

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

До захисту допускається  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Скарга-Бандурова І.С.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА) БАКАЛАВРА**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НА ТЕМУ:

Розробка сервісного програмного забезпечення  
для перегляду та аналізу осцилограм  
аварійних ситуацій

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”  
Спеціальність 123 – “комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

\_\_\_\_\_ (підпис)

В. В. Єлісеєв

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Я. А. Критська

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Студент:

\_\_\_\_\_ (підпис)

В. О. Чернобровкіна

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

Група:

\_\_\_\_\_ КІ-13ад

Севєродонецьк 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра Комп'ютерної інженерії  
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр  
Напрямок підготовки 6.050102 Комп'ютерна інженерія  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
І.С. Скарга-Бандурова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

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

Чернобровкіної Вероніки Олегівни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка сервісного програмного забезпечення  
для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій

керівник проекту (роботи) Єлісеєв Володимир Васильович, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " " 2017 р. № \_\_\_\_\_

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

3. Вихідні дані до роботи Розробити сервісне програмне забезпечення для  
перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій.

Вхідними даними до сервісного програмного забезпечення – файли у  
форматі COMTRADE.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити) Спроекувати архітектуру сервісного програмного забезпечення.  
Розробити сервісне програмне забезпечення для перегляду  
та аналізу аварійних ситуацій.

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

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. А., асистент	22.05.2017	26.05.2017

## 7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту ( роботи )	Примітка
1	а) Збір та вивчення джерел інформації для написання дипломної роботи; б) складання бібліографії наукових джерел.	До 21.05.2017	
2	Виконання та оформлення розділу з охорони праці	До 26.06.2017	
3	Складання плану до виконання дипломного проекту	До 27.05.2017	
4	Написання першого розділу	До 28.05.2017	
5	Написання другого розділу	До 30.05.2017	
6	Написання третього розділу	До 01.06.2017	
7	Відлагодження програми	До 05.06.2017	
8	Написання вступу, висновків	До 06.06.2017	
9	Виправлення зауважень	До 08.06.2017	
10	Захист дипломного проекту	20.06.2017(Відповідно до графіку)	

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

Чernобровкіна В. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_

( підпис )

Єлісеєв В. В.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту бакалавра: 74 сторінок, 13 рисунків, 8 таблиць, 14 бібліографічних джерел, 1 додаток.

Об'єкт розробки: Сервісне програмне забезпечення для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій.

Мета проекту: Розробка сервісного програмного забезпечення для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій.

Проект складається з наступних розділів:

- 1) аналіз існуючого програмного забезпечення та постановка задачі;
- 2) опис COMTRADE та проектування архітектури сервісного забезпечення;
- 3) програмна реалізація сервісного програмного забезпечення;
- 4) аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та запропоновані заходи безпеки.

Отримано наступні результати:

Розроблено сервісне програмне забезпечення для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій, які виникають на електростанціях.

Практичне значення, галузь застосування роботи: розробка сервісного програмного забезпечення для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій має практичне значення на інженерних станціях.

СЕРВІСНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, МП РЗА, COMTRADE,  
ОСЦИЛОГРАМИ, ФАЙЛИ CFG, DAT, INF

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОПИС МП РЗА, ОПИС ІСНУЮЧОГО ПЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....	11
1.1 Основні характеристики мікропроцесорних пристроїв .....	11
1.2 Склад розроблювального МП РЗА.....	14
1.3 Опис комплексу розроблювального ПЗ МП РЗА.....	16
1.4 Опис ПЗ Wavewin компанії ABB .....	19
1.5 Постановка задачі .....	20
1.5.1 Вимоги до структури сервісного ПЗ .....	21
1.5.2 Вимоги до функцій сервісного ПЗ .....	21
1.5.3 Вимоги до функції відкриття COMTRADE-файлу .....	22
1.5.4 Вимоги до функції відображення осцилограм.....	22
1.5.5 Вимоги до функції навігації по осцилограмі .....	29
1.5.6 Вимоги до функції налаштування візуалізації.....	31
1.5.7 Вимоги до функцій інструменту аналізу осцилограм.....	31
1.6 Висновки до розділу 1 .....	32
2 ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ СПЗ .....	33
2.1 Формат COMTRADE.....	33
2.2 Проектування архітектури СПЗ .....	35
2.2.1 Розробка алгоритмів сервісного ПЗ .....	35
2.2.2 Розробка структури сервісного ПЗ.....	37
2.2.3 Склад структур даних сервісного ПЗ.....	38
2.3 Висновки до розділу 2 .....	39
3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СЕРВІСНОГО ПЗ.....	40
3.1 Склад функцій сервісного ПЗ .....	40
3.2 Реалізація алгоритмів сервісного ПЗ .....	41
3.2.1 Реалізація відкриття осцилограми.....	42
3.3 Висновки до розділу 3 .....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	46
4.1 Загальні питання з охорони праці .....	46
4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці .....	47
4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці.....	49
4.2 Аналіз стану умов праці.....	51
4.2.1 Вимоги до приміщення .....	52

4.2.2	Вимоги до організації робочого місця.....	53
4.2.3	Навантаження та напруженість процесу праці.....	54
4.3	Виробнича санітарія .....	55
4.3.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при розробці виробу.....	56
4.3.2	Пожежна безпека .....	57
4.3.3	Електробезпека.....	60
4.4	Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища .....	61
4.4.1	Мікроклімат .....	61
4.4.2	Освітлення .....	62
4.4.3	Вентилювання .....	65
4.5	Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій.....	66
4.5.1	Розрахунок захисного заземлення.....	68
4.6	Висновки до розділу 4 .....	72
<b>ВИСНОВОК.....</b>		<b>73</b>
<b>ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ .....</b>		<b>74</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>		<b>75</b>

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

АРМ	- автоматизоване робоче місце;
АСУ	- автоматизована система управління;
ВТН	- вимірювальний трансформатор напруги;
ВТС	- вимірювальний трансформатор струму;
ІЛМ РЗА	- інтерфейс «людина-машина»;
МВАС	- модуль вводу аналогових сигналів постійного струму;
МВСН	- модуль введення сигналів змінного струму і напруги змінного струму;
МВДС	- модуль введення дискретних сигналів;
МВДС	- модуль введення інформування дискретних сигналів;
МЄЧ	- мережа єдиного часу;
МЖ	- модуль живлення;
МП РЗА	- мікропроцесорний пристрій релейного захисту;
МТС	- суб-модуль тимчасової синхронізації;
МФДС	- модуль формування дискретних сигналів;
МЦІ	- суб-модуль цифрових інтерфейсів зв'язку;
ПЕОМ	- персональна електронна обчислювальна машина;
ПЗО	- пристрій зв'язку з об'єктом;
ПЗ	- програмне забезпечення;
ПІУ	- панель індикації і управління;
ПС	- плата сполучна;
СПЗ	- сервісне програмне забезпечення;
ТВ	- технічні вимоги.

## ВСТУП

Релейний захист здійснює важливі і відповідальні завдання у розвитку енергетики, підвищенні надійності енергосистем. Релейний захист [1] є основним видом електричної автоматики, без якої неможлива нормальна робота енергосистем. Релейний захист здійснює автоматичну ліквідацію пошкоджень і ненормальних режимів в електричній частині енергосистем і є найважливішою автоматикою, що забезпечує їх надійну і стійку роботу.

У сучасних енергосистемах значення релейного захисту особливо зростає у зв'язку зі стрімким зростанням потужності енергосистем, об'єднанням їх в єдині електрично пов'язані системи в межах декількох областей, всієї країни, і навіть кількох держав.

У даний час широко застосовується захист з використанням мікропроцесорних пристроїв. Дана техніка повністю відповідає специфічним вимогам енергетики, доступні в обслуговуванні і легко інтегруються в автоматизовані системи РЗА, управління і контролю підстанцій і електричної частини станцій будь-якого рівня.

Релейний захист здійснює безперервний контроль стану всіх елементів електроенергетичної системи і реагує на виникнення пошкоджень і ненормальних режимів.

Швидкий розвиток і впровадження цифрових пристроїв для запису і контролю даних аварій і перехідних процесів в службі експлуатації енергосистем викликало потребу в стандартному форматі [2] для обміну такими даними, з метою застосування в різних пристроях, щоб поліпшити і автоматизувати аналіз, перевірку, оцінку і моделювання енергетичних систем та відповідних систем захисту в умовах пошкодження або порушення нормального режиму.

Поширення і впровадження цифрових пристроїв для запису, аналізу, моделювання і тестування обладнання енергосистем надає різноманітну інформацію, яка в минулому була важкодоступна. Оскільки ця інформація може



надходити від різноманітних джерел, різних виробників, що використовують власні або інші стандартні формати, загальний формат необхідний для полегшення обміну такими даними між пристроями з різними прикладними системами, які можуть використовувати цифрові дані від інших пристроїв.

Записуючі пристрої реєструють дані аварійних процесів для аналізу аварій, для визначення характеру і місця пошкодження і зберігання в архіві. Інформація зазвичай зберігається у вигляді осцилограм і комп'ютерних файлах.

В ПрАТ "СНВО "Імпульс" проводиться розробка МП РЗА для якого необхідно розробити СПЗ.

Необхідність розробки сервісного програмного забезпечення обумовлено економічними розрахунками, які виконували служби ПрАТ "СНВО "Імпульс", показали, що в разі дешевше буде розробити СПЗ, чим купувати існуюче ПЗ.

Метою дипломного проекту є розробка сервісного програмного забезпечення для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій.

## **1 ОПИС МП РЗА, ОПИС ІСНУЮЧОГО ПЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

У даному розділі було викладено основні характеристики МП РЗА, описано склад МП РЗА, ПЗ Wavewin, комплекс розроблювального ПЗ МП РЗА, та розроблено ТВ.

### **1.1 Основні характеристики мікропроцесорних пристроїв**

Основні характеристики мікропроцесорних захистів значно вище мікроелектронних, а тим більше електромеханічних. Так, потужність, споживана від вимірювальних трансформаторів струму і напруги, знаходиться на рівні 0,1-0,5 ВА, апаратна похибка - в межах 2-5%, коефіцієнт повернення вимірювальних органів становить 0,96-0,97.

Сучасні цифрові пристрої РЗА [1] інтегровані в рамках єдиного інформаційного комплексу функцій релейного захисту, вимірювання, регулювання та управління електроустановкою. Такі пристрої в структурі АСУ ТП енергетичного об'єкта є кінцевими пристроями збору інформації. В інтегрованих цифрових комплексах РЗА з'являється можливість переходу до нових нетрадиційних вимірювальних перетворювачів струму і напруги - на основі оптоелектронних датчиків, трансформаторів без феромагнітних сердечників і т. д. Ці перетворювачі більш технологічні при виробництві, мають дуже високими метрологічними характеристиками, але мають малу вихідну потужність і непридатні для роботи з традиційною апаратурою.

Цифрові пристрої релейного захисту [1] різного призначення мають багато спільного, а їх структурні схеми дуже схожі і подібні представленої на рис 1. Центральним вузлом цифрового пристрою є мікроЕОМ, яка через свої пристрої введення-виведення обмінюється інформацією з периферійними вузлами. За допомогою цих додаткових вузлів здійснюється сполучення мікроЕОМ

(центрального процесора) з зовнішнім середовищем: датчиками вихідної інформації, об'єктом управління, оператором і т. д.

Слід зазначити, що в реальному пристрої РЗ може використовуватися кілька мікропроцесорів, кожен з яких буде зайнятий вирішенням окремого фрагмента загальної задачі з метою забезпечення високої швидкодії. Так, фірма ALSTOM, для цієї мети, використовує один потужний процесор, а фірма АВВ, використовує 4-10 МП, що працюють паралельно.

Неодмінними вузлами цифрового пристрою РЗА [1] є: вхідні U1-U4 і вихідні KL1-KLj перетворювачі сигналів, тракт аналого-цифрового перетворення U6, U7, кнопки управління і введення інформації від оператора SB1, SB2, дисплей Н для відображення інформації і блок живлення U5. Сучасні цифрові пристрої, як правило, оснащуються і комунікаційним портом X1 для зв'язку з іншими пристроями.

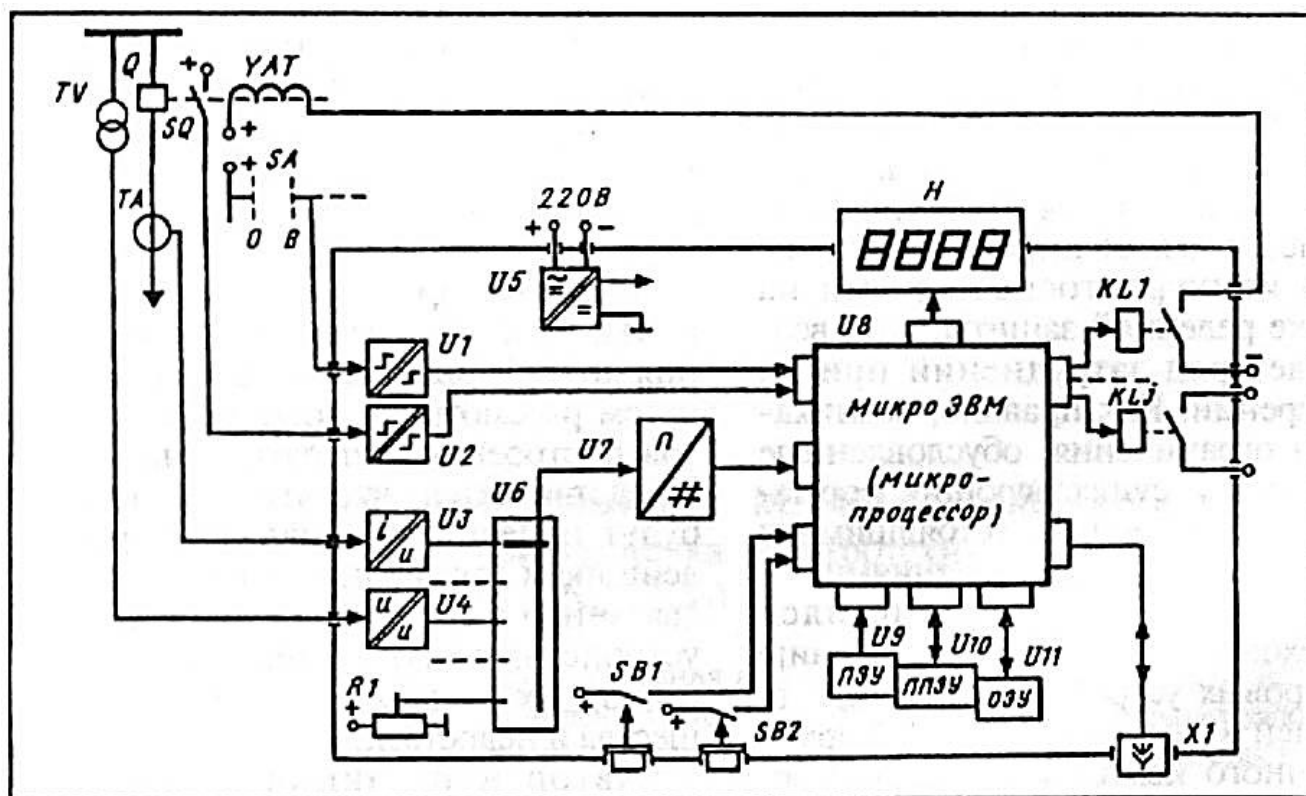


Рисунок 1.1 - Структурна схема цифрового пристрою захисту

Основні функції вище перелічених вузлів наступні:

Вхідні перетворювачі забезпечують гальванічну розв'язку зовнішніх ланцюгів від внутрішніх ланцюгів пристрою. Одночасно, вхідні перетворювачі

здійснюють приведення контрольованих сигналів до єдиного вигляду (як правило, до напруги) і нормованого рівня. Тут же здійснюється попередня частотна фільтрація вхідних сигналів перед їх аналого-цифровим перетворенням. Одночасно вживаються заходи щодо захисту внутрішніх елементів пристрою від впливу перешкод і перенапруги. Розрізняють перетворювачі аналогові (U3, U4) і логічні (U1, U2) вхідних сигналів. Перші прагнуть виконати так, щоб забезпечити лінійну (або нелінійну, але з відомим законом) передачу контрольованого сигналу у всьому діапазоні його зміни. Перетворювачі логічних сигналів, навпаки, прагнуть зробити чутливими тільки до вузької області діапазону можливого знаходження контрольованого сигналу.

Вихідні релейні перетворювачі. Впливу реле на об'єкт, що захищається традиційно здійснюється у вигляді дискретних сигналів управління. При цьому вихідні ланцюги пристрою захисту виконуються так, щоб забезпечити гальванічну розв'язку комутованих ланцюгів як між собою, так і щодо внутрішніх ланцюгів пристрою P3 [1]. Вихідні перетворювачі повинні мати відповідну комутаційної здатністю і, в загальному випадку, забезпечувати видимий розрив комутованої ланцюга.

Тракт аналого-цифрового перетворення включає мультиплексор U6 і власне аналого-цифровий перетворювач (АЦП) U7. Мультиплексор - це електронний комутатор, по черзі подає контрольовані сигнали на вхід АЦП. Застосування мультиплексора дозволяє використовувати один АЦП (як правило, дорогий) для декількох каналів. У АЦП здійснюється перетворення миттєвого значення вхідного сигналу в пропорційне йому цифрове значення. Перетворення виконуються із заданою періодичністю. В подальшому в мікроЕОМ за цими вибірками з вхідних сигналів розраховуються інтегральні параметри контрольованих сигналів - їх амплітудні або діючі значення.

Блок живлення (БП) U5 забезпечує стабілізованою напругою всі вузли даного пристрою, незалежно від можливих змін напруги в мережі живлення. Зазвичай це імпульсний БП від мережі постійного струму. Є також блоки живлення від ланцюгів змінного струму і напруги.

Дисплеї і клавіатура є неодмінними атрибутами будь-якого цифрового пристрою, дозволяючи оператору отримати інформацію від пристрою, змінювати режим його роботи, вводити нову інформацію.

Порт зв'язку з зовнішніми цифровими пристроями. Перевагою цифрових пристроїв є можливість передачі наявної інформації в інші цифрові системи: АСУ ТП, персональний комп'ютер і т. д., що дозволяє інтегрувати різні системи, економлячи на каналах зв'язку, витрати на попередню обробку сигналів. Комунікаційний порт - необхідний елемент для дистанційної роботи з цим пристроєм.

Поряд з перерахованими вище, в цифрових пристроях, в загальному випадку, можуть зустрітися і інші вузли, наприклад, цифро-аналогові перетворювачі при формуванні аналогових сигналів управління і регулювання.

## **1.2 Склад розроблювального МП РЗА**

Структурна схема МП РЗА представлена на рис.1.2.

До складу пристрою повинні входити такі складові частини:

- а) модуль центрального процесору здійснює основні функції (МЦП) МП РЗА по обробці інформації, що надходить і управління модулями МП РЗА, а також керує місцевим ІЧМ;
- б) модуль введення сигналів змінного струму і напруги змінного струму (МВСН) здійснює прийом сигналів струму і/або напруги від вимірювальних трансформаторів струму (ВТС) і напруги (ВТН), гальванічну розв'язку і трансформацію вторинних струмів і напруг, їх попередню обробку і видачу результатів вимірювання за запитом в МЦП;
- в) модуль вводу аналогових сигналів постійного струму (МВАС) здійснює прийом сигналів  $0 \dots 5 \text{ mA}$  або  $0/4 \dots 20 \text{ mA}$  і видачу їх стану за запитом в МЦП;

- г) модуль введення дискретних сигналів (МВДС) здійснює прийом дискретних сигналів і видачу їх стану за запитом в МЦП;
- д) модуль формування дискретних сигналів (МФДС) здійснює формування дискретних сигналів. Зміна стану дискретних вихідних сигналів виконується відповідно до інформації, що надходить по цифровому каналу від МЦП;
- е) модуль введення інформування дискретних сигналів (МВІДС);
- ж) суб-модуль цифрових інтерфейсів зв'язку (МЦІ) призначений для:
  - 1) організації зв'язку з технічними засобами верхнього рівня АСУ (сервера, АРМи та ін.) і/або з технічними засобами нижнього рівня АСУ (цифровими ВТС, ВТН та ін.);
  - 2) прийому сигналу синхронізації від МЄЧ по мережі Ethernet за допомогою протоколів NTP, RTP (для здійснення програмно синхронізацією часу);
- з) суб-модуль тимчасової синхронізації (МТС) здійснює прийом сигналу 1PPS від МЄЧ (для здійснення апаратної синхронізації часу);
- и) панель індикації і управління (ПІУ) з наступними елементами ІЧМ в складі:
  - 1) міні-дисплей;
  - 2) клавіатура;
  - 3) світлодіодні індикатори;
- к) плата сполучна (ПС) виконує комутацію сигналів і ланцюгів електроживлення модулів МП РЗА;
- л) модуль живлення (МЖ) здійснює введення первинної напруги живлення МП РЗА і призначений для забезпечення модулів МП РЗА стабілізованою електроживленням.

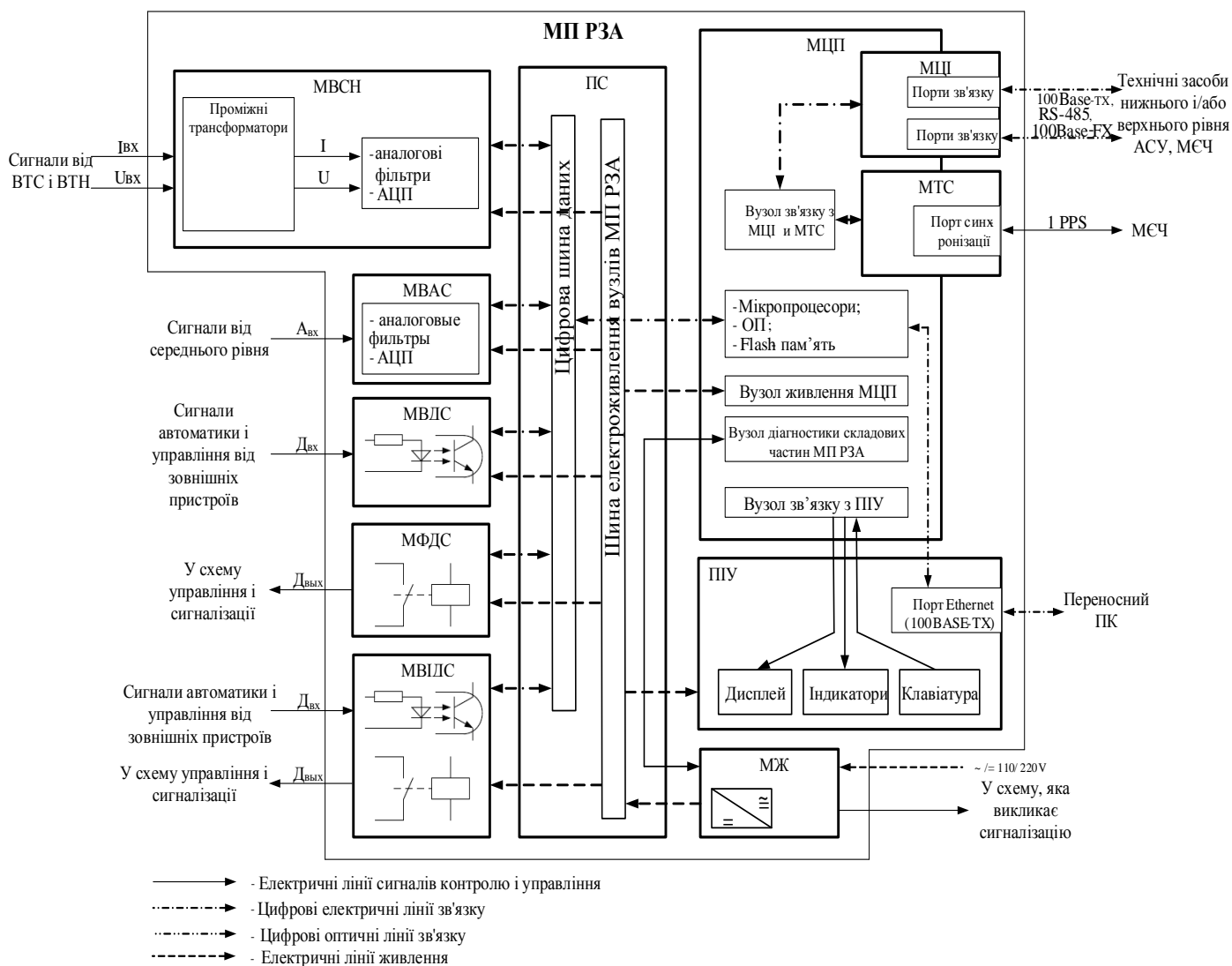


Рисунок 1.2 - Структурна схема МП РЗА

### 1.3 Опис комплексу розроблювального ПЗ МП РЗА

ПЗ МП РЗА є групою комплексів програм, які можуть бути розділені на наступні види:

- системне;
- прикладне (технологічне);
- інструментальне;
- сервісне;
- контрольне (перевірка виробу при випуску з виробництва).

Системне і прикладне ПЗ виконується в контролерній частині МП РЗА.

Інструментальне і сервісне ПЗ виконується на інженерній станції (ПЕОМ) або ноутбучі, підключених до мережі підстанції, або безпосередньо до технологічного порту МП РЗА.

Контрольне ПЗ виконується на технологічній ПЕОМ підприємства виробника МП РЗА.

Системне ПЗ МП РЗА призначене для запуску на виконання прикладного ПЗ, діагностики стану пристрою, взаємодії з апаратною частиною контролера, опитування модулів зв'язку з об'єктом, організації мережевих обмінів.

Прикладне (технологічне) ПЗ МП РЗА призначене для виконання алгоритмів захисту, реєстрації функціонування захистів, контролю правильності вхідних даних, формування вихідних сигналів управління, повідомлень для зовнішніх пристроїв РЗА і систем, управління станом індикаторів пристрої.

Інструментальне ПЗ МП РЗА призначене для налаштування логіки захистів, мережевих обмінів, апаратної конфігурації, завдання уставок, перегляду подій пристрою, моніторингу стану пристрою та ін.

Сервісне ПЗ МП РЗА призначене для перегляду і аналізу осцилограм аварійних ситуацій. Комплекс технологічних програм призначений для перевірки працездатності МП РЗА при випуску виробу з виробництва.

Взаємодія програмних комплексів представлено на рис.1.3.



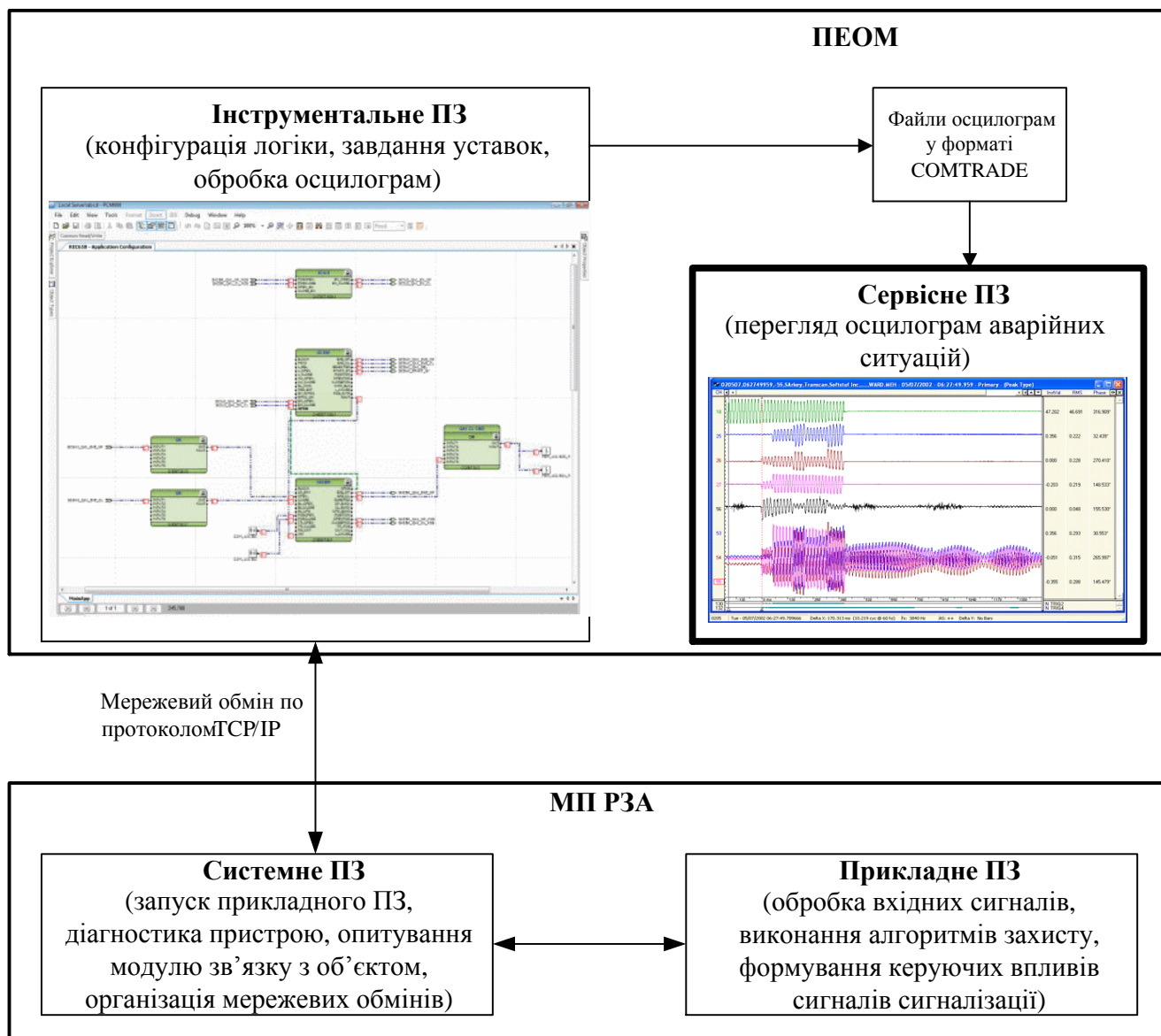


Рисунок 1.3 - Структурна схема взаємодії комплексів ПЗ МП РЗА

Модуль аварійного осцилографа забезпечує:

- запис аварійного режиму з метою подальшого аналізу.
- реєстрацію всіх аналогових сигналів;
- реєстрацію не менше 512 логічних сигналів, які обирають зі списку логічних сигналів як зовнішніх, так і формованих логікою МП РЗА;
- пуск реєстрації при зміні стану будь-яких доступних логічних сигналів.
- фіксацію причин пуску, які повинні бути доступні для перегляду на дисплеї МП РЗА і на інструментальній ПЕОМ.

Тривалість запису осцилограми повинна визначатися часом збереження умов пуску і уставками за часом записи (не менше 5 s до і не менше 5 s після

початку аварії), які дозволяють задати час запису передаварійного, аварійного та післяаварійного режимів, а також обмежити час запису при тривалому утриманні пускового сигналу в активному стані.

#### **1.4 Опис ПЗ Wavewin компанії АВВ**

Компанія АВВ є світовим лідером в технологіях для енергетики та автоматизації. Функція осцилографування, закладена в реле захисту, дозволяє відстежити розвиток аварійного процесу і вжити заходів щодо попередження подібних ситуацій. Іноді це єдина можливість визначити причину збою в енергосистемі.

В даний час в умовах скромного фінансування робіт по заміні та відновленню старіючого основного обладнання електроенергетичного комплексу актуальність впровадження виробів спостереження аварійних ситуацій не тільки не знижується, а й стає все більш вирішальною, тому що дозволяє приймати зважені рішення про першочерговий напрямку матеріальних ресурсів.

ПЗ Wavewin призначена для перегляду та аналізу форми сигналу записаних осцилограм. Це може бути використано для визначення послідовності подій які привели до аварії.

ПЗ Wavewin забезпечує наступні функції:

- а) відкриття COMTRADE-файлів [2];
- б) відображення осцилограм у вигляді графіків, спектрограм, векторних діаграм;
- в) навігація по осцилограмі;
- г) налаштування візуалізації:
  - 1) вибір діаграми для відображення;
  - 2) вибір масштабу;
  - 3) налаштування розмірів вікон;
- д) інструментарій аналізу осцилограм:

- 1) загальна інформація про осцилограму;
- 2) вибір первинних або вторинних даних для показу;
- 3) вибір оптимального масштабу.

Розрахунки економічних служб ПрАТ "СНВО "Імпульс" показали, що для підприємства рентабельніше розробити СПЗ, бо за кожне впровадження ПЗ Wavewin треба платити.

### **1.5 Постановка задачі**

Повинно бути розроблено сервісне ПЗ, що буде впроваджене на інженерних станціях та забезпечуватиме перегляд та аналіз осцилограм аварійних ситуацій.

СПЗ призначене для відображення в графічному вигляді осцилограм, які зберігаються в форматі COMTRADE [2]. Осцилограми - це файли, що містять вибіркові значення по одному або більше каналу за деякий, невеликий інтервал часу.

Вхідними даними для СПЗ є файли в форматі COMTRADE:

- файл заголовка \* .HDR;
- файл конфігурації \* .CFG;
- файл даних \* .DAT.

Зазначені файли повинні знаходитися в одній директорії.

Сервісне ПЗ повинне бути розроблено з використанням інструментального середовища C ++ Builder фірми Embarcadero.

Сервісне ПЗ повинне забезпечувати представлення 256 аналогових та 1024 дискретних каналів.

СПЗ повинно встановлюватися на окремій технологічній ПЕОМ під управлінням операційної системи ОС Windows та взаємодія з нею повинно здійснюватися по мережі Ethernet.

Системні вимоги до ПЕОМ, який виконує роль робочої станції (АРМ):

- ОС Windows 7, 8, 10;
- процесор Intel Pentium – 2,0 ГГц;
- Оперативна пам'ять: 1 Гбайт;
- Відеокарта: 128 Мбайт;
- Твердий диск: 60 Гбайт;

### **1.5.1 Вимоги до структури сервісного ПЗ**

Архітектурно СПЗ повинне бути реалізовано у двох варіантах:

- виконуваний програмний модуль;
- динамічно завантажувана бібліотека.

Сервісне ПЗ у вигляді динамічно завантажувальної бібліотеки має забезпечувати виведення на екран в окремому вікні даних, обраної для перегляду осцилограми, у вигляді графіків, спектрограм, векторних діаграм.

Головне вікно сервісного ПЗ повинне мати багатодокументний інтерфейс.

### **1.5.2 Вимоги до функцій сервісного ПЗ**

Сервісне ПЗ повинне забезпечувати виконання наступних функцій:

- а) відкриття COMTRADE-файлів [2], розташованих локально на інструментальній ПЕОМ;
- б) відображення осцилограм у вигляді графіків, спектрограм, векторних діаграм;
- в) навігація по осцилограмі;
- г) налаштування візуалізації:
  - 1) вибір діаграми для відображення;

- 2) вибір масштабу;
- 3) налаштування розмірів вікон;
- д) інструментарій аналізу осцилограм:
  - 1) загальна інформація про осцилограму;
  - 2) вибір первинних або вторинних даних для показу;
  - 3) вибір оптимального масштабу.

### **1.5.3 Вимоги до функції відкриття COMTRADE-файлу**

Операція відкриття файлів у форматі COMTRADE повинна виконуватися над файлами розміщеними на локальному диску ПЕОМ з встановленим СПЗ. Команда відкриття файлів осцилограм повинна викликатися з головного меню СПЗ.

У діалоговому вікні відкриття файлу повинно вибиратися необхідний файл з розширенням CFG, після його відкриття в програму повинні автоматично завантажуватися дані з однойменних файлів \* .HDR, \* .DAT.

Файли \* .HDR, \* .DAT повинні знаходитися у тій же папці, що і файл \* .CFG. Після завантаження даних з файлів \* .CFG і \* .DAT має формуватися представлення осцилограми в графічному вигляді.

### **1.5.4 Вимоги до функції відображення осцилограм**

Осцилограма повинна виводитися на екран в окремому дочірньому вікні СПЗ.

Вікно представлення відкритої осцилограми має бути розділене на наступні частини:

- поле виведення графіка аналогових вимірювальних каналів;

- поле виведення значень аналогових вимірювальних каналів;
- поле виведення векторної / кругової діаграми;
- поле виведення графіка дискретних вимірювальних каналів;
- поле виведення даних опису дискретних каналів;
- поле виведення гармонік вимірювальних каналів.

На графіку аналогових каналів повинні бути представлені дані по кожному вимірювальному каналу осцилограми у вигляді кривих ліній. Канали повинні відображатися окремо, канал під каналом, див. рис. 1.4.

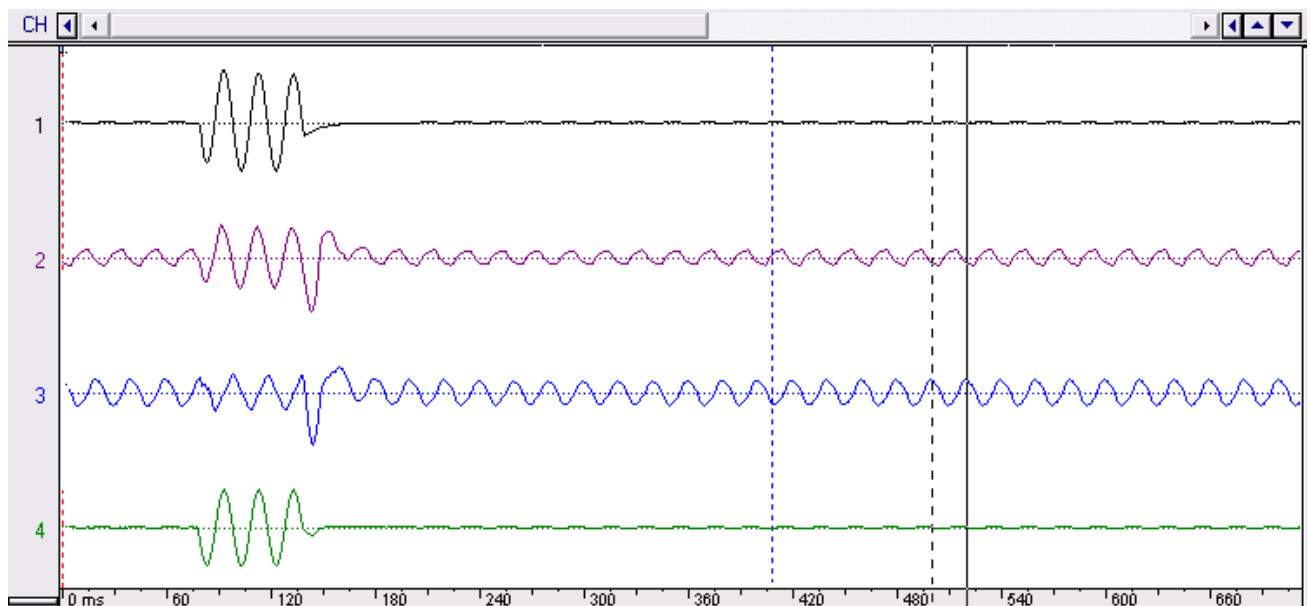


Рисунок 1.4 - Графік аналогових вимірювальних каналів

У верхній частині графіка повинна виводитися смуга прокрутки тимчасової шкали.

У лівій частині графіка повинна виводитися нумерація каналів.

У нижній частині графіка повинна виводитися тимчасова шкала.

Порядок виведення каналів на графік відповідно до порядку визначеному в файлі COMTRADE [2]. Розрахункові канали повинні створюватися після основних.

Повинні бути передбачені додаткові функції для роботи з графіком:

- кольорове маркування каналів;
- виділення каналів. Виділений канал повинен підсвічуватися червоним кольором (номер каналу і крива лінія на графіку).

Значення аналогових вимірювальних каналів повинні бути представлені в табличному вигляді, праворуч від поля графіка. Дані повинні виводитися з урахуванням положення курсору на графіку, див. рис. 1.5.

Title	RMS	InstPeak	Phase	InstVal	RefVal	MaxPeak	MinPeak	Units	Pixs
Current IA A	0.005	-0.006	92.590°	-0.006	0.006	7.693	-9.149	A	1368
Current IB B	0.084	0.108	45.755°	-0.084	0.041	0.946	-1.039	A	12160
Current IC C	0.076	0.099	-89.236°	0.099	-0.093	0.514	-0.572	A	22116
Current IN E	0.061	0.077	-12.816°	0.014	-0.063	7.172	-12.145	A	988

Рисунок 1.5 - Поле виведення значень аналогових вимірювальних каналів

Дані каналів повинні представлятися в рядках таблиці. Різні величини (виміряні або розрахункові) по кожному каналу виводяться в стовпцях таблиці, склад стовпців настроюваний.

По кожному каналу повинні виводитися наступні дані:

- позначення каналу;
- миттєве значення;
- діюче значення;
- фазовий кут;
- одиниці виміру.

Кольорове маркування даних повинна відповідати маркуванню каналу на графіку.

Виділений канал повинен підсвічуватися червоним кольором.

Значення фазових кутів аналогових вимірювальних каналів повинні представлятися у вигляді векторної діаграми, див. рис. 1.6.

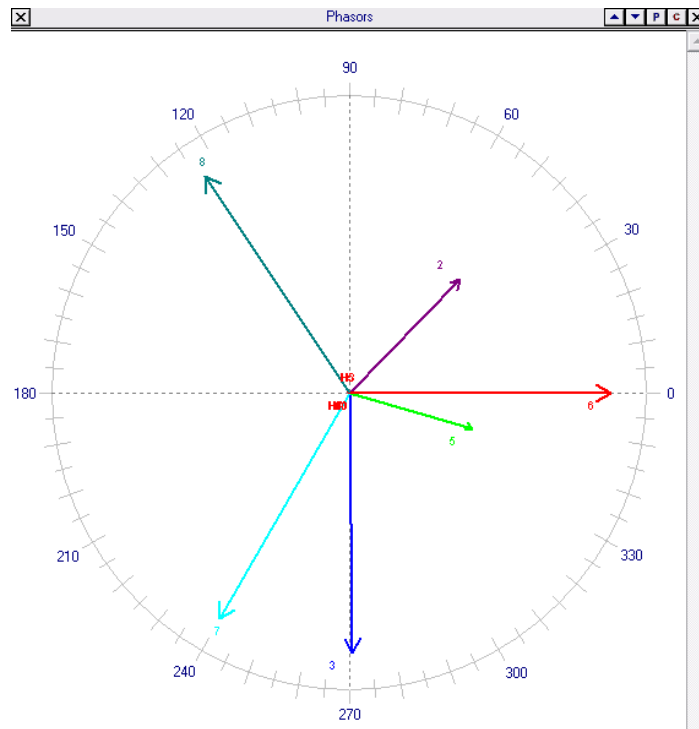


Рисунок 1.6 – Векторна діаграма

Вектори вимірювальних каналів повинні мати нумерацію і кольорове маркування згідно з графіком.

Вектори повинні виводитися з урахуванням положення курсору на графіку.

Виділений канал повинен підсвічуватися червоним кольором.

Подання фазових кутів на векторній діаграмі має виконуватися у двох режимах з посиланням і без посилання.

У посиляльному варіанті представлення фазовий кут кожного вимірювання показується щодо обраного каналу, як це показано на рис. 1.7.



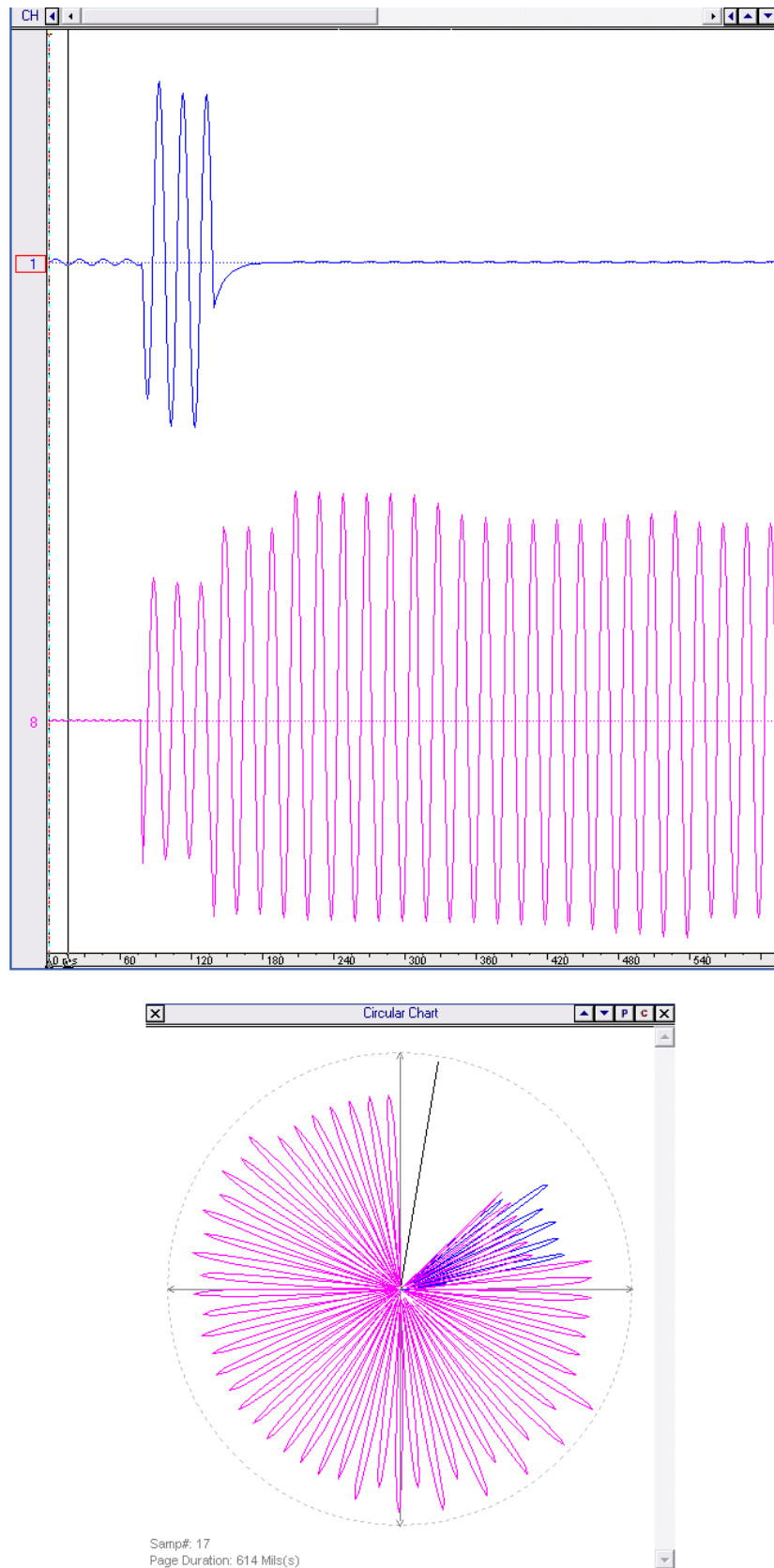


Рисунок 1.7 – Кругова діаграма

Векторна і кругова діаграми повинні виводитися у полі діаграм.

Переключення між діаграмами має виконуватися по команді на панелі команд у верхній частині діаграми. Векторна діаграма повинна виводитися за замовчуванням.

Графік дискретних каналів повинен показувати стан дискретних каналів у часі, див. рис. 1.8.

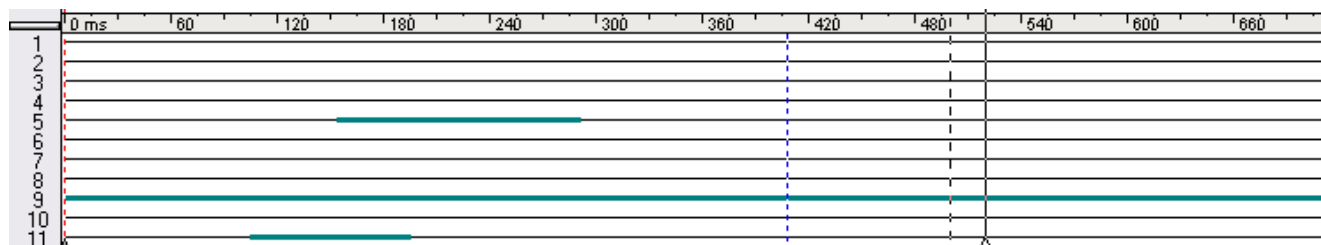


Рисунок 1.8 – Графік дискретних каналів

У лівій частині графіка повинна виводитися нумерація каналів.

Порядок виведення каналів на графік відповідно до порядку визначеному в файлі COMTRADE [2]. Розрахункові канали повинні створюватися після основних.

Виділення каналу у полі опису повинно приводити до підсвічування каналу на графіку червоним кольором.

На графіку стан дискретного каналу «логічний 0» / «логічна 1» має відображатися за допомогою кольорового маркування, як показано на рис. 1.8.

Опис дискретних каналів має бути представлено у табличному вигляді, праворуч від поля графіка, див. рис. 1.9.

D MAIN : Trip cmd. block. EXT	N	N			000
D MAIN : Manual close EXT	N	N			000
D MAIN : M.c.b. trip V EXT	N	N			000
D PSIG : Blocking EXT	N	N			000
D PSIG : Receive EXT	N	A	03:03:25.785000	03:03:26.771000	003
D PSIG : Telecom. faultv EXT	N	N			000
D MAIN : CB closed 3p EXT	N	N			000
D ARC : Blocking EXT	N	A	03:03:26.771000		001
D ARC : CB drive ready EXT	A	N	03:03:26.876000		001
D ARC : General starting EXT	N	N			000
D MAIN : Parallel trip A EXT	N	N	03:03:25.736000	03:03:26.876000	004

Рисунок 1.9 - Опис дискретних каналів

Порядок виведення каналів відповідно до порядку визначеному в файлі COMTRADE.

У правій частині опису повинна виводитися смуга прокрутки переліку каналів.

Виділений канал повинен підсвічуватися червоним кольором.

Поле виведення гармонік вимірювальних каналів має забезпечувати уявлення гармонік в табличному вигляді (рис.1.10) або у вигляді гістограми (рис.1.11).

Order	DFT Peak	DFT RMS	DFT Angle	% of Fund.	% of TrueRMS
1	0,097	0,068	0,000°	...	100,056%
2	0,003	0,002	60,245°	2,869%	2,870%
3	0,011	0,008	105,464°	11,622%	11,629%
4	0,001	0,000	352,387°	0,669%	0,670%
5	0,002	0,001	285,613°	1,704%	1,705%
6	0,001	0,000	220,616°	0,622%	0,622%
7	0,003	0,002	84,480°	2,894%	2,895%
8	0,001	0,000	352,443°	0,671%	0,672%
9	0,001	0,001	175,622°	1,222%	1,223%
10	0,001	0,001	172,534°	1,345%	1,346%
11	0,001	0,001	169,446°	1,222%	1,223%
12	0,001	0,000	352,625°	0,671%	0,672%
13	0,003	0,002	260,588°	2,894%	2,895%
14	0,001	0,000	124,452°	0,622%	0,622%
15	0,002	0,001	59,455°	1,704%	1,705%
16	0,001	0,000	352,681°	0,669%	0,670%

True RMS: 0,068      Calculated RMS: 0,069      THD: 12,616%

Рисунок 1.10 - Представлення гармонік у вигляді таблиці

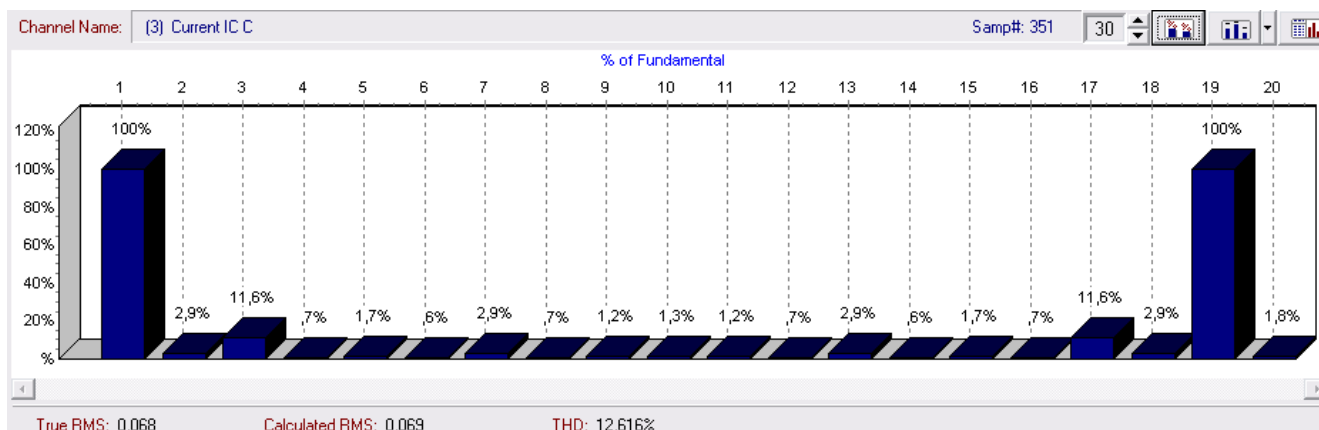


Рисунок 1.11 - Представлення гармонік у вигляді гістограми

Поле виведення гармонік має відкриватися в окремому дочірньому вікні «Гармоніки».

Відображення гармонік має виконуватися для першого обраного вимірювального каналу або першого аналогового вимірювального каналу в осцилограмі.

Кількість гармонік, які подаються оператору має бути обумовлено частотою вибірки вимірювальних каналів.

Обчислення гармонік повинні виконуватися у діапазоні значень одного циклу вибірки від RMS курсора до курсора даних.

На вимогу оператора на векторній діаграмі повинні відображатися вектори гармонік.

### **1.5.5 Вимоги до функції навігації по осцилограмі**

Переміщення каналами має виконуватися за допомогою клавіш стрілок вгору та вниз. Перехід з поля виведення графіка аналогових значень в поле виведення дискретних значень повинен виконуватися після натискання клавіші табуляції.

Переміщення по вимірюванням повинно виконуватися за допомогою клавіш стрілок вліво і вправо.

Переміщення піковими значеннями вимірювальних каналів повинно виконуватися за допомогою комбінацій клавіш Ctrl + Left або Ctrl + Right.

Переміщення по циклам значень вимірювальних каналів повинно виконуватися за допомогою комбінацій клавіш Shift + Ctrl + Left або Shift + Ctrl + Right.

Переміщення на початкову і кінцеву вибірку значень вимірювальних каналів повинно виконуватися за допомогою клавіш Home і End.

Переміщення сторінками повинно виконуватися за допомогою клавіш Page Up і Page Down.

Переміщення вперед / назад по вибіркам вимірювань повинно виконуватися за допомогою смуги прокрутки у верхній частині графіка аналогових каналів.

Переміщення по вибіркам вимірювань повинні призводити до інтерактивного зміни даних представлених у всіх частинах відображення осцилограми.

Для роботи з даними осцилограми на графіку аналогових вимірювальних каналів має бути представлено чотири курсора:

- синій пунктирний - базовий курсор;
- чорний суцільний - курсор даних;

- чорний пунктирний - RMS курсор;
- червоний пунктирний - курсор аварії.

Базовий курсор за замовчуванням повинен бути встановлений у позицію курсора аварії. Переміщення позиції базового курсору має виконуватися по команді «Перемістити Базовий курсор до Курсору даних». Базовий курсор може бути встановлений в будь-яке місце осцилограми.

Оператору повинен виводитися інтервал часу між базовим курсором і курсором даних (в мілісекундах або секундах). Так само має виводитися кількість циклів вибірок даних між курсором.

Курсор даних за замовчуванням повинен бути встановлений в кінці першого циклу вибірки вимірювань.

Значення аналогових вимірювальних каналів повинні виводитися в таблиці значень відповідно до поточним положенням курсора даних.

RMS курсор за замовчуванням повинен бути встановлений на відстані одного циклу вибірки вимірювань від курсора даних. RMS курсор може бути відсутнім на графіку при положенні курсора даних на початку осцилограми.

RMS курсор за замовчуванням повинен бути встановлений на відстані одного циклу вибірки вимірювань від курсора даних. RMS курсор може бути відсутнім на графіку при положенні курсора даних на початку осцилограми.

Переміщення позиції RMS курсору має виконуватися по команді «Перемістити RMS курсор до Базового курсору».

Для завдання діапазону в якому розраховується середньоквадратичне значення має бути реалізована команда з вибором діапазону зі списку: від 1 до 8 циклів з кроком 1 цикл.

Курсор аварії повинен бути фіксованим в позиції заданої в файлі COMTRADE.

### **1.5.6 Вимоги до функції налаштування візуалізації**

Переключення представлення діаграми векторна / кругова має виконуватися по команді в панелі команд поля представлення діаграм.

При відображенні графіків і діаграм все значення аналогових вимірювальних каналів повинні виводитися в одному масштабі.

Повинно бути передбачено автоматичне масштабування значень аналогових вимірювальних каналів щодо максимального розміру поля представлення.

Для обраних каналів повинна бути доступна функція масштабування амплітуди (на графіку і діаграмах) за допомогою комбінацій клавіш Ctrl + Up Arrow і Ctrl + Down Arrow.

### **1.5.7 Вимоги до функцій інструменту аналізу осцилограм**

При аналізі осцилограми повинна надаватися наступна загальна інформація:

- назва станції;
- ідентифікаційне позначення МП РЗА;
- версія формату файлу COMTRADE [2];
- частота дискретизації вимірювального каналу та кількість вибірок;
- дата і час початку осцилограми;
- дата і час пуску.

Дані вимірювальних каналів повинні представлятися у первинних або вторинних величинах за вибором оператора.

## **1.6 Висновки до розділу 1**

У цьому розділі було проаналізовано ПЗ Wavewin компанії ABB, описано основне призначення МП РЗА, структура та апаратна частина МП РЗА. Були розроблені системні вимоги СПЗ, сформульовані основні вимоги до його функціональними можливостями.





Частина "ууу" імені файлу використовується, щоб ідентифікувати тип файлу, і відома як розширення імені файлу: ".HDR" для файлу заголовка, ".CFG" для файлу конфігурації, ".DAT" для файлу (ів) даних і ".INF" для інформаційного файлу.

#### ***Файл заголовка (\*.HDR)***

Файл заголовка створюється джерелом даних аварійного процесу за допомогою текстового редактора. Дані призначені для роздруківки і читання користувачем. Творець файлу заголовка може включати в нього будь-яку інформацію в будь-якому необхідному форматі.

#### ***Файл конфігурації (\*.CFG)***

Файл конфігурації призначений для читання програмою і, отже, повинен мати інформацію в певному форматі. Дані у файлі конфігурації - це інформація, необхідна програмі для правильної інтерпретації даних перехідного процесу (файл ".DAT"). Ці дані включають такі елементи, як частота дискретизації, кількість каналів, лінійна частота, інформація про канал і т.д.

Файл конфігурації може бути створений або за допомогою текстового редактора, або за допомогою програми, яка створює файл конфігурації з інформації, наявної в даних, які є джерелом записи перехідного процесу. Якщо використовується текстовий редактор для створення файлу конфігурації, він повинен зберігати дані в ASCII форматі.

#### ***Файл даних (\*.DAT)***

Файл даних містить значення кожної вибірки кожного вхідного каналу. Число, записане як вибірка, як правило число, видане пристроєм, який виробляє вибірку вхідного змінного сигналу.

Записані дані можуть бути без зміщення або мати зсув щодо нуля. Дані, які не мають зміщення, вимірюються від негативного числа до позитивного числа, наприклад, від -2000 до +2000. Числа, зміщені щодо нуля, всі позитивні, якщо

представляє нуль число позитивне, наприклад, від 0 до 4000, з 2000 відповідним нулю. Коефіцієнти перетворення, що містяться в файлі конфігурації, визначають, як перетворювати значення файлу даних до фізичних величин.

Додатково до даних, які представляють аналогові вводи, часто записуються входи, відповідні сигналам типу "включити / відключити". Це часто відноситься до входів дискретних даних, каналам дискретних даних, підканалах дискретних даних, входів подій, логічним входів, бінарних входів, контактним входів або входів статусу. У цьому стандарті цей тип входу відноситься до входу статусу. Стан входу статусу представляється числами "1" або "0" в файлі даних.

### ***Файл інформації (\*.INF)***

Файл інформації - необов'язковий файл, який містить інформацію, яку користувачі можуть змінити понад необхідного мінімуму. Формат надає загальну інформацію, яку будь-який користувач може прочитати і використовувати, і приватну інформацію, яка може бути доступна тільки окремим користувачам.

## **2.2 Проектування архітектури СПЗ**

Проектування СПЗ проводилося у кілька етапів, серед яких можна виділити наступні:

- 1) розробка алгоритму;
- 2) розробка структури СПЗ;
- 3) розробка структур даних.

### **2.2.1 Розробка алгоритмів сервісного ПЗ**

Нижче наведено алгоритми роботи СПЗ, (рисунки 2.1 –2.2).

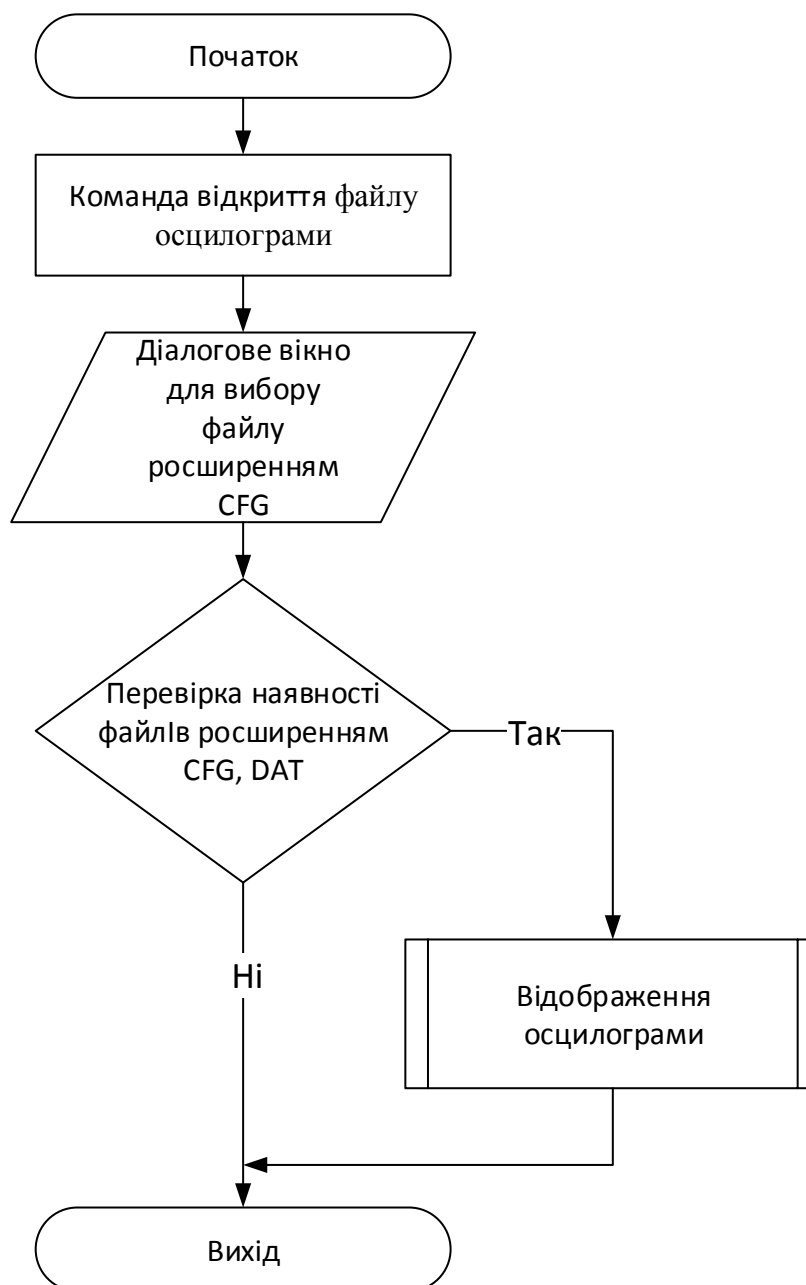


Рисунок 2.1 – Схема алгоритму відкриття осцилограми

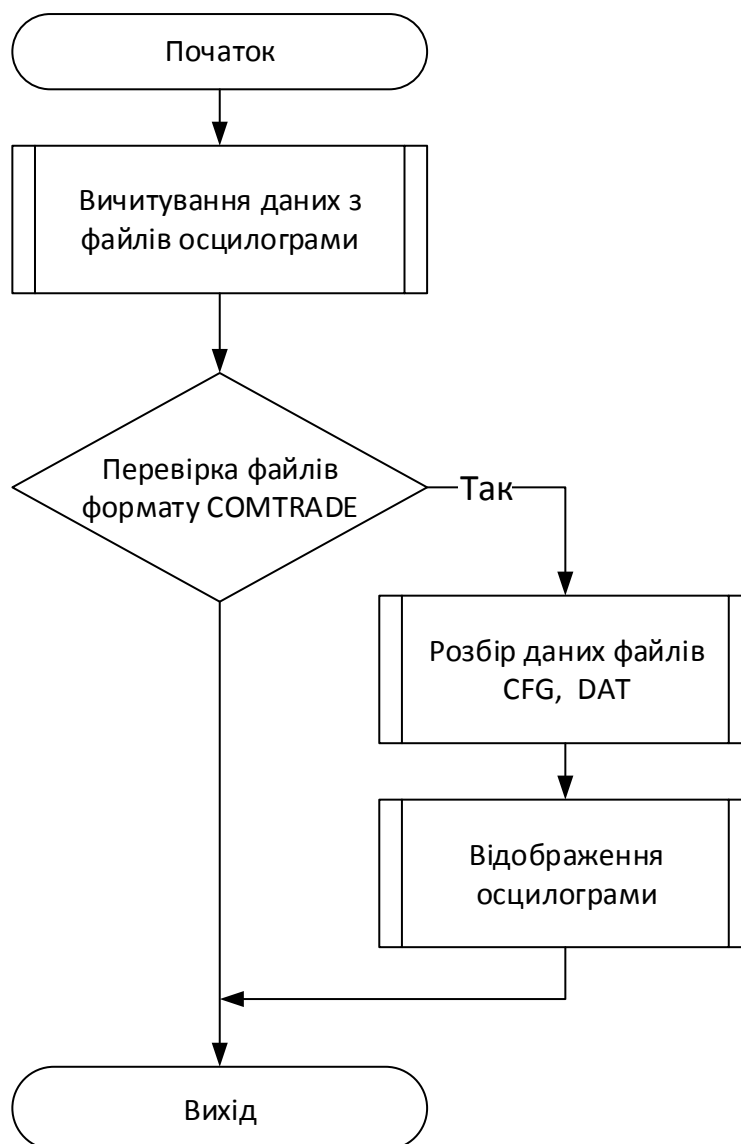


Рисунок 2.2 – Схема алгоритму відображення осцилограми

### 2.2.2 Розробка структури сервісного ПЗ

Перелік модулів СПЗ із зазначенням виконуваних ними функцій наведено у таблиці 2.1.

Всі програмні модулі написані на мові C ++.

Таблиця 2.1 – Склад модулів СПЗ

Назва файлу	Функції
Main.cpp Main.h Main.dfm	Головна програма, ініціалізація програми, запуск головного вікна програми
FormOscillogram.cpp FormOscillogram.h FormOscillogram.dfm	Створення дочірнього вікна для відображення графіків, гармонік, значень аналогових та дискретних каналів
OscillogramData.cpp OscillogramData.h	Розрахунок значень
Oscillogram.cpp Oscillogram.h	Вичитка даних з файлів осцилограми, розбір даних
FileFormatChecking.cpp FileFormatChecking.h	Перевірка на достовірність форматів файлів COMTRADE

### 2.2.3 Склад структур даних сервісного ПЗ

Перелік розроблених класів СПЗ та їх призначення наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Склад класів СПЗ

Назва класу	Призначення
Oscillogram	Для зберігання даних осцилограми
Channel	Для зберігання даних каналів
AnalogCh	Для зберігання даних аналогових каналів
DigitalCh	Для зберігання даних дискретних каналів
CalculateSampleData	Для розрахування значень
FileFormatChecking	Для перевірки достовірності файлів
Rule	Для створення таблиці
ParamRule	Для зберігання мінімальних та максимальних значень
MyCursor	Для перерахування положення курсору
TForm_ChildOscillogram	Для зберігання компонентів форми осцилограми та функцій обробки команд на формі
TForm_Main	Для зберігання компонентів головної форми програми та функцій обробки команд на формі

Перелік розроблених структур даних СПЗ та їх призначення наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Склад структур даних СПЗ

Назва структури	Призначення
TimeStamp	Для даних дати / часу
SampleData	Для даних файлу DAT
PairPoints	Для даних навігації по осцилограмі
Graphic_Cursor	Для координат курсору
CommonCFGData	Для даних CFG файлу
ValValidity	Для типів каналів

### 2.3 Висновки до розділу 2

У цьому розділі був проведений огляд формату COMTRADE, розроблено алгоритми, модулі, структури даних до СПЗ. Була описана структура модулів і структура даних СПЗ.

### 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СЕРВІСНОГО ПЗ

У даному розділі показано опис основних функцій сервісного ПЗ та реалізацію алгоритмів, які наведено у розділі 2.2.

#### 3.1 Склад функцій сервісного ПЗ

Перелік розроблених основних функцій СПЗ та їх опис наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Опис функцій СПЗ

Назва функції	Опис
void FileOpen1BeforeExecute(TObject *Sender)	Відкриття діалогового вікна для вибору осцилограми
void FileOpen1Accept(TObject *Sender)	Обробка відкритого файлу осцилограми
void FormShow(TObject *Sender)	Представлення головного вікна
void AddItemToMainMenuWindows(String ItemCaption)	Додавання пункту меню для переходу між осцилограмами
void FormCreate(TObject *Sender)	Створення об'єктів форми, списків форм, осцилограм
void FormDestroy(TObject *Sender)	Видалення об'єктів форми, списків форм, осцилограм
void Splitter_HorizMoved(TObject *Sender)	Зміна розміру таблиці дискретних сигналів за розміром графіка
void InstallationSubtracts()	Ініціалізація аналогових та дискретних каналів
void SetColorsLineSeries()	Встановлення кольору каналам
void StringGrid_AnalogInit()	Ініціалізація табличних даних аналогових каналів

Продовження таблиці 2.4

Назва функції	Опис
void Chart_DChannelInit()	Відображення дискретних каналів на графіку
bool GetDataFromRuleFile(String filepath, int CodePage, int *value_array, int size)	Вичитка даних файлів COMTRADE
void FileChecking(TStringDynArray &FileStrings, int *value_array, int size)	Перевірка достовірності формату файлів COMTRADE
bool CheckScale(bool &ValidityCr, bool &ValidityNonCr, ValValidity *&ValValidity)	Масштабування каналів на графіку
void Chart_AnalogKeyDown(TObject *Sender, WORD &Key, TShiftState Shift)	Обробка натискань кнопок клавіатури
bool GetOscillogramFileList(String FilePath)	Пошук файлів осцилограми, перевірка наявності на диску ПЕОМ
bool Oscillogram::LoadOscillogram()	Вичитування даних з файлів осцилограми
bool CheckFileFormat(int FileIndex, int *value_array, int size)	Перевірка файлів COMTRADE
bool ParsingData()	Розбір файлів CFG, DAT
long CalcSamplingFrequency()	Розрахування частоти дискретизації, кількість вибірок за період 50 Гц
void StringGrid_DiscreteInit()	Ініціалізація табличних даних дискретних каналів
void ScrollBar3Change(TObject *Sender)	Переміщення графіку по X
void Chart_AChannelInit()	Відображення аналогових каналів на графіку

### 3.2 Реалізація алгоритмів сервісного ПЗ

У цьому розділі показано реалізацію основних алгоритмів сервісного ПЗ.



### 3.2.1 Реалізація відкриття осцилограм

За допомогою компонента TActionList оператор відкриває діалогове вікно для вибору осцилограм.

У наведеній функції вказано фільтр, який представляє оператору тільки необхідні файли для роботи з осцилограмами.

```
void __fastcall TForm_Main::FileOpen1BeforeExecute(TObject *Sender)
{
    FileOpen1->Dialog->Filter = "*.cfg|*.CFG|*.dat|*.DAT";
}
```

Після підтвердження вибору осцилограм, здійснюється обробка осцилограм.

```
void __fastcall TForm_Main::FileOpen1Accept(TObject *Sender)
{
    Oscillogram *pOscillogram = new Oscillogram();
    if(!pOscillogram->GetOscillogramFileList(FileOpen1->Dialog->FileName)) {
        delete pOscillogram;
        return;
    }
    if(!pOscillogram->LoadOscillogram()) {
        delete pOscillogram;
        return;
    }
    pOscillogramList->Add(pOscillogram);
    CreateOscillogramForm(pOscillogram);
}
```

Пошук файлів осцилограм та перевірка наявності на диску ПЕВМ, якщо файли відсутні, то з'явиться повідомлення про помилку.

```
bool Oscillogram::GetOscillogramFileList(String FilePath)
{
    String dir = TPath::GetDirectoryName(FilePath) + "\\";
    FileName = TPath::GetFileNameWithoutExtension(FilePath);
    FileList[0] = dir + FileName + ".cfg";
    FileList[1] = dir + FileName + ".dat";
    String mes = "При поиске файлов осциллограммы произошла ошибка! Код ошибки: " + IntToStr(ERRORMES1) + ".";
    if(!TFile::Exists(FileList[0], false) || !TFile::Exists(FileList[1], false)) {
        MessageDlg(mes, mtError, TMsgDlgButtons() << mbOK, 0);
        return false;
    }
    return true;
}
```

Після цього відбувається вичитка даних з файлів осцилограми.

```
bool Oscillogram::LoadOscillogram()
{
    bool ret_value = true;
    CFGStrings = GetDataFromTextFile2(FileList[0], "Windows-1251");
    if(CFGStrings.Length == 0)
        return false;
    DATStrings = GetDataFromTextFile2(FileList[1], "ASCII");
    if(DATStrings.Length == 0)
        return false;
    return ParsingData();
}
```

Після вичитки даних осцилограми відбувається перевірка достовірності форматів файлів COMTRADE та розбір файлів CFG, DAT

```
bool Oscillogram::ParsingData()
FileCheckingArray = new FileFormatChecking*[FileList.Length];
int _value_array[4] = {0,0,0,0};
if(!CheckFileFormat(0, _value_array, 4))
    return false;
CFGData.Station_name = FileCheckingArray[0]->GetValidity(0,0).sVal;
CFGData.Rec_dev_id = FileCheckingArray[0]->GetValidity(0,1).sVal;
CFGData.Rev_year = FileCheckingArray[0]->GetValidity(0,2).iVal;
CFGData.Count_Ch = FileCheckingArray[0]->GetValidity(1,0).iVal;
CFGData.Count_ACh = FileCheckingArray[0]->GetValidity(1,1).iVal;
CFGData.Count_DCh = FileCheckingArray[0]->GetValidity(1,2).iVal;
int count;
for (int i = 1; i <= CFGData.Count_ACh; i++)
{
    AnalogCh *Analog_Ch = new AnalogCh();
    {
        Analog_Ch->SetChNumber (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,0).iVal);
        Analog_Ch->SetChId (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,1).sVal);
        Analog_Ch->SetChPh (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,2).sVal);
        Analog_Ch->SetCcbm (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,3).sVal);
        Analog_Ch->SetUnits (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,4).sVal);
        Analog_Ch->SetMultiplier (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,5).dVal);
        Analog_Ch->SetOffset (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,6).dVal);
        Analog_Ch->SetSkew (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,7).dVal);
        Analog_Ch->SetMin (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,8).iVal);
        Analog_Ch->SetMax (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,9).iVal);
        Analog_Ch->SetPrimary (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,10).dVal);
        Analog_Ch->SetSecondary (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,11).dVal);
        Analog_Ch->SetPS (FileCheckingArray[0]->GetValidity(i+1,12).sVal);
    }
    pAnalogChs->Add(Analog_Ch);
    count = i + 2;
}
for (int j = 1; j <= CFGData.Count_DCh; count += 1, j++)
{
    DigitalCh *Digital_Ch = new DigitalCh();
    {
        Digital_Ch->SetChNumber (FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).iVal);
        Digital_Ch->SetChId (FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,1).sVal);
        Digital_Ch->SetChPh (FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,2).sVal);
        Digital_Ch->SetCcbm (FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,3).sVal);
        Digital_Ch->SetState ((bool)FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,4).iVal);
    }
}
```

```

    pDigitalChs->Add(Digital_Ch);
}
CFGData.LineFrequency = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).dVal;
count++;
CFGData.NRates = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).iVal;
count++;
CFGData.Samp = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).dVal;
CFGData.EndSamp = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,1).lVal;
count++;
CFGData.BeginTStamp.day = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).iVal;
CFGData.BeginTStamp.month = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,1).iVal;
CFGData.BeginTStamp.year = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,2).iVal;
CFGData.BeginTStamp.hour = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,3).iVal;
CFGData.BeginTStamp.min = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,4).iVal;
CFGData.BeginTStamp.sec = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,5).iVal;
CFGData.BeginTStamp.microsec = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,6).iVal;
count++;
CFGData.TriggerTStamp.day = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).iVal;
CFGData.TriggerTStamp.month = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,1).iVal;
CFGData.TriggerTStamp.year = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,2).iVal;
CFGData.TriggerTStamp.hour = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,3).iVal;
CFGData.TriggerTStamp.min = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,4).iVal;
CFGData.TriggerTStamp.sec = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,5).iVal;
CFGData.TriggerTStamp.microsec = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,6).iVal;
count++;
CFGData.DataFileType = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).sVal;
count++;
CFGData.Timemult = FileCheckingArray[0]->GetValidity(count,0).dVal;
_value_array[0]=1;
_value_array[1]=1;
_value_array[2]= GetCountAnalogChs();
_value_array[3]= GetCountDigitalChs();
if(!CheckFileFormat(1, _value_array, 4))
    return false;

```

## Розбір даних файлу DAT

```

SampleDatas = new SampleData*[CFGData.EndSamp];
int size = (2 + GetCountAnalogChs() + GetCountDigitalChs());
for (int i = 0; i < CFGData.EndSamp; i++)
{
    SampleDatas[i] = new SampleData[size];
    SampleDatas[i][0].Number = FileCheckingArray[1]->GetValidity(i, 0).lVal;
    SampleDatas[i][1].Time_Stamp = FileCheckingArray[1]->GetValidity(i, 1).lVal;
    for (int j = 2; j < size; j++)
    {
        SampleDatas[i][j].Value = FileCheckingArray[1]->GetValidity(i, j).iVal;
    }
}

```

### **3.3 Висновки до розділу 3**

У цьому розділі було розроблено склад та опис основних функцій сервісного ПЗ. Була детально розглянута програмна реалізація і описані основні алгоритми, які використовуються в даному програмному модулі. Кожен етап був детально розглянутий і описаний.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

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

Завдання даного проекту бакалавра була розробка сервісного ПЗ для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій, і як результат було створено сервісне ПЗ, яке забезпечує перегляд та аналіз осцилограм аварійних ситуацій. Так як в процесі проектування виконувалось у домашніх умовах, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому розробляється система.

### **4.1 Загальні питання з охорони праці**

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними

речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

#### **4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці**

Основним організаційним напрямом у здійсненні управління в сфері охорони праці є усвідомлення пріоритету безпеки праці і підвищення соціальної відповідальності держави, і особистої відповідальності працівників.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про

охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

На законодавчому рівні визначено такі пріоритетні напрямки з безпеки праці:

- кожен працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених Законом, нормами і правилами вимог;
- напрямки реалізації конституційного права громадян на їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності:

  - пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
  - повна відповідальність роботодавця за створення належних – безпечних і здорових умов праці;
  - соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
  - комплексне розв'язання завдань охорони праці;
  - підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
  - соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
  - використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
  - використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародної співпраці.

Користувачі персональних комп'ютерів, для яких ця робота є головною, підлягають медичним оглядам: попереднім — під час влаштування на роботу і періодичним — протягом професійної діяльності раз на два роки. Жінок з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до роботи з ПК не допускають.

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44), та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації.

Наявні трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні за темою дипломного проекту регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП) України, відповідно до якого права працюючої людини на охорону праці охороняються всебічно та норми охорони праці неухильно інтегровані до правил внутрішнього розпорядку організації/підприємства.

#### **4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці**

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [5].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту



населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 [6].

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

– не слід допускати до роботи осіб, що в установленому порядку не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки та цих Правил.

– на підприємстві/організації, де експлуатуються ЕОМ з відео дисплейними терміналами (ВДТ) і периферійними пристроями (ПП), розробляється інструкція з охорони праці відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.98 N 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.04.98 за N 226/2666 [7].

– ознайомлення з правилами безпеки праці, одержання відповідних інструктажів засвідчується у журналі інструктажів.

– перед допуском до самостійної роботи кожен працівник має право на навчання з питань охорони праці і роботодавець зобов'язаний, і проводить таке навчання у вигляді двох інструктажів з питань охорони праці:

1) *вступного*, який проводять працівники служби охорони праці об'єкта господарювання з усіма працівниками, яких приймають на роботу незалежно від їхньої освіти та стажу роботи за програмою, в якій подають загальні питання охорони праці із врахуванням її особливостей на об'єкті господарювання;

2) *первинного*, який проводять керівники структурних підрозділів на місці праці з кожним працівником до початку їхньої роботи на цьому робочому місці.

Проходження працівником цих інструктажів з питань охорони праці підтверджується записами у відповідних журналах обліку інструктажів і скріплюється підписами осіб, які проводили інструктажі та осіб, які отримали інструктажі.

3) *Повторний* (не рідше одного разу в 6 місяців);

4) *Позаплановий* (при зміні правил охорони праці);

5) *Поточний* (проводять з працівниками перед виконанням робіт, на яких оформляється наряд-допуск)

– обов'язкові організаційні заходи перед початком, під час і після завершення роботи повинні включати перевірку (візуально) наявності і справності електрообладнання та його заземлення, а під час виконання роботи вимогу «не залишати без нагляду обладнання, яке працює». Після закінчення роботи - вимагається прибирання робочого місця, відключення всіх електроприладів від електромережі.

Не допускається:

– виконувати обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ з ВДТ і ПП безпосередньо на робочому місці оператора;

– зберігати біля ЕОМ з ВДТ і ПП папір, дискети, інші носії інформації, запасні блоки, деталі тощо, якщо вони не використовуються для поточної роботи;

– відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі ЕОМ з ВДТ і ПП або їх технічне налагодження;

– працювати з ВДТ, у яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані тощо;

– працювати з матричним принтером за відсутності вібраційного килимка та зі знятою (піднятою) верхньою кришкою.

#### **4.2 Аналіз стану умов праці**

Робота над створенням моделі каналу зв'язку польової мікроконтролерної системи проходить в побутовому приміщенні. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

### 4.2.1 Вимоги до приміщення

Геометричні розміри приміщення зазначені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – розміри робочого місця

Параметр	Значення
Довжина, м	3
Ширина, м	2
Висота, м	2,5
Площа, м <sup>2</sup>	9
Об'єм, м <sup>3</sup>	15

Згідно до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень [10] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

#### 4.2.2 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця [11] (табл. 4.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 – Характеристика робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам. Приміщення кабінету знаходиться на сьомому поверсі дев'яти поверхової будівлі і має об'єм 37,5 м<sup>3</sup>, площу – 15 м<sup>2</sup>. У цьому кабінеті обладнано одне робоче місце, яке укомплектовано 2 ПК, один з котрих сервер без наявності пристроїв I/O інформації.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с.

Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

#### **4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці**

За фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують

загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи [11].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви тривалістю 15 хв через кожен годину роботи;

### **4.3 Виробнича санітарія**

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

### 4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при розробці виробу

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання [6], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої. Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

- робоча напруга  $U=+220\text{В} \pm 5\%$ ;
- робочий струм  $I=2\text{А}$ ;
- споживана потужність  $P=600\text{ Вт}$ .

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Нормативні документи
<b>Фізичні</b>		
підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, серверного обладнання для роботи	ДСН 3.3.6.042-99
підвищена або знижена вологість повітря	-//-	ДСН 3.3.6.042-99
підвищена або знижена рухливість повітря	-//-	ДСН 3.3.6.042-99
підвищений рівень напруги електричної мережі	-//-	ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 13109-97
підвищений рівень статичної електрики	-//-	ГОСТ 12.1.030-81
підвищена напруженість електромагнітного поля	-//-	ГОСТ 12.1.006-84
недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	ДБН В.2.5-28:2015
недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	ДБН В.2.5-28:2015
<b>Психофізіологічні</b>		
нервово-психічна перевантаження	Розумова робота над проектом	НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98

фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці та організації робочого часу	НПАОП 0.00-1.28-10
------------------------------	---	--------------------

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 ДСанПіН 3.3.2-007-98. За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом, яких можуть бути: принтер, сканер та інші джерела виділення багатьох хімічних речовин - напр., озону, оксидів азоту та аерозолів високодисперсних частинок тонера), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

#### **4.3.2 Пожежна безпека**

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів - із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Надійна робота окремих елементів і мікросхем в цілому забезпечується тільки в певних інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100 °С). При проходженні



електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди). Також ймовірна небезпека внаслідок перевантаження напруги, розрядки зарядів статичної електрики, пошкодження обладнання та електропроводки. Електростатичний розряд виникає під час тертя двох ізольованих матеріалів. Розряд статичної електрики може виникнути під час роботи вентилятора або комп'ютера. Кабельні лінії є найбільш пожежонебезпечними місцем. Наявність пального ізоляційного матеріалу, ймовірних джерел запалювання у вигляді електричних іскор і дуг, розгалуженість і недоступність роблять кабельні лінії місцем найбільш ймовірного виникнення і розвитку пожежі. Для зниження займистості і здатності поширювати полум'я кабелі покривають вогнезахисними покриттями.

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окиснювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- 1) поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,
- 2) полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335°С, температура самозаймання 530 °С,
- 3) склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,

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

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень обчислювального центру.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймисті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

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

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

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

### **4.3.3 Електробезпека**

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

## 4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

### 4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючою на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають нормам [10] і наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

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

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [10]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [10]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату.

Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

#### 4.4.2 Освітлення

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні. При цьому штучне освітлення буде виконане стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами паралельно світловим прорізам так, щоб екран відео монітора знаходився в зоні захисного кута світильника, і його

проекції не доводилися на екран. Працюючі на ПЕОМ не повинні бачити відображення світильників на екрані. Застосовувати місцеве освітлення при роботі на ПЕОМ не рекомендується.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проєкті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IVв розряду точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці ( $E_n$ ) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає ДБН В.2.5-28:2015. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє ДБН і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

*Розрахунок освітлення.*

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

$$S_b = \left( \frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \cdot S_n, \quad (4.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів,  $m^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги,  $m^2$ .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 3 = 15 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/10 \cdot 15 = 1,5 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 1 вікно площею  $S=1,5 \text{ м}^2$ .

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 2850 лм кожна.

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

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

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

$S$  – освітлювана площа,  $m^2$ ;  $S = 15 \text{ м}^2$ ;

$Z$  – поправочний коефіцієнт світильника (1,1 для люмінесцентних ламп);

К – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 3;

F – світловий потік лампи – 2850лм (для ЛБ-80-4).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \times 15 \times 1.1 \times 1.5}{2850 \times 0.54 \times 3} = 1,6 \approx 2$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з трьох люмінесцентних ламп загальною потужністю 80 Вт, напругою – 220 В.

#### **4.4.3 Вентилювання**

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.



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

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

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

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;

- експлуатацію сертифікованого обладнання;

- дотримання заходів електробезпеки;

- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;

- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);

- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря:

а) якщо об'єм приміщення 20 м<sup>3</sup>, то потрібно подати не менш як 30 м<sup>3</sup>/год повітря;

б) якщо об'єм приміщення у межах від 20 до 40 м<sup>3</sup>, то потрібно подати не менш як 20 м<sup>3</sup>/год повітря;

в) якщо об'єм приміщення становить понад 40 м<sup>3</sup>, допускається природна вентиляція, у випадку, коли немає виділення шкідливих речовин.

- зниження рівня шуму та вібрації:

а) у джерелі виникнення, шляхом застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів;

б) звукоізолювання устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо;

в) використання засобів індивідуального захисту).

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

- постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі;

- постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;

- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;

- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні розетки;

- не підключати одночасно декілька потужних електропристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;

- не залишати включені електроприлади без нагляду;

- не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу;

- не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо).

*Від ураження струмом застосовують різні електричні захисні засоби:*

а) *Ізолюючі* - ізолюють людини від струмоведучих або заземлених частин, а так-же від землі. Вони діляться на основні та додаткові.

б) *Основні* - володіють ізоляцією, здатної довго витримувати робоче напругу електроустановки і тому ними дозволяється стосуватися струмоведучих частин, знаходячи-трудящих під напругою.

в) *Запобіжні* - володіють ізоляцією нездатною витримати робоча напруга електроустановки, і тому вони не можуть самостійно захищати людину від ураження струмом під цим напругою. Їх значення - посилити захисні дії основних і ізолюючих засобів, разом з якими вони повинні застосовуватися, при чому при

використання основних захисних засобів достатньо застосування одного запобіжного захисного засобу.

#### 4.5.1 Розрахунок захисного заземлення

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [8], приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача  $\eta$  – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_v$  в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$ .

Послідовність розрахунку:

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

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

де  $R_{пр.з.}$  – опір природних заземлювачів;  $R_d$  – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то  $R_{шт.з.} = R_d$ .

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

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

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

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

$$\rho_{\text{розр.}} = \psi \cdot \rho \quad (4.4)$$

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

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

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

$$R_B = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l_B}{d_{\text{СТ}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_B}{4 \cdot t - l_B} \right), \quad (4.5)$$

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

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

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

$$t = h_E + \frac{1}{2}, \quad (4.6)$$

де  $h_E$  – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

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

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

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

$$n = \frac{2R_E}{R_D} = \frac{2 \times 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

$I$  визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки  $\eta_B = 0,57$  (табличне значення).

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

$$n = \frac{2 \cdot R_E}{R_D \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} \approx 16 \quad (4.8)$$

- 3) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_C$ , м:

$$l_C = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.9)$$

де  $L_B$  – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за  $L_B = 3$  м);  
 $n_B$  – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

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

Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки)  $R_\Gamma$ , Ом:

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_C} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_C^2}{d_{\text{см}} \cdot h_\Gamma}, \quad (4.10)$$

де  $d_{\text{см}}$  – еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d_{\text{см}} = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;

$h_\Gamma$  – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

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

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

- 4) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача  $\eta_C$  відповідно до необхідної кількості вертикальних

заземлювачів  $n_B$ .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги  $\eta_c=0,3$ .

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

$$R_{\text{заг.}} = \frac{R_E \cdot R_{\Gamma}}{R_E \cdot \eta_c + R_{\Gamma} \cdot n_E \cdot \eta_E} \leq R_{\text{д}}, \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{\text{заг}} < 4 \text{ Ом}$ , а саме:

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

При виникненні пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявність перехідного опору;
- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;
- розряди статичної електрики;
- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і паро-повітряних сумішей.

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу

пожежну частину, забезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

#### **4.6 Висновки до розділу 4**

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

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

## ВИСНОВОК

Право на сервісне програмного забезпечення належить до ПрАТ "СНВО "Імпульс".

Було розроблено сервісне програмне забезпечення для перегляду та аналізу осцилограм аварійних ситуацій, які виникають на електростанціях.

Впровадження сервісного ПЗ можливо на електростанціях, котрі використовують міжнародний формат COMTRADE.

Застосування сервісного ПЗ для аналізу аварійних процесів дозволяє оперативно і об'єктивно оцінювати аварійні ситуації, а також аналізувати доцільність прийнятих технічних рішень при проектуванні, оцінювати правильність дії релейного захисту та використовувати дані аналізу для моделювання процесів на енергооб'єктах.

Для виконання цієї задачі були задіяні архітектурні, структурні та програмні методи її вирішення. Було проведено аналіз існуючого рішення цього питання, та на основі його були сформульовані технічні вимоги до сервісного ПЗ.

Перевірка на достовірність результатів розробленого сервісного ПЗ показала, що здобуті показники відповідають заявленим технічним вимогам.



## ПЕРЕЛІК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. В.Г. Гловацький, І.В. Пономарьов. Сучасні засоби релейного захисту та автоматики електромереж. 3 електронна версія. 2003 р.;
2. IEC 60255-24: 2013 Measuring relays and protection equipment - Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems.
3. Архангельский А.Я. Програмування в С++ Builder, 2010;
4. Герберт Шилдт - Повний довідник по С++, 2007;
5. Закону України «Про охорону праці»;
6. НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»;
7. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
8. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці»;
9. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;
10. НАПБ Б.02.005-2003 Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України;
11. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ;
12. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;
13. ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Вогнестійкість. Номенклатура показників і методи їх визначення»;
14. ДБН В.2.5-28:2015 «Державні Будівельні Норми України. Природне і штучне освітлення»;

**ДОДАТОК А.**