

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

УДК 614.842.47

«Допущено до захисту»

В.о. завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
к.т.н., доц. Чухов В.В.

«12» 12 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження протипожежних систем Tiras_____

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітній ступінь «магістр»

Виконавець роботи
студент 2 курсу, гр.ТРМ-21-1

(дата, підпис)

Співак М.С.

Керівник роботи
к.т.н., доц.

(дата, підпис)

Дубина О.Ф.

Житомир
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

Пояснювальна записка **до кваліфікаційної магістерської роботи**

на тему Дослідження протипожежних систем Tiras_____

Виконав: студент 2 курсу,
групи ТРМ-21-1 спеціальності
172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Співак М.С. _____

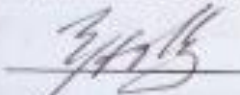
Керівник _____Дубина О.Ф._____

Рецензент _____Коренівська.О.Л._____

Житомир
2022

«Затверджено»

В.о. завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях

 В.В. Чухов
« 19 » 12 2022 р.

Завдання на кваліфікаційну магістерську роботу

Співак Михайл Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження протипожежних систем Tiras

затверджено наказом по університету від «__» ____ 2022 р. № ____

2. Мета дослідження полягає у дослідженні датчика системи пожежогасіння на основі п'єзорезистивного перетворювача

3. Вихідні дані (характеристики об'єкта, умов дослідження та ін.

1. Дослідити систему охоронно-пожежного сповіщення Tiras.

2. У якості сповіщувача використовувати датчик на основі п'єзорезистивного перетворювача.

4. Основні задачі дослідження

1. Провести загальну характеристику системи Tiras

2. Провести аналіз та вибір системи Tiras для виявлення пожежі

3. Провести дослідження п'єзорезистивного датчика системи Tiras

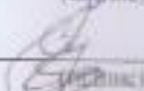
5. Термін подання роботи до захисту 12 грудня 2022 р.

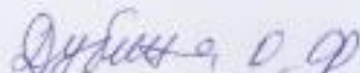
6. Дата видачі завдання « 6 » травня 2022 р.

Науковий керівник

Завдання прийняв
до виконання


(підпис)


(підпис)


(прізвище, ініціали)

Співак М.С.
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Темою магістерської роботи є дослідження протипожежної системи Тірас.

У першому розділі проведено аналіз призначення та складу сучасних систем пожежної безпеки, її складових. У другому розділі було проаналізовано сучасну охоронно-пожежну систему Тірас, її структурну і принципову схеми, а також схему живлення. Третій розділ присвячено дослідженню датчика пожежної системи на основі п'єзорезистивного перетворювача. Було проведено дослідження математичної моделі п'єзоманометра, метрологічних характеристик приладу та технологічної частини. The topic of the master's thesis is the study of the Tiras fire protection system.

ANNOTATION

In the first chapter, an analysis of the purpose and composition of modern fire safety systems and its components is carried out. The second chapter analyzed the modern Tiras fire protection system, its structural and principle schemes, as well as the power supply scheme. The third chapter is devoted to the investigation of the fire system sensor based on the piezoresistive transducer. The mathematical model of the piezomanometer, the metrological characteristics of the device and the technological part were studied.

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська кваліфікаційна робота містить 80 сторінок, 17 рисунків, 4 таблиці, 21 джерел посилання.

Робота складається з трьох розділів.

В першому розділі приведено аналіз існуючих протипожежних сповіщувчів показано принцип їх роботи та основні характеристики.

В другому було проаналізовано сучасну охоронно-пожежну систему Tiras, її структурну і принципову схеми, а також схему живлення та приведено визначено основні параметри, яким повина відповідати сама система протипожежного сповіщення, що досліджувалась.

Третій розділ присвячено дослідженню датчика пожежної системи на основі п'єзорезистивного перетворювача. Було проведено дослідження математичної моделі п'єзоманометра, метрологічних характеристик приладу та технологічної частини

Ключові слова: сповіщувач проти димовий, пристрій приймально контрольний сповіщувач, протипожежна безпека, сповіщення, манометр, п'єзорезистивний перетворювач.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОГО ОПОВІЩЕННЯ	9
1.1. Класифікація пожежних сповіщувачів	9
1.2. Аналіз системи пожежної сигналізації Tiras	15
1.3. Аналіз системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей	19
1.4. Аналіз системи передавання тривожних сповіщень	21
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ОХОРОНИ І ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	23
2.1. Аналіз структурної схеми системи охорони і протипожежної безпеки	23
2.2. Аналіз принципової схеми.	26
2.3. Аналіз схеми керування, контролю або регулювання	28
2.4. Аналіз системи живлення	31
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ СИСТЕМ TIRAS	33
3.1. Огляд методів багатокритеріальної оптимізації	33
3.2. Аналіз п'єзорезистивного перетворювача	49
3.3. Дослідження математичної моделі п'єзоманометра	50
3.4. Дослідження похибки виміру приладу	55
3.5. Дослідження перетворювачів	58
3.6. Дослідження технологічної частини	62
3.7. Аналіз параметричної точності складання п'єзодатчика	65
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	69
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Актуальність теми. Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню систем протипожежних сповіщувачів, призначених для оповіщення людей про пожежу. Особливе місце серед сповіщувачів займають світлові (світлозвукові) інформаційні табло, які вказують напрямок руху (евакуації) при пожежі або аварійної ситуації, входять до складу систем автоматичного пожежогасіння.

Пожежний сповіщувач - пристрій для формування сигналу про пожежу. Тепловий пожежний сповіщувач призначений для визначення підвищення температури приміщення понад певної межі. Сповіщувач пожежний димовий призначений для виявлення задимленості приміщень. Найбільш поширений тип пожежного сповіщувача.

Тепловому та димовому сповіщувачам притаманні певні недоліки та обмеження у застосуванні. У зв'язку з цим, почалися розробки і впровадження датчиків систем пожежогасіння, в основі роботи яких лежать інші принципи дії, наприклад, зміна тиску навколишнього середовища під час виникнення пожежі.

Метою роботи є дослідження датчика системи пожежогасіння на основі п'єзорезистивного перетворювача.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Поровести аналіз сучасних систем пожежогасіння.
2. Провести аналіз системи охоронної і пожежної системи Tiras.
3. Дослідження протипожежних систем Tiras.

Об'єктом дослідження є система охорони об'єктів.

Предметом дослідження є системи охорони і пожежної безпеки.

Апробація. Основні теоретичні та практичні результати роботи доповідались на III Всеукраїнській науково-практичній інтернетконференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Інформаційнокомп'ютерні технології: стан, досягнення та перспективи розвитку» (м.Житомир, 2021 р), V всеукраїнській науково-технічній конференції «Комп'ютерні технології: інновації,проблеми,рішення» (01.02.2022 р, м. Житомир).

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

СПД – сповіщувач протидимовий

СПЛД – сповіщувач протидимовий лазерний

ППК – прилад приймально-контрольний.

СПТС – система передачі тривожних сповіщень.

ПЦС – пульт централізованого спостереження.

ДБН – державні будівельні норми.

СПС – система пожежної сигналізації.

АСПГ – автоматична система пожежогасіння.

ВБН – відомчі будівельні норми.

ІЧ – інфрачервоний.

ОПС – охоронно-пожежна сигналізація.

ПВР – проект виконання робіт.

ЗІЗ – засіб індивідуального захисту.

Інстальатор – організація яка виконує монтаж а встановлення сигналізацій.

Геркон – магніто-контактний сповіщувач.

Об'єкт – територія, приміщення або кімната на якій проходить встановлення або розробка сигналізації.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОГО ОПОВІЩЕННЯ

1.1. Класифікація пожежних сповіщувачів

Перші протипожежні сповіщувачі

Першу автоматичну електричну пожежну сигналізацію запатентував 1890 року Френсіс Роббінс Аптон, колега Томаса Едісона.

Джордж Ендрю Дарбі запатентував перший європейський електричний тепловий сповіщувач 1902 року у Бірмінгемі, Англія. Наприкінці 1930 року, швейцарський фізик Вальтер Ягер, спробував винайти давач для отруйного газу. Він очікував, що газ, який надходить у давач, буде зв'язуватися з іонізованими молекулами повітря і, таким чином, змінить електричний струм у електричному колі приладу. Його пристрій не досяг цієї мети: малі концентрації газу не впливали на провідність давача. Розчарований, Ягер закурив і, незабаром, з подивом помітив, що вимірювач на приладі, зареєстрував струм, тобто тютюновий дим зробив те, що не зміг отруйний газ. Цей дослід проклав шлях до розробки сучасного давача диму. 1939 року швейцарський фізик Ернст Мейлі розробив пристрій іонізації у камері, здатний виявляти горючі гази у шахтах.

Іонізаційні давачі диму, було уперше продано у США 1951 року; вони використовувалися упродовж кількох років лише на великих комерційних і промислових об'єктах через їх великі розміри та вартість. Перший недорогий детектор диму для домашнього використання, було розроблено 1965 року, і він мав змінну батарею живлення, а масове виробництво цих пристроїв розпочалося 1975 року. 1970 року було розроблено іонізаційний давач диму, котрий живився від однієї 9-вольтової батареї. Дослідженнями, у 1960-і роки, встановлено, що детектори диму у разі пожежі, реагують набагато швидше, ніж теплові детектори. Оптичний давач диму було винайдено Д. Стілом та Р. Енмарком і

запатентовано 1972 року. Сигналізатор диму з літєвою батареєю, який міг працювати безперервно 10 років, з'явився у продажу 1995 року.

Система пожежної сигналізації - сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, обробки, передачі в заданому вигляді повідомлення про пожежу, спеціальної інформації та видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння і включення виконавчих установок систем протидимного захисту, технологічного та інженерного обладнання, а також інших пристроїв протипожежного захисту. Установки й системи пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі повинні забезпечувати автоматичне виявлення пожежі за час, необхідний для включення систем оповіщення про пожежу з метою організації безпечної (з урахуванням допустимого пожежного ризику) евакуації людей в умовах конкретного об'єкта.

Системи пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі повинні бути встановлені на об'єктах, де вплив небезпечних факторів пожежі може призвести до травматизму та загибелі людей.

Пожежний сповіщувач — компонент системи пожежної сигналізації, призначений для виявлення пожежі на ранній стадії її розвитку шляхом контролю фізичного чи хімічного явища, пов'язаного з пожежею (дим, тепло, оптичне випромінювання) та передачі сигналу на пожежний приймально-контрольний прилад (ППКП).

Вони поділяються на класи. Стандарти серії EN 54 Європейського комітету зі стандартизації та відповідна серія ДСТУ EN 54, прийнята в Україні, класифікують пожежні сповіщувачі кількома способами:

За явищем. За фізичним або хімічним явищем-ознакою пожежі розрізняють сповіщувачі, які реагують на:

- **Димовий сповіщувач** — це пристрої, що реагують на часточки диму в приміщенні. Вони здатні виявити пожежу на ранніх стадіях загоряння, коли ще немає підвищення температури і відкритого полум'я. Застосування димових сповіщувачів в приміщеннях істотно знижує ризики виникнення людських жертв

і великих збитків, так як на ранніх стадіях пожежі з ним можна впоратися підручними засобами.

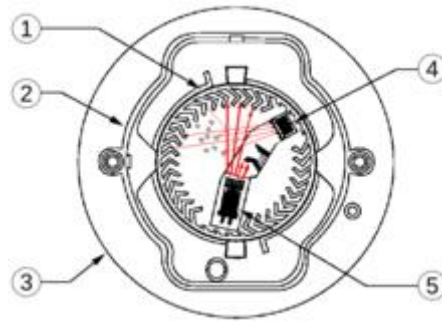


Рисунок 1.1 – принцип роботи СПД

- Іонізаційний сповіщувач - реагує на зміну струму в камері чутливого елемента сповіщувача, спричинену іонізацією аерозольних частинок випромінюванням радіоізопоп;



Рисунок 1.2 – СПД іонізаційний

- Оптичний сповіщувач - реагує на зміну інтенсивності сигналу, спричинену розсіюванням або поглинанням оптичного випромінювання який використовує оптичне волокно або як чутливий елемент («внутрішні датчики»), або як засіб ретрансляції сигналів від віддаленого датчика до електронного блоку, який обробляє сигнали («зовнішні датчики»). Існує багато способів використання волокна для дистанційного зондування. Залежно від необхідності, такі датчики використовуються через їх невеликий розмір, або тому, що вони не потребують електричної напруги у віддаленому місці, або тому, що багато датчиків можуть бути мультиплексовані по довжині волокна з використанням світла з різною довжиною хвилі для кожного датчика, або вимірюючи час

затримки, за який світло проходить уздовж волокна через кожен датчик. Час затримки може бути визначено з використанням таких пристроїв, як оптичний часовий рефлектометр.



Рисунок 1.3 – СПД оптичний

•Теплові сповіщувачі - це прилади для оперативного виявлення пожежі, які спрацьовують при різкому підвищенні температури в контрольованій зоні. Обладнання є компонентом автоматичної пожежної сигналізації, встановлюються в пожежних шлейфах, і при виявленні джерела надлишкового тепла передають тривожний сигнал на приймально-контрольні прилади систем ПС.

Робота сповіщувачів заснована на принципі постійного виміру температури і порівняння отриманих даних з масимальними показниками. Устаткування стійке до дії зовнішніх чинників - запиленості, вологості, загазованості і може застосовуватися для виявлення джерела пожежі в зоні, в якій встановлення датчиків диму і полум'я недоцільне.;



Рисунок 1.4 – Сповіщувач тепловий

Газовий сповіщувач - це пристрій, який реагує на зміну концентрації того чи іншого газу в повітрі. Також варто окремо сказати про газові датчики, або газових сповіщувачі, як таких, які здатні до виявлення пожежі. Газовий датчик - це пристрій, який реагує на підвищення концентрації саме тих газів, які виділяються при горінні або тлінні (пожежі). Такими газами можуть бути:

- вуглекислий і чадний газ, які є неорганічними сполуками оксиду вуглецю;
- вуглеводневі сполуки.



Рисунок 1.5 – СПД газовий

Сповіщувач полум'я – реагує на специфічний для відкритого полум'я характер оптичного випромінювання.

Сповіщувачі, які аналізують одночасно кілька різних явищ, називаються комбінованими



Рисунок 1.6 – Сповісчувач полум'я

За алгоритмом аналізу:

- Максимальний сповісчувач – сигнал про пожежу формується при перевищенні виміряної величини, що характеризує ознаку пожежі, визначеного значення;
- Диференційний сповісчувач – сигнал про пожежу формується шляхом аналізу різниці величин, отриманих від двох або більше чутливих елементів;
- Динамічний сповісчувач – сигнал про пожежу формується при перевищенні вимірянні величини заданої швидкості зміни;

За конфігурацією:

- Точковий сповісчувач – аналізує ознаки горіння поблизу визначеної точки;
- Багатоточковий сповісчувач – аналізує ознаки горіння поблизу декількох точок;
- Лінійний сповісчувач – аналізує ознаки горіння поблизу визначеної лінії.

За типом вихідного сигналу. Дворежимний сповісчувач – видає один з двох можливих сигналів: «норма» або «пожежна тривога»;

Багаторежимний сповісчувач – може видавати один із сигналів з набору станів (більше двох), наприклад, «норма», «пожежна тривога», «аварія»;

Аналоговий сповіщувач – вихідний сигнал містить інформацію про величину ознаки у вигляді аналогового чи цифрового сигналу.

Інше. Стандарт додатково виділяє такі типи пожежних сповіщувачів:



Рисунок 1.7 – Ручний сповіщувач. Кнопка про пожежу

Ручний сповіщувач – пристрій, призначений для подавання сигналу тривоги людиною, яка прийняла рішення про наявність пожежі;

Автономний димовий сповіщувач – пристрій, призначений для виявлення пожежі та оповіщення у житлових приміщеннях. Не приєднується до ППКП. Об'єднує джерело живлення, точковий димовий сповіщувач та засіб оповіщення.

1.2. Аналіз системи пожежної сигналізації Тірас

Система пожежної сигналізації (СПС) призначена для виявлення пожежі на початковій стадії загоряння в приміщеннях та видачі сигналу оповіщення персоналу про виникнення пожежі за допомогою світлозвукових індикаторів. СПС побудована на базі приймально -контрольного пожежного приладу (ППКП) типу «Тірас-4П» ТОВ ВКПФ «Тірас» з пристроєм передавання пожежної тривоги та попередження про несправність "МЦА-GSM" ТОВ ВКПФ «Тірас» по GSM-каналу і призначена для:

- приймання сигналів від підключених у систему сповіщувачів;
- перетворення і оцінки отриманої інформації;
- визначення відповідності отриманих сигналів режиму пожежної

тривоги;

- індикації будь-якого стану пожежної тривоги звуковими та візуальними засобами;
- індикації місця небезпеки;
- моніторингу правильного функціонування установки та видавання попередження світлозвуковими індикаторами про будь-які несправності (наприклад, про коротке замикання, обрив у лінії або несправність джерела живлення);
- формування сигналу тривоги для передачі на ПЦС;
- формування сигналів керування системами вентиляції та кондиціонування;
- формування сигналів в систему оповіщення (СО) про пожежу та управ-ління евакуацією людей.

Спрацювання системи передає сповіщення на пульт централізованого пожежного спостерігання ОДС ОКЦ територіального УДСНС України в Житомирській області.

Принцип роботи системи пожежної сигналізації. В черговому режимі автоматичні пожежні димові сповіщувачі контролюють об'єм приміщення на появу первинних ознак пожежі, та у випадку їх виявлення (поява диму), передають сигнал тривоги на ППКП. Прилад здійснює безперервний контроль ШС, опитування клавіатури, керування індикацією та вихідними сигналами. Контроль шлейфів приладу здійснюється шляхом виміру їхнього струму обтікання. При виявленні зміни напруги в ланцюзі ШС, прилад аналізує це відхилення і приймає рішення про тип сигналу. При отриманні сигналу тривоги ППКП за запрограмованими алгоритмами здійснює: видачу сигналів керування на оповіщення про пожежу; видачу сигналу тривоги на передавач устаткування передавання тривожних сповіщень. Прилад забезпечує автоматичний перехід на живлення від акумулятора у разі зникнення напруги мережі основного живлення 220 в, 50 Гц, який забезпечує роботу не менше 30 годин в черговому режимі та 3 години в режимі тривоги, та зворотній перехід у разі відновлення мережі. Усі клеми приладу, включаючи акумуляторні, мають

захист від короткого замикання та перевантаження по струму. Відімкнення приладу від електроживлення здійснюється вимикачем стаціонарної проводки і зняттям клем з акумуляторної батареї.

Вимоги щодо монтажу системи пожежної сигналізації. Монтажні та пусконаладжувальні роботи повинні проводитись у відповідності з вимогами Закону України «Про охорону праці», вимогам щодо техніки безпеки у відповідності з ДНАОП 0.00-1-32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». Монтаж та налагодження (СПЗ) повинні виконуватись персоналом підприємства, яке має ліцензію щодо виконання цих робіт, згідно технічної документації виробників обладнання працівниками, які мають відповідну кваліфікацію після проведення інструктажу з техніки безпеки та охорони праці. Перед підключенням обладнання вимірюються опори ізоляції електропроводок та заземлюючих пристроїв.

Підключення обладнання здійснюється у відповідності з електричними схемами підключення та інструкціями виробників обладнання. Перед ввімкненням змонтована (СПЗ) підлягає зовнішньому огляду. Пожежні сповіщувачі СПД-Кадет та СПД 2-Тірас Ех розміщуються на стелях під охоронних приміщень згідно креслень. Ручні пожежні сповіщувачі СПР «Тірас» розміщується на евакуаційних виходах на стіні не нижче 1,5 м. від підлоги (до нижнього краю сповіщувача). Шлейфи (СПС) з сповіщувачами виконуються кабелем КМВВ 4х0,22 і прокладаються в приміщеннях відкрито, або в пластмасових монтажних коробах й гофрорукавах. Місця установки сповіщувачів, контрольних коробок та прокладки шлейфів уточнюються під час монтажу з урахуванням розміщення приладів освітлення та інженерного обладнання. Проводку прокладену в середині під охоронних приміщень на висоті менше ніж 2,2 м. захистити від механічних пошкоджень.

ППКП встановлюється в приміщенні майстра таким чином, щоб висота від рівня підлоги до органів керування (клавіатури) становила 1,7 м. Отвори в стінах, через які пролягають шлейфи сигналізації захистити трубкою ПХВ, гофрорукавом. Шлейфи (СПС) прокладаються з урахуванням відстаней: не

менше 2,2 м. від рівня підлоги, не менше 0,5 м. від силових проводів. При встановленні пожежних сповіщувачів: відстань від органів вентиляції не менше 0,6 м., від джерел тепла не менше 0,5 м., для ручних сповіщувачів: не менше 0,5 м. від електричних вимикачів, не менше 0,75 м. від меблів та обладнання, не менше 0,05 м. від предметів які містять феромагнітні матеріали.

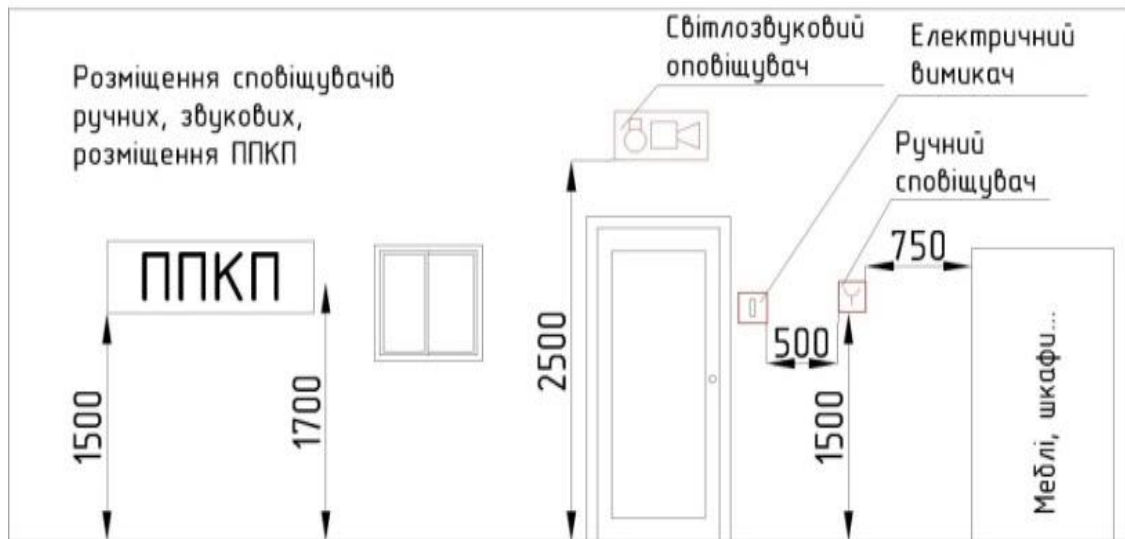


Рисунок 1.8 – Типова схема розміщення ППКП та сповіщувачів на стіні

Розміщення димових сповіщувачів на стелі

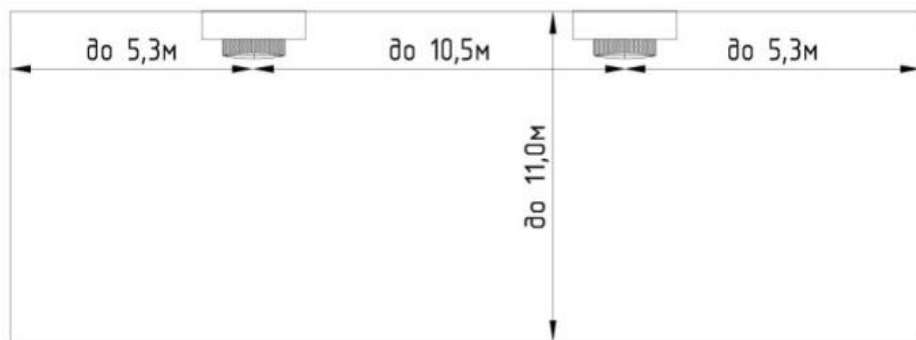


Рисунок 1.9 – Типове розміщення сповіщувачів димових

Розміщення теплових сповіщувачів на стелі

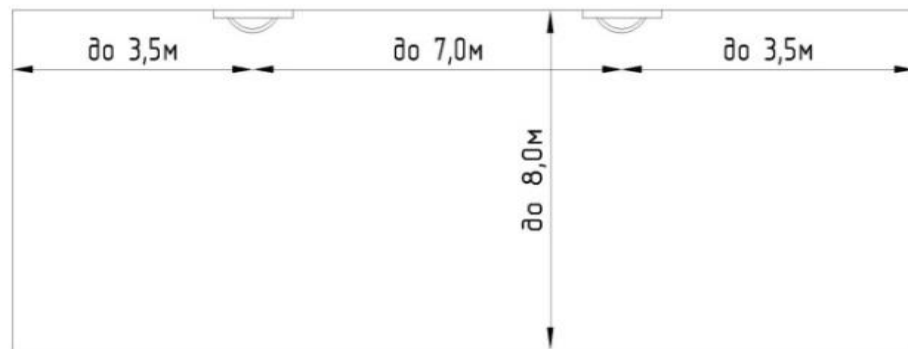


Рисунок 1.10 – Типове розміщення сповіщувачів теплових

Розміщення сповіщувачів на стелі

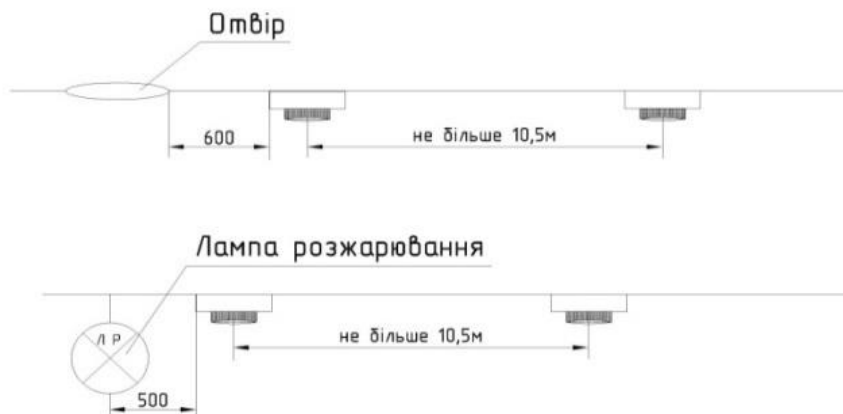


Рисунок 1.11 – Типове розміщення сповіщувачів

1.3. Аналіз системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей

Призначення системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей. Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей призначена для створення умов, спрямованих на попередження паніки та інших явищ, які ускладнюють процес евакуації людей з приміщень (скупчення людей в проходах та ін.) і виконується у відповідності з ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту», подачею звукових та/або світлових сигналів у всі приміщення будинку з постійним або тимчасовим перебуванням людей.

Принцип роботи системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей. В черговому режимі система оповіщення про пожежу знеструмлена. При спрацюванні пожежного сповіщувача на пожежу, ППКП формує електричний струм та напругу на контактах «ОПОВ» від яких живляться світлозвукові оповіщувачі ОСЗ-12Ex «Вихід» та ОСЗ-12 «Вихід». При цьому оповіщувачі переходять в режим тривоги. Світлозвукові сигнали оповіщувачів на пожежу приривисті. Оповіщення йде всіх одночасно. На виконання. Автоматичний перехід з основного джерела живлення на резервний системи оповіщення про пожежу забезпечує ППКП «Тірас-4П» з акумулятором 7А/год. Акумулятор ємністю 7А/год при загальному споживанні електричного струму всіма оповіщувачами забезпечує працездатність протягом 15 хв. Запуск (СО) в ручному режимі здійснюється від ручних пожежних сповіщувачів, які входять до складу системи пожежної сигналізації.

Основні типові проектні рішення. Зона оповіщення - частина будинку, в якій оповіщення людей про пожежу здійснюється одночасно по всій будівлі. Згідно з додатком Б ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщення "XXX", оснащується системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, в даному випадку в якості системи оповіщення обрано систему **оповіщення 1-го типу (СО-1)** всіх одночасно однією зоною: світлозвукові оповіщувачі, показники напрямку евакуації ОСЗ-12 «Вихід» ТОВ«Тірас-12» та ОСЗ-12Ex «Вихід» ТОВ ВКПФ«Тірас-12».

СО в режимі «Тривога» повинна функціонувати протягом часу, необхідного для евакуації людей з будинку, але не менше 15 хвилин. Вихід з ладу одного з оповіщувачів не повинен призводити до виведення з ладу ланки оповіщувачів, до якої його під'єднано. На шляхах евакуації встановлюються знаки безпеки, які відповідають ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір», які забезпечуються замовником. Зазначені знаки повинні бути світловими або несвітловими за умови, що знак освітлюється світильниками аварійного освітлення.

Вимоги щодо монтажу системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей. Монтажні та пусконаладжувальні роботи повинні проводитись у відповідності з вимогами Закону України «Про охорону праці», вимогам щодо техніки безпеки у відповідності з ДНАОП 0.00-1-32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». Монтаж та налагодження (СПЗ) повинні виконуватись персоналом підприємства, яке має ліцензію щодо виконання цих робіт згідно технічної документації виробників обладнання працівниками, які мають відповідну кваліфікацію після проведення інструктажу з техніки безпеки та охорони праці. Перед підключенням обладнання вимірюються опори ізоляції електропроводок та заземлюючих пристроїв. Підключення обладнання здійснюється у відповідності з електричними схемами підключення та інструкціями виробників обладнання. Перед ввімкненням змонтована (СПЗ) підлягає зовнішньому огляду. На виходах встановлюються світлозвукові оповіщувачі ОСЗ-12 «Вихід» та ОСЗ-12Ex «Вихід» згідно аркушу креслень виходячи з технічних характеристик оповіщувачів запроектована їх кількість забезпечить подачу звукових сигналів в усі приміщення на рівні не нижче 75дБ. живлення яких виконати кабелем НХН FE180/E30. Шлейфи (СПС) прокладаються з урахуванням відстаней: не менше 2,2 м. від рівня підлоги, не менше 0,5 м. від силових проводів. Настінні звукові та мовленнєві оповіщувачі кріпляться на висоті не менше 2,2 м.

1.4 Аналіз системи передавання тривожних сповіщень

Призначення устаткування передавання тривожних сповіщень. Устаткування передавання тривожних сповіщень «МЦА-GSM» виробник ТОВ ВКПФ «Тірас» призначено для передачі сигналу тривоги по GSM - каналу (тип-1) (сигнал «Пожежа» та «Несправність») на пульт централізованого спостереження ТОВ «ДІВІКС» СПТС «МОСТ-П» ТОВ ВКПФ «Тірас» й ОДС ОКЦ територіального Управління ДСНС в Житомирській області по протоколу TCP/IP й форматі передачі даних прикладного рівня SOS Access V3 згідно для

швидкого реагування пожежних підрозділів після спрацювання пожежної автоматики на об'єкті.

Передача сигналів за допомогою устаткування передавання тривожних сповіщень. ППКП за запрограмованими алгоритмами видає на устаткування передавання тривожних сповіщень системи GSM-моніторингу сигнали «Пожежа» та сигнал «Несправність». Використовуючи контакти «МЦА» виробляється необхідний керуючий вплив та передається необхідне повідомлення на пульт централізованого спостерігання ТОВ «ДІВІКС» СПТС «МОСТ-П» ТОВ ВКПФ «Тірас» й ОДС ОКЦ територіального Управління ДСНС в Житомирській за допомогою GSM - каналу (тип-1) по протоколу TCP/IP й форматі передачі даних прикладного рівня SOS Access V3. Час проходження сигналу складає 3-5 сек. Крім контролю передачі сигналів «Пожежа» та «Несправність», устаткування передавання тривожних сповіщень дозволяє контролювати наступну інформацію: стан електричного живлення ППКП та GSM-передавача, його наявність, режим самоохорони обладнання (несанкціонований доступ). Система дозволяє диспетчеру ПЦС ініціювати запит щодо контролю за параметрами СПЗ на об'єкті. Вся інформація, яка надходить з об'єкту, архівується в базі даних ПЦС.

Основні типові проектні рішення. Згідно додатку В ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту» «Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними системами пожежної сигналізації та пожежогасіння і тип системи передавання тривожних сповіщень», для формування і передачі сигналів «Несправність», «Пожежа» на пульт централізованого спостерігання ТОВ «ДІВІКС» СПТС «МОСТ-П» ТОВ ВКПФ «Тірас», ОДС ОКЦ територіального Управління ДСНС в Житомирській області встановлюється устаткування передавання тривожних сповіщень по GSM - каналу «МЦА-GSM». «МЦА-GSM» вмикається в спеціальний роз'єм на друкованій платі ППКП «Тірас-4П».

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ОХОРОНИ І ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

2.1 Аналіз структурної схеми системи охорони і протипожежної безпеки.

Пожежні сповіщувачі є основним елементом установок пожежної сигналізації (УПС). У відповідності до нормативних вимог і практики, міжнародного стандарту.

Пожежний сповіщувач, які перетворюють зміну контрольованої ознаки в ЕРС без додаткового джерела електроживлення відносять до генеруючих. Пожежний сповіщувач, які перетворюють змінні контрольовані ознаки в зміну параметра електричного кола за допомогою додаткового джерела живлення відносять до параметричних.

Однією з важливих ознак пожежний сповіщувач є вид вихідного сигналу. Дискретні пожежний сповіщувач у більшості бувають в одному з двох режимів: “Черговий”, або “Тривожний”, в деяких пожежний сповіщувач є також режим “Несправність” Зв’язок між значеннями U і $U_{вих}$ визначається функцією виду

$$U_{вих} = f(U) \quad (1)$$

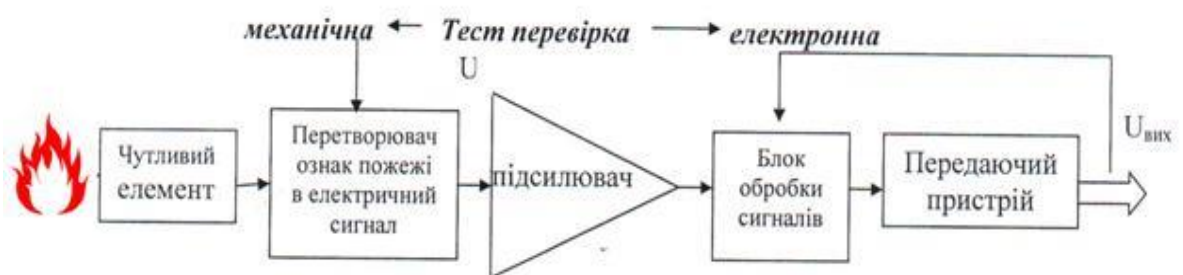


Рисунок 2.1.1 – Загальна структурна схема будови сучасного дискретного пожежного сповіщувача

На відміну від дискретного пожежний сповіщувач, аналоговий постійно забезпечує перетворення контрольованого параметра в відповідний вихідний

сигнал, що дає можливість приймальній апаратурі постійно оцінювати стан об'єкта, порівнюючи вихідний сигнал $ПС$ з прийнятим номінальним значенням (рис. 2.1.1). Умовою формування тривожного сигналу Y є дотримання нерівності $U_1 > U_2$.

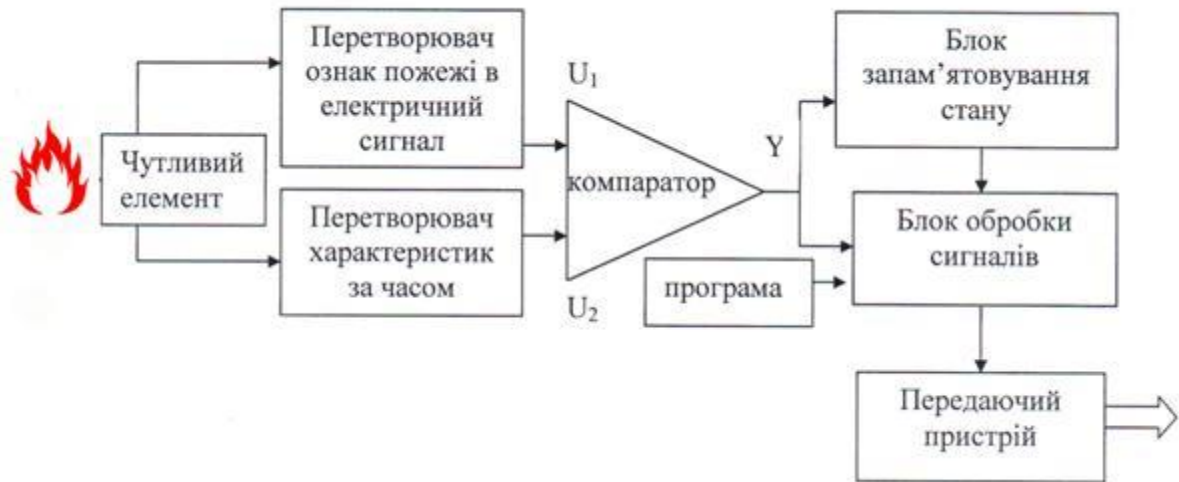


Рисунок.2.1.2 - Структурна схема пожежного сповіщувача, що аналізує стан контрольованого середовища

Для своєчасного визначення місця виникнення пожежі пропонується впроваджувати адресовані пожежні сповіщувачі. Крім того *ППКП* постійно, через певний інтервал часу, тест–сигналом відповідного коду, опитує пожежний сповіщувач, визначаючи його стан. При спрацюванні пожежного сповіщувача його кодовий сигнал чітко вказує приймальній станції місце виникнення пожежі.

В технічній літературі, на відміну від складних аналогових, адресовані пожежні сповіщувачі, прості, дискретні, неадресовані пожежний сповіщувач позначають терміном “конвенціональні”.

Важливою ознакою пожежного сповіщувача є зона, яку він контролює. Більшість пожежних сповіщувачів контролюють точкові (багатоточкові) зони (термін виходить з співвідношення розмірів чутливої зони пожежного сповіщувача до області формування контрольованої ознаки пожежі). Точкові пожежні сповіщувачі реагують на зміну контрольованого параметра

безпосередньо в місці розміщення. Лінійні пожежні сповіщувачі реагують на зміну контрольованого параметра вздовж визначеної довжини лінії. В системах *ОПС* знайшли використання пожежні сповіщувачі які реагують на зміну контрольованого параметра в визначеному об'ємі.

Для аналізу структурної схеми системи охорони та протипожежної безпеки необхідно насамперед поставити чітко технічне завдання.

Для пожежної сигналізації в основному застосовуються біметалічні датчики, що спрацьовують при температурі 60...70°C. Як правило, така сигналізація малоефективна: при температурі вище 70°C в приміщенні рятувати вже нічого, залишається тільки гасити пожежу. Тому дуже важливою є проблема виявлення вогнищ загоряння на ранній стадії. Існуючі ж системи сигналізації на основі газоаналізаторів і приймачів теплового випромінювання дуже дорого коштують.

При розробці пропонованого пристрою ставилася мета створити простий пристрій, що реагує на появу диму в приміщенні, що охороняється. Найкращих результатів досягають з комплектом промислових бар'єрних датчиків інфрачервоного випромінювання. При проведенні дослідів з вказаними пристроями було виявлено, що схема приймача має найбільшу чутливість до зміни оптичного середовища при подачі на випромінювач синусоїдальної напруги частотою близько 8 кГц.

Універсальний пристрій охоронно-пожежної сигналізації реагує на наступні типи нештатних ситуацій на об'єкті, що охороняється:

- поява диму або інша зміна оптичного середовища;
- перевищення встановленої температури повітря в діапазоні 20...60°C;
- поява відкритого вогню (збільшення освітленості);
- поява в зоні захисту рухомих об'єктів;
- проникнення в приміщення (у комплекті з датчиками охоронного шлейфу). Структурна схема пристрою складається (рис.2.1.3) з інфрачервоного

випромінювача (A1), приймача випромінювання (A2), блоку управління (БУ), термошлейфа (R20...R29) і блоку живлення (БП).

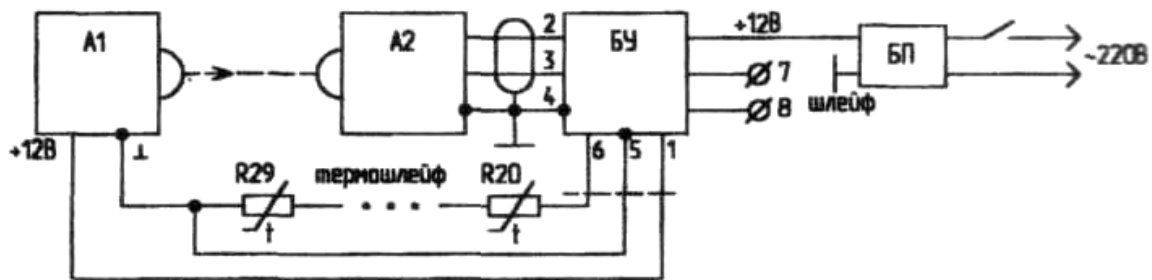


Рисунок 2.1.3 – Структурна схема пристрою охоронної і пожежної сигналізації

На структурній схемі позначено A1 і A2 – випромінювач та приймач інфрачервоного випромінювання, функцією яких являється виявлення димових частинок в контрольованому приміщенні.

БУ – блок управління, за допомогою якого аналізуються сигнали, що поступають з пожежних сповіщувачів та з шлейфу охоронних датчиків. Саме блок управління приймає рішення про видачу тривожного сигналу на централізований пульт чи в лінію зв'язку.

R20...R29 – термошлейф, за допомогою якого виявляється підвищення температури в контрольованому приміщенні.

БП – вторинний блок живлення – використовується для живлення всього обладнання стабілізованою напругою +12В.

2.2. Аналіз принципової схеми

Принципова схема системи пожежної сигналізації складських приміщень. Окремо слід зупинитися на побудові випромінювача ІЧ випромінювання, блока живлення та схеми витримки часу яка використовується для виключення спрацьовування пристрою в момент ввімкнення.

Випромінювач ІЧ-випромінювання. Випромінювач ІЧ-випромінювання сконструйований на основі генератора на двох логічних елементах ІМС К176ЛА7. В колі зворотного зв'язку яких ввімкнено елементи R1 та C1 з номіналами, які задають частоту генерації рівною 8 кГц, резистори R2 і R3 служать для обмеження струму світлодіода HL1. Принципова схема випромінювача зображена на рис.2.1.4

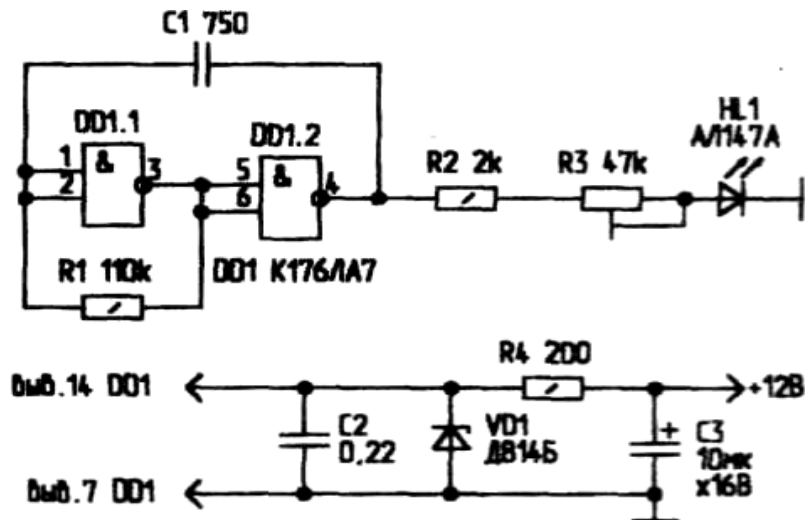


Рисунок 2.1.4 – Схема принципова випромінювача ІЧ-випромінювання.

Схема витримки часу виконана за допомогою релейних елементів типу РЕС55 (К1, К2) та РЕС9 – К3. В якості часозатримуючого кола при ввімкненні пристрою використовується транзисторний ключ VT1, VT2 з елементами, що обумовлюють затримку часу – C1, R2. Принципова схема зображена на рис.2.4

VT2 відкритий, і на вході 4 DD2.2 – логічна „1”. При зміні прозорості середовища напруга частотою 8 кГц на виході A2 знижується, VT2 закривається, і в результаті на виході DD2.2 з'являється логічна „1”. Реле K1 спрацьовує із затримкою, визначуваним ланцюжком R18, C7. Затримка зроблена для виключення спрацьовування датчика від випадкових перешкод в межах 5...10 секунд. Реле K1 після спрацьовування розриває своїми контактами K1.1 ланцюг охоронного шлейфу сигналізації об'єкту. Те ж відбувається, якщо з'являється напруга логічного "0" на входах 3 і 5 DD2.2 від схем термодатчика на терморезисторах R20...R29 і фотодатчика R15. Поріг спрацьовування фотодатчика регулюється R13, а термодатчика – R14. Світлодіод HL1 відображає включення пристрою і наявність сигналу тривоги. Живиться БУ від стабілізованої напруги 9 В. Схема випромінювача (A1) приведена на рис.2.1.4

Конструкція і монтаж пристрою. БУ зібраний на друкованій платі і розміщений в металевому корпусі, на передній панелі якого встановлені змінні резистори R2, R13, R14. R14 обладнаний шкалою з мітками температури через 5°C; на передню панель також виведені фоторезистор R15 (типа ФСК-Г2), встановлений в октальну лампову панель, світлодіод HL1, гнізда XI і X2, клеми 1...8 для підключення зовнішніх пристроїв і роз'єм живлення. Термошлейф завдовжки 10...20 м складається із загального дроту перетином 2,5 мм² (гнучкого монтажного) і тонших проводів: одного – цілого, а іншого – що складається з відрізків завдовжки 1,0...2,0 м, що включаються послідовно з терморезисторами R20...R29 типа ММТ-1 опором 1...2 ком. Терморезистори підключені так, як показано на рис.1 – по всій довжині термошлейфа.

Корпуси всіх блоків повинні бути з'єднані із загальним дротом.

Випромінювач A1 і приймач A2 встановлюється на протилежних стінах приміщення, що охороняється, якнайдалі один від одного (але не більше 20м) строго навпроти. Для монтажу подібних пристроїв існують загальні вимоги: жорстка опора для установки і вільний простір для проходження ІЧ-променя. При цьому ІЧ-промінь повинен проходити поблизу "вразливих" місць в приміщенні. Прямі сонячні промені не повинні потрапляти на лінзи ІЧ-системи і

фоторезистора. Термошлейф підвішується до стелі приміщення паралельно лінії ІЧ-променя. Він же є лінією живлення випромінювача А1. БУ встановлюється поблизу А2 і з'єднується з ним двопровідним екранованим кабелем.

Настройка. Підключивши джерело живлення, настраюють компаратор DA1 по максимальній чутливості підбором резистора R4, подаючи на гнізда X1, X2 сигнал із звукового генератора частотою 8 кГц. Рівень сигналу визначають по мілівольтметру, підключеному до виходу приймача. Рівень, при якому з'являється логічна "1" на вході 4 DD2.2, повинен бути не більше 10...15 мВ при установці движка R2 у верхнє по схемі положення.

Фотодатчик настраюють так, щоб область кута повороту движка резистора R13, при якому на вході 3 DD2.2 з'являється логічна "1", складала не більше 1/4 від загального кута повороту при дуже слабкому освітленні (наприклад при засвіченому сірнику в темній кімнаті). Регулювання проводиться шляхом підбору резистора (на схемі не показаний), що встановлюється паралельно R15, залежно від опору останнього. Після регулювання необхідно зафіксувати осі R13 і R2. Підключивши згорнутий в кільце термошлейф, його поміщають в просту термокамеру, що складається з картонного ящика, накритого склом. На дно ящика укладають кільце шлейфу і точний ртутний термометр, а поблизу скла (подалі від термометра) розміщують лампу потужністю 150...200 Вт. Контролюючи температуру усередині камери, відзначають мітки температури на шкалі при обертанні осі R14. Спрацьовування термодатчика визначають по появі на вході 5 DD2.2 напруги логічного "0" при відповідній температурі. Логічні рівні на виходах мікросхем контролюють або вольтметром постійного струму, або підключивши до виходів відповідних елементів світлодіод АЛ307 з послідовно включеним резистором 0,3...0,8 ком. Після монтажу А2, БУ і термошлейфа підключають живлення до випромінювача А1 і, переміщаючи його по стіні, знаходять місце, при установці в яке осцилограф, підключений до кубел X1 і X2, показує максимальну амплітуду сигналу.

Після жорсткого закріплення випромінювача А1, резистором R3 в нім встановлюють по осцилографу форму сигналу, близьку до синусоїди. Далі,

закривши "глазок" R15 світлонепроникним матеріалом і встановивши за шкалою R14 температуру вище ніж в приміщенні, регулюють поріг спрацьовування компаратора DA1 обертанням R2, до тих пір, поки не засвітиться світлодіод HL1. Після цього вісь R2 фіксують. Пристрій готовий до роботи. При експлуатації достатньо лише коректувати поріг спрацьовування термодатчика резистором R14 залежно від температури в приміщенні. При необхідності підстроюють поріг спрацьовування компаратора. Фотодатчик оперативного регулювання не потребує.

Для виключення спрацьовування пристрою у момент включення в колі живлення можна застосувати схему витримки часу (рис.2.1.3), суміщену з приладом охоронної сигналізації. Затримка включення (30...60 секунд) визначається номіналами кола R2, C1:

БУ включається в ланцюг шлейфу приладу послідовно з датчиками охоронного шлейфу. До контактів реле К3.2 підключаються виконавчі пристрої. При застосуванні вищезгаданих пристроїв в комплекті з аварійним живленням і надійною лінією передачі сигналу тривоги об'єкт, що охороняється, практично неможливо пошкодити непомітно.

Згідно з положеннями ДНАОП та правилами проведення та прийому робіт (установки охоронної, пожежної та охоронно-пожежної сигналізації (офіційне видання Мінприлад ВСН 25-09.68-85) димові лінійні пожежні сповіщувачі повинні бути розміщені на відстані 2,5 метра від стіни приміщення. Так як приміщення складів мають ширину 5 метрів, то для контролю достатньо однієї пари лінійних димових сповіщувачів, принцип дії яких ґрунтується на принципі ослаблення потоку інфрачервоного випромінювання від ІЧ-випромінювача до приймача.

2.4. Аналіз системи живлення

Згідно ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту» за ступенем забезпечення надійності електропостачання, система пожежної

сигналізації відноситься до 1-ї категорії. Електропостачання і конструкції їх для монтажу підлягають робочому ($R \leq 4 \text{ Ом}$) і захисному заземленню (зануленню) до існуючого чи запроектованого контуру заземлення. Підвід електроживлення 220 в, 50 Гц в приміщення де встановлюється ППКП та забезпечення захисного заземлення (занулення) виконує замовник. Споживча потужність обладнання СПЗ не перевищує 0,5 кВт. Резервування живлення здійснюється від вбудованого джерела постійного струму акумулятора напругою 12 в, ємністю 7А/год. **В приміщенні де встановлюється ППКП забезпечується штучне й аварійне освітлення, згідно ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту».**

Таблиця 1 - Дані для розрахунку

Пристрій	Ісп, А	Іпож, А	Кількість
ППКП „Тірас-4П”	0.12	0.13	1
Сповіщувачі СПР «Тірас»	-	0.035	2
Сповіщувачі СПД-Кадет,	0.0001	0.035	5
Оповіщувачі ОСЗ-12, ОСЗ-12Ех, джміль	-	0.2	4
ДЛ.Артон	0,0002	0,4	2
МЦА-GSM	0,04	0,04	1
Примітка. Ісп- струм споживання пристрою в режимі „спокій, Іпож– струм споживання пристрою в режимі „пожежа” (для ППКП – це струми споживання від акумуляторної батареї).			

Отже, струм споживання системи в режимі спокою:

$$I_{\text{сп}}(\text{СИСТЕМИ}) = I_{\text{сп}}(\text{ППКПйУ}) + I_{\text{сп}}(\text{сповіщувачі}) + I_{\text{сп}}(\text{МЦА}) + I_{\text{сп}}(\text{ДЛ})$$

Струм системи в режимі пожежі:

$$I_{\text{пож}}(\text{СИСТЕМИ}) = I_{\text{пож}}(\text{ППКПйУ}) + I_{\text{пож}}(\text{сповіщувачі}) + I_{\text{пож}}(\text{СПР}) + I_{\text{пож}}(\text{ОПОП}) + I_{\text{пож}}(\text{МЦА}) + I_{\text{пож}}(\text{ДЛ})$$

За вимогами ДБН, ППКПйУ має працювати від резервного джерела живлення в режимі спокою не менше 24 години + 15 хвилин в режимі пожежі.

Ємність акумуляторної батареї, необхідна для забезпечення роботи системи за вище наведених умов:

$$CAB = I_{сп}(СИСТЕМИ) \cdot 24 + I_{пож}(СИСТЕМИ) \cdot 0,25 \text{ (А} \cdot \text{год)}$$

Маємо:

$$I_{сп}(СИСТЕМИ) = 0,12 + 0,0001 \cdot 5 + 0,04 + 0,4 \cdot 2 = 0,161 \text{ (А)}$$

$$I_{пож}(СИСТЕМИ) = 0,13 + 0,035 \cdot 1 + 0,035 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,04 = 0,98 \text{ (А)}$$

$$CAB = 0,161 \cdot 24 + 0,98 \cdot 0,25 = 4,11 \text{ (А} \cdot \text{год)}$$

$$CAB(ППКПйУ) = 4,11 \text{ А} \cdot \text{год}$$

Розрахункова ємність акумуляторної батареї задовольняє вимозі $CAB(ППКП) < CAB$, отже для забезпечення стабільної роботи не потрібно використовувати ще один акумулятор ємністю 7 А/год.

Вимоги до пусконаладження, експлуатації та обслуговування пожежної автоматики. Пусконаладження СПЗ, а також її подальше експлуатаційне обслуговування має здійснюватись у відповідності з вимогами інструкцій, що надаються виробниками обладнання. Обслуговуючий персонал та оператори СПЗ повинні пройти навчальний курс з підготовки до роботи з установкою. Технічні спеціалісти в межах своїх функціональних обов'язків повинні вивчати та виконувати інструкції з експлуатації обладнання установки. Персонал, який працює в цих приміщеннях, повинен бути проінструктований про небезпечні фактори для людей, що виникають під час подавання вогнегасної речовини, а також проходити періодичні тренування щодо дій у разі спрацювання системи пожежогасіння.

Основні вимоги техніки безпеки. При виконанні монтажних робіт необхідно виконувати вимоги ліцензійних умов провадження господарської діяльності по монтажу установок СПЗ. При роботі з електроінструментами необхідно виконувати вимоги ГОСТ 12.2007.0-75*, а також інших нормативних актів. До обслуговування системи пожежної сигналізації допускаються особи не молодше 18-ти років, що пройшли медичний огляд, мають посвідчення на право роботи з установкою, пройшли вихідний інструктаж з техніки безпеки. Обслуговуючий та оперативний персонал повинен мати відповідну підготовку,

знати побудову та принцип дії системи пожежної сигналізації, знати і виконувати інструкції з експлуатації і не обхідні вимоги ДНАОП 0.00-1.21-98.«Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Усі ремонтні і регламентні роботи з системою пожежної сигналізації необхідно виконувати після відключення електроживлення. Перед проведенням робіт необхідно перевірити наявність робочого і захисного заземлення (занулення). Усі роботи з монтажу, утриманню та технічному обслуговуванню системи пожежної сигналізації виконуються суворо дотримуючись ліцензійних умов провадження діяльності по відповідним вимогам робіт.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ СИСТЕМ TIRAS

3.1 Огляд методів багатокритеріальної оптимізації

При виборі найкращого варіанту проектування СПС виникає завдання визначення важливості (пріоритету) вимог, що пред'являються до параметрів систем пожежної сигналізації. У сучасній математичній теорії вимірювання розрізняють два види вимірювання: в первинних шкалах (найменувань, порядку, інтервалів і т.д.), в похідних шкалах (функцій корисності та частот переваг).

Ієрархічна класифікація методів визначення коефіцієнтів важливості вимог

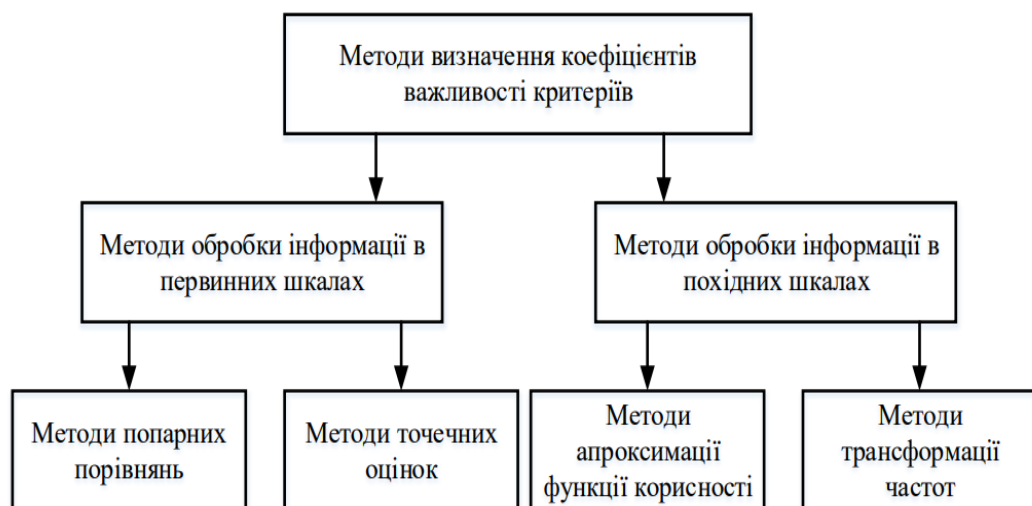


Рисунок 3.1.1 – Ієрархічна класифікація методів визначення коефіцієнтів важливості вимог

При розв'язанні задач багатокритеріального вибору виникає складність проведення експертизи та трудомісткість отримання вихідної експертної інформації, яка часто є неповною та протирічливою. У цих об'єктивно існуючих умовах доцільно вибрати ті методи, які потребують найменшого часу спілкування з експертами. Цій умові найповніше відповідає група методів попарного порівняння з обробкою інформації в первинних шкалах. До цієї групи методів визначення вагових коефіцієнтів належать методи Уея, Сааті та

Коггера і Ю [3].

Розглянемо ці методи більш детальніше.

.1 Метод Уея. Цей метод ґрунтується на даних матриці попарних порівнянь:

$$A = \|a_{ij}\|, \quad a_{ij} \in \{-1, 0, 1\}, \quad (2)$$

де $a_{ij} = -1$ означає перевагу параметра x_j над параметром x_i ;

$a_{ij} = 0$ – рівноцінність x_j та x_i ;

$a_{ij} = 1$ – перевагу параметра x_j над x_i .

Зважаючи на незручності роботи з негативними числами матрицю попарних порівнянь можна перетворити в не негативну матрицю

$$A^+ = \|a_{ij}^+\|, \quad a_{ij} \in \{0, 1, 2\} \quad (3)$$

де числа $\{0, 1, 2\}$ мають вищезазначений зміст.

Склавши числа по кожній з рядків матриці, матимемо числові характеристики важливості параметрів, а розділивши їх на загальну суму – отримаємо пріоритетні коефіцієнти параметрів (формула 3).

Недоліком цієї формули є те, що вона не враховує важливість «нічийних» (рівноцінності x_i і x_j) та «програшних» (коли x_j перевершує x_i) порівнянь.

$$\lambda_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^+}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^+} \quad (4)$$

Якщо усунути цей недолік, то пріоритетними коефіцієнтами по суті є координати власного вектору, відповідного максимальному характеристичному числу матриці попарних порівнянь.

2 Метод Сааті. Нехай експерт аналізує S об'єктів. Порівнюючи їх попарно між собою, він визначає S^2 чисел λ_{ij} ($i = 1, \dots, S$; $j = 1, \dots, S$), кожне з

яких характеризує, на думку експерта, відносну значимість i -го об'єкту в порівнянні з j -м. Величина λ_{ij}^* представляє оцінку (наближене значення) істинної важливості λ_{ij} порівнюваних об'єктів. Сукупність експертних оцінок можна записати у вигляді квадратної матриці. Елементи цієї матриці (відносні важливості об'єктів) можна розглядати як відношення справжніх важливостей. Кращою вважається альтернатива, що має найбільшу вагу.

Таким чином, з урахуванням вище згаданої інформації можна відмітити те, що алгоритми методів попарного порівняння схожі, але наявність відмінностей між ними може дати різні пріоритетні коефіцієнти важливості критеріїв що, в свою чергу, може призвести до отримання невірною результату. Іншою проблемою є ступінь узгодженості оцінок експертів. У методах попарного порівняння експерт висловлює свою думку про співвідношення важливості всіх можливих пар критеріїв у вигляді інтенсивності відносної важливості, яка кількісно визначається за допомогою шкали відносної важливості. Відносний ступінь переваги (домінування) одного критерію над іншим задає експерт на основі своїх знань про реальні процеси, які відбуваються у вузлах системи з біометричними характеристиками людини, тобто ця кількісна оцінка має суб'єктивний характер. Отже, вектор коефіцієнтів пріоритету буде залежати від кількості експертів і рівня їхньої досвідченості та кваліфікації.

Для визначення оптимального методу автентифікації, проаналізуємо найбільш розповсюджені показники біометричних систем, такі як [3]:

1) Визнання користувачами: згода людей на збір даних, ступінь психологічного комфорту (різні системи та методи визначення біометричних характеристик здатні викликати негативну реакцію користувачів, страх або сумнів), пропускну спроможність (час, який потрібен людині для взаємодії з цим пристроєм), біометричний пристрій має функціонувати чітко й точно.

2) Стійкість до підробок та атак: можливість використання різних «дублікатів», таких як зліпки, магнітофонні записи тощо.

3) Вартість.

4) Простота використання.

5) FRR – частота відмов в обслуговуванні (точність, ймовірність збою в роботі) – «помилки першого роду»: прийняття заявленої особистості за несправжню, хоча вона такою не є.

6) FAR – частота помилкових спрацьовувань (надійність) – «помилки другого роду»: прийняття заявленої особистості за істинну, хоча насправді це злоумисник.

7) Час розпізнавання об'єкту: час, який потрібен для обслуговування одного користувача. Він залежить від того, яким способом ми будемо порівнювати наданий нам біометричний зразок. Розпізнавання може бути влаштовано двома методами:

- «один до багатьох» (за кількома атрибутам): ідентифікація – процес порівняння біометричного зразка або коду, отриманого від зразка, з усіма відомими біометричними еталонними шаблонами у файлі.

- «один до одного» (за одним атрибутом): процес порівняння наданого біометричного зразка з унікальним біометричним еталоном однієї особистості зі списку, яка вимагає перевірки. Еталонному шаблону не обов'язково перебувати у великій базі даних, його можна носити з собою на смарт-карті або іншому пристрої захисту. Якщо процес перевірки відмінно налагоджений, біометрична інформація не вводиться в систему, а видається лише результат: підтверджується збіг або розбіжність. Така процедура отримала назву верифікація (перевірка), яка відрізняється високою швидкістю і пред'являє мінімальні вимоги до обчислювальної потужності комп'ютера.

8) Розмір шаблону: чим більше розмір образу, тим повільніше йде розпізнавання.

9) Стабільність роботи при старінні

Використаємо для оцінювання найбільш ефективний метод власних векторів – метод Сааті. Для цього проведемо ранжування отриманих показників за шкалою важливості (табл. 3.1)

Технічні характеристики пожежних сповіщувачів. Пожежні сповіщувачі, як елементи системи пожежної сигналізації, характеризуються різними технічними показниками, які дозволяють їх оцінити і вірно експлуатувати в різноманітних умовах.

У практиці проектування та експлуатації систем пожежної сигналізації найважливішими є наступні технічні характеристики автоматичних пожежних сповіщувачів:

- поріг спрацювання;
- величина контрольованої області (максимальна дальність дії);
- інерційність спрацювання;
- діапазон напруг живлення;
- споживана потужність у черговому режимі і режимі «Тривога», Вт;
- габаритні розміри, маса;
- діапазон робочих температур;
- клас захисту сповіщувача.

Поріг спрацювання — мінімальна величина контрольованого параметра (або швидкість його зміни), при якій спрацює сповіщувач. Для теплових максимальних пожежних сповіщувачів це температура спрацювання в градусах по Цельсію (°C). При досягненні небезпечної температури ПС формує сигнал тривоги. Значення порога спрацювання для теплових ПС перебуває в межах 60..80 °C (для ПС класів А1, А2, В за ДСТУ EN-54-5-2003), або має більше високе значення для ПС інших класів (до 150 °C). Для теплових диференціальних ПС це швидкість зміни температури, (°C/хвил) [5].

Для оптичних ПС чутливість визначається граничним значенням оптичної щільності контрольованого середовища. При проходженні променя світла через задимлену область світловий потік послабляється (внаслідок відбиття й поглинання світла частками диму).

Величина контрольованої області — це простір поблизу сповіщувача, у межах якого гарантується його спрацювання при виникненні пожежі. Для

точкових сповіщувачів цей параметр виражається площею приміщення, контрольованою сповіщувачем з необхідною надійністю. Площа, що захищається, істотно залежить від висоти установки сповіщувача й характеристик приміщення³⁷ Для сповіщувачів полум'я область, що захищається, визначається

максимальною дальністю виявлення відкритого тестового вогнища пожежі й кутом огляду, що залежить від типу й конструкції сповіщувача полум'я. Як правило, сповіщувачі полум'я мають три рівні чутливості 1 – високий, 2 – середній і 3 – низький.

Інерційність спрацювання — проміжок часу між двома подіями — від досягнення в контрольованій точці величини порога спрацьовування, до моменту, коли сповіщувач спрацює. Варто розрізняти апаратурну й фактичну інерційність. Апаратурна інерційність обумовлена особливостями принципу дії, конструкції й застосованими схемотехнічними рішеннями. Фактична інерційність характеризує здатність виявлення пожежі конкретним сповіщувачем у конкретних умовах. Вона залежить від параметрів приміщення й параметрів осередку пожежі [5].

Наприклад при збільшенні швидкості зростання температури фактична інерційність теплових сповіщувачів зменшується. Апаратурна інерційність є нормованою величиною і є основним критерієм для оцінки придатності сповіщувача для виявлення пожежі певного класу.

Таким чином, інерційність спрацювання може трактуватися наступним чином: апаратурна інерційність — проміжок часу від моменту досягнення контрольованим параметром пожежі величини порога спрацьовування чутливого елемента пожежного сповіщувача до моменту видачі ним сигналу "Пожежа"; фактична інерційність — час від початку впливу контрольованого параметра пожежі на чутливий елемент пожежного сповіщувача до моменту видачі ним сигналу "Пожежа" [5].

Технічні характеристики сповіщувачів визначають їх якість. Врахування технічних характеристик дозволяє вибрати і порівняти різні зразки обладнання ,

якісно виконати проектні роботи та провести експертизу системи пожежної сигналізації.

Зведемо у таблицю (табл. 3.1) характеристики приведених раніше датчиків

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики датчиків СПС

Назва сповіщувача	Тип сповіщувача	Поріг спрацювання (чутливість)	Величина контролюваної області	Діапазон напруг живлення	Діапазон робочих температур	Клас захисту сповіщувача
СПД-3	димовий	не більше 10с	до 15м	від 9 до 30В	54-70	IP30
ИПК-8	димовий	0,05дБ/м -0,2дБ/м	до 15м	від 10 до 30В	від -10 до +50	IP40
СПД2-ТІРАС	димовий	54-70 °С	до 15м	від 8 до 28В	54-70	IP30
ТПТ-3	тепловий	не більше 10с	до 15м	від 9 до 30В	62±8	IP30
ИПК-9	тепловий	54-70 °С	до 15м	від 10 до 30В	від -10 до +55	IP30
СПТ-Тірас	тепловий		до 15м	від 8 до 28В	62±8	IP30
ИРП-1	ручний		до 30 м	від 10 до 30В	від -10 до +55	IP54

SPR-1	ручний		до 30 м	до 30В	62±8	IP30
СПР "Тірас"	ручний		до 30 м	від 8 до 28В	від -10 до +55	IP20
Артон ДЛ1	лінійний	1,5±0,5д Б	до 100 м	від 10 до 30В	55±30	IP30
СПК "Тірас"	комбінов аний	0,05дБ/м -0,2дБ/м	до 15м	від 8 до 28В	від -10 до +55	IP30

Опис об'єкта проектування. Спальний корпус Позаміського закладу оздоровлення та відпочинку "Ялинка" знаходиться в сільській місцевості за адресою: Харківська область, Валківський район, с. Піски, вул. Соснова, 10-а , загальною площею – 661,4 м2

Захисту підлягають приміщення будинків охорони здоров'я, відповідно Додатку А ДБН В.2.5-56:2014 таблиці А.1 п.8 Будинки охорони здоров'я (лікувально-профілактичні, санаторно-профілактичні заклади, установи судово-медичної експертизи, аптечні заклади, санаторії та санаторії-профілакторії, заклади відпочинку та туризму) п. 8.1 Умовною висотою до 26,5 м включно)[1].

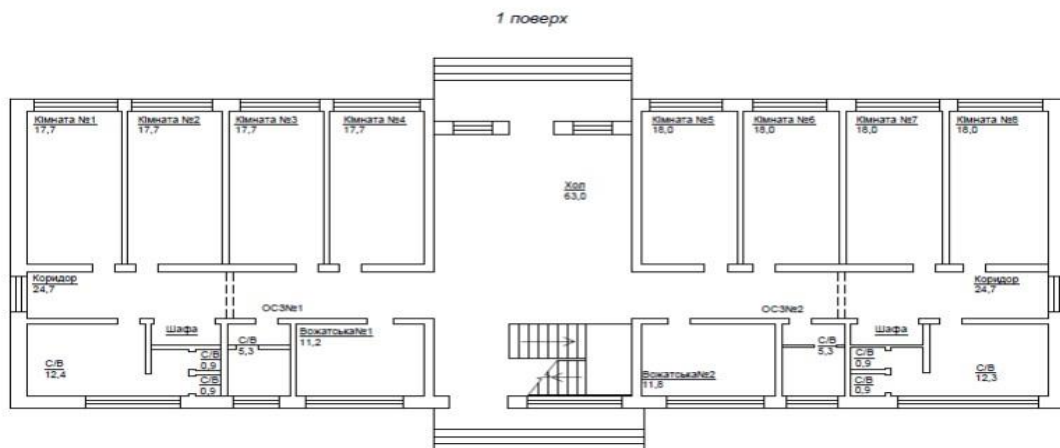


Рисунок 3.1 - План 1-го поверху приміщень Позаміського закладу оздоровлення та відпочинку "Ялинка"



Рисунок 3.2 - План 2-го поверху приміщень Позаміського закладу оздоровлення та відпочинку "Ялинка"

Надійність одиничного елемента. Під надійністю елемента або системи розуміється їх властивість виконувати свої функції протягом заданого проміжку часу або заданої напрацьованості [2].

Існує багато причин, що обумовлюють недостатню надійність елементів і систем.

Першу групу становлять помилки, допущені при конструюванні, визначенні умов експлуатації, виготовленні та монтажі обладнання. Ці помилки виражаються в підвищеній частоті відмов, особливо при освоєнні і запуску у виготовлення нових виробів.

Інша група факторів призводить до поступової втрати елементів або системою своїх первинних властивостей. Це явище виражається - різними видами старіння. Проте результат цих закономірних змін може проявитися раптово, тобто має випадковий характер [2].

Третя група - це непередбачені дії на елемент або систему, найчастіше фізичного характеру, звані стресами. Ці впливи призводять до катастрофічних або миттєвих відмов.

Ці три групи викликають незворотні зміни властивостей елементів і систем — система приходить в непридатність часткову або повну [2].

Існують впливи, які викликають тимчасову відмову, дія якої зникає після зникнення причин, що викликали відмову. Такі тимчасові або відмови які самоусуваються іменуються збоями. Наприклад, збій може з'явитися в електронній системі в результаті перешкод (наприклад, в телевізорі). Резюмуючи все вищевикладене, можна відзначити, що у всіх випадках відмова елемента системи є випадковою подією і тому може описуватися апаратом теорії ймовірностей [2].

Слід зазначити, що отримання достатньо достовірних математичних висновків можливо лише при дуже великому обсязі інформації про відмови, і в цьому головний недолік цього методу.

Для різних елементів і систем вирішальну роль мають різні показники надійності, так як нас цікавлять досить різні показники роботи в різних випадках. Елемент або система може мати безліч станів, що розрізняються між собою з точки зору надійності. Для опису зв'язку конкретних елементів безлічі та зв'язку цих елементів між собою потрібно розробити математичну модель, що описує цю безліч [2].

Загальний підхід до побудови моделей надійності полягає в наступному. В якості першого кола побудови математичної моделі необхідно вибрати відповідний фазовий простір системи або елемента $G = \{ x \}$ ("Безліч G містить x елементів") З часм в складових частинах системи відбуваються різні зміни, наприклад старіння. Тому, якщо в момент часу t_1 стан системи описувався точкою x_1 , то в момент t_2 стан системи описується точкою x_2 . При цьому може виявитися, що $x_1 \neq x_2$. Якщо позначити через $x(t) \in G$ (x функція від t належить множині G) стан системи в момент часу t , то послідовність станів $x(t)$, де $t \geq 0$ можна розглядати, як процес, що протікає в часі. Оскільки зміни залежать від випадкових причин, то $x(t)$ можна розглядати як траєкторію випадкового процесу, що протікає в фазовому просторі G [2].

Другим кроком побудови математичної моделі є визначення цього випадкового процесу в залежності від конкретних умов завдання. Тобто необхідно знайти математичну закономірність еволюції процесу [2].

Третій крок полягає у виборі різних числових характеристик надійності системи. Такий вибір залежить від конкретних умов і призначення системи. У найзагальнішому плані характеристики надійності можна розглядати як математичне очікування від деякого функціонала Φ , визначеного на траєкторіях $x(t)$ (Функціоналом в даному випадку є деяке числове значення, що характеризує значення функції на траєкторії, що лежить в просторі сталої роботи системи або елемента) [2].

Другим кроком побудови математичної моделі є визначення цього випадкового процесу в залежності від конкретних умов завдання. Тобто необхідно знайти математичну закономірність еволюції процесу [2].

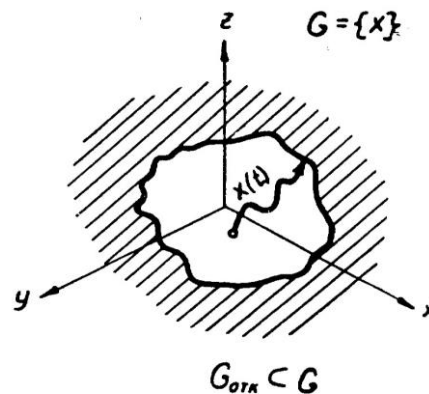


Рисунок 4.1 - Схематична модель фазового простору і траєкторії випадкового процесу.

Функціонал Φ визначено на процесі $x(t)$, якщо кожній траєкторії $x(t)$ ставиться у відповідність деяке число $\Phi[x(t)]$. Показник надійності φ визначається як математичне очікування від цього функціоналу, тобто

$$\varphi = M\Phi[x(t)] \quad (5)$$

Такий підхід фактично полягає в тому, що кожній траєкторії процесу ми приписуємо деяку вагу (значущість), а потім за показник надійності приймаємо середнє значення цієї ваги (рис. 4.1)

Задано фазовий простір $G = \{x\}$. В ньому визначено підмножина $G_{отк} \subset G$, в якому система буде вважатися непрацездатною, оскільки її стан $x(t) \in G$.

Відмова системи настане тоді, коли траєкторія $x(t)$ досягне кордону

підмножини $G_{отк}$ і ввійде в нього.

Кількісний показник надійності системи в кожній точці траєкторії буде визначатися деяким числовим значенням, що визначається за формулою (5).

Така в загальному вигляді методика підходу до визначення характеристик надійності [13].

Надійність елемента, що працює до першої відмови. Під елементом, працюючим до першої відмови, розуміється невідновлювальний елемент, якій після виходу з ладу не може бути відремонтований. Нехай в момент $t = 0$ елемент почав роботу, а в момент $t = \tau$ відбулася відмова. Тоді τ буде час життя елемента, його істинний ресурс [2].

Якщо τ випадкова величина і відомий її закон розподілу, то ймовірність відмови аналогічних елементів визначиться з формули

$$q(t) = P\{\tau < t\} \quad (6)$$

де $P\{\tau < t\}$ - імовірність відмови елемента до моменту t , визначена на множині елементів, термін життя яких менш розглянутого моменту [12]. Передбачається, що $Q(t)$ неперервна, і існує безперервна щільність імовірності відмови, яка виразиться першою похідною

$$q(t) = Q'(t) \quad (7)$$

де $q(t)$ - щільність імовірності відмови.

Відзначимо, що припущення τ випадковою величиною є серйозним припущенням, яке на практиці, очевидно, не завжди справедливо [2].

Функція $Q(t)$ повністю визначає надійність елемента. Однак це визначення є формальним і не відображає фізичної сутності старіння. Поряд з функцією (7) застосовується й інша функція

$$P(t) = 1 - Q(t) = P\{\tau > t\} \quad (8)$$

Формула (8) визначає середню ймовірність безвідмовної роботи за час t .

Цю функцію найчастіше називають функцією надійності. Зразковий вид функцій надійності та ненадійності показаний на рис. 4.2.

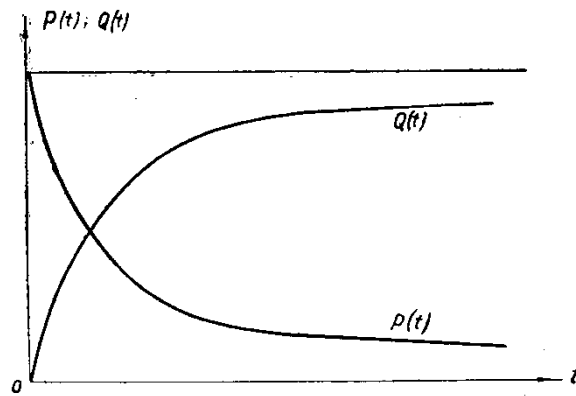


Рисунок.4.2 - Вид функцій: надійності - $P(t)$, і ненадійності - $Q(t)$

Функція монотонно спадає $P(0) = 1$, $P(t) \rightarrow 0$, при $t \rightarrow \infty$; $Q = 0$ та $Q(t) \rightarrow 1$ при $t \rightarrow \infty$.

Функцію $P(t)$ можна наближено знайти з досвіду. На випробування ставиться N елементів і випробовується в однакових умовах протягом часу $t = t_0$. Якщо до моменту t_0 не відмовило n елементів, то по теоремі Бореля [2]

Можна функцію $P(t)$ знайти для всіх значень $t \leq t_0$. Для цього при проведенні випробувань необхідно зазначати істинне час відмов елементів. За моментами відмов можна визначити функцію $n(t)$, яка чисельно дорівнює числу елементів, які не відмовили до моменту t . У початковий момент (при $t = 0$) $n(t) = N$, а в момент кожної відмови зменшується на одиницю [2].

Тоді формулу (4.5) можна записати наступним чином:

$$P_N(t) = \frac{n(t)}{N} \quad (9)$$

Ставлення (9) називається емпіричною функцією надійності. З ростом N ця функція рівномірно наближається до $P(t)$ і для великих N

$$P_N(t) = \frac{n(t)}{N} \approx P(t) \quad (10)$$

Функцію $P(t)$ в загальному випадку не можна екстраполювати за межі дільниці випробування. Для оцінки функції $P(t)$ потрібно набагато більший обсяг випробувань, ніж для функції $P(t_0)$ (при однаковій точності). Тому часто ці функції не визначаються, а надійність характеризують числовими величинами [2].

Найважливішою з них є середній час безвідмовної роботи, який визначається як математичне сподівання випадкової величини τ

$$T_0 = M_\tau = \int_0^\infty t \cdot q(t) \cdot dt; \quad (11)$$

Після перетворення:

$$T_0 = \int_0^\infty P(t) \cdot dt. \quad (12)$$

Формула показує, що T_0 (середній час безвідмовної роботи) геометрично виражається площею фігури, обмеженої осями координат та кривої $P(t)$

Середній час можна визначити за результатами випробувань. Для цього, необхідно визначити

$$\tau = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n}{N}, \quad (13)$$

де: τ - Середній час життя елемента;

$\tau_{1,2}$ - час життя i -го елемента;

N - число елементів, підданих випробуванню.

На жаль, подібні випробування нездійсненні, тому не можна чекати, поки відмовлять всі елементи (велика втрата часу). Тому можна оцінити наближено

$$T_0 > \frac{\tau + \tau_{21} + \dots + \tau_n + (N-n) \cdot t}{N}, \quad (14)$$

n - число відмовили елементів;

T_0 - середній час безвідмовної роботи; t_i - Час життя елемента.

Цією оцінкою можна користуватися при n , близькому до N .

Під технічною системою розуміється будь-який пристрій, що складається

з частин, які називаються елементами. Елементами можуть бути як найпростіші нерозкладних частини системи, так і окремі вузли та агрегати. Єдиним іобов'язковою умовою є те, що надійність усіх елементів, що входять в технічну систему, повинна бути відома, тобто обчислено заздалегідь.

Структура системи і характер її роботи повинні бути відомі настільки, щоб для будь-якого елемента або групи можна сказати: чи викликає відмова одного елемента або групи елементів відмову системи (повну або часткову) [12]..

Надійність системи з незалежними елементами, що працюють до першої відмови. Для виведення розрахункових залежностей, крім зазначених вище умов, введемо наступне: елементи відмовляють незалежно один від одного, тобто відмова будь-якої групи елементів не змінює надійності інших елементів.

Розглянемо спочатку роботу системи до її першої відмови. У цьому випадку її надійність цілком визначається функцією надійності $P(t)$, яка дорівнює ймовірності безвідмовної роботи системи протягом часу t .

Нехай система складається з n числа елементів, функцію надійності яких ми позначимо через $p_1(t); p_2(t); \dots p_n(t)$.

Завдання полягає в тому, щоб висловити функцію надійності системи $P(t)$ через функції надійності елементів. Розглянемо кілька можливих випадків.

Всі елементи системи мають основне (послідовне) з'єднання

Вище вказувалося, що основним або послідовним з'єднанням вважається (в, сенсі надійності) таке, коли відмова одного з елементів призводить до відмови всієї системи в цілому. Даний випадок є найпростішим і найбільш важливим [2].

Для безвідмовної роботи системи протягом часу t потрібно, щоб кожен елемент працював безвідмовно протягом цього ж часу. Так як елементи незалежні в сенсі надійності, то функції надійності елементів перемножуються

$$P(t) = p_1(t) \cdot p_2(t) \cdot \dots \cdot p_s(t) \quad (15)$$

Висловимо функції надійності через інтенсивності відмов

$$\lambda(t) = \lambda_1(t) + \lambda_2(t) + \dots + \lambda_s(t) \quad (16)$$

При основному (послідовному) з'єднанні елементів інтенсивності відмов складаються. Зокрема, для експоненціального закону, коли $\lambda_K(t) = \lambda_K = \text{const}$,

$$\lambda(t) = m \sum_{i=0}^n \lambda_i \quad (17)$$

Тоді

$$P(t) = \exp\left[-\sum_{i=0}^n \lambda_i t\right] \quad (18)$$

Якщо надійність елементів підпорядковується експоненціальному закону, то надійність системи також буде підкорятися експоненціальному закону.

Позначимо T_0 - середній час життя системи, а через T_K - середній час життя K -того елемента.

$$T_0 = \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \dots + \frac{1}{T_s}} \quad (19)$$

У складній системі завжди можуть бути групи однакових елементів, що виконують однакові функції, надійності яких можна прийняти однаковими. Для них формули (4.13) і (4.14) запишуться так

$$P(t) = [P_1(t)]^{n_1} + [P_2(t)]^{n_2} + \dots + [P_s(t)]^{n_s}, \quad (20)$$

$$\lambda(t) = n_1 \cdot \lambda_1(t) + n_2 \cdot \lambda_2(t) + \dots + n_s \cdot \lambda_s(t), \quad (21)$$

де n_i - число елементів в групі від 1 до s .

Для експоненціального закону

$$\lambda = n_1 \cdot \lambda_1 + n_2 \cdot \lambda_2 + \dots + n_s \cdot \lambda_s, \quad (22)$$

$$T_0 = \frac{1}{\frac{n_1}{T_1} + \frac{n_2}{T_2} + \dots + \frac{n_s}{T_s}}, \quad (23)$$

В окремому випадку, коли всі елементи мають однакову надійність $p_K(t) = p(t)$

$$\lambda(t) = n\lambda(t), \quad (24)$$

$$P(t) = [p(t)]^n \quad (25)$$

Всі елементи системи мають резервне (паралельне) з'єднання

Резервним або паралельним, з точки зору надійності, називається таке з'єднання елементів системи, коли відмова одного з елементів не призводить до відмови системи і відмову системи настає тоді, коли відмовлять всі елементи.

Так як елементи незалежні (така умова обумовлено в самому початку), то при паралельному з'єднанні перемножуються ймовірності відмови

$$Q(t) = q_1(t) \cdot q_2(t) \cdot \dots \cdot q_n(t). \quad (26)$$

Частичний випадки, якщо елементи однаково надійні, отримаємо

$$Q(t) = q^n(t) \quad (27)$$

n - число елементів в системі.

Якщо надійність кожного елемента підпорядковується експоненціальним законом, то надійність системи вже не буде підкорятися цьому закону. Наприклад, для випадку елементів з однаковою надійністю[2].

Розрахунок надійності спроектованої системи. Останнім етапом проектування системи, є розрахунок надійності її елементів.

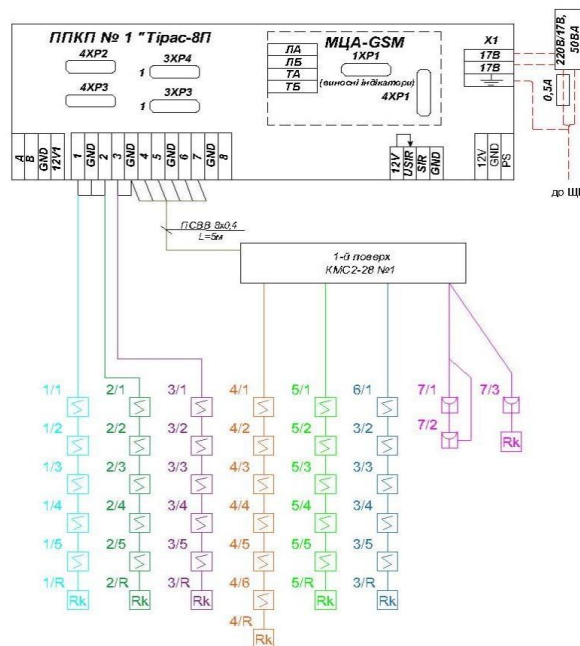


Рисунок 4.3 – Схема з'єднання датчиків як елементів системи

Згідно із загальними технічними вимогами ймовірність відмови одного димового сповіщувача за 10 років дорівнює $P_{\text{відм1}} = 0,87$, ручного с сповіщувача $P_{\text{відм2}} = 0,92$, а кінцевого резистора $P_{\text{відм3}} = 0,96$.

Розрахуємо надійність елементів системи

Шлейфи №1, №2, №3, №5 та №6 мають послідовне з'єднання однакової кількості одноманітних елементів, тому $P_1(t) = P_2(t) = P_3(t) = P_5(t) = P_6(t)$.

$$P_1(t) = P_{\text{відм1}}^5 \cdot P_{\text{відм3}} = 0,87^5 \cdot 0,96 = 0,48.$$

$$P_4(t) = P_{\text{відм1}}^6 \cdot P_{\text{відм3}} = 0,87^6 \cdot 0,96 = 0,42.$$

Шлейф №7 має попарне паралельне з'єднування елементів

$$P_{7(7/1,7/2)}(t) = P_{\text{відм2}}^2 = 0,92^2 = 0,85.$$

$$P_{7(7/3,7/Rk)}(t) = P_{\text{відм2}} \cdot P_{\text{відм3}} = 0,92 \cdot 0,96 = 0,88.$$

$P_7(t) = P_{7(7/1,7/2)}(t) + P_{7(7/3,7/Rk)}(t) - P_{7(7/1,7/2)}(t) \cdot P_{7(7/3,7/Rk)}(t) = 0,85 + 0,88 - 0,85 \cdot 0,88 = 0,982$. Також розрахуємо надійність з'єднувальної коробки. До неї паралельно

надходять шлейфи №4, №5, №6 та №7.

$$P_{4,5}(t) = P_4(t) + P_5(t) - P_4(t) \cdot P_5(t) = 0,42 + 0,48 - 0,42 \cdot 0,48 = 0,7.$$

$$P_{6,7}(t) = P_6(t) + P_7(t) - P_6(t) \cdot P_7(t) = 0,48 + 0,982 - 0,48 \cdot 0,982 = 0,99.$$

$$P_{4,5,6,7} = P_{4,5}(t) + P_{6,7}(t) - P_{4,5}(t) \cdot P_{6,7}(t) = 0,7 + 0,99 - 0,7 \cdot 0,99 = 0,997.$$

Розрахуємо надійність спроектованої системи. Для цього розрахуємо надійність ППКП. До нього паралельно входять шлейфи з 1 по 3 та шлейфи з'єднані коробкою.

$$P_{1,2}(t) = P_1(t) + P_2(t) - P_1(t) \cdot P_2(t) = 0,48 + 0,48 - 0,48 \cdot 0,48 = 0,73.$$

$$P_{3,4,5,6,7}(t) = P_3(t) + P_{4,5,6,7}(t) -$$

$P_3(t) \cdot P_{4,5,6,7}(t) = 0,48 + 0,997 - 0,48 \cdot 0,997 = 0,998$. $R_{\text{ППКП}}(t) = P_{1,2}(t) + P_{3,4,5,6,7}(t) - P_{1,2}(t) \cdot P_{3,4,5,6,7}(t) = 0,73 + 0,998 - 0,73 \cdot 0,998 = 1$. Дивлячись на розрахунки можна побачити, що елементи як і сама система мають високий рівень надійності

3.2 Аналіз п'єзореzystивного перетворювача

П'єзореzystивний ефект - це залежність зміни опору матеріалу чутливого елемента від величини його деформації при прикладених силі або тиску.

П'єзореzystивні перетворювачі складаються з двох основних компонентів: діафрагми або мембрани із заданою робочою площею S , що піддається дії прикладених силі F або тиску p , і реєстратора або датчика, вихідна напруга якого змінюється пропорційно до прикладеної сили F або тиску p .

Діафрагму п'єзореzystивного перетворювача виготовляють з кремнію Si . Резистори розміщують на верхній частині діафрагми методом напилення (методом іонної дифузії) у зв'язку з мініатюрними розмірами датчика тиску. Тензорезистори включається за мостовою схемою або схемою моста Уінстона.

Переваги: діафрагми з кремнію мають гарні пружні характеристики, в датчиках, на їх основі, відсутній гістерезис, такі діаграми мають незначну повзучість. Коефіцієнт тензочутливості кремнію перевищує коефіцієнт звичайного тензoelementу.

Недоліки: максимальна вихідна напруга таких датчиків не значна і складає максимум сотні мілівольт, тому на виході вони потребують підсилювачів напруги. Кремнієві резистори досить чутливі до температурних дій, тому такі датчики потребують заходів для їх компенсації.

Розроблено декілька технологій виготовлення таких датчиків. Наприклад, кремнієва діафрагма підключається як елемент n -типу, на її поверхні методом іонної імплантації бору формують декілька п'єзореzystорів з поверхневою концентрацією домішок. Один з п'єзореzystорів (R_1) вбудовується паралельно, а інший (R_2) - перпендикулярно орієнтації діафрагми (Рисунок 8, в). Паралельно вбудовують додаткові компоненти схеми датчика: резистори, ланцюги мережі, p - n переходи. Доповнюють схему підключення терморезисторами для компенсації дії температури. Додаткові елементи схеми підключення розташовують у порівняно товстій зоні підкладки навколодіафрагми. У зв'язку з таким розташуванням вони не реагують на тиск, що діє надіафрагму.

Напівпровідниковий резистор, що має номінал R , за рахунок п'єзорезистивного ефекту, змінює під дією прикладеної механічної сили або тиску (Рисунок 9) свій електричний опір на величину ΔR :

$$\frac{\Delta R}{R} = n_1 \cdot u_1 + n_2 \cdot u_2 \quad (2)$$

де n_1, n_2 - п'єзорезистивні коефіцієнти в подовжньому і поперечному напрямках;

u_1, u_2 - напруга в подовжньому і поперечному напрямках.

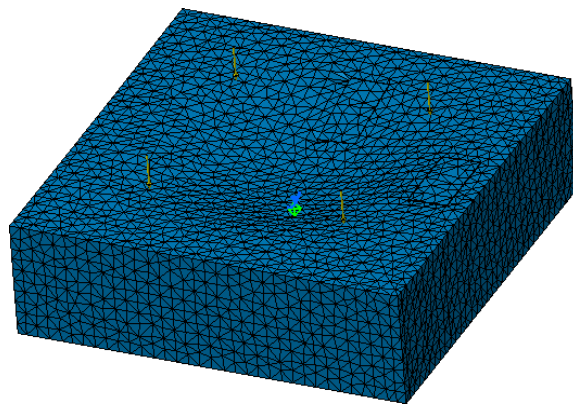


Рисунок 3.2.1 3D Діафрагма під дією тиску.

Кремнієва діафрагма монтується на підкладці також із кремнію, що має невеликий отвір для вентиляції повітря під час дії тиску.

Технічна характеристика манометру. Протягом аналізу видів та методів вимірювання тиску рідини та газу, були розглянуті основні недоліки та переваги манометрів, принцип їх роботи, залежновід обставин роботи, та був зроблений висновок, що п'єзоелектричний манометр є найбільш перспективним у застосуванні.

1. Діаметр корпусу – 60 мм;
2. Клас точності – 1.0;
3. Температура вимірюваного середовища 0-50;
4. Ступінь пиловлагозахисту – IP65.
5. Захист від пилу.
6. Захист від струй води зі всіх напрямків;

Структурна схема п'єзومانометру

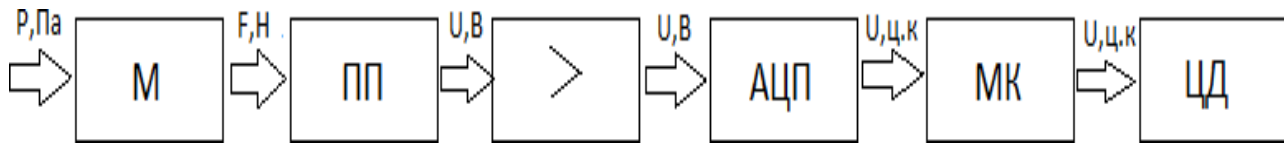


Рисунок 3.2.2 Структурна схема п'єзومانометру

де:

М – мембрана;

ПП – п'єзоперетворювач;

> – підсилювач;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

МК – мікроконтроллер;

ЦД – цифровий дисплей

Вимірюєми тиск P за допомогою мембрани перетворюється в зусилля F , що діє на п'єзореzystивний перетворювач, в даному випадку кварцеві пластини.

Електричний заряд, що виникає на кварцевих пластинах під дією сили з боку мембрани, йде далі до підсилювача сигналу і з нього вже до аналого-цифрового перетворювача на виході якого виходить електрична напруга, пропорційна вимірюваному вхідному тиску P . Отриманий сигнал йде далі до мікроконтроллера, оброблюється і готовий результат виводить на цифровий дисплей.

3.3. Дослідження математичної моделі п'єзومانометра

Вважатимемо, що P – максимальне значення тиску, а E – модуль юнга для кварцу, то сила, що діє на мембрану набудет такого вигляду:

$$F = \frac{P \cdot R^4}{64Z} = \frac{P \cdot R^4 \cdot 12(1 - \mu^2)}{16 \cdot E \cdot h^3} \quad (28)$$

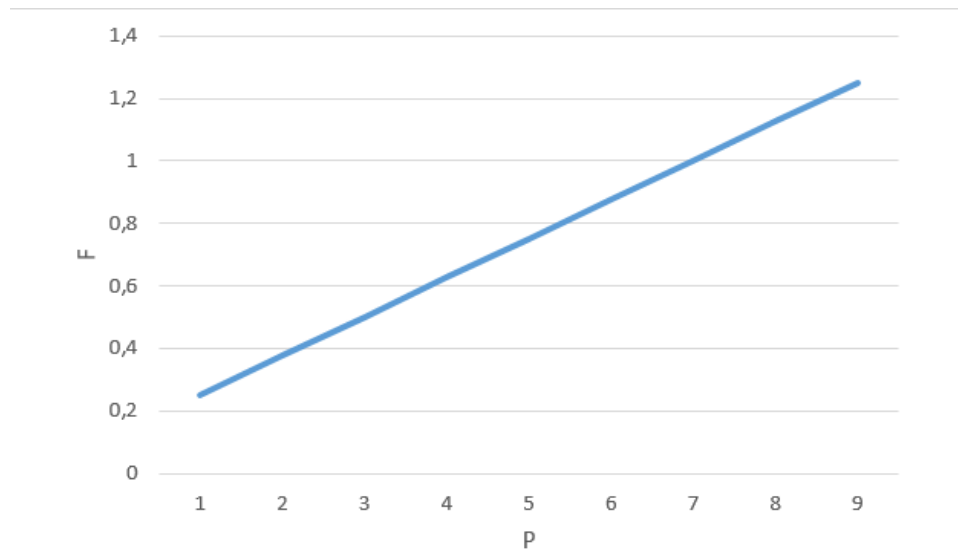


Рисунок 3.3.3 Графік статичної характеристики

В якості вторинного перетворювача виступає п'єзорезистивний перетворювач і його розрахунки мають такий вигляд:[1]

$$U = \frac{k \cdot d \cdot F}{c_k \cdot c_0 \cdot S} \quad (29)$$

На основі формули (29) та формули (30) визначимо остаточну формулу вихідної напруги:

$$U = \frac{k \cdot d \cdot F}{S \cdot c} = \frac{k \cdot d \cdot 3 \cdot (1 - \mu^2) \cdot R^2 \cdot P}{c_k \cdot c_0 \cdot 16 \cdot e \cdot h^3} \quad (30)$$

де:

k – п'єзоелектрична стала, для кварцу $k = 2,14 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н;

d - товщина кремнієвої пластини, м;

ε - діелектрична стала пластини, Ф/м;

S – площа поверхні кремнієвої платини, м²;

F - прикладена сила, Н.

$\varepsilon = \varepsilon_k \cdot \varepsilon_0$;

$$U = \frac{k \cdot d \cdot F}{S \cdot c} = \frac{k \cdot d \cdot 3 \cdot (1 - \mu^2) \cdot R^2 \cdot P}{c_k \cdot c_0 \cdot 16 \cdot e \cdot h^3} \quad (31)$$

Для простоти розрахунків прирівняємо $\frac{3 \cdot (1 - \mu^2) \cdot R^2 \cdot P}{16 \cdot e \cdot h^3}$ до К

$$K = \frac{3 \cdot (1 - \mu^2) \cdot R^2 \cdot P}{16 \cdot e \cdot h^3} \quad (32)$$

Остаточне рівняння набуде вигляду:

$$U = K \cdot P \quad (33)$$

Графік статичної характеристики п'єзманометра показаний на рис. 3.2.4

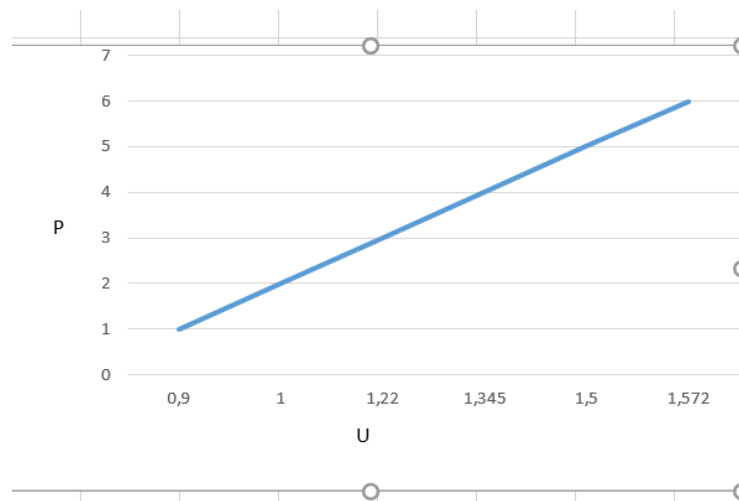


Рисунок 3.3.4 Графік статичної характеристики

3.4. Дослідження похибки виміру приладу

Манометр — це засіб виміру, який визначається як технічний засіб, потрібний для вимірювання тиску, який має нормовані метрологічні характеристики. Якість приладу характеризується точністю його вимірювань.

Похибка виступає головною оцінкою точності приладу. Класифікація похибок від багатьох параметрів, таких як причина її виникнення та вплив на результати вимірювання.

Абсолютною похибкою називають похибку між виміряним значенням та її справжнім значенням.

$$\Delta = x - x_{\text{іст}} \quad (34)$$

Динамічною похибкою називається така похибка, яка виникає разом із похибкою статичною у динамічному режимі.

Статичною похибкою вважається похибка що є в статичному режимі при сталих величинах вимірювання.

Відносна похибка виражається відношенням абсолютної похибки до результатів вимірювання.

$$\partial = \frac{\Delta}{X_{\text{іст}}} = \frac{X_{\text{іст}}}{X} - 1 \quad (35)$$

Методичною похибкою називається похибка, яка виникає при неточній передачі даних. У п'єзоелектричному методі електронний підсилювач служить для перетворення електричних зарядів, що виникають в п'єзоманометрі, до відповідних їм величин напруги або струму, достатні для приведення в дію реєструючого пристрою. Для цієї мети зазвичай застосовують електронні підсилювачі, зібрані за схемою підсилювача постійного струму на опорах при використанні на вході

У п'єзоелектричному методі електронний підсилювач служить для перетворення електричних зарядів, що виникають в п'єзоманометрі, до відповідних їм величин напруги або струму, достатні для приведення в дію реєструючого пристрою. Для цієї мети зазвичай застосовують електронні підсилювачі, зібрані за схемою підсилювача постійного струму на опорах при використанні на вході електрометричної лампи. Найбільш відповідальною частиною підсилювача є електрометрична лампа. Призначення електричної лампи полягає в тому, щоб без спотворень перетворити зміну потенціалу, створюваного електричним зарядом на керуючій сітці лампи, в зміну напруги в її анодному ланцюзі і передати цю напругу на сітку подальшої лампи для посилення. Електрометрична лампа не коригує спотворення електричного заряду, що відбуваються у вхідному ланцюзі внаслідок недосконалості її ізоляції, а відтворює їх у своєму анодному ланцюзі. Тому збереження високого опору

ізоляції вхідного ланцюга і малий сітковий струм електрометричної лампи є необхідною умовою точного вимірювання електричного заряду, що виникає в п'єзومانометрі.

Навіть при наявності цих умов неможливо повністю уникнути витоку електричного заряду у вхідному ланцюзі і в електрометричній лампі. Втрати заряду можна звести лише до мінімальних величин, виправданих необхідною точністю вимірювань.

Для визначення умов, при яких помилки від витоку заряду можна вважати допустимими, розглянемо еквівалентну схему вхідного ланцюга наведеної ранішеспрощеної схеми підсилювача (Рис. 3.4.1).

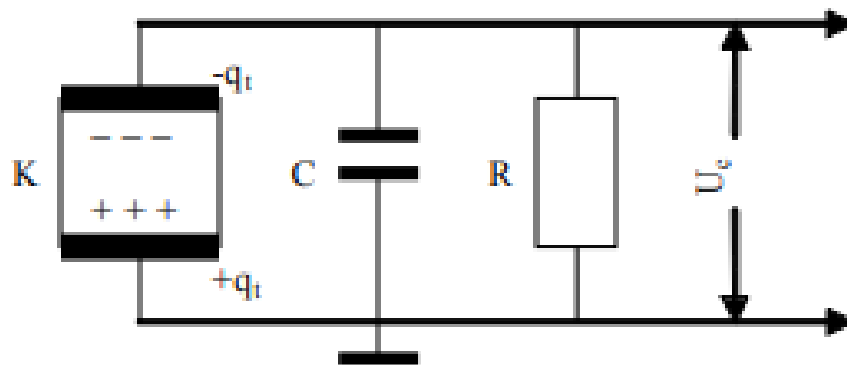


Рисунок 3.4.1 Спрощена схема підсилювача.

Еквівалентна схема вхідного ланцюга складається з кварцового п'єзoeлементa K, що вважається джерелом змінного електричного заряду q_t , і паралельно підключених до нього сумарної ємності всіх елементів вхідного ланцюга C і опору ізоляції R.

У процесі дії тиску на п'єзoeлементі виникає на ньому негативний заряд розподіляється в ланцюзі наступним чином. Одна частина заряду q_R стікає через опір R і зменшує величину заряду q_t , який слугує мірою тиску. Друга частина заряду q_c , рівна $q_t - q_R$, заряджає ємність C і створює в ній напругу

$$U_c = \frac{q \cdot C}{C} = \frac{21 \cdot F}{C} = \frac{21 \cdot n \cdot s \cdot p}{C} \quad (36)$$

де:

n – число кварцевих пластин в п'єзоелектричному манометрі; $F=sp$ – навантаження на п'єзоелемент в кг;

C – ємність вхідного ланцюга; P – тиск на мембрану;

S – переріз мембрани;

Ця напруга вимірюється підсилювачем і служить для оцінки тиску, що діє на п'єзоелемент. Очевидно, що величина q_R витоку заряду буде характеризувати похибку величини напруги на вході підсилювача. Для визначення цієї похибки візьмемо вираз для заряду, повідомленого ємності C , і виключимо з нього величину q_R .

$$q_c = q_t - q_R \quad (37)$$

Згідно з законом Ома сила струму I , що тече через опір R в кожен момент часу, дорівнює

$$I = \frac{U \cdot C}{R} = \frac{q \cdot C}{C \cdot R} \quad (38)$$

так як

$$U_c = \frac{q \cdot C}{dt} \quad (39)$$

3.5. Дослідження перетворювачів

Дослідження первинного перетворювача. Первинний перетворювач таких датчиків представляє собою мембрану з кремнію. Проведено розрахунок діаграми. [1]

Розрахунок для мембрани:

$$F = \frac{P \cdot R^4}{64Z} = \frac{P \cdot R^4 \cdot 12 \cdot (1 - \mu^2)}{16 \cdot E \cdot h^2} \quad (40)$$

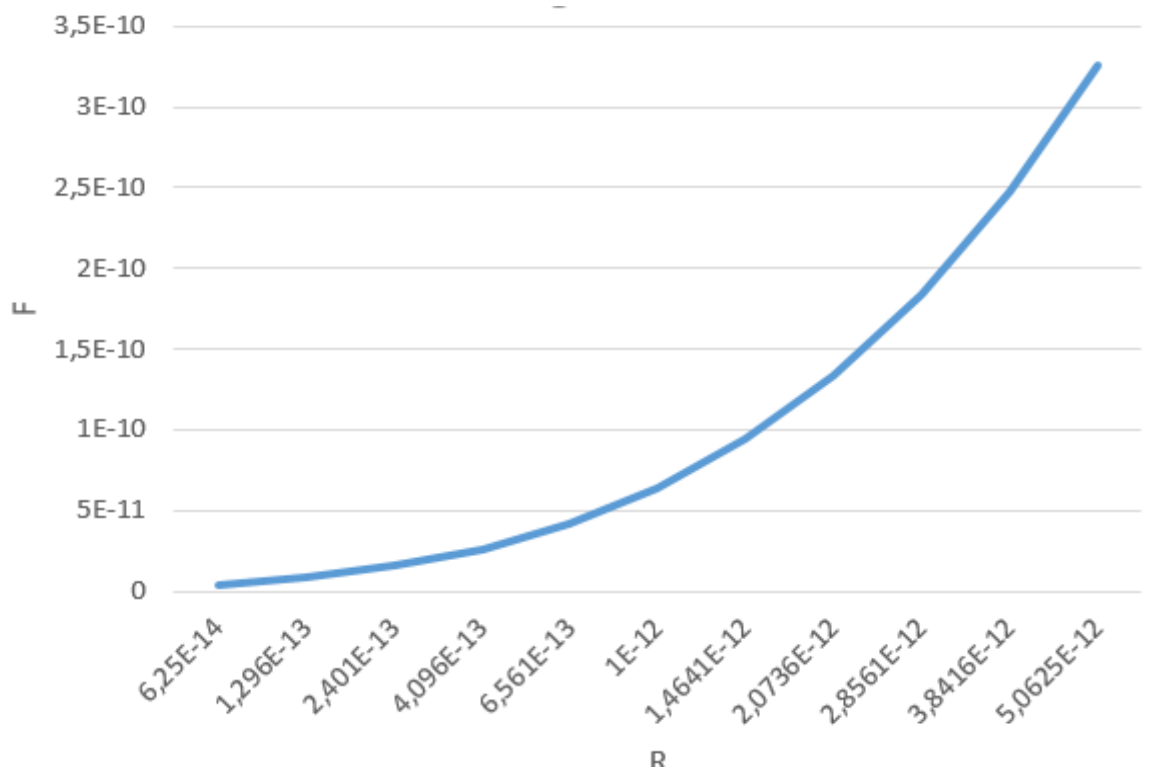


Рисунок 3.5.1 Графік статичної характеристики

де:

$\mu = 0.2$ – коефіцієнт Пуассона для кварца;

$P = 10 \text{ бар} = 1000000 \text{ Па} = 10^6 \text{ Па}$ – максимальне значення тиску;

$R = 0.5 \text{ мм} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – радіус мембрани;

$E = 97.2 \cdot 10^9 \text{ Па}$ – модуль Юнга для кварцу; $h = 0.1 \text{ мм} = 10^{-4}$ – товщина мембрани;

$$F = \frac{3 \cdot (10^{-3})^4 \cdot 10^6 \cdot (1 - 0.2^2)}{16 \cdot 97.2 \cdot 10^9 \cdot 10^{-1}} = 1.157 \cdot 10^7$$

Дослідження вторинного перетворювача. В якості вторинного перетворювача обрано п'єзорезистивний перетворювач.[2] Проведено його розрахунок:

$$U = \frac{k \cdot d \cdot F}{c_k \cdot c_0 \cdot S} \quad (40)$$

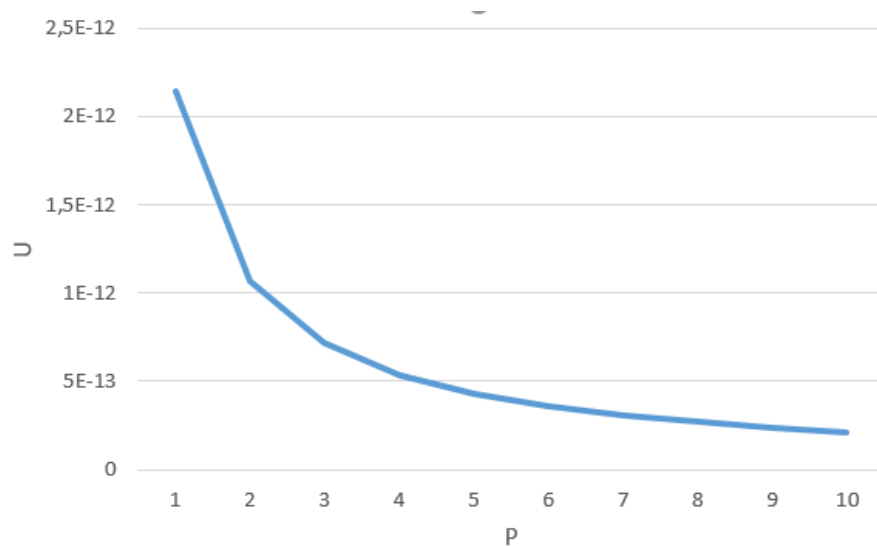


Рисунок 3.5.2 Графік статичної характеристики

де:

k – п'єзоелектрична стала, для кварцу $k = 2,14 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н;

d – товщина кремнієвої пластини, м;

ε - діелектрична стала пластини, Ф/м;

S – площа поверхні кремнієвої платини, м²;

F - прикладена сила, Н.

$$\varepsilon = \varepsilon_k \cdot \varepsilon_0;$$

$\varepsilon_k = 3,5$ – діелектрична стала для кварцу;

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – діелектрична проникність вакууму.

$$U = 8 \cdot 10^{-7}$$

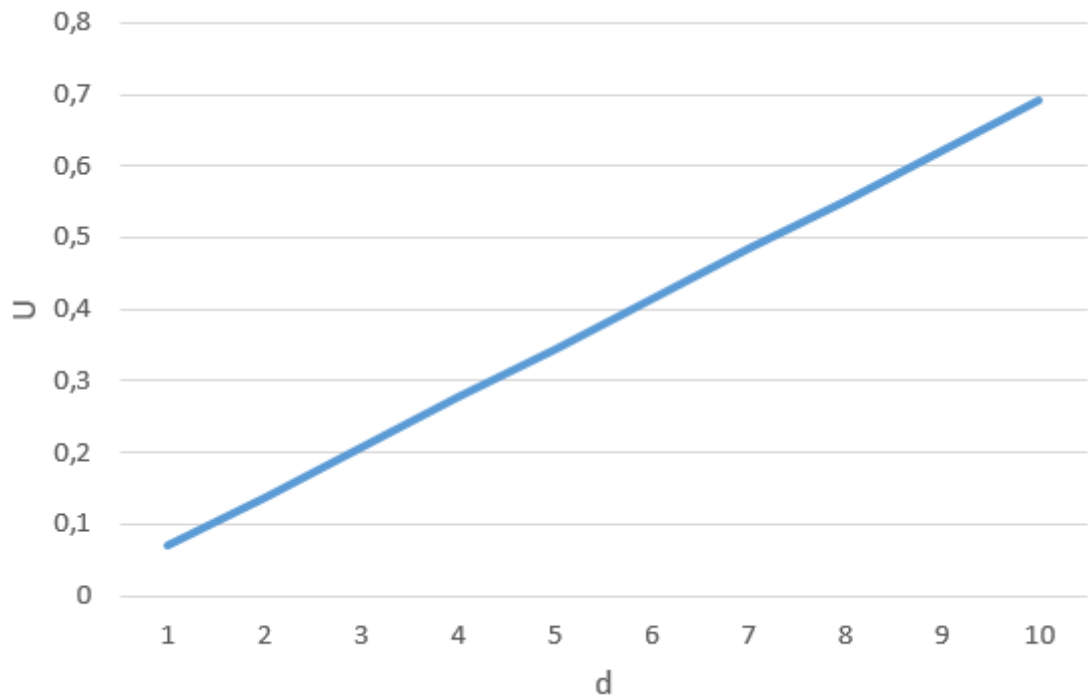


Рисунок 3.5.4 Графік статичної характеристики

3.6. Дослідження технологічної частини

Технологія виготовлення п'єзومانометра. Технологічністю називають одну з багатьох зкомплексних характеристик конструкції приладу, що показує, зручність його виготовлення, його експлуатаційну якість та зручність у ремонті.

Прилад, який буде розглядатися в даному розділі буде представлений на Рис. 3.6.1 , а саме п'єзманометр.

Прилад містить штуцер 1, корпус, що складається з двох частин і фіксується

з гвинтами, ущільнювальне кільце 2, звужуючий пристрій 3, п'єзодатчик (що складається з мембрани та кварцевих пластин), плата 5 на якій встановлені підсилювач, ацп, мікроконтроллер 6. А також має цифровий дисплей 7 до якого надходить сигнал з мікроконтроллера.

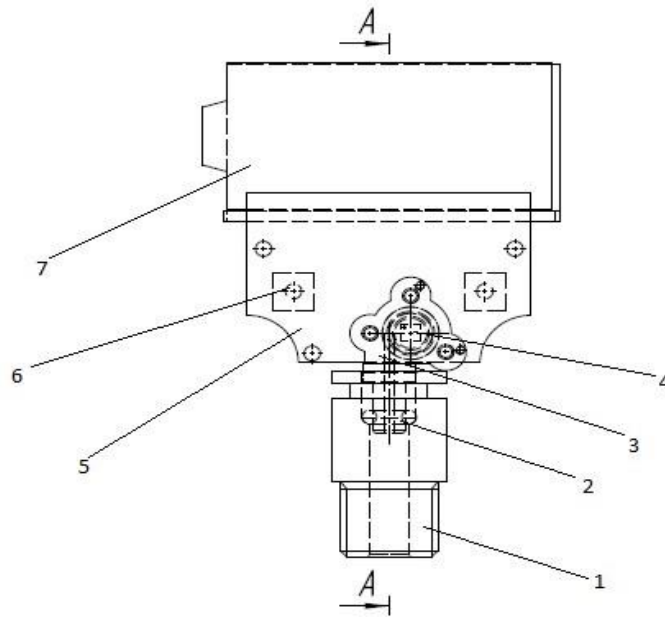


Рисунок 3.6.1 П'єзоманометр

Вимірюємий тиск P за допомогою мембрани перетворюється в зусилля F , що діє п'єзорезистивний перетворювач, в даному випадку кварцеві пластини. Електричний заряд, що виникає на кварцевих пластинах під дією сили з боку мембрани, йде далі до підсилювача сигналу і з нього вже до аналого-цифрового перетворювача на виході якого виходить електрична напруга, пропорційна вимірюваному вхідному тиску P . Отриманий сигнал йде далі до мікроконтроллера, оброблюється і готовий результат виводить на цифровий дисплей.[12]

Оцінка технологічності складання **Визначення основних показників технологічності.** Рівень технологічності конструкції приладу за трудомісткістю виготовлення K_{yt} визначається як відношення досягнутої трудомісткості виробу T_v до базового показника трудомісткості виготовлення T_{bv}

$$K_{\text{кут}} = \frac{T_v}{T_{bv}} \quad (41)$$

Попередній розрахунок K_{yt} в процесі проектування виробу можна виконувати за наближеними розрахунками трудомісткості виготовлення основних складових частин, використовуючи дослідно-статистичні дані за

виробом-представником і коефіцієнти для корегування.

Технологічна собівартість виробу C_m визначається як сума витрат на одиницю виробу

$$C_T = C_M + C_3 + C_{цр} \quad (42)$$

де C_M – вартість матеріалів, затрачених на виготовлення виробу;

C_3 – заробітна плата яку отримав виробник приладу;.

$C_{цр}$ – цехові витрати, які включають в себе витрати на електроенергію та витратні матеріали.

$$C_T = 200 + 8400 + 73,4 = 8673,4$$

Рівень технологічності конструкції за технологічною собівартістю визначається як відношення досягнутої собівартості виробу C_m до технологічної собівартості базового виробу $C_{б.т}$

$$K = \frac{C_T}{C_{б.т}} \quad (43)$$

$$K = \frac{8673.4}{8800} = 0.98$$

Попередній розрахунок $K_{y.c}$ в процесі проектування виробу можна проводити за наближеними розрахунками технологічної собівартості основних складових частин, використовуючи дослідно-статистичні дані за виробами-представниками та корегуючи коефіцієнти.

Критерій складності виробу. Визначається як критерій розподілення виробу на вузли (складальні одиниці).

$$K = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} \quad (44)$$

N_{Σ} – кількість складальних одиниць в приладі; $N_{\Sigma} = 2$;

n – кількість всіх деталей в виробі по специфікації; $n_{\Sigma} = 10$

$K_{ск} < 0,1$ – незадовільна технологічність;

$K_{ск} = 0,1 \dots 0,2$ – задовільна технологічність;

$K_{ск} > 0,2$ – добра технологічність

$$K = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} = 0.2$$

Цей виріб має задовільку технологічність через те, що $K_{CK} = 0,1 \dots 0,2$

Технічні показники обробки. Коефіцієнт точності обробки K_{MG} визначається за формулою

$$K_{MG} = 1 \cdot \frac{1}{A_{cp}} = 1 \cdot \frac{n_i}{An_i} \quad (45)$$

Де $1 \cdot \frac{n_i}{An_i} = \frac{0.25 \cdot n_1 \cdot 0.5 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot 2 \cdot n_4 \dots}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \dots}$ – середній квалітет точності обробки виробу; A – квалітет точності обробки; n_i – кількість розмірів відповідного квалітету точності. Квалітети 0.1 і 0 враховувати відповідно як 0,25 і 0,5.

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{ш}$ визначається як

$$K = \frac{1}{B_{cp}} \cdot \frac{n_{iш}}{Bn_{iш}} \quad (46)$$

де $B_{cp} = \frac{Bn_{iш}}{n_{iш}} = \frac{n_1 \cdot 2 \cdot n_2 \dots 14 \cdot n_{14}}{n_1 \cdot n_2 \dots n_{14}}$ – середній умовний показник шорсткості деталей виробу; B – умовний показник шорсткості поверхонь, що визначається згідно таблиці, $n_{iш}$ – кількість поверхонь відповідного параметра шорсткості.

3.7. Аналіз параметричної точності складання п'єзодатчика

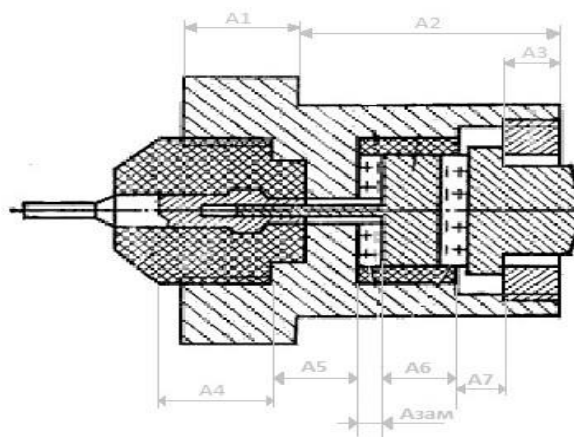


Рисунок 3.7.1 П'єзодатчик

Номінальні значення ланок та їх відхилення наведені у таблиці 3.1.

Таблиці 3.7.1.

Ланка0	Номінальний розмір, мм	Допуск, мм	Середина поля допуску	Тип ланки
A1	2	± 0.02	+0.01	Збільшуюча
A2	3	+0,05	+0.025	Збільшуюча
A3	1	± 0.03	0	Збільшуюча
A5	1.4	+0.02	+0.01	Зменшуюча
A6	1.2	± 0.01	0	Зменшуюча
A7	0.9	± 0.015	0	Зменшуюча

Координатний метод. Арифметична сума розмірів деталі допоможе нам порахувати значення замкнутої данки. Збільшуюча ланка використовує додатній символ, а ланка, яка зменшує –від’ємний.

$$A_z = 2 + 3 + 1 - 2 - 1.4 - 1.2 - 0.9 = 0.5\text{мм}$$

Визначаємо координату середини поля допуску:

$$K_z = (0,05 + 0,03 + 0) - (0,05 + 0.01 + 0.01) = 0.01\text{мм}$$

$$\delta_z = 0.02 + 0.05 + 0.03 + 0.02 + 0.02 + 0.01 + 0.015 = 0.145\text{мм}$$

Верхнє і нижнє відхилення розміру дорівнюють

$$B_z = K_z + 0.5\delta_z = 0.01 + 0.5 * 0.145 = 0.08\text{мм}$$

$$H_z = K_z - 0.5\delta_z = 0.01 - 0.5 * 0.34 = -0.0625\text{мм}$$

Отже замикаюча ланка A_z дорівнює:

$$A_z = 0.5^{0.08}_{-0.0625}$$

Визначимо допуск замикаючої ланки імовірнісним методом (методом неповної взаємозамінності)

$$\delta_z = K \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (\delta_i)^2} \quad (47)$$

Припускаючи, що закони розподілу складових розмірів ланцюга є нормальними, то поле розсіювання замикаючої ланки дорівнює:

$$\delta_z = K \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (\delta_i)^2} = 0.7$$

Визначимо координату середини поля розсіювання замикаючої ланки як:

$$O \cdot K_z = K \sum_{i=3}^{10} (O \cdot K_i + 0.5 \cdot b_i \cdot a_i) - \sum_{i=4}^{10} (O \cdot K_i + 0.5 \cdot b_i \cdot a_i) = -0.020$$

Верхня і нижня границі поля розсіювання замикаючої ланки дорівнюють

$$B_z = O \cdot K_z + \frac{\delta \cdot z}{2} = 0.020 + \frac{0.07}{2} = 0.055$$

$$B_z = O \cdot K_z + \frac{\delta \cdot z}{2} = 0.020 - \frac{0.07}{2} = -0.015$$

Таким чином, при неповній (часткової) взаємозамінності замикаюча ланка має такий розмір.

Схема складального складу. Аналізуючи схему складального складу створюється. Будуючи такі схеми ми можемо визначити складальні і конструктивні елементи приладу та показати в реальному вигляді проект технологічного процесу складання.

Такі схеми зазвичай використовують для синтезу й аналізу приладу і його процесу складання. Під синтезом приладу розуміють прийняття порядку побудови приладу і складального процесу з його частин та операцій.

В схемі складального складу вказують джерела надходження елементів і терміни готовності різних операцій складання і приладу в цілому. Часто схему використовують, як диспетчерський документ, завдяки якому ми можемо зручно спостерігати за процесом виробництва приладу і вживати необхідні заходи, якщо

термін готовності тих чи інших елементів не відповідає графіку. В той же час схема складального складу не дає уявлення про послідовність складання та способи забезпечення з'єднань.

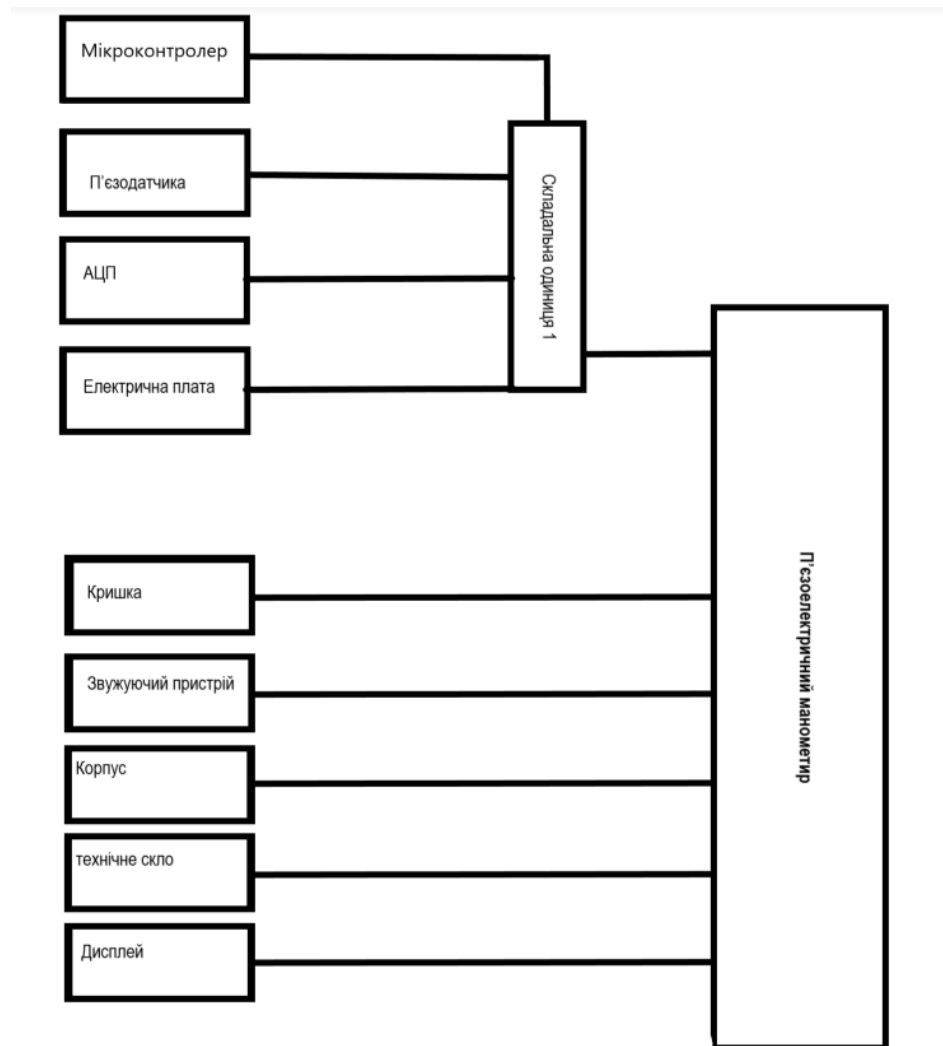


Рисунок 3.7.1 Схема складального складу

Технологічна схема складання. Зміст і періодичність процесів регулювання, а також способи забезпечення з'єднань і послідовність складання визначає технологічна схема складання.

З технологічної точки зору технологічна схема складання сприяє аналізу конструкції приладу, дозволяє вносити в зміни в конструкцію конструюваного приладу, що спрощують технологічний процес складання. Технологічну схему наведено на Рис.

Вибір і обґрунтування. Структурної схеми системи охорони і протипожежної безпеки. Для вибору структурної схеми системи охорони та протипожежної безпеки необхідно насамперед поставити чітко технічне завдання. Для пожежної сигналізації в основному застосовуються біметалічні датчики, що спрацьовують при температурі 60...70°C. Як правило, така сигналізація малоефективна: при температурі зверху 70°C в приміщенні рятувати вже нічого, залишається тільки гасити пожежу. Тому дуже важливою є проблема виявлення вогнищ загоряння на ранній стадії. Існуючі ж системи сигналізації на основі газоаналізаторів і приймачів теплового випромінювання дуже дорого коштують. При розробці пропонованого пристрою ставилася мета створити простий пристрій, що реагує на появу тепла, диму, та на будь яку зміну постійного середовища пристрою чи приміщення в приміщенні, що охороняється. Найкращих результатів досягають з комплектом промислових бар'єрних датчиків випромінювання. При проведенні дослідів з вказаними пристроями було виявлено, що схема приймача має найбільшу чутливість до зміни оптичного середовища при подачі на випромінювач синусоїдальної напруги частотою близько 8 кГц.

Універсальний пристрій охоронно-пожежної сигналізації реагує на наступні типи нештатних ситуацій на об'єкті, що охороняється: – поява диму або інша зміна оптичного середовища; – перевищення встановленої температури повітря в діапазоні 20...60°C; – поява відкритого вогню (збільшення освітленості); – поява в зоні захисту рухомих об'єктів; – проникнення в приміщення (у комплекті з датчиками охоронного шлейфу).

ВИСНОВКИ

Таким чином, мета роботи, що полягала у дослідженні датчика системи пожежогасіння на основі п'єзорезистивного перетворювача досягнута.

У першому розділі було проведено аналіз сучасних систем пожежогасіння. Проведено класифікацію сучасних систем пожежогасіння, класифікацію датчиків, їх призначення та принципів дії. Особлива увага приділилася системі передавання тривожних сповіщень, основних і додаткових каналів передачі інформації.

У другому розділі було проведено аналіз системи охоронної і пожежної системи Tiras. Проведено аналіз принципової схеми та схеми керування системи сповіщення про пожежу. Особлива увага приділилася принципу спрацювання системи.

У третьому розділі було проведено дослідження протипожежних систем Tiras. Проведено дослідження п'єзорезистивного перетворювача, дослідження математичної моделі п'єзоманометра. Особлива увага була приділена дослідженню первинного та вторинного претворювачів.

Було розраховано блок живлення для ППКП та протипожежних сповіщувачів.

Робота виконана в повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Луковська А.О. ДБНВ.2.5-56:2014: Системи протипожежного захисту / Вид-во стандартів, 2001. - 127с.
2. Савчук В. М. Автоматизовані системи пожежної безпеки: проектування та експлуатація / В. М. Савчук. – Київ: Наукова думка, 2017. – 320 с.
3. Harris, J. Smoke and Flame Detection: Advances in Sensor Technologies // Journal of Fire Protection Engineering. – 2019. – Vol. 29. – P. 65-74.
4. Green, M. Applications of Piezoelectric Sensors in Fire Safety Systems // Journal of Sensor Technology. – 2020. – Vol. 11. – P. 198-208.
5. Мельничук О. І. Системи автоматизації пожежогасіння / О. І. Мельничук. – Львів: ЛНУ, 2018. – 280 с.
6. Blackwell, M. Automation in Fire Suppression Systems / M. Blackwell. – San Francisco: Academic Press, 2019. – 320 p.
7. Борисенко П. О. Цифрова схемотехніка: основи логічних елементів / П. О. Борисенко. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 310 с.
8. Романенко С. П. П'єзоелектричні сенсори: / С. П. Романенко, В. П. Чорний. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2019. – 265 с.
9. Collins, D. Digital Circuit Design: Logic Gates and Applications / D. Collins. – London: McGraw-Hill, 2019. – 280 p.
10. Thompson, R. Piezoelectric Sensors in Fire Detection / R. Thompson. – Oxford: Elsevier, 2020. – 290 p.
11. Carter, L. Smoke and Flame Sensors for Fire Safety / L. Carter. – Berlin: Springer, 2017. – 265 p.
12. Левченко О. С. Оцінка ефективності п'єзоелектричних сенсорів в системах пожежної безпеки // Прикладна фізика. – 2020. – № 6. – С. 34-41.

- 13.Коваленко В. М. Системи автоматичного пожежогасіння: сучасні технології та методи // Вісник Київського політехнічного інституту. – 2021. – № 7. – С. 15-24.
- 14.Johnson, K. Fire Detection with Piezoelectric Sensors: Efficiency and Applications // Sensors and Actuators A: Physical. – 2020. – Vol. 314. – P. 123-131.
- 15.Evans, S. Digital Circuits for Fire Detection and Safety Systems // IEEE Transactions on Circuits and Systems. – 2019. – Vol. 66. – P. 1054-1062.
- 16.Степаненко П. В. Цифрові системи пожежної сигналізації на базі логічних елементів // Радіоелектроніка та системи. – 2019. – № 5. – С. 50-58.
- 17.Яровенко О. В. Роль сенсорів диму у протипожежних системах // Науковий вісник ЛНУ. – 2020. – № 4. – С. 12-19.
- 18.Іваненко М. Г. Аналіз систем пожежної сигналізації на базі п'єзоелектричних технологій // Вісник ХНУРЕ. – 2019. – № 3. – С. 45-53.
- 19.Савицький Ю. П. Автоматизовані системи управління пожежогасінням // Прикладна механіка та інформатика. – 2021. – № 2. – С. 21-30.
- 20.White, D. Fire Suppression Automation: A Review of Modern Systems // Fire Safety Journal. – 2018. – Vol. 98. – P. 45-56.
- 21.Miller, A. Advanced Fire Alarm Systems: Digital and Automated Solutions // Fire Technology. – 2021. – Vol. 57. – P. 89-100.

Додаток А

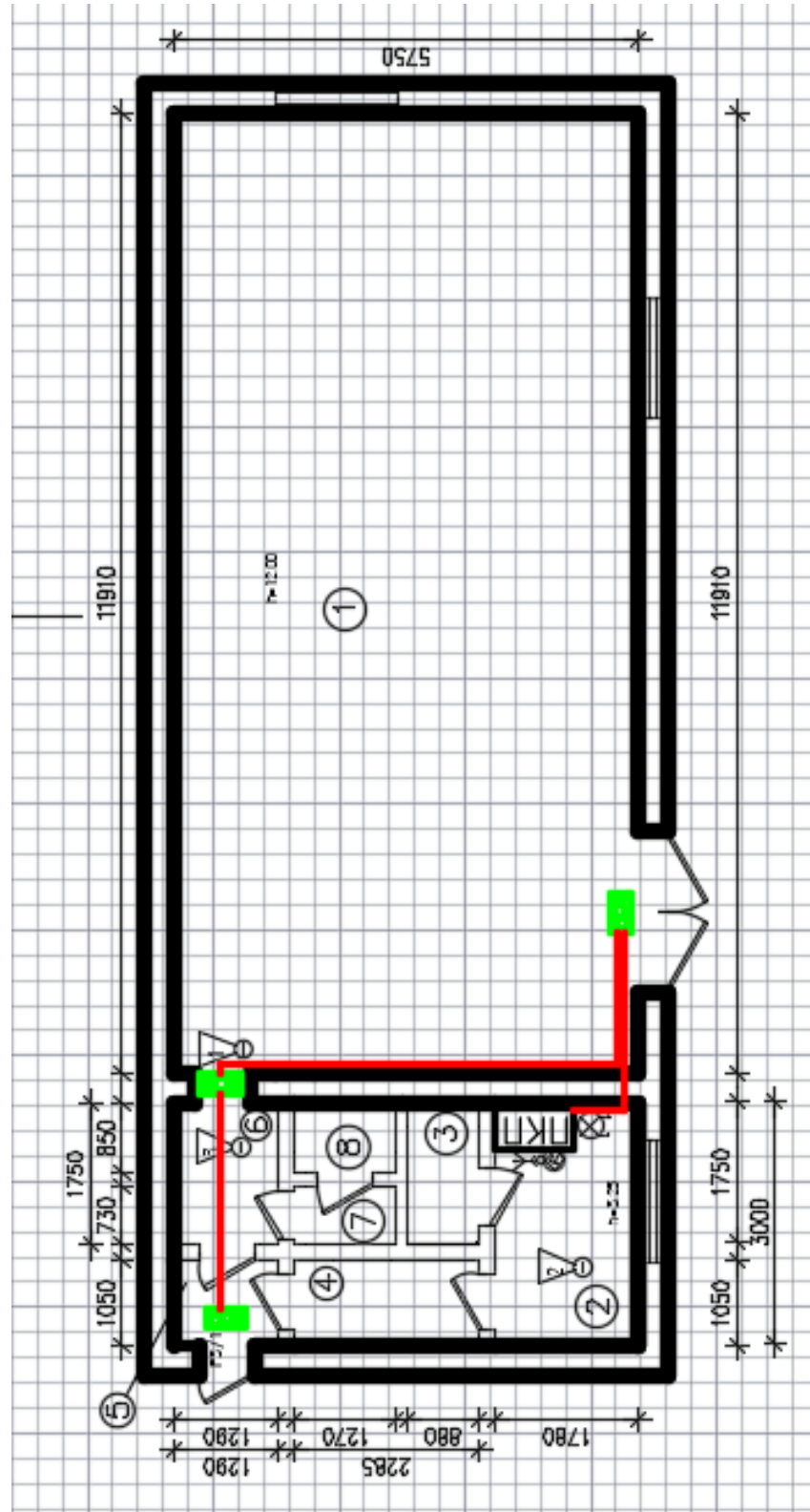


Рисунок 3.2– Кресляна монтажу оповіщення

Додаток Б

Умовні графічні позначення

	Сповіщувач пожежний димовий
	Сповіщувач пожежний ручний
	Кінцевий елемент
	Передавач радіомоніторингу
	Антенa передавача
	Оповіщувач світлозвуковий ОСЗ-12 «Вихід»Ех
	Оповіщувач світлозвуковий ОСЗ-12 «Вихід»
	Оповіщувач світлозвуковий «Джміль»
	Прилад приймально-контрольний пожежний й управління
	Сповіщувач пожежний димовий лазерний передавач
	Сповіщувач пожежний димовий лазерний приймач
	Джерело резервного освітлення

Додаток В

Структурна схема технічних засобів системи пожежної сигналізації, системи оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, система передавання тривожних сповіщень

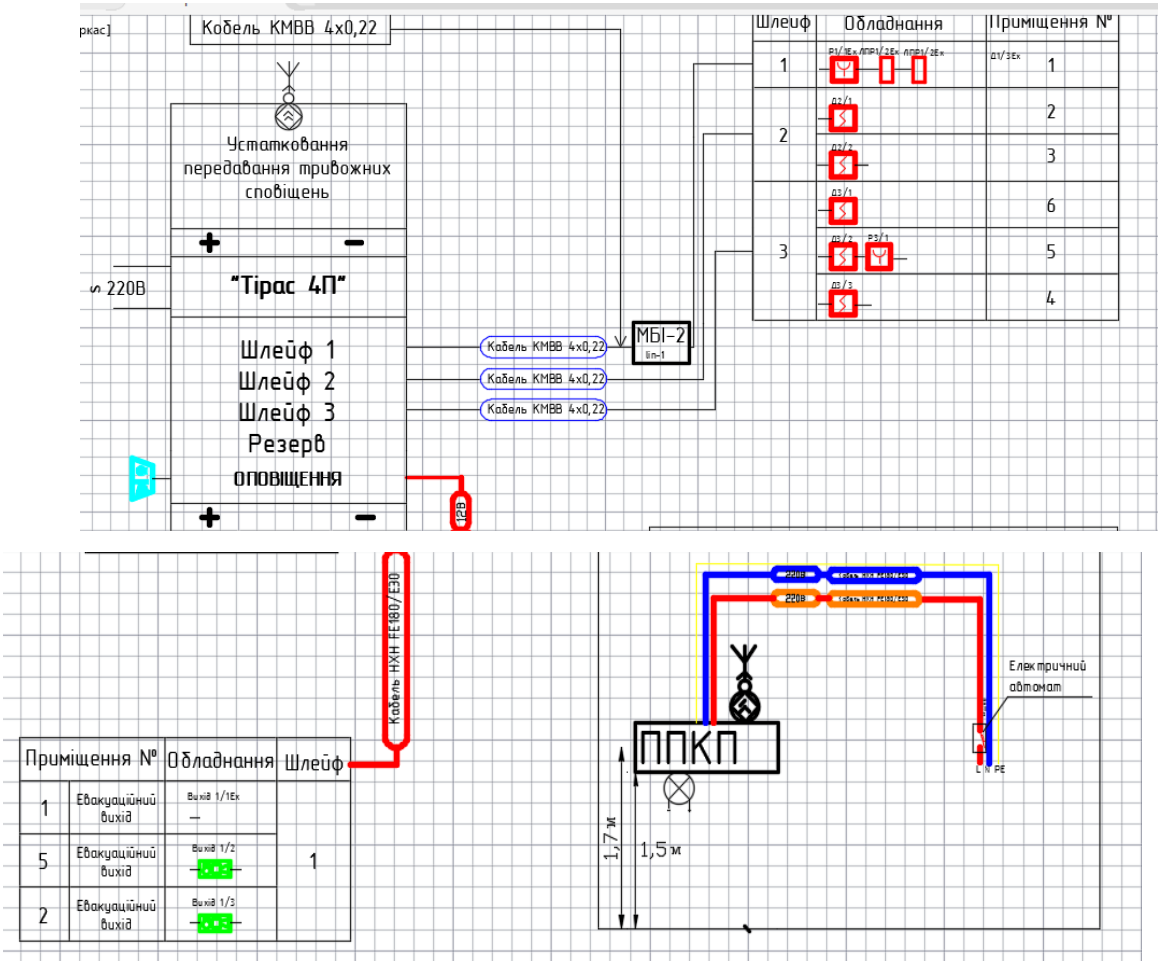


Рисунок 3.3- структурна схема

Додаток Г

Електрична схема підключення ППКП «Тірас-4П» ДО «МЦА-GSM»
схема електричних з'єднань

Схема електрична з'єднань

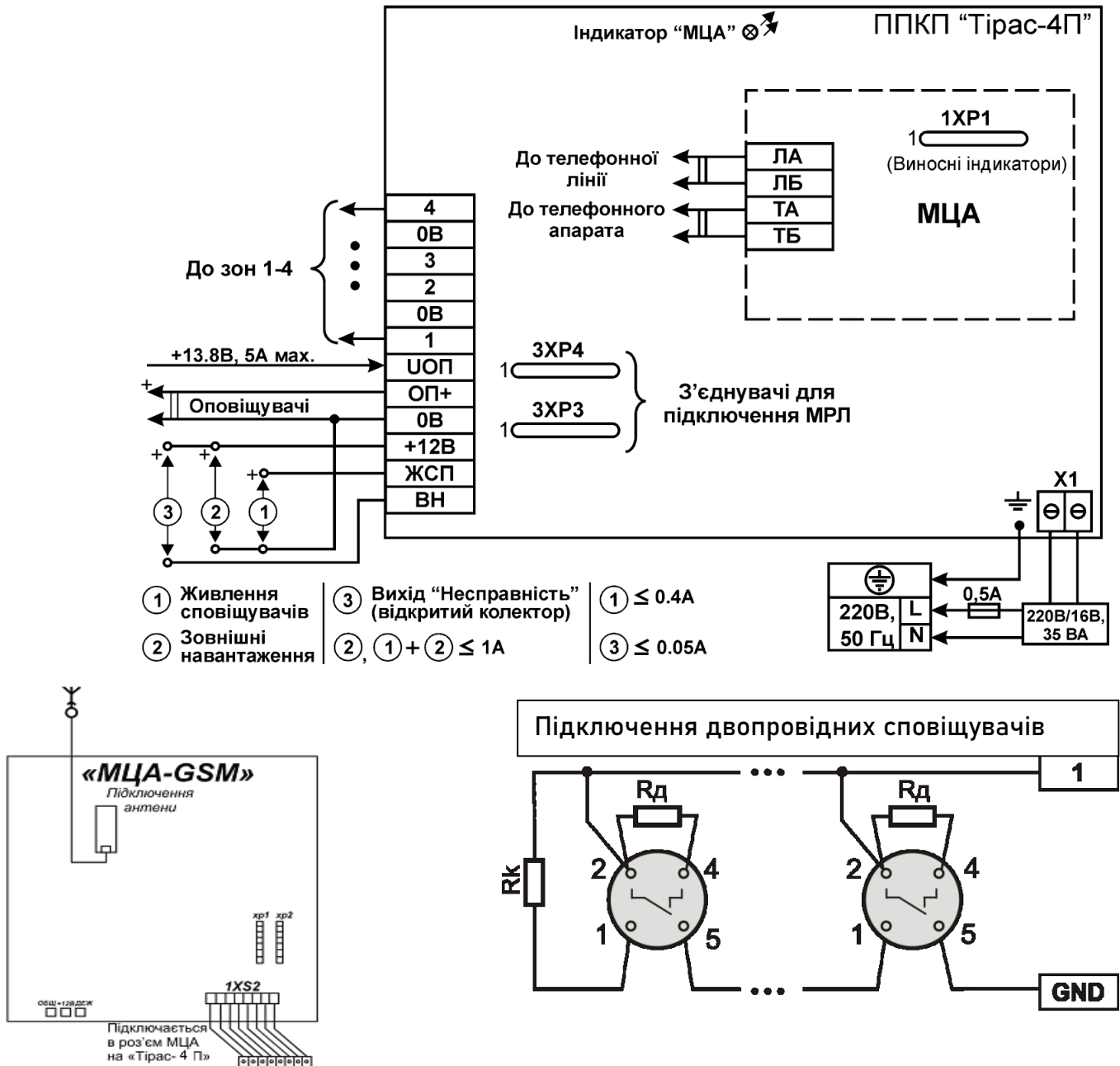


Рисунок 3.4— Розяснення шлейфів

Додаток Д

Відомість кількості сповіщувачів у шлейфах

№ Шлейфу	Кількість сповіщувачів (шт.)			Всього
	СПД- Кадет	СПР «Тірас»	ДЛ. Артон	
1	-	1	2	3
2	2	-	-	2
3	3	1	-	4
Всього	5	2	2	9
Всього з запасом 10%	6	3	3	12