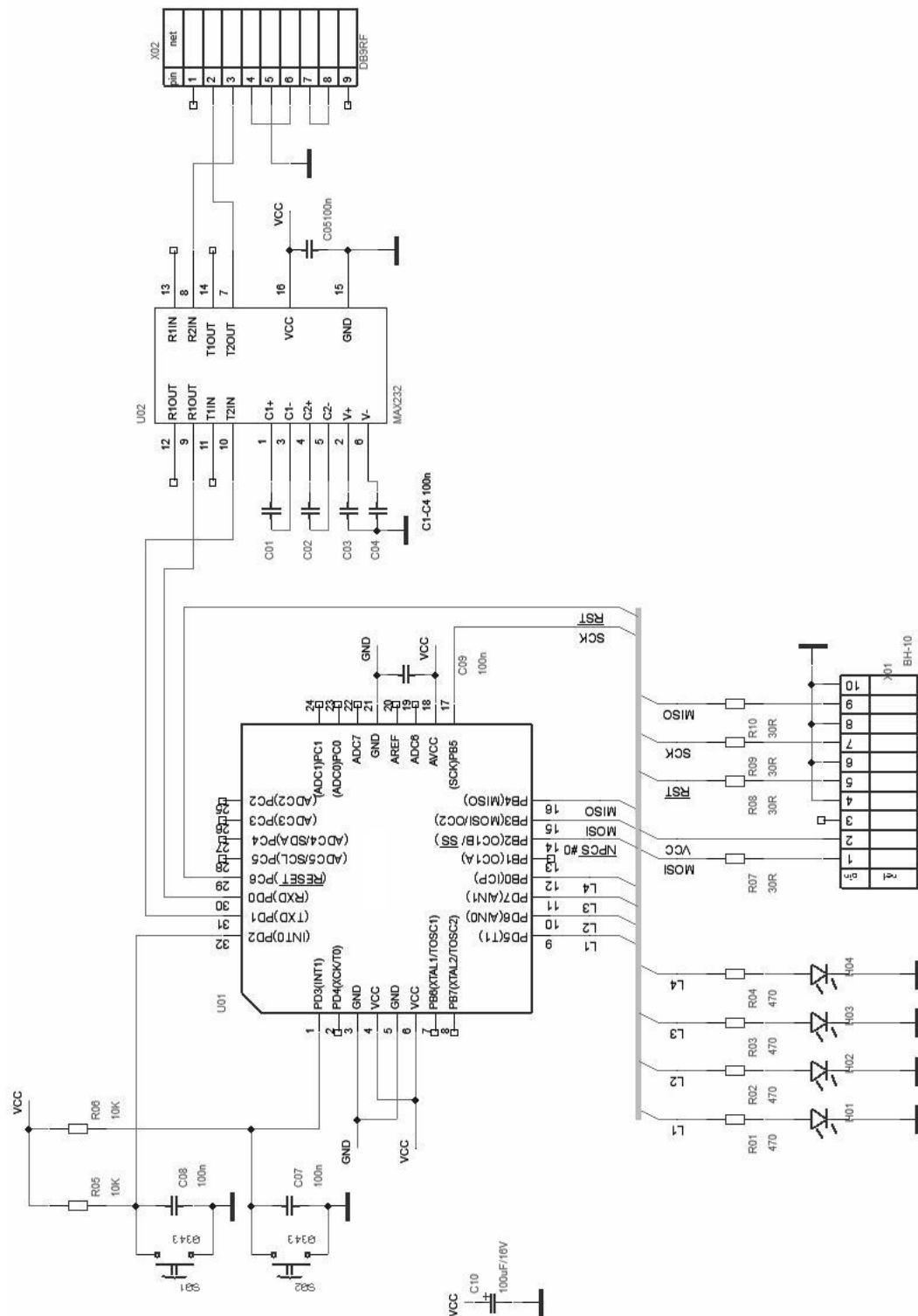


Рисунок 2.7 – Принципова схема обчислювального модуля

Розроблено два варіанти схемотехнічного рішення: перша схема забезпечує управління кожним генератором окремо, а друга здійснює

опитування керуючих модулів, виконує ряд обчислювальних операцій і передає дані до системи моніторингу, а також на модулі індикації (світлодіодний блок і рідкокристалічний індикатор).

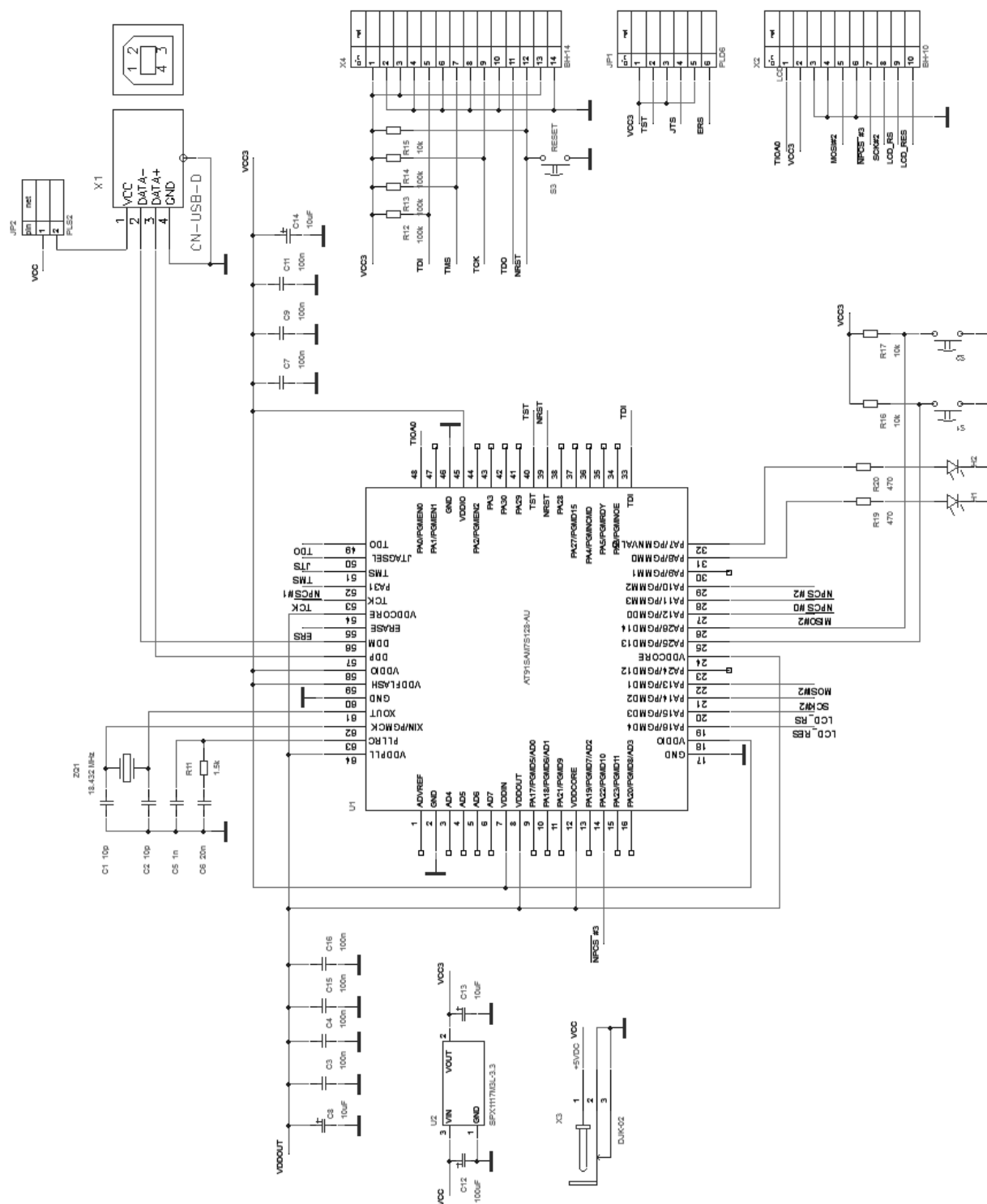


Рисунок 2.8 – Принципова схема керуючого модуля

Для обчислювального пристрою другого модуля, який відповідає за опитування інформаційної мережі, формування керуючих пакетів і передачу

даних у систему моніторингу, обрано 32-бітний мікроконтролер AT91SAM7S128 виробництва компанії Atmel. Цей мікроконтролер базується на високопродуктивному RISC ядрі ARM7TDMI, яке вирізняється вбудованою високошвидкісною флеш-пам'яттю та значним обсягом статичної пам'яті. Додатковими перевагами є наявність численних периферійних модулів (UART, SPI, TWI, SSC, USB), таймерів (PIT, RTT, трьохканальний 16-бітний TC, PWM), контролерів споживаної потужності, а також можливість роботи ядра на частотах до 55 МГц при живленні 1,65 В і температурі до 85 °С. Це робить мікроконтролери даного типу придатними для використання в системах різної складності та з високими вимогами до надійності.

Опитування обчислювальних модулів в інформаційній мережі реалізується за допомогою SPI-інтерфейсу в режимі ведучого. Чотири канали вибору пристроїв дозволяють незалежно підключати різні модулі до мережі. Всі обчислювальні модулі забезпечують однакову швидкість передачі та вибірки даних, що гарантує їхню сумісність у єдиній робочій системі.

Друкована плата пристрою була розроблена відповідно до ДСТУ 23.751-86, який визначає п'ять класів точності друкованих плат. При оформленні конструкторської документації необхідно зазначити відповідний клас, що залежить від рівня технологічного оснащення виробництва. Таким чином, вибір класу точності завжди пов'язаний з конкретними умовами виробництва.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

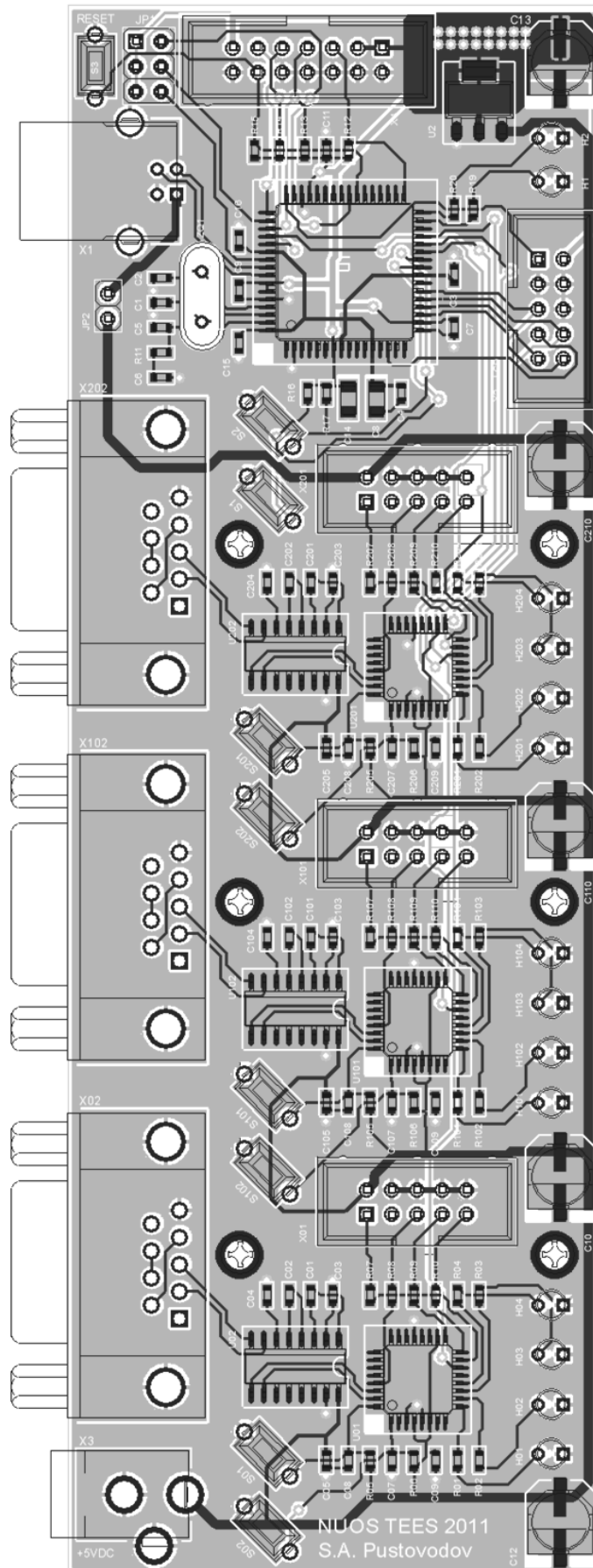


Рисунок 2.9 – Друкована плата системи управління (загальний вигляд)

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		46

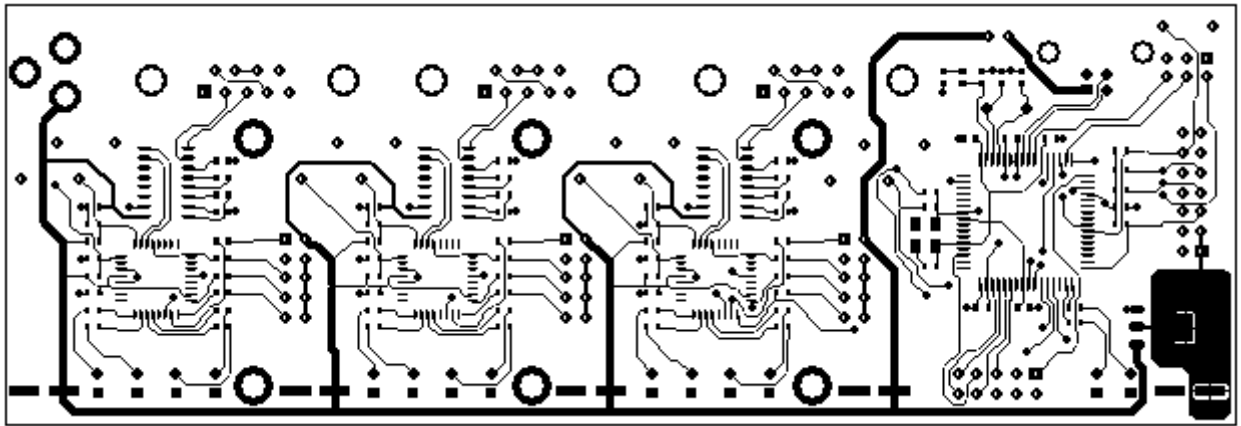


Рисунок 2.10 – Верхній шар друкованої плати

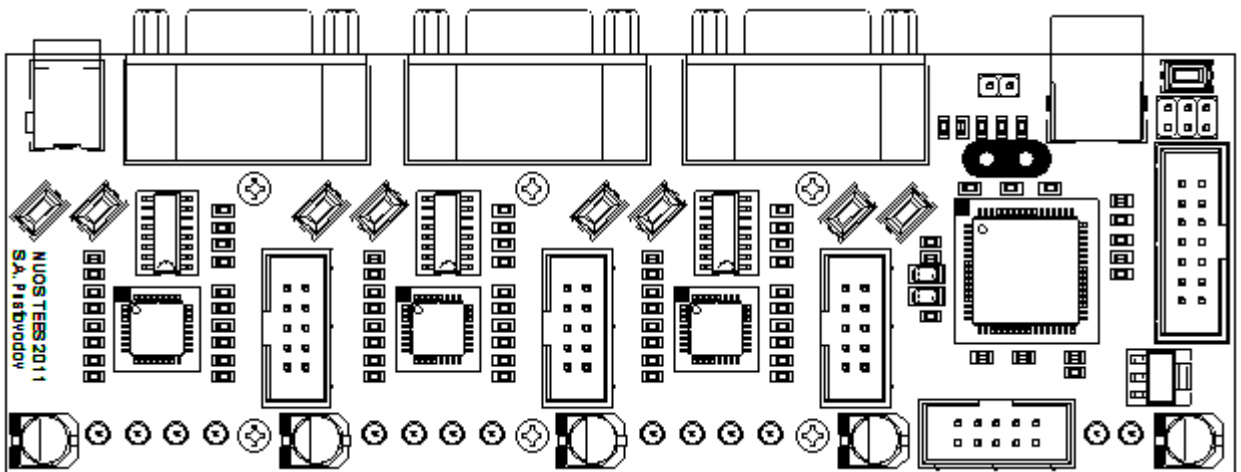


Рисунок 2.11 – Розташування компонентів на платі пристрою

Друкована плата була виготовлена відповідно до 4 класу точності на обладнанні компанії «Етал». Для її обробки застосовувалася захисна маска зеленого кольору, а також було виконано маркування верхнього шару та дворівневий електроконтроль (MANIA).

Для оцінки надійності безвідмовної роботи системи необхідно врахувати частоту відмов кожного з компонентів схеми. Данні про частоти відмов елементів системи наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри надійності елементів

Елементи	$\lambda_i \cdot 10^5$, годин ⁻¹	кількість
Напівпровідникові прилади	0,5	29
Резистори	0,25	34
Конденсатори	0,15	35
Кварц	0,03	1

Сумарна інтенсивність відмов визначається за формулою:

$$\lambda_0 = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \lambda_i, \quad (2.1)$$

де n_i - кількість елементів, λ_i - інтенсивність відмов елементів.

$$\lambda_0 = 0,5 \cdot 29 + 0,25 \cdot 34 + 0,15 \cdot 35 + 0,03 = 28,28 \cdot 10^{-5} \text{ (годин}^{-1}\text{)}.$$

Середній час безвідмовної роботи дорівнює:

$$m_t = \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{28,28 \cdot 10^{-5}} = 3536 \text{ (годин}^{-1}\text{)}.$$

Достовірність безвідмовної роботи розраховується за формулою:

$$P(t) = e^{-\lambda_0 t}. \quad (2.2)$$

На рис. 2.12 представлений графік ймовірності безвідмовної роботи.

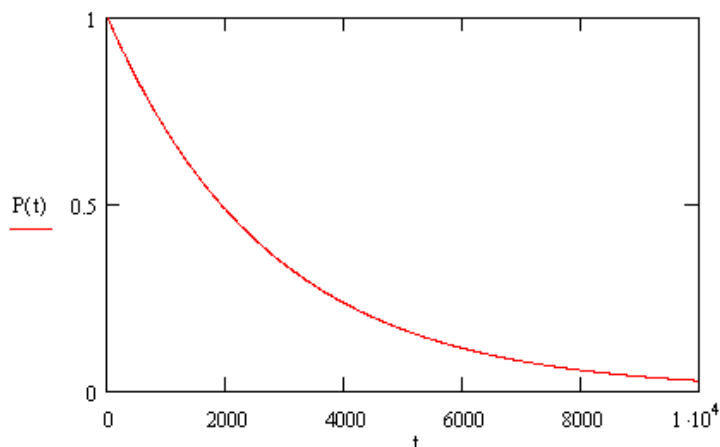


Рисунок 2.12 – Графік ймовірності безвідмовної роботи

Час безвідмовної роботи визначається при ймовірності безвідмовної роботи, що дорівнює 0,25. Виходячи з формули, час безвідмовної роботи визначається за формулою:

$$t = -\frac{1}{\lambda_0} \cdot \ln(P) , \quad (2.3)$$

$$t = -\frac{1}{28,28 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln(0,25) = 4902 \quad (\text{годин}).$$

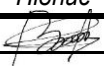
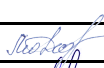
З розрахунків видно, що час безвідмовної роботи складає 4902 годин, що дорівнює приблизно 7 місяців безперервної роботи.

Висновки по розділу

Впровадження сучасних технологій, заснованих на мікропроцесорних системах, відкриває нові горизонти для покращення технічних характеристик суднової електроенергетики. Такі системи здатні гнучко переналагоджуватися під час експлуатації, змінюючи логіку роботи відповідно до режиму електричної мережі. Вони також можуть прогнозувати та запобігати виникненню аварійних ситуацій, спираючись на статистичні дані, накопичені в процесі роботи.

У цьому розділі були розроблені структурна, принципова та монтажна схеми пристрою. Наведено детальний опис схеми та проведено розрахунок компонентів системи. Система моніторингу параметрів дизель-генератора була спроектована з урахуванням електромагнітної сумісності та оптимального використання можливостей обчислювальних модулів.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Воробйов М.С.			Програмно- алгоритмічний комплекс системи моніторингу параметрів	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							50	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ

3.1. Архітектура програмних засобів системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора

Система моніторингу реалізована як програмний комплекс, що виконує задачі збору та обробки даних, прийняття рішень та управління базами даних.

При розробці суднової системи моніторингу параметрів дизель-генераторів та її графічного інтерфейсу були застосовані методи концептуального моделювання інформаційних процесів і інтелектуальних систем.

Концептуальне моделювання інформаційного забезпечення є відображенням діяльності процесів, необхідним для розуміння структури досліджуваної області. Ця модель враховує процеси, що відбуваються в предметній області, а також вхідні та вихідні інформаційні об'єкти і набори керуючих елементів.

Для спрощення аналізу концептуальної моделі використовуються шаблони предметної області, які представлені окремими частинами моделі (рис. 3.1), побудованими відповідно до вибраних процесів та взаємодій з іншими об'єктами.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

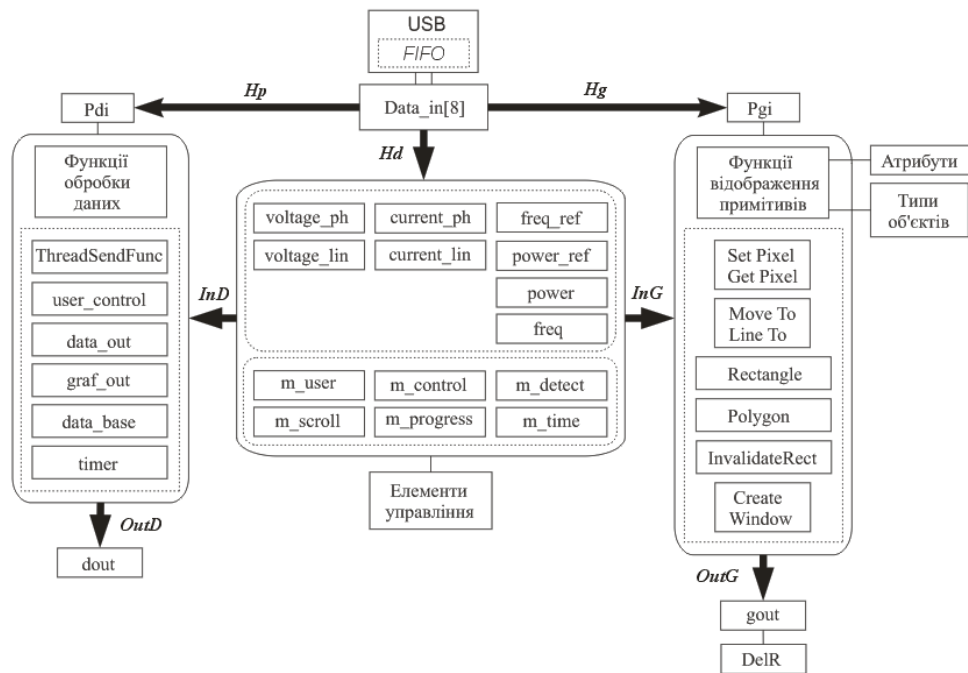


Рисунок 3.1 – Концептуальна модель системи моніторингу

Аналізуючи структуру зображень для кожного процесу, можна виділити такі залежності вихідних графічних об'єктів:

- Вихідне зображення для конкретного процесу є унікальним, причому типи ієрархій процесу та зображення збігаються.
- Кожному вихідному зображенню відповідає принаймні один процес, для якого хоча б один з компонентів є вхідним.
- Компоненти зображення, які є виключно вхідними стосовно шаблону, не можуть виступати як вихідні для підпроцесів.
- Будь-який підпроцес може мати лише одне вихідне зображення.
- Для вихідного зображення процесу шаблону існує принаймні один компонент, який є вхідним для підпроцесу.
- Дані, що взаємодіють із підпроцесами, повинні бути або компонентами вхідних, або вихідних даних процесу, або локальними даними, використовуваними для передачі інформації між підпроцесами.
- Компоненти, які є строго вхідними стосовно процесу, не можуть бути вихідними даними підпроцесів.

Для спрощення проектування програмного комплексу системи моніторингу було розроблено короткий алгоритм, що визначає обчислювальний процес від варійованих початкових даних до вихідного результату.

Програмне забезпечення складається з трьох взаємопов'язаних модулів. Перший модуль відповідає за обмін даними між зовнішньою системою управління та програмним комплексом, обробку інформації та запис її в проміжні буфери. Другий модуль контролює стан елементів управління, фіксує поточні значення у файлі, візуалізує графічні та шкальні індикатори, а також сповіщає про помилки, збої генераторів і обриви переданих даних. Третій модуль обробляє системні виклики, які включають налаштування зовнішньої системи управління, розрахунок спектрального аналізу та обробку елементів управління.

Під час ініціалізації програми встановлюються початкові параметри елементів управління, створюються два паралельні потоки обробки даних, ініціюється метод синхронізації потоків, а також запускається таймер.

Для відображення інформації та елементів управління розроблено класи для шкальних індикаторів, стрілочних індикаторів, обертових елементів управління та графічних індикаторів, а також для виводу і запису даних в неструктурованому вигляді.

Обмін даними між зовнішньою системою управління та програмним забезпеченням здійснюється через протокол USB (Universal Serial Bus). Тип підключених пристроїв - HID (Human Interface Device). Програма використовує стандартний драйвер Windows – hid.lib для взаємодії з зовнішніми пристроями. Для роботи з HID-структурами використовуються функції HIDAPI, а також функції для роботи з файлами (CreateFile, ReadFile, WriteFile) і структурами (SetupDiEnumDeviceInterfaces, SetupDiGetDeviceInterfaceDetail тощо).

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Виходячи з цих залежностей, концептуальна модель системи моніторингу має регулярну структуру зображень і даних, що свідчить про її регулярність.

Прямування в регулярній концептуальній моделі пов'язане з надмірністю, яку викликає одночасне використання відносин проходження процесів і зображень. Вивід зображень залежить від пріоритету цих прямувань, оскільки вони опосередковано визначають порядок виконання процесів. При декомпозиції зображень відносини прямування успадковуються всіма компонентами цих зображень.

3.2. Організація модулів системи моніторингу параметрів дизель-генератора

Використання виконуваних потоків вимагає синхронізації даних через одночасне звернення до структур прийнятих і оброблених даних кількома потоками або процесами. Відсутність синхронізації може призвести до спотворення даних, що викликає збої та аварійне завершення програмного забезпечення. Щоб уникнути таких ситуацій, для синхронізації були впроваджені критичні області. Код, розміщений у критичній області, стає недоступним для інших процесів. Функції читання та запису даних (ReadFile, WriteFile) вже синхронізовані з відповідними функціями драйвера, що значно полегшує проектування системи. Програмне забезпечення розроблено у середовищі Microsoft Visual Studio.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

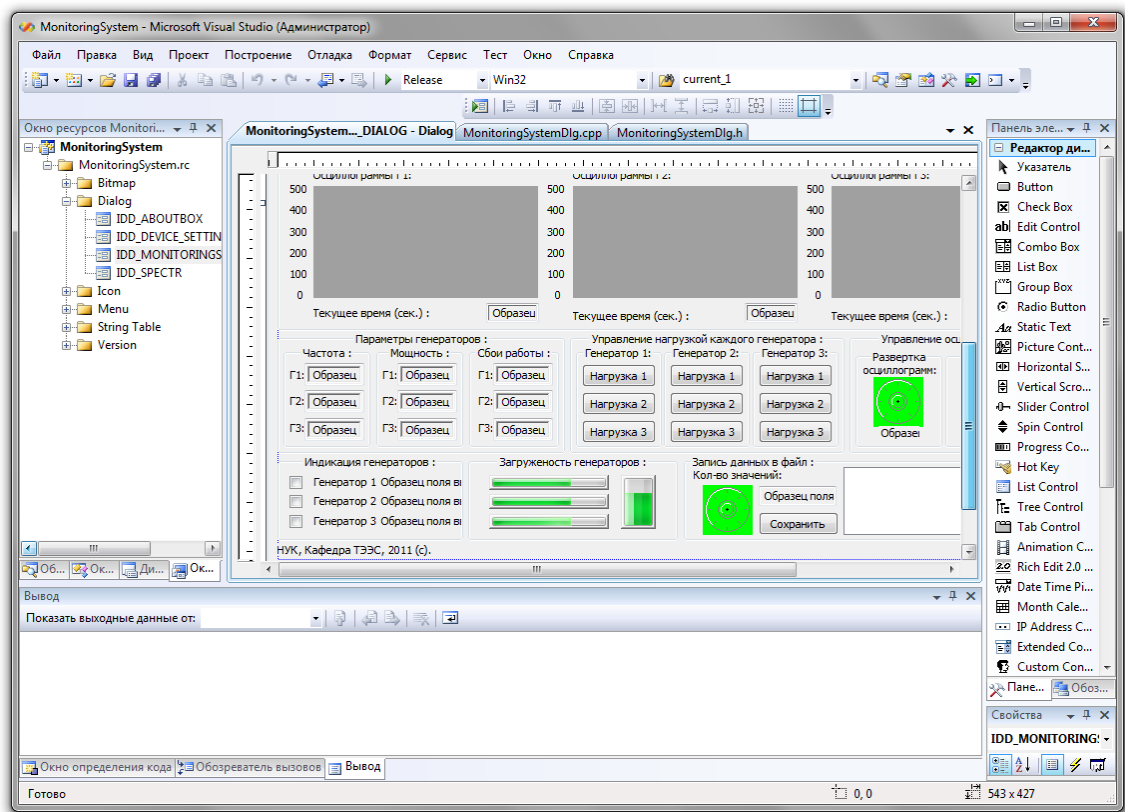


Рисунок 3.3 – Середовище розробки програми

Таблица 3.1 – Формат передачі даних

Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7	Байт 8
N	U_H	U_L	I_H	I_L	P_H	P_L	S

N – Номер генератора;

U_H , U_L – Напряга (старший байт, младший байт);

I_H , I_L – Струм (старший байт, младший байт);

P_H , P_L – Потужність (старший байт, младший байт);

S – Збої роботи генератора.

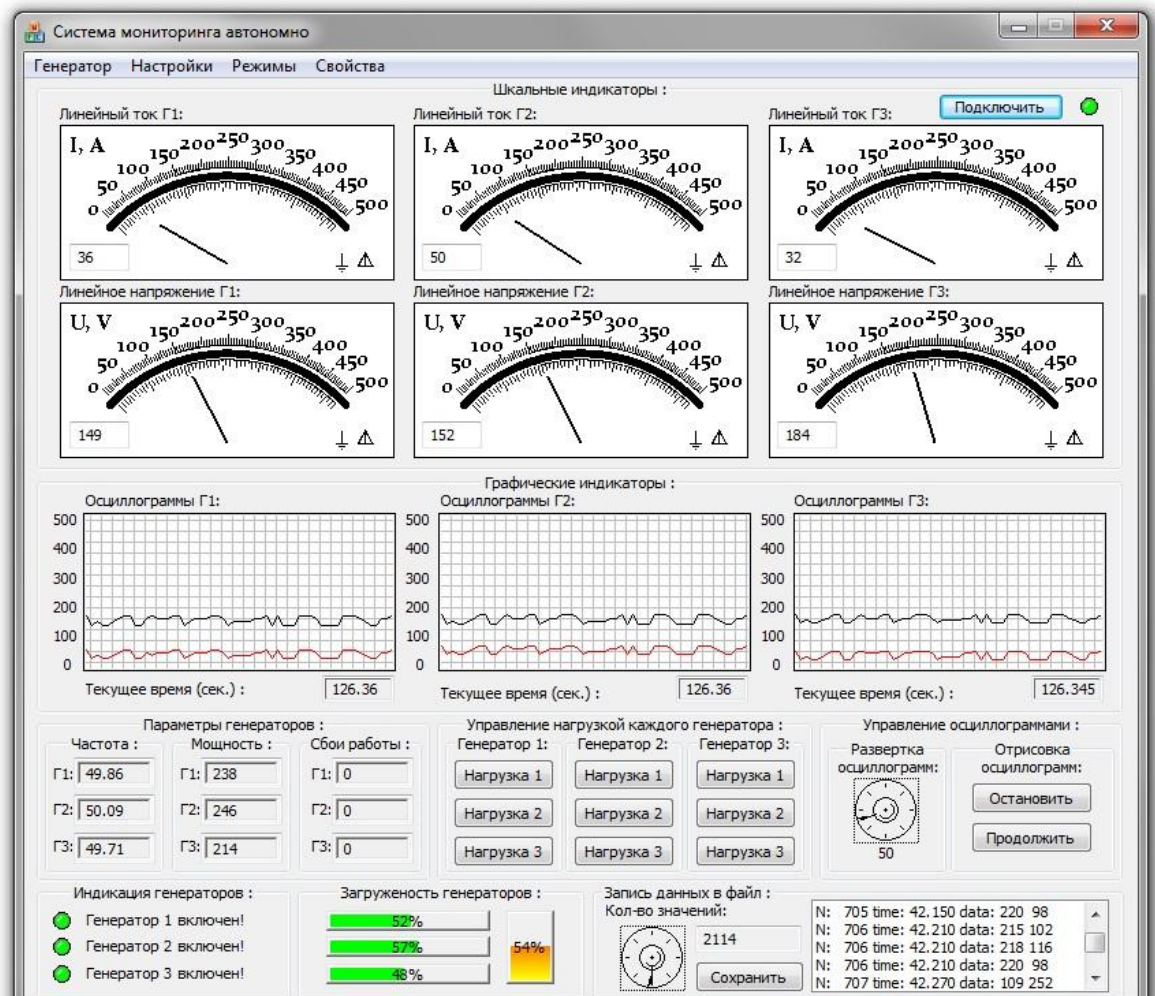


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд програмного комплексу системи моніторингу

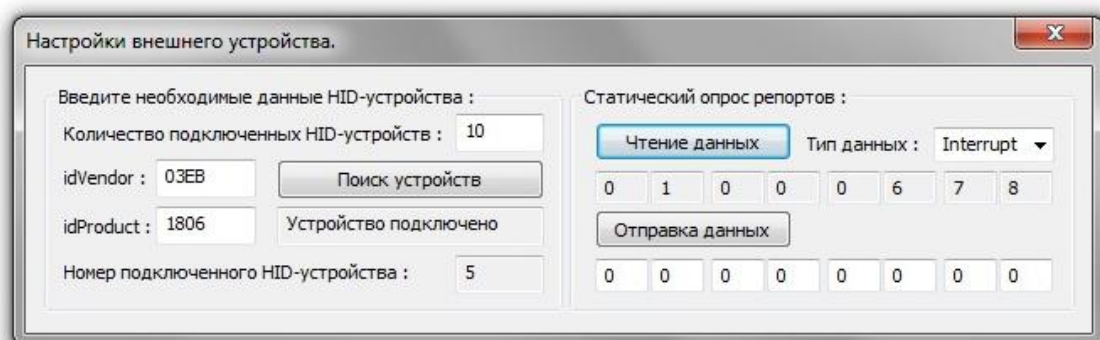


Рисунок 3.5 – Вікно налаштувань зовнішнього пристрою

Використання розподілених виконуваних потоків забезпечує зниження навантаження на обчислювальні ресурси та зменшує час реагування системи на зовнішні впливи.

Опитування елементів управління, малювання графічних індикаторів, відображення змінних, запис даних у файл і оновлення видимої області є завданнями, що не вимагають критичного реагування на затримки. Тому ці завдання реалізовані в таймері. Серед відображуваної інформації можна знайти значення частоти напруги, споживаної потужності, лінійного струму та напруги, а також час від запуску системи, завантаженість та збої роботи генераторів.

Вікно налаштувань зовнішнього пристрою (системи управління генераторами) має статичний режим опитування з заданими номерами пристрою (idVendor) і виробника (idProduct), вибір типу переданих даних, а також проводить опитування і надсилає звіти.

Вікно якісних параметрів системи містить спектральний аналіз напруги генераторів і детальну інформацію про споживану потужність, включаючи її активні, реактивні та повні складові, а також коефіцієнт потужності генераторів.

Спектральний аналіз, як метод обробки сигналів, характеризує частотний склад вимірюної напруги. Дискретне перетворення Фур'є є математичною основою, яка пов'язує тимчасовий або просторовий сигнал (чи модель цього сигналу) з його представленням у частотній області.

Розрахунок спектрального аналізу напруги заснований на дискретному перетворення Фур'є для вектора $\vec{x}$, що складається з N елементів, має вигляд:

$\vec{X} = \hat{A}\vec{x}$. Елементи матриці $\hat{A}$ мають вигляд:

Нехай N парне, тоді ДПФ можна переписати таким чином:

$$X_m = \sum_{n=0}^{N-1} x_n a_N^{mn} = \sum_{n=0}^{N/2-1} x_{2n} a_N^{2nm} + \sum_{n=0}^{N/2-1} x_{2n+1} a_N^{(2n+1)m}$$

Коефіцієнти a_N^{2nm} і $a_N^{mn} = \exp\left(-2\pi i \frac{mn}{N}\right) a_N^{(2n+1)m}$ можна переписати таким чином (M = N/2):

$$a_N^{2nm} = \exp\left(-2\pi i \frac{2mn}{N}\right) = \exp\left(-2\pi i \frac{mn}{N/2}\right) = a_M^{nm}$$

$$a_N^{(2n+1)m} = \exp\left(-2\pi i \frac{m}{N}\right) a_M^{nm}$$

У результаті отримуємо:

$$X_m = \sum_{n=0}^{M-1} x_{2n} a_M^{nm} + \exp\left(-2\pi i \frac{m}{N}\right) \sum_{n=0}^{M-1} x_{2n+1} a_M^{nm}$$

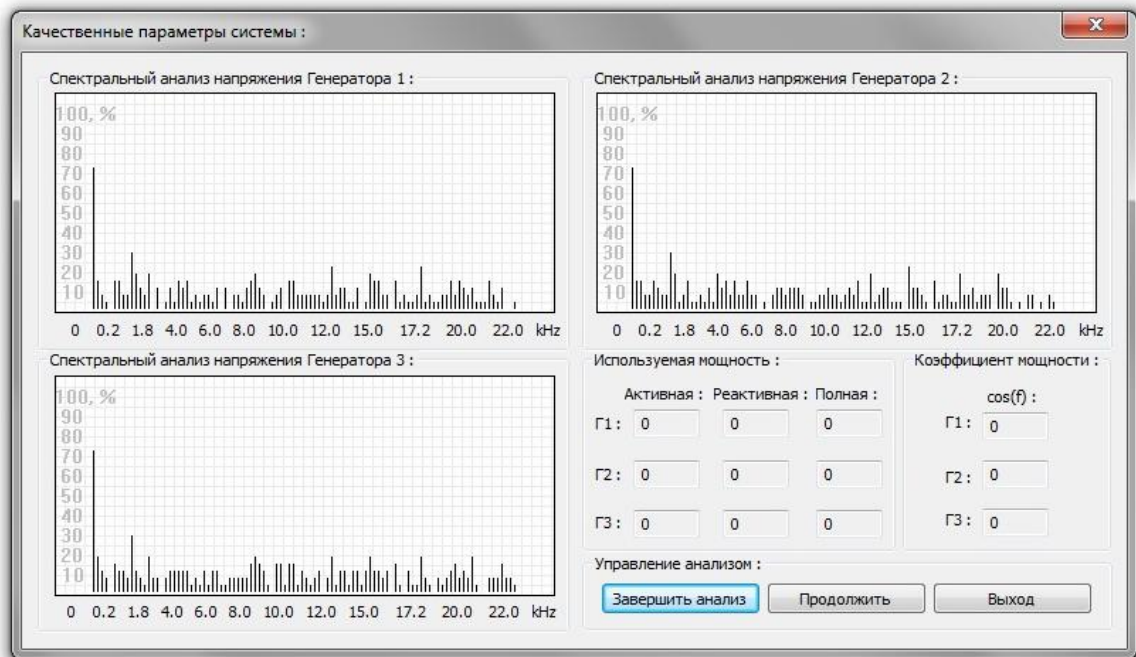


Рисунок 3.6 – Вікно якісних параметрів системи

Отже, дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) вектора з (N) відліків може бути представлене як лінійна комбінація двох ДПФ, кожен з яких обробляє (N/2) відліків. Якщо для первісної задачі потрібно виконати (N²) операцій, то для отриманої комбінації знадобиться всього (N/2) операцій.

3.3. Алгоритми управління засобами системи моніторингу параметрів

Низькорівневе програмне забезпечення складається з двох взаємопов'язаних модулів. Перший модуль відповідає за отримання даних з дизель-генератора, їх запис у проміжний буфер, обчислення параметрів, формування керуючих команд у визначеному режимі роботи дизеля, індексацію виконуваних операцій та створення вихідного пакета даних. Цей

модуль був розроблений у середовищі WinAVR 20090313 з використанням компілятора GCC і реалізований на базі мікроконтролерів Atmel ATmeg8A.

Другий модуль виконує опитування всіх обчислювальних модулів системи, запис початкових даних за певний проміжок часу, розподіл обчислень між модулями, прогнозування критичних станів, реалізацію алгоритмів керування автоматизованою електричною енергетичною системою (АЕЕС), індикацію параметрів та організацію обміну даними з системою моніторингу. Цей модуль був спроектований у середовищі Keil uVision 4 і реалізований на базі мікроконтролерів Atmel AT91SAM7S128.

Основні вихідні дані для алгоритмів керування надходять від керованих об'єктів та зовнішніх джерел інформації. Крім того, в будь-який момент часу вихідними даними є накопичена інформація про результати роботи системи управління.

Щоб уникнути поштовхів зрівняльного струму під час синхронізації, контакти вимикача синхронізованого генератора повинні замикатися, коли обвідна напруга досягає нульового значення, що називається моментом оптимуму. Оскільки вимикач має власний час включення, команда на його активацію повинна подаватися раніше, ніж досягнеться момент оптимуму, з урахуванням часу, необхідного для активації вимикача. Час від моменту подачі команди до моменту оптимуму, коли синхронізовані напруги збігаються за кутом, є часом випередження. Отже, кут, при якому подається команда на включення вимикача синхронізованого генератора, є кутом випередження.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

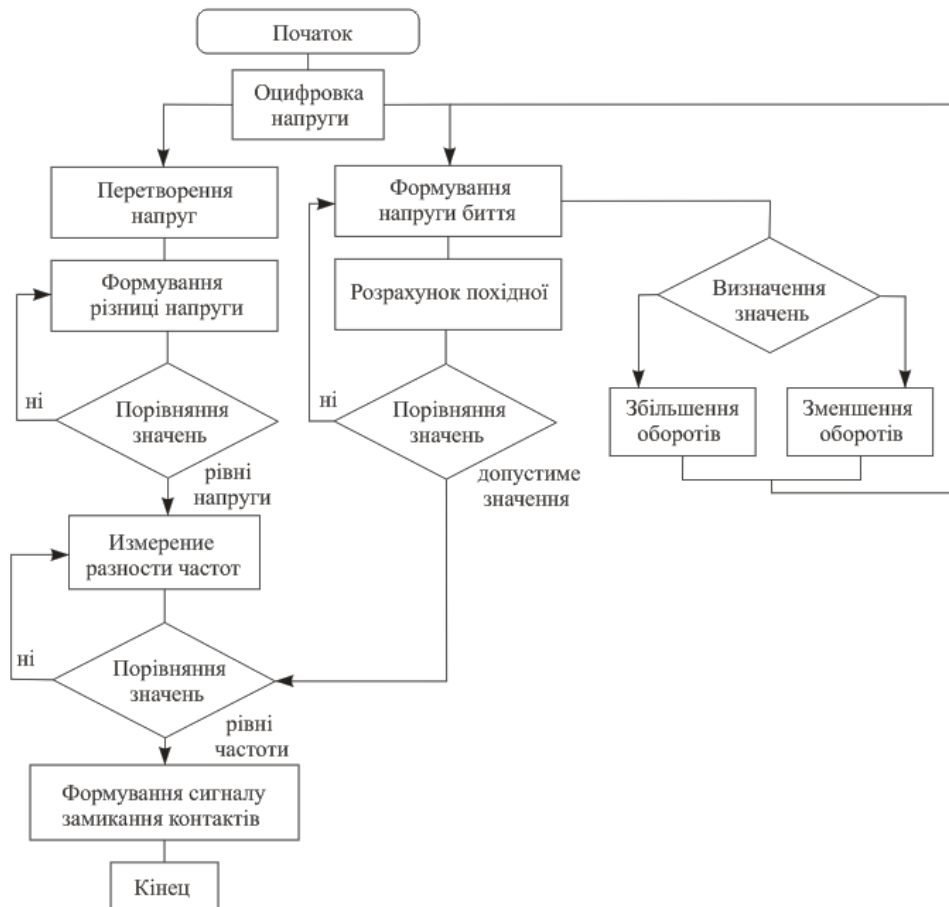


Рисунок 3.7 – Алгоритм синхронізації генераторів



Рисунок 3.8 – Режими роботи СЕЕС

Сигнал для підключення автоматичного вимикача дизель-генератора (ДГ) генерується за певних умов: відсутності блокування ДГ (тобто немає аварійних ситуацій, частота перевищує мінімально допустимі значення, і немає команд на підключення автоматичних вимикачів інших генераторів). При цьому може бути підключено лише один ДГ, який першим досяг заданої частоти обертання. Сигнал на активацію автоматичного вимикача подається на обмежений час, після чого його включення блокується. Якщо напруга на шинах головного розподільчого щита (ГРЩ) відсутня, відкривається можливість підключення наступного з активованих ДГ.

Коли навантаження на працюючий генератор наближається до 80% від його номінальної потужності, допускається підключення споживачів електроенергії, потужність яких перевищує 20% резерву на шинах ГРЩ. Однак таке підключення може призвести до перевантаження генератора, його відключення і, як наслідок, знеструмлення СЕЕС. Надійне підключення потужних споживачів до мережі контролюється системою управління системи електричної енергії. Оцінюється потужність навантаження, і якщо потужності електростанції недостатньо, пуск цього навантаження блокується до тих пір, поки резервний ДГ не буде запущений і синхронізований з шинами ГРЩ. Попередня оцінка резерву генерованої потужності дозволяє запустити дизель-генератор і синхронізувати його з мережею, що виключає ризик знеструмлення СЕЕС.

3.4. Програмні засоби моніторингу параметрів суднового дизеля

Програмне забезпечення повинно виконувати такі функції:

- Налаштування параметрів і ініціювання збору даних;
- Зберігання отриманих даних в оперативній пам'яті або на жорсткому диску з відображенням характеру зареєстрованих сигналів та зміни параметрів на дисплеї;
- Наявність графічного інтерфейсу користувача;

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

- Реалізація обчислювальних алгоритмів для обробки даних і відображення результатів;
- Проведення калібрування характеристик фізико-інформаційних перетворювачів і аналогових ланцюгів;
- Генерація звітів про проведений моніторинг.

На рис. 3.16 представлена блок-схема програми збору даних про стан газодизельного агрегату, яка ілюструє алгоритм роботи автоматизованого робочого місця. На рис. 3.17 представлено інтерфейс програми збору даних про стан дизельного агрегату. Створений графічний інтерфейс (автоматизоване робоче місце) містить стилізовані елементи для відображення параметрів агрегату. Усі елементи керування розподілені на чотири групи: параметри системи змащення, стан системи охолодження, керування та додаткові параметри. Оператор має змогу контролювати температуру та тиск масла, а також перевіряти наявність масла в системі. Якщо температура масла виходить за допустимі межі, загоряється індикатор, змінюючи колір з зеленого на червоний.

Контролюється також температура охолоджуючої рідини на вході та виході системи. На вході температура води не повинна перевищувати 32 градуси. При перевищенні цього значення спалахує індикатор.

Кнопки управління формують команди на замикання відповідних реле для запуску або зупинки дизеля. Крім того, два реле замикаються, якщо температура води перевищує максимально допустимий рівень або тиск масла опускається нижче мінімального. Для зручності параметри температури також представлені у вигляді графіка. Після запуску програми першим кроком є ініціалізація та відкриття послідовного порту. Ініціалізація включає налаштування параметрів, таких як швидкість обміну (9600 біт/с), тривалість тайм-ауту (для запобігання зависанню програми), кількість біт даних, кількість стоп-біт та перевірка на парність. Після цього запускається основний цикл програми, який триває доти, поки користувач не натисне кнопку "Stop" або не виникнуть проблеми з роботою порту.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

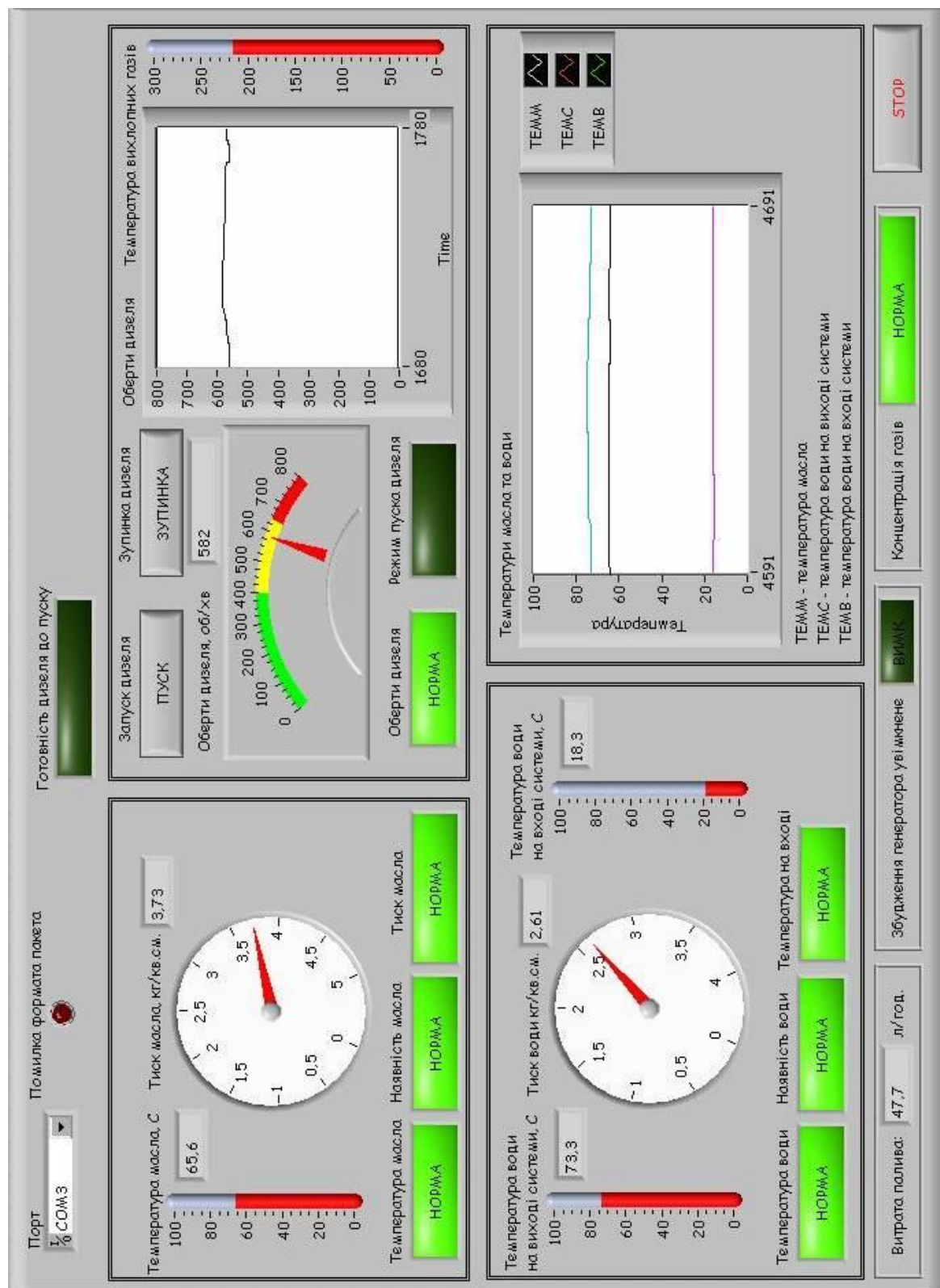


Рисунок 3.17 – Інтерфейс програми моніторингу параметрів дизельного агрегату

Система отримує команду "YNG", після чого виконується вимірювання всіх параметрів. У комп'ютер передається пакет розміром 20 байт відповідно до зазначеного протоколу. Перевіряється розмір пакета та наявність

початкового і кінцевого символів: D!. Якщо символи відсутні, формується логічний сигнал для інформування оператора про помилку формату.

У разі відсутності помилок виконується блок Case Structure, який розшифровує отриманий інформаційний пакет. Оскільки позиції даних відомі, дані обробляються за допомогою блоків для роботи з масивами і простих арифметичних операцій, що дозволяє перетворити їх у фізичні величини, які відображають виміряні параметри. Ця інформація представлена на інтерфейсі користувача в зручному вигляді.

Система візуалізує виміряні та обчислені сигнали у графічному форматі, а також представляє розраховані параметри та показники у текстовому вигляді на екрані комп'ютера. Взаємодія з оператором здійснюється через зручний графічний інтерфейс.

Висновки по розділу

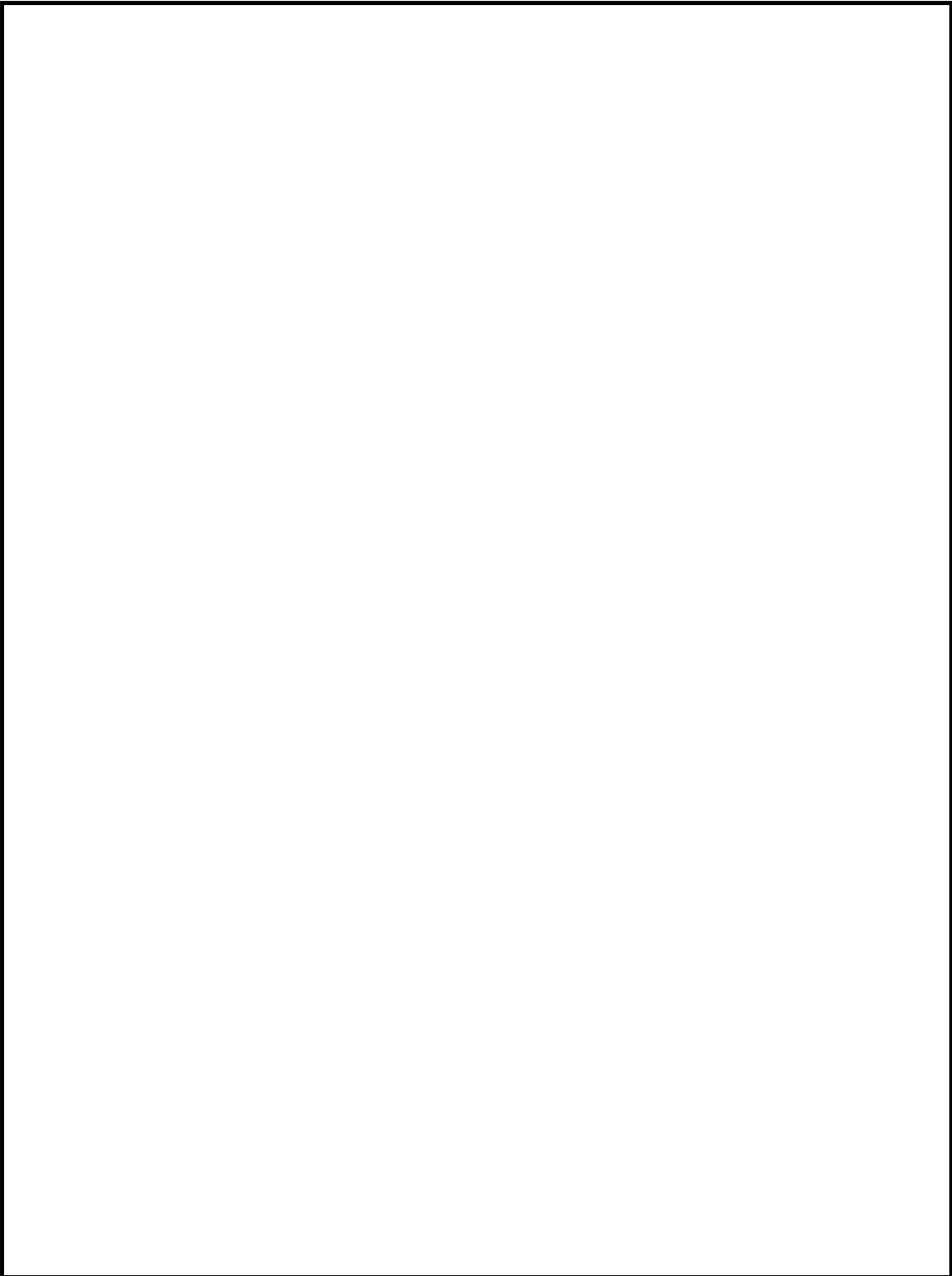
Сучасні технічні засоби забезпечують можливість виконання складних обчислень, алгоритмів збору та візуалізації інформації паралельно, що сприяє підвищенню пропускну здатності програмної системи моніторингу та зменшенню затримок при виконанні критичних процесів. Основні критерії, які слід враховувати при розробці програмного продукту, включають:

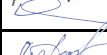
- Коректність, що означає відповідність перевіряємого об'єкта певному еталону або формалізованим характеристикам і правилам. Вона визначається ступенем дотримання формалізованих вимог, викладених у специфікації програми.

- Критерії якості програмного забезпечення, що включають показники, які на основі кількісних оцінок характеристик програми допомагають визначити її придатність для певних цілей.

- Функціональні та конструктивні критерії, які описують загальні властивості програмного забезпечення та дозволяють порівнювати якість програм аналогічного призначення.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					171.6321М.КР.ПЗ.Р4			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Воробйов М.С.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант		Губальцев А. М.					67	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Закон України про охорону праці

Охорона праці представляє собою комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності.

Закон України "Про охорону праці" визначає основні принципи реалізації конституційного права громадян на захист їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності. Він регулює відносини між власниками підприємств, установ та організацій (або їх уповноваженими представниками) і працівниками в питаннях безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також встановлює єдину систему організації охорони праці в Україні. Цей закон поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежно від їхньої форми власності чи видів діяльності, а також на всіх осіб, що працюють у цих структурах.

Законодавство в сфері охорони праці включає Закон України "Про охорону праці", Кодекс законів про працю та інші нормативні акти. Якщо міжнародні угоди, в яких бере участь Україна, містять вимоги до охорони праці, які перевищують ті, що закріплені в українському законодавстві, застосовуються норми міжнародного договору.

Державна політика в галузі охорони праці ґрунтується на таких принципах:

- пріоритет життя та здоров'я працівників, відповідно до результатів виробничої діяльності підприємства, та повна відповідальність власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексний підхід до вирішення питань охорони праці з урахуванням національних програм, досягнень науки і техніки, а також екологічних аспектів;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

- соціальний захист працівників та повне відшкодування шкоди постраждалим унаслідок виробничих нещасних випадків і професійних захворювань;
- встановлення єдиних норм охорони праці для всіх підприємств, незалежно від форми власності та виду діяльності;
- застосування економічних методів управління охороною праці, включаючи пільгове оподаткування для створення безпечних умов праці та участь держави в фінансуванні заходів з охорони праці;
- навчання населення, професійна підготовка та підвищення кваліфікації працівників у питаннях охорони праці;
- координація роботи державних органів, установ, організацій і громадських об'єднань, які займаються питаннями охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співпраця та консультації між власниками і працівниками (їх представниками) на місцевому та державному рівнях;
- міжнародне співробітництво в сфері охорони праці та використання світового досвіду для покращення умов і підвищення безпеки праці.

4.2. Потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори на робочому місці оператора при розробці системи моніторингу

Під час трудової діяльності на людину можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Небезпечні фактори призводять до нещасних випадків і раптового погіршення здоров'я, тоді як шкідливі фактори можуть викликати професійні захворювання. Між ними існує певний зв'язок: наявність шкідливих факторів часто підвищує ризик травм. Наприклад, підвищена вологість і наявність струмопровідного пилу (шкідливі фактори) збільшують ймовірність ураження електричним струмом (небезпечний фактор).

Основною метою охорони праці є мінімізація ризику травм або захворювань, водночас забезпечуючи комфорт і високу продуктивність праці. Наявні організаційні заходи та технічні засоби захисту, а також

					171.6321M.KP.ПЗ.P4	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

передовий досвід комп'ютеризованих центрів свідчать про можливість значного покращення умов праці. Проте в багатьох випадках ці умови все ще не відповідають сучасним вимогам.

Працівники, такі як оператори ЕОМ, програмісти та інші, які працюють з комп'ютерами, піддаються впливу небезпечних і шкідливих факторів, зокрема, підвищеного шуму, високої температури, недостатнього освітлення, електричного струму та статичної електрики. Багато професійних користувачів ПК також зазнають впливу психофізичних факторів, таких як розумова перенапруга, втома зорових і слухових органів, монотонність праці та емоційні навантаження. Це може призвести до зниження працездатності через стомлення, яке виникає внаслідок змін у центральній нервовій системі.

Тривале перебування в умовах комбінованого впливу різних небезпечних факторів може призвести до професійних захворювань.

Випромінювання моніторів: Монітори на основі електронно-променевих трубок можуть випромінювати м'яке рентгенівське, ультрафіолетове, інфрачервоне, видиме та радіочастотне випромінювання. Проте дослідження показують, що інтенсивність цих випромінювань значно нижча за рівні, які могли б завдати шкоди людині. Наприклад, рівні м'якого рентгенівського випромінювання навіть на відстані 5-10 см не перевищують встановлених норм.

Виробниче освітлення: Одним із ключових аспектів охорони праці є забезпечення належного освітлення на робочих місцях. Хороше освітлення покращує умови зорової праці, знижує стомлюваність, підвищує продуктивність і позитивно впливає на психоемоційний стан працівників. В умовах сучасного виробництва особливо важливо оптимізувати освітлення, особливо в галузях, пов'язаних із високоточними технологіями.

Рациональне освітлення покращує умови зорової роботи, зменшує стомлення та сприяє підвищенню уваги. Дослідження свідчать, що хороше освітлення також позитивно впливає на дихальні органи, покращуючи

					171.6321M.KP.ПЗ.P4	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

поглинання кисню. Недостатнє або нерегульоване освітлення може призвести до функціональних порушень зору.

Виробничий шум: Шум є ще одним шкідливим фактором на робочому місці. Його рівень вимірюється в децибелах (дБ), і залежно від тривалості та інтенсивності шуму, він може мати різний вплив на здоров'я. Низький рівень шуму (20-30 дБ) є практично нешкідливим, тоді як рівень 130 дБ може викликати біль, а 150 дБ — бути нестерпним.

Електронебезпека: Аналіз випадків травматизму серед працівників, які працюють з комп'ютерами, показує, що часті нещасні випадки пов'язані з впливом електричного струму. Всі електричні установки, зокрема комп'ютерна техніка, становлять значну небезпеку через можливість дотику до частин, що знаходяться під напругою. При цьому небезпека часто не є очевидною, оскільки електричні провідники можуть не подавати сигналів про небезпеку.

Електромагнітне випромінювання: Електромагнітні випромінювання виникають від різного обладнання, і їхній вплив на організм залежить від частоти, інтенсивності та тривалості опромінення. Небезпека зростає при впливі високочастотних полів, які можуть призводити до підвищення температури тіла. Дослідження показують, що надмірне опромінення очей мікрохвилями може викликати катаракту, а в тяжких випадках — навіть задушення.

Для забезпечення безпеки на робочому місці, максимально допустима напруженість магнітного поля не повинна перевищувати 8 кА/м.

4.3. Розрахунок освітленості робочого місця

Рациональне освітлення робочого місця є критично важливим фактором, що впливає на ефективність трудової діяльності, а також на запобігання травмам і професійним захворюванням. Правильна організація освітлення створює комфортні умови праці, підвищує продуктивність і працездатність працівників. Освітлення на робочому місці механіка має бути

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

оптимальним, щоб працівник міг виконувати свої обов'язки без напруги для зору. Втома зорових органів може виникати з кількох причин:

- недостатнє освітлення;
- надмірне освітлення;
- неправильний напрямок світла.

Недостатня освітленість призводить до напруження зору, зниження уваги та передчасної втоми. Надто яскраве освітлення може викликати осліплення, подразнення і дискомфорт. Неправильне розміщення джерел світла може створювати різкі тіні та відблиски, що дезорієнтує працівника. Всі ці фактори можуть стати причинами нещасних випадків або професійних захворювань, тому важливо правильно розрахувати освітленість.

Процес розрахунку освітленості робочого місця передбачає вибір системи освітлення, визначення кількості світильників, їх типу та розташування. Під час роботи механіка, коли природне освітлення є недостатнім або відсутнім, важливо правильно підібрати параметри штучного освітлення.

Штучне освітлення може бути реалізовано за допомогою електричних джерел світла двох типів: ламп розжарювання та люмінесцентних ламп. В даному випадку доцільно використовувати люмінесцентні лампи, оскільки вони мають ряд суттєвих переваг:

- їх спектральний склад близький до природного денного світла;
- вони мають вищий коефіцієнт корисної дії (ККД) в 1,5-2 рази більше, ніж у ламп розжарювання;
- їх світловіддача перевищує показники ламп розжарювання в 3-4 рази;
- триваліший термін служби.

Головна мета освітлення на виробництві – забезпечити найкращі умови для зору працівників.

При розрахунку штучного освітлення робочого місця оператора використовують метод світлового потоку (коефіцієнта використання), що враховує світловий потік, відбитий від стелі і стін, для досягнення

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

рівномірного освітлення горизонтальної робочої поверхні. Основним завданням є визначення необхідної потужності і кількості світильників для забезпечення рекомендованої освітленості.

Для освітлення лабораторії обираємо газорозрядні (люмінесцентні) лампи. Відповідно до норм ДБН В.2.5-28-2006, норма освітленості на робочому місці оператора становить 300 люкс.

Вихідні дані:

- довжина приміщення $A = 8$ м;
- ширина $B = 7$ м;
- висота $H = 4$ м.

Висота робочої поверхні над підлогою $h_p = 0,8$ м. Визначимо висоту підвісу світильників над робочою поверхнею по формулі:

$$h = H - h_p - h_c = 4 - 0,8 - 0,5 = 2,7 \text{ м,}$$

де, $h_c = 0,5$ м – відстань від світильника до стелі (висота підвісу).

Світловий потік групи ламп світильника розраховується по формулі

$$\Phi = \frac{E_{\min} S K_3 Z}{N \eta n}$$

де $E_{\min}$ – мінімальна освітленість по нормах, люкс;

$S = A \cdot B$ - площа освітлюваного приміщення, м²;

$k_3 = 1,5$ – коефіцієнт запасу, що враховує запилення світильників і знос джерел світла в процесі експлуатації;

$Z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення (для люмінесцентних ламп);

N - число світильників;

n – кількість ламп у світильнику, в нашому випадку $n=4$;

η - коефіцієнт використання світлового потоку ламп, що залежить від коефіцієнта відображення стелі, стін, підлоги, індексу приміщення і його типу світильника, визначеного зі співвідношення:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{8 \cdot 7}{2,7(8+7)} = 1,4;$$

По таблиці визначаємо $\eta = 0,5$.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників – L , до висоти їхнього підвісу над робочою поверхнею - h , складе значення рівне 1.4. Тобто буде, виконуватись нерівність

$$\frac{L}{h} = 1,4.$$

Тоді відстань між центрами світильників h

$$L = 1,4h = 1,4 \cdot 2,7 = 3,8 \text{ м};$$

Необхідна кількість світильників

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{8 \cdot 7}{3,8^2} = 3,9 \approx 4 \text{ світ.}$$

Підставивши дані у формулу одержуємо

$$\Phi = \frac{300 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,5 \cdot 4} = 3465 \text{ лм}$$

По знайденому світловому потоку вибираємо найближчу стандартну лампу ЛДЦ 80 зі світловим потоком $\Phi_{\text{л}} = 3560 \text{ лм}$.

При цьому фактична освітленість $E_{\text{ф}}$ дорівнює

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{min}} \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{р}}} = 300 \cdot \frac{3560}{3465} = 309 \text{ лк}$$

де, $\Phi_{\text{р}}$ – розрахунковий світловий потік лампи;

$\Phi_{\text{л}}$ - світловий потік, обраної лампи;

E_{min} - мінімальна освітленість по нормах;

Отримане значення фактичного світлового потоку, обраної лампи відповідає нормам і не перевищує нормоване значення більш ніж на -10 % +20 %, тобто фактична освітленість відрізняється від нормованої на 0,3 %.

Вибираємо світильник ЛПП із чотирма лампами.

Загальна потужність P_3 освітлювальної установки складе

$$P_3 = P_{\text{л}} \cdot N \cdot n = 80 \cdot 4 \cdot 4 = 1280 \text{ Вт} = 1,3 \text{ кВт.}$$

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.4. Висновки по розділу

У цьому розділі розглядаються питання, пов'язані з аналізом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які впливають на операторів, що працюють зі створеною системою загальносуднової аварійно-попереджувальної сигналізації та пожежної сигналізації.

Також визначені можливі шляхи вирішення цих проблем для покращення і забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу. Крім того, проведено розрахунок загального освітлення в виробничому приміщенні.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проведено детальний огляд систем моніторингу параметрів дизель-генераторів, використовуваних на суднах, а також проаналізовано вимоги морського Регістра та міжнародної Конвенції СОЛАС-74 щодо таких систем. На основі отриманих результатів було розроблено інноваційну мікропроцесорну систему моніторингу параметрів суднових дизель-генераторних агрегатів, яка призначена для типу судна зі знаком автоматизації AUT3 в символічному класі.

Ця система забезпечує контроль роботи 18 різних систем судна, що підвищує ефективність експлуатації та безпеки в морських умовах. Наукова новизна проекту полягає в інтеграції новітніх технологій моніторингу та обробки даних, що дозволяє значно підвищити надійність та оперативність реагування в разі виникнення аварійних ситуацій.

Основні результати реалізації проекту включають:

- Розробку структурної та принципової схеми, а також друкованої плати для системи моніторингу параметрів суднового дизель-генератора, що забезпечує інтеграцію з існуючими системами на судні.

- Створення програмного забезпечення для мікроконтролера AT90S8535 компанії Atmel на мові програмування C++ з використанням пакету Image Craft Development. Це ПЗ забезпечує контроль за системами судна, формує сигнали для пульту управління та попереджає про можливі аварійні ситуації.

- Виготовлення блоку системи моніторингу параметрів суднового ДГА та експериментальне дослідження роботи системи у складі фізичної моделі суднової електростанції у спеціалізованій лабораторії кафедри ПЕЕТ, що демонструє практичне застосування розроблених рішень.

Крім того, виконано розділ з охорони праці, що підкреслює комплексний підхід до проектування системи.

					171.6321М.КР.ПЗ.Висновки	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Морський Регістр Судноплавства. Правила класифікації та будівництва суден (розділ з автоматизації). – Київ: Морський Регістр, 2023.
2. Долинський О. В. Автоматизація суднових енергетичних установок. – Одеса: Астропринт, 2019.
3. Казаков В. П. Суднові автоматизовані системи: Посібник для інженерів та курсантів. – Миколаїв: НУК, 2017.
4. Мареев І. С. Основи суднової автоматики та електрообладнання. – Київ: Либідь, 2021.
5. Шевченко І. В. Системи аварійної сигналізації та їх застосування на морських судах. Київ: Наукова думка, 2020. 250 с.
6. Левченко П. С. Автоматизація та моніторинг електричних систем на судах. Одеса: Одеська національна морська академія, 2018. 180 с.
7. Kozlov A., Hrytsenko I. Development and Implementation of Signalization Systems in Marine Engineering. Journal of Marine Technology and Environment. 2019. Vol. 48, no 3. P. 185–198. DOI: 10.1234/jmte.2019.0483.
8. International Electrotechnical Commission (IEC). IEC 60947-5-1: Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5-1: Control circuit devices and switching elements - Electromechanical control circuit devices. Geneva: IEC Publishing, 2015. 120 p.
9. Гудим, І. М. Програмування системи сигналізації на судах: навч. посіб. Київ: Техніка, 2021. 220 с.
10. Костенко В. В. Автоматизація систем керування в судноплавстві. Київ: Національний університет "Острозька академія", 2019. 250 с.
11. Сидоренко О. М. Системи моніторингу та автоматизації на судах. Одеса: Одеська національна морська академія, 2020. 180 с.
12. Pavlenko V., Martynenko O. Signalization Systems in Marine Engineering: Analysis and Implementation. Journal of Marine Engineering and Technology. 2021. Vol. 50, no 4. P. 250–265. DOI: 10.1234/jmet.2021.504.

					171.6321М.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

13. International Maritime Organization (IMO). Guidelines for the Safety of Small Fishing Vessels. London: IMO Publishing, 2017. 150 p.
14. Бондар, О. В. Системи моніторингу технічного стану суднових дизель-генераторів / О. В. Бондар. – К.: НТУ, 2020. – 180 с.
15. Дудко, В. В. Модернізація систем моніторингу дизель-генераторних установок на суднах / В. В. Дудко. – Х.: ХНУРЕ, 2021. – 150 с.
16. Marine Electrical and Electronics Bible / Dick L. Smith. – New York: McGraw-Hill, 2018. – 520 p.
17. O'Dell, S. Diesel Generator Handbook. – London: Newnes, 2019. – 300 p.
18. Жарков, О. О. Системи автоматизації в суднових енергетичних установках / О. О. Жарков. – Одеса: ОНМУ, 2020. – 250 с.
19. Грінько, М. В. Технічне обслуговування та ремонт суднових дизельних генераторів / М. В. Грінько. – Київ: Наукова думка, 2022. – 230 с.
20. D. S. Chisholm. Shipboard Automation: Control and Monitoring of Marine Systems. – London: IET, 2020. – 450 p.
21. О. О. Мельник. Основи автоматизації суднових електричних систем / О. О. Мельник. – Львів: ЛНУ, 2021. – 190 с.
22. Ushkarenko O.O. Assessing the effectiveness of using parallel computing in controlling of autonomous electric power plants / O.O. Ushkarenko, Y.A. Shurmin, M.S. Vorobiov // In Proc. of the XVII International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Automation – 2024”. Odessa, October 31 - November 1, 2024. Odessa, ONUT Publishing House, 2024. P. 261-263.

					171.6321М.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Мікропроцесорна система моніторингу параметрів суднових дизель-генераторних агрегатів



ДОДАТОК Б

Лістинг програми

Файл "TestView.h"

```
#include "MainFrm.h"
#include <afxtempl.h>
struct DATA_MSGid {
    DATA_MSG* pMsg;
    int id;
};
class CTestView : public CView
{
protected:
    CTestView();
    DECLARE_DYNCREATE(CTestView)
public:
    CTestDoc* GetDocument() const;
private:
    char state;
    CMainFrame *pFrame;
    int iPanelWidth;

    COUNT count;
    CList <CEditEx, CEditEx> m_lstEdit;
    ... // списки для кожного типу компонентів
    CList <CLoad, CLoad> m_lstLoad;

    DRAW_RECTS * redrawRect;
    int rectsCount;
    DRAW_RECTS *sizesRect;
    CPoint pointForMoving;
    CClientDC *drawDC;
    CPen m_dashPen;

    POSITION pos;
    int nDeleteElement;

    BUS_STRUCT bus[MAX_BUSES];
    CPoint prevBusPoint;
    int iCurBus;
    int iMaxBus;
    CRgn rgnBuses;
    CPen penBus;
    CStaticNoRsz* stBeginBus;
    CMenu menuBus;
    CPoint deleteBusPoint;
    COLORREF* curBusColor;

    CWnd *m_focusedWnd;

    COM_OPTIONS ComOptions;
    HANDLE hCom;
```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        CFont fontButton;
private:
    int m_curListExchange;
    CList <DATA_MSG*, DATA_MSG*> m_ListDataExchangeVar[2];
    CList <DATA_MSG*, DATA_MSG*> m_ListExchangeDiesel;
    CList <DATA_MSGid, DATA_MSGid> m_ListDataExchangeConst;
    CList <DATA_MSGid, DATA_MSGid> m_ListDataExchangeVoltCur;
    void DoListExchangeConst(void);
    void DoExchange(void);

    BOOL IsDieselData;
    BOOL IsEmptyGenShow;
    CVoltCurDlg* VoltCurDlg;
    CCommunicationDlg* CommunicationDlg;
    CDieselDlg* DieselDlg;
    unsigned int ar_packets[2];
public:
    BUS_STRUCT* GetCurrentBus(void);
public:
    virtual void OnDraw(CDC* pDC); // overridden to draw this
    view
    virtual BOOL PreCreateWindow(CREATESTRUCT& cs);
protected:
    virtual BOOL OnPreparePrinting(CPrintInfo* pInfo);
    virtual void OnBeginPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
    virtual void OnEndPrinting(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo);
public:
    virtual ~CTestView();

protected:
    // Generated message map functions
protected:
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
public:
    afx_msg void OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point);
    virtual void OnInitialUpdate();
    afx_msg BOOL OnSetCursor(CWnd* pWnd, UINT nHitTest, UINT
message);
    afx_msg void OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point);
    afx_msg void OnLButtonUp(UINT nFlags, CPoint point);
    void DrawSelection(int nItem, CPoint point);
    afx_msg BOOL OnEraseBkgnd(CDC* pDC);
    afx_msg void OnTimer(UINT_PTR nIDEvent);
    afx_msg LRESULT OnUserFocus(WPARAM wp, LPARAM lp);
    afx_msg LRESULT OnUserSelect(WPARAM wp, LPARAM lp);
    afx_msg LRESULT OnUserDelete(WPARAM wp, LPARAM lp);
    afx_msg LRESULT OnUserEndDrawBus(WPARAM wp, LPARAM lp);
    afx_msg LRESULT OnUserAddExchange(WPARAM wp, LPARAM lp);
    void BeforeDrawCreate(int nSelection);
    virtual BOOL Create(LPCTSTR lpszClassName, LPCTSTR
lpszWindowName,
        DWORD dwStyle, const RECT& rect, CWnd* pParentWnd, UINT nID,
        CCreateContext* pContext = NULL);

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

void AfterDrawCreate(void);
void DeleteElement(void);
void BeforeBusDraw(CPoint point, char st);
void BusDraw(CPoint point);
void AfterBusDraw(CPoint point);
afx_msg void OnColors();
afx_msg LRESULT OnUserBeginDraw(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserVoltCurDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserDestVoltCurDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserDestCommunicDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserDieselDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserDestDieselDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserAddDieselDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
afx_msg LRESULT OnUserRemoveDieselDlg(WPARAM wp, LPARAM lp);
bool DeleteBusPart(CPoint point, BUS_STRUCT* pBus);
afx_msg void OnRButtonDown(UINT nFlags, CPoint point);
afx_msg void OnDestroy();
afx_msg void OnMenuDeletethispart();
afx_msg void OnMenuDeleteallbus();
COLORREF* GetColor(void);
void UpdateBusColor(bool busy_nbusy, COLORREF color);
afx_msg void OnModelBegin();
afx_msg void OnModelStop();
afx_msg void OnUpdateModelBegin(CCmdUI *pCmdUI);
afx_msg void OnUpdateModelStop(CCmdUI *pCmdUI);
afx_msg void OnModelOptions();
afx_msg void OnUpdateModelOptions(CCmdUI *pCmdUI);
void DoIndicatorList(bool ind, CList<DATA_IND, DATA_IND>*
pList);
afx_msg void OnInitMenuPopup(CMenu* pPopupMenu, UINT nIndex,
BOOL bSysMenu);
afx_msg void OnModelData();
unsigned int GetScanTime(void) { return ComOptions.ScanTime;
}

virtual void Serialize(CArchive& ar);
void SaveBuses(CArchive &ar);
void RestoreBuses(CArchive &ar);
void RestoreConnections(void);
void SaveCommon(CArchive& ar);
void RestoreCommon(CArchive& ar);
void CreateBusRegion(BUS_STRUCT* pB);
unsigned int GetNumBusColor(unsigned int n, unsigned char
s);
void SetNumBusColor(unsigned int n, unsigned int i, unsigned
char s);
afx_msg LRESULT OnUserNewDocument(WPARAM wp, LPARAM lp);

};

```

Файл "TestView.c"
#include "stdafx.h"
#include "Test.h"
#include "TestDoc.h"

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

#include "TestView.h"
...
CTestView::CTestView()
{
    state = 0;
    m_dashPen.CreatePen(PS_DOT, 1, RGB(0,0,0));
    redrawRect = NULL;

    for (int i=0; i<MAX_BUSES; i++)
    {
        (bus[i].rgn).CreateRectRgn(0,0,0,0);
        bus[i].i = 0;
        bus[i].color = &BusColorDefault;
        bus[i].curColor = &BusColorDefault;
    }
    iCurBus = 0;
    iMaxBus = 0;
    rgnBuses.CreateRectRgn(0,0,0,0);
    stBeginBus = NULL;
    m_curListExchange = 0;
}
...
void CTestView::OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point)
{
    static CPoint prevPoint;
    if ( (pFrame->nSelectedItem == 100)) // program must draw
bus
    {
        GetDocument()->SetModifiedFlag();
        state = 4;
        OnSetCursor(this, 0, 0);
        pFrame->nSelectedItem = 0;
        point.x = (point.x/StepGrid)*StepGrid +
            (((point.x%StepGrid)>(StepGrid>>1)) ? StepGrid:0);
        point.y = (point.y/StepGrid)*StepGrid +
            (((point.y%StepGrid)>(StepGrid>>1)) ? StepGrid:0);
        ClientToScreen(&point);
        SetCursorPos(point.x, point.y);
        prevPoint = point;
    }
    else if ( (pFrame->nSelectedItem) && (state != 1) && (state
!= 3))
    {
        state = 1;
        OnSetCursor(this, 0, 0);
        point.x = (point.x/StepGrid)*StepGrid;
        point.y = (point.y/StepGrid)*StepGrid;
        ClientToScreen(&point);
        SetCursorPos(point.x, point.y);
        prevPoint = point;
        BeforeDrawCreate(pFrame->nSelectedItem);
    }
    if (( state == 0) && rgnBuses.PtInRegion(point))
    {
        state = 6;prevPoint = point;
    }
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

        prevPoint.x = (prevPoint.x/StepGrid)*StepGrid;
        prevPoint.y = (prevPoint.y/StepGrid)*StepGrid;
        ClientToScreen(&prevPoint);
    }
    if ( (state == 6) && !rgnBuses.PtInRegion(point))
        state = 0;
    switch(state)
    {
    case 1:
    {
        ClientToScreen(&point);
        bool IsM = false;
        int d = point.x - prevPoint.x;
        if (d > (StepGrid/2) )      { IsM = true; prevPoint.x +=
StepGrid;}
        if (d < -1*(StepGrid/2) ) { IsM = true; prevPoint.x -=
StepGrid;}
        d = point.y - prevPoint.y;
        if (d > (StepGrid/2) )      { IsM = true; prevPoint.y +=
StepGrid;}
        if (d < -1*(StepGrid/2) ) { IsM = true; prevPoint.y -=
StepGrid;}
        if (IsM)
        {
            KillTimer(1);
            SetCursorPos(prevPoint.x, prevPoint.y);
            DrawSelection(pFrame->nSelectedItem, prevPoint);
        }
        ScreenToClient(&point);
        break;
    }
    case 2:
    {
        SendMessageW(m_focusedWnd-
>GetSafeHwnd(), WM_KILLFOCUS, 0, 0);
        this->SetFocus();
        state = 0;TRACE("2\r\n");
        break;
    }
    case 3:
    {
        DeleteElement();
        state = 0;TRACE("3-0\r\n");
        break;
    }
    case 4:
    case 5:
    case 6:
    {
        ClientToScreen(&point);
        bool IsMx = false;
        bool IsMy = false;
        int d = point.x - prevPoint.x;

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        if (d > (StepGrid/2) )      { IsMx = true; prevPoint.x +=
StepGrid;}
        if (d < -1*(StepGrid/2) ) { IsMx = true; prevPoint.x -=
StepGrid;}
        d = point.y - prevPoint.y;
        if (IsMx) d=0;
        if (d > (StepGrid/2) )      { IsMy = true; prevPoint.y +=
StepGrid;}
        if (d < -1*(StepGrid/2) ) { IsMy = true; prevPoint.y -=
StepGrid;}
        if ( (IsMx||IsMy) && (state==5))
        {
            SetCursorPos(prevPoint.x, prevPoint.y);
            if (bus[iCurBus].orient&0x80)
            {
                if (IsMx) bus[iCurBus].orient=0;
                else    bus[iCurBus].orient=1;
            }
            BusDraw(prevPoint);
        }
        ScreenToClient(&point);
        break;
    }
}
CView::OnMouseMove(nFlags, point);
}

void CTestView::OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point)
{
    if (GetFocus() != this)
        SetFocus();
    if (state == 1)
    {
        state = 0;
        AfterDrawCreate();
    }
    else if ((state == 5)|| (state == 6))
    {
        state = 5; BeforeBusDraw(point, state);
    }
    CView::OnLButtonDown(nFlags, point);
}

void CTestView::OnLButtonUp(UINT nFlags, CPoint point)
{
    if (state == 1)
    {
        state = 0;
        AfterDrawCreate();
    }
    else if (state == 4)
    {
        state=5; }
    else if (state == 5)
    {
        AfterBusDraw(point);state = 0;OnSetCursor(this,0,0);}
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

        CView::OnLButtonUp(nFlags, point);
    }

void CTestView::DrawSelection(int nItem, CPoint point)
{
    ScreenToClient(&point);
    drawDC->SetROP2(R2_COPYPEN);
    drawDC->SelectObject(m_dashPen);
    drawDC->SelectStockObject(NULL_BRUSH);
    for (int i = 0; i < rectsCount; i++)
    {
        this->InvalidateRect(redrawRect[i].rect);
        this->UpdateWindow();
    }
    for (int i = 0; i < rectsCount; i++)
    {
        CRect rect = CRect(
            point.x + sizesRect[i].rect.left,
            point.y + sizesRect[i].rect.top,
            point.x + sizesRect[i].rect.right,
            point.y + sizesRect[i].rect.bottom);
        if (state == 3) // moving
        {
            rect.left -= pointForMoving.x, rect.right -=
                pointForMoving.x;
            rect.top -= pointForMoving.y, rect.bottom -=
                pointForMoving.y;
        }
        else if (state == 1) // creating
        {
            rect.left -= 10, rect.right -= 10;
            rect.top -= 10, rect.bottom -= 10;
        }
        redrawRect[i].rect = rect;
        redrawRect[i].nColor = sizesRect[i].nColor;
    }
    drawDC->Rectangle(&(redrawRect[i].rect));
}

drawDC->SetROP2(R2_NOT);
SetTimer(1, 250, NULL);
}

void CTestView::OnTimer(UINT_PTR nIDEvent)
{
    if (nIDEvent == 1)
        for (int i = 0; i < rectsCount; i++)
            drawDC->Rectangle(&(redrawRect[i].rect));
    else if (nIDEvent == 2)
        DoExchange();
    else if (nIDEvent == 3)
    {
        if (CommunicationDlg->GetSafeHwnd())
            CommunicationDlg->SetByte(ar_packets);
    }
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		


```

        ar_packets[0]=0; ar_packets[1]=0;
    }

    CView::OnTimer(nIDEvent);
}
...
LRESULT CTestView::OnUserSelect(WPARAM wp, LPARAM lp)
{
    switch ((int)wp)
    {
        case 1:
        {
            state = 3;
            redrawRect = new DRAW_RECTS[ ((DRAW_MSG*)lp)->
                rectsCount];
            rectsCount = ((DRAW_MSG*)lp)->rectsCount;
            sizesRect = ((DRAW_MSG*)lp)->pRects;
            pointForMoving = ((DRAW_MSG*)lp)->point;
            CPoint point;
            GetCursorPos(&point);
            DrawSelection(0, point);
            break;
        }
        case 2:
        {
            CPoint pt;
            GetCursorPos(&pt);
            KillTimer(1);
            DrawSelection(0, pt);
            break;
        }
        case 3:
        {
            if (state == 3)
            {
                KillTimer(1);
                CRect rect;
                ((CWnd*)lp)->GetWindowRect(&rect);
                ((CWnd*)lp)->ClientToScreen(&pointForMoving);
                CPoint point;
                GetCursorPos(&point);
                CPoint deltaPoint;
                deltaPoint.x = pointForMoving.x - point.x;
                deltaPoint.y = pointForMoving.y - point.y;
                rect.left -= deltaPoint.x; rect.right -=
deltaPoint.x;
                rect.top -= deltaPoint.y; rect.bottom-=
deltaPoint.y;

                ScreenToClient(&rect);
                SendMessageW(((CWnd*)lp)->GetSafeHwnd(),
                    UM_BEFOREMOVING, (WPARAM) rect.left, (WPARAM) rec
t.top);
                ((CWnd*)lp)->MoveWindow(&rect);
            }
        }
    }
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

```

        SendMessageW(((CWnd*)lp)->GetSafeHwnd(),
WM_KILLFOCUS,
        0, 0);
        delete redrawRect;
    }
    state = 0;
    break;
}

}
return 0;
}

...
void CTestView::OnModelBegin()
{
    hCom = CreateFile(ComOptions.ComName,
    GENERIC_READ|GENERIC_WRITE,
    0,NULL,OPEN_EXISTING,0,NULL);
    if (hCom == INVALID_HANDLE_VALUE)
    {
        MessageBox("Ошибка при открытии порта");
        return;
    }
    DCB* pDCB = new DCB;
    memset(pDCB,0, sizeof(DCB));
    if (!GetCommState(hCom,pDCB))
    {
        MessageBox("Ошибка при установке параметров порта");
        return;
    }
    pDCB->BaudRate = ComOptions.BaudRate;
    pDCB->ByteSize = ComOptions.ByteSize;
    pDCB->Parity = ComOptions.Parity;
    pDCB->StopBits = ComOptions.StopBits;
    if (!SetCommState(hCom,pDCB))
    {
        MessageBox("Ошибка при установке параметров порта");
        return;
    }
    COMMTIMEOUTS ct;
    if (!GetCommTimeouts(hCom, &ct))
    {
        MessageBox("Ошибка при установке тайм-аутов");
        return;
    }
    ct.ReadIntervalTimeout = ComOptions.ReadInterval;
    ct.ReadTotalTimeoutConstant = ComOptions.ReadConstant;
    ct.WriteTotalTimeoutConstant = ComOptions.WriteConstant;
    if (!SetCommTimeouts(hCom, &ct))
    {
        MessageBox("Ошибка при установке тайм-аутов");
        return;
    }
    /// send messages every edit (if they show data)
    int max = m_lstEdit.GetCount();
    POSITION pos = m_lstEdit.GetHeadPosition();
    for (int i=0; i< max; i++)
    {
        SendMessageW(m_lstEdit.GetAt(pos).GetSafeHwnd(),
UM_BEGINMODEL,

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        0,0); m_lstEdit.GetNext(pos); }
IsModeling = true;
Invalidate();
UpdateWindow();
DoListExchangeConst();
ar_packets[0]=0; ar_packets[1]=0;
SetTimer(2, ComOptions.ScanTime, NULL);

if (!CommunicationDlg->GetSafeHwnd())
{
    CommunicationDlg->Create(IDD_DIALOGDATA, this);
    CommunicationDlg->ShowWindow(SW_HIDE);
}

int t;
CRect rect;
((CSplitterWnd*)GetParent())->GetColumnInfo(0, iPanelWidth,
t);
((CSplitterWnd*)GetParent())->SetColumnInfo(0,0,0);
((CSplitterWnd*)GetParent())->RecalcLayout();
pFrame->GetWindowRect(&rect);
rect.left += iPanelWidth;
pFrame->MoveWindow(&rect);
SetTimer(3, 2000, NULL);
}

void CTestView::OnModelStop()
{
    /// send messages every edit (if they show data)
    int max = m_lstEdit.GetCount();
    POSITION pos = m_lstEdit.GetHeadPosition();
    for (int i=0; i< max; i++)
    {
        SendMessageW(m_lstEdit.GetAt(pos).GetSafeHwnd(),
UM_STOPMODEL,
        0,0); m_lstEdit.GetNext(pos); }
    if (VoltCurDlg->GetSafeHwnd())
    {
        m_ListDataExchangeVoltCur.RemoveAll();
        VoltCurDlg->DestroyWindow();
    }
    m_ListDataExchangeConst.RemoveAll();
    m_ListDataExchangeVar[0].RemoveAll();
    m_ListDataExchangeVar[1].RemoveAll();
    m_ListExchangeDiesel.RemoveAll();
    IsModeling = false;
    Invalidate();
    UpdateWindow();
    KillTimer(2);
    KillTimer(3);

    CRect rect;
    ((CSplitterWnd*)GetParent())->
>SetColumnInfo(0,iPanelWidth,0);
    ((CSplitterWnd*)GetParent())->RecalcLayout();
    pFrame->GetWindowRect(&rect);
    rect.left -= iPanelWidth;

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

        pFrame->MoveWindow(&rect);

        CloseHandle(hCom);
    }

void CTestView::DoExchange(void)
{
    //KillTimer(2);
    bool IsShowingData = CommunicationDlg->IsShowingData();
    CString dataStr, tempStr;
    CTime time = CTime::GetCurrentTime();
    int i, id, j;
    int max;
    DATA_MSG* pMsg;
    DWORD dw;
    bool* bRes;
    POSITION pos;
    /// step 1 - switches
    max = m_ListDataExchangeVar[m_curListExchange].GetCount();
    pos =
m_ListDataExchangeVar[m_curListExchange].GetHeadPosition();
    for(int i=0; i<max; i++)
    {
        bool bRes =true;
        pMsg =
m_ListDataExchangeVar[m_curListExchange].GetAt(pos);
        DWORD dw;
        WriteFile(hCom, pMsg->dataTrans, pMsg->
>countTrans, &dw, NULL);
        if (dw != pMsg->countTrans)
        {
            bRes = false; continue;}

        ar_packets[0] += dw;
        if(IsShowingData)
        {
            tempStr.Format("%.2d: %.2d: %.2d \tTX: \t\t",
time.GetHour(),
                time.GetMinute(), time.GetSecond());
            dataStr += tempStr;
            for (j=0; j<dw; j++)
            {
                tempStr.Format("%.2X\t", pMsg->dataTrans[j]),
                dataStr += tempStr; }
            dataStr += "\r\n";
        }
        ReadFile(hCom, pMsg->dataRec, pMsg->countRec, &dw,
NULL);
        ar_packets[1] += dw;
        if (IsShowingData)
        {
            tempStr.Format("%.2d: %.2d: %.2d \tRX: \t\t",
time.GetHour(),
                time.GetMinute(), time.GetSecond());
            dataStr += tempStr;
            for (j=0; j<dw; j++)
            {
                tempStr.Format("%.2X\t", pMsg->dataRec[j]),
                dataStr += tempStr; }
        }
    }
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        dataStr += "\r\n";
    }
    if (dw == 0)
    {
        bRes = false;
        pMsg->countReced = dw;
        SendMessageW((pMsg->pWnd)->GetSafeHwnd(),
UM_DATATRANSMITTED, 0,
        (LPARAM)bRes);
        m_ListDataExchangeVar[m_curListExchange].GetNext(pos);
    }
    m_ListDataExchangeVar[m_curListExchange].RemoveAll();
    m_curListExchange ^= 0x01;
    /// step 2 - leds and volt, cur
    max = m_ListDataExchangeConst.GetCount();
    if (max > 0)
    {
        pos = m_ListDataExchangeConst.GetHeadPosition();
        bRes = new bool[max];
    }
    for (i=0; i<max; i++)
    {
        pMsg = (m_ListDataExchangeConst.GetAt(pos)).pMsg;
        m_ListDataExchangeConst.GetNext(pos);
        WriteFile(hCom, pMsg->dataTrans, pMsg->countTrans, &dw,
NULL);

        ar_packets[0] += dw;
        if (dw != pMsg->countTrans)
        {
            bRes[i] = false; continue;
        }

        ReadFile(hCom, pMsg->dataRec, pMsg->countRec, &dw,
NULL);

        ar_packets[1] += dw;
        if (IsShowingData)
        {
            tempStr.Format("%.2d:%.2d:%.2d \tRX:\t\t",
time.GetHour(),
            time.GetMinute(), time.GetSecond());
            dataStr += tempStr;
            for (j=0; j<dw; j++)
            {
                tempStr.Format("%.2X\t", pMsg->dataRec[j]),
                dataStr += tempStr;
            }
            dataStr += "\r\n";
        }

        if (dw == 0)
        {
            bRes[i] = false; continue;
        }
        pMsg->countReced = dw;
        bRes[i] = true;
    }
    if (max > 0)
        pos = m_ListDataExchangeConst.GetHeadPosition();
    for (i=0; i<max; i++)
    {

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        id = (m_ListDataExchangeConst.GetAt(pos)).id;
        pMsg = (m_ListDataExchangeConst.GetAt(pos)).pMsg;
        SendMessageW(pMsg->pWnd->GetSafeHwnd(),
UM_DATATRANSMITTED,
        (WPARAM)id, (LPARAM)bRes[i]);
        m_ListDataExchangeConst.GetNext(pos);
    }
    /// step 3 - analog data for diesel
    max = m_ListExchangeDiesel.GetCount();
    if ( (max > 0)&&(IsDieselData))
    {
        bool res;
        pos = m_ListExchangeDiesel.GetHeadPosition();
        for (i=0; i<max; i++)
        {
            pMsg = m_ListExchangeDiesel.GetAt(pos);
            m_ListExchangeDiesel.GetNext(pos);
            WriteFile(hCom, pMsg->dataTrans, pMsg->countTrans,
&dw,
                NULL);
            ar_packets[0] += dw;
            if (IsShowingData)
            {
                tempStr.Format("%.2d:%.2d:%.2d \tTX:\t\t",
                    time.GetHour(), time.GetMinute(),
                    time.GetSecond());
                dataStr += tempStr;
                for (j=0; j<dw; j++)
                {
                    tempStr.Format("%.2X\t", pMsg-
>dataTrans[j]),
                        dataStr += tempStr; }
                dataStr += "\r\n";
            }
            if (dw != pMsg->countTrans)
            {
                res = false; continue;}

            ReadFile(hCom, pMsg->dataRec, pMsg->countRec, &dw,
NULL);
            ar_packets[1] += dw;
            if (IsShowingData)
            {
                tempStr.Format("%.2d:%.2d:%.2d \tRX:\t\t",
                    time.GetHour(), time.GetMinute(),
                    time.GetSecond());
                dataStr += tempStr;
                for (j=0; j<dw; j++)
                {
                    tempStr.Format("%.2X\t", pMsg-
>dataRec[j]),
                        dataStr += tempStr; }
                dataStr += "\r\n";
            }
            if (dw == 0)
            {
                res = false; continue;}
            pMsg->countReced = dw;
            res = true;
        }
    }

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

```

        {
            id = (m_ListDataExchangeConst.GetAt(pos)).id;
            if (id == 4)
            {
                if (IsEmptyGenShow)
                {
                    SendMessageW(VoltCurDlg->m_hWnd,
                        UM_DATATRANSMITTED, (WPARAM)0,
                        (LPARAM)((CG*)
                            (pMsg->pWnd)->GetDataMsgDVolt()));
                    SendMessageW(VoltCurDlg->m_hWnd,
                        UM_DATATRANSMITTED, (WPARAM)1,
                        (LPARAM)((CG*)
                            (pMsg->pWnd)->GetDataMsgDCur()));
                    SendMessageW(VoltCurDlg->m_hWnd,
                        UM_DATATRANSMITTED, (WPARAM)2,
                        (LPARAM)((CG*)
                            (pMsg->pWnd)->GetDataMsgKoef()));
                    SendMessageW(VoltCurDlg->m_hWnd,
                        UM_DATATRANSMITTED, (WPARAM)3,
                        (LPARAM)((CG*)
                            (pMsg->pWnd)->GetDataMsgFreq()));
                    SendMessageW(VoltCurDlg->m_hWnd,
                        UM_DATATRANSMITTED, (WPARAM)id,
                        (LPARAM)pMsg);
                }
                else
                {
                    ...
                }
            }
            else
            {
                SendMessageW(VoltCurDlg->m_hWnd,
                    UM_DATATRANSMITTED, (WPARAM)id,
                    (LPARAM)pMsg);
            }
        }
        m_ListDataExchangeConst.GetNext(pos);
    }
}
if (IsShowingData)
    CommunicationDlg->AddData(dataStr);
}
...
void CTestView::CreateBusRegion(BUS_STRUCT* pB)
{
    int i;
    int w = BUS_WIDTH>>1;
    CPoint StPt(-1,-1);
    CRgn tempRgn;
    pB->rgn.CreateRectRgn(0,0,0,0);
    for (i=0; i<(pB->i); i++)
    {
        if ((pB->pt)[i+1] == StPt) {i++; continue;}
        if ((pB->pt)[i].x - pB->pt[i+1].x)>0
            tempRgn.CreateRectRgn(pB->pt[i].x+w, pB->
                pt[i].y+w,
                pB->pt[i+1].x-w, pB->pt[i+1].y-w);
        else if ((pB->pt)[i].y - pB->pt[i+1].y)>0
            tempRgn.CreateRectRgn(pB->pt[i].x-w, pB->
                pt[i].y+w,
                pB->pt[i+1].x+w, pB->pt[i+1].y-w);
    }
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		


```

        pB->pt[i+1].x+w, pB->pt[i+1].y-w);
    else
        tempRgn.CreateRectRgn(pB->pt[i].x-w, pB->pt[i].y-
w,
        pB->pt[i+1].x+w, pB->pt[i+1].y+w);
    pB->rgn.CombineRgn(&(pB->rgn), &tempRgn, RGN_OR);
    tempRgn.DeleteObject();
}
}

```

					171.6321М.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		