

Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня "магістр"
на тему:

Комп'ютерно-інтегрована система аварійного сповіщення на виробничих
об'єктах великого підприємства / Computer-integrated emergency notification
system at production facilities of a large enterprise

Виконав студент групи АКІТм-21

Нищота Ігор Тарасович

Керівник роботи: к.т.н., доцент Албанський І.Б.

Тернопіль 2024

Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем
Освітній ступінь "магістр"
Спеціальність – 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка
Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри СКС

"_____" _____ 20__ р. А.І.Сегін

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Нищота Ігора Тарасовича

(прізвище, ім'я по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Комп'ютерно-інтегрована система аварійного сповіщення на виробничих об'єктах великого підприємства / Computer-integrated emergency notification system at production facilities of a large enterprise.

Керівник роботи: к.т.н., доцент Албанський І.Б.

Затверджені наказом по університету від 12 грудня 2023 р. № 753

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи

02 грудня 2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

1. Механізми функціонування систем аварійного оповіщення усіх рівнів.

2. Структура та алгоритм роботи системи аварійного оповіщення на промисловому об'єкті.

3. Процеси збору й обробки інформації в автоматизованих системах.

4. Методи багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних.

4. Основні питання, які потрібно розробити

1. Дослідження автоматизованих систем оповіщення.

2. Обґрунтування вибору засобів автоматизації для реалізації автоматизованої системи аварійного оповіщення.

3. Підвищення ефективності роботи сенсорів аварійної системи оповіщення промислового об'єкта.

5. Перелік графічного матеріалу у роботі

1. Структурна та функціональна схеми автоматизованої системи аварійного сповіщення.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Албанський І.Б., к.т.н., доцент кафедри СКС		
2	Албанський І.Б., к.т.н., доцент кафедри СКС		
3	Албанський І.Б., к.т.н., доцент кафедри СКС		

7. Дата видачі завдання 12 грудня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження автоматизованих систем сповіщення	12.2023р. – 02.2024р.	виконано
2	Обґрунтування вибору засобів автоматизації для реалізації автоматизованої системи аварійного оповіщення	03.2024р. – 06.2024р.	виконано
3	Підвищення ефективності роботи сенсорів аварійної системи оповіщення промислового об'єкта	07.2024р. – 11.2024р.	виконано
4	Остаточне оформлення та подача кваліфікаційної роботи на перевірку щодо плагіату та виправлення недоліків	1.10.2024р. – 30.11.2024р.	виконано

Студент

(підпис)

Нищота І.Т.

Керівник роботи

(підпис)

к.т.н., доцент Албанський І.Б.

АНОТАЦІЯ

Нищота І.Т. Комп'ютерно-інтегрована система аварійного сповіщення на виробничих об'єктах великого підприємства. – Рукопис.

Дослідження на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», освітньо-професійна програма – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» - Західноукраїнський національний університет. Тернопіль, 2024.

У роботі: досліджено етапи розвитку автоматизованих систем аварійного оповіщення; перелічені основні задачі комплексу технічних засобів оповіщення усіх рівнів; визначено основні вимоги до специфіки проектування систем сповіщення; розроблена структура та алгоритм роботи комп'ютерно-інтегрованої системи аварійного оповіщення; обґрунтовано вибір засобів автоматизації та елементів представленої системи; розроблено методу багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних.

ANNOTATION

Nyshchota I.T. Computer-integrated emergency notification system at production facilities of a large enterprise. - Manuscript.

Research for obtaining a master's degree in the specialty - 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics", educational and professional program - "Automation and computer-integrated technologies" - Western Ukrainian National University. Ternopil, 2024.

In the work: the stages of development of automated emergency notification systems were investigated; the main tasks of the complex of technical means of notification of all levels are listed; the main requirements for the specifics of designing notification systems are defined; the structure and algorithm of the computer-integrated emergency notification system were developed; the selection of automation tools and elements of the presented system is justified; developed a method for multi-speed processing of sensor signals in distributed data collection networks.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1. ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СПОВІЩЕННЯ	9
1.1 Системи аварійного сповіщення їх види та призначення	9
1.2 Основні задачі комплексу технічних засобів оповіщення усіх рівнів	18
1.3 Застосування різнотипних систем оповіщення для регіонального і об'єктного призначення	20
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ АВАРІЙНОГО ОПОВІЩЕННЯ	27
2.1 Визначення основних вимог та задач до специфіки проектування систем оповіщення	27
2.1.1 Специфіка проектування аварійної системи оповіщення	33
2.2 Розробка структури та алгоритму роботи системи аварійного оповіщення і управління евакуації людей	37
2.3 Обґрунтування вибору елементів комп'ютерно-інтегрованої системи аварійного сповіщення промислового об'єкта	44
3. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СЕНСОРІВ АВАРІЙНОЇ СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТА	49
3.1 Розробка методу багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних	49
3.2 Дослідження та практичні результати методу багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподіленні мережі збору даних	52
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТОК А	64

ВСТУП

Актуальність теми. При проектуванні житлових і нежитлових будівель державна служба з надзвичайних ситуацій (ДСНС) зобов'язує встановлювати системи оповіщення та управління евакуацією задля забезпечення безпеки людей за надзвичайних ситуацій. При цьому ця система може виконувати й інші функції, які будуть корисні для бізнесу.

На сьогоднішній день на сучасному ринку до систем оповіщення пред'являються додаткові вимоги, наприклад, можливість поєднання екстрених повідомлень, службових оголошень із музичною трансляцією. Системи такого роду активно застосовуються у побутовій сфері і називаються системами звукового забезпечення.

Також часто виникають завдання, у яких необхідно передавати різну інформацію по різних зонах. Тому застосовують багатоканальні рішення таких систем. Подібні системи будуються за принципом конструктора у спеціалізованих електротехнічних шафах. Їх склад та конфігурація підбирається під конкретні потреби клієнта, щоб отримати від систем оповіщення якнайбільше користі та функціоналу.

Комбіновані рішення підходять для реалізації у виробничих, громадських, адміністративних та інших типах будівель. При цьому для кожного типу потрібна індивідуальна конфігурація обладнання. У великих приміщеннях, типу складів або торгових комплексах, в першу чергу варто приділити увагу звуковому оповіщенню, щоб кожен міг почути голосний і чіткий сигнал про надзвичайну ситуацію (НС). В офісних будівлях та подібних спорудах необхідно наголосити на плані евакуації та світлових сигналах, які показують найкоротший і безпечніший шлях до аварійного виходу з будівлі.

Технічні та організаційні рішення для забезпечення безпеки застосовуються в різних сферах. Найбільш поширеними їх видами вважаються системи оповіщення про пожежі та НС. Через високі ризики в ці

області активно впроваджуються автоматизовані комплекси, які потребують участі людини у роботі. Аварійні системи оповіщення (СО), незважаючи на свою назву, можуть застосовуватися у воєнний час і в мирний час.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи аварійного сповіщення на промислових об'єктах та розробка методу багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних.

Для досягнення поставленої мети роботи необхідно:

- проаналізувати відомі та існуючі автоматизовані системи сповіщення та їх особливості;
- проаналізувати елементну базу та пристрої, що входять до складу систем сповіщення усіх рівнів;
- визначити основні вимоги та розробити структуру автоматизованої системи аварійного сповіщення об'єктного типу для промислового підприємства;
- обґрунтувати вибір елементної бази запропонованої автоматизованої системи;
- запропонувати ефективні методи підвищення ефективності роботи сенсорів аварійної системи сповіщення;
- обґрунтування метод багато швидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних.

Об'єкт дослідження: процеси обміну даними між пристроями та передачею їх на віддаленні об'єкти з можливістю введення електронного журналу подій на автоматизованому робочому місці.

Предметом дослідження є автоматизована система аварійного сповіщення на промисловому об'єкті.

Наукова новизна одержаних результатів: розроблений метод багато швидкісної обробки сигналів сенсорів у розподіленій мережі збору даних, який забезпечує передачу та ефективне опрацювання отриманих даних від територіально розрізнених об'єктів підприємства чи організації, що в свою

чергу дозволить ефективно сповіщати про аварійні, надзвичайні ситуації або робити повідомлення робочому персоналу.

Практичне значення отриманих результатів: гнучкість, простота та технічна можливість пристроїв системи аварійного сповіщення на територіально розрізнених виробничих об'єктах, що дозволяє оперативно повідомляти персонал про різні ситуації на виробництві.

Апробація. На основі досліджень підготовлено та опубліковано 2 тези доповідей на наукових конференціях (додаток А).

1. ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СПОВІЩЕННЯ

1.1 Системи аварійного сповіщення їх види та призначення

Загрози техногенного характеру, зокрема пожежі, завжди існували. Але за умов урбанізації пожежі, які можуть виникнути у місцях масового скупчення, особливо страшні. Крім того, на небезпечних підприємствах є загрози вибуху, нерідкі і загрози природного характеру. Імовірність виникнення цих загроз передбачає комплекс заходів, що підвищують безпеку людей, які знаходяться на таких об'єктах, а також населення, що проживає на навколишніх територіях.

Найбільш ефективним заходом, що мінімізує шкоду від даних загроз, є захід щодо своєчасного попередження людей та надання їм шансу прийняти необхідне рішення, що стосується як власної евакуації, так і допомоги іншим людям. У свою чергу найбільш ефективним попередженням є трансляція спеціальних текстів або сирени. Ефективність сирени можна поставити під сумнів в більшості випадків. Її включення може бути інтерпретовано як перевірка працездатності, а ось передача осмисленої текстової інформації є більш серйозним заходом. Передачу (трансляцію) такої інформації таки здійснюють системи оповіщення.

Системи оповіщення (СО) мають широку сферу застосування, але найпоширенішими є два види систем: системи оповіщення і управління евакуацією (СОУЕ) людей при пожежі та системи оповіщення про надзвичайні ситуації (СОНС), що мають різні назви і аббревіатури, які зустрічаються в різні літературі. За досить високих ризиків у важкій та хімічній галузях промисловості будуються так звані автоматичні системи оповіщення (АСО), іноді звані ще аварійними. Окремою сферою застосування СО, на сьогоднішній день, можна виділити сферу транспорту. У кожній галузі застосування діють свої нормативні підстави. Елементарна класифікація виходячи з вищесказаного представлена на рисунку 1.1 [1].

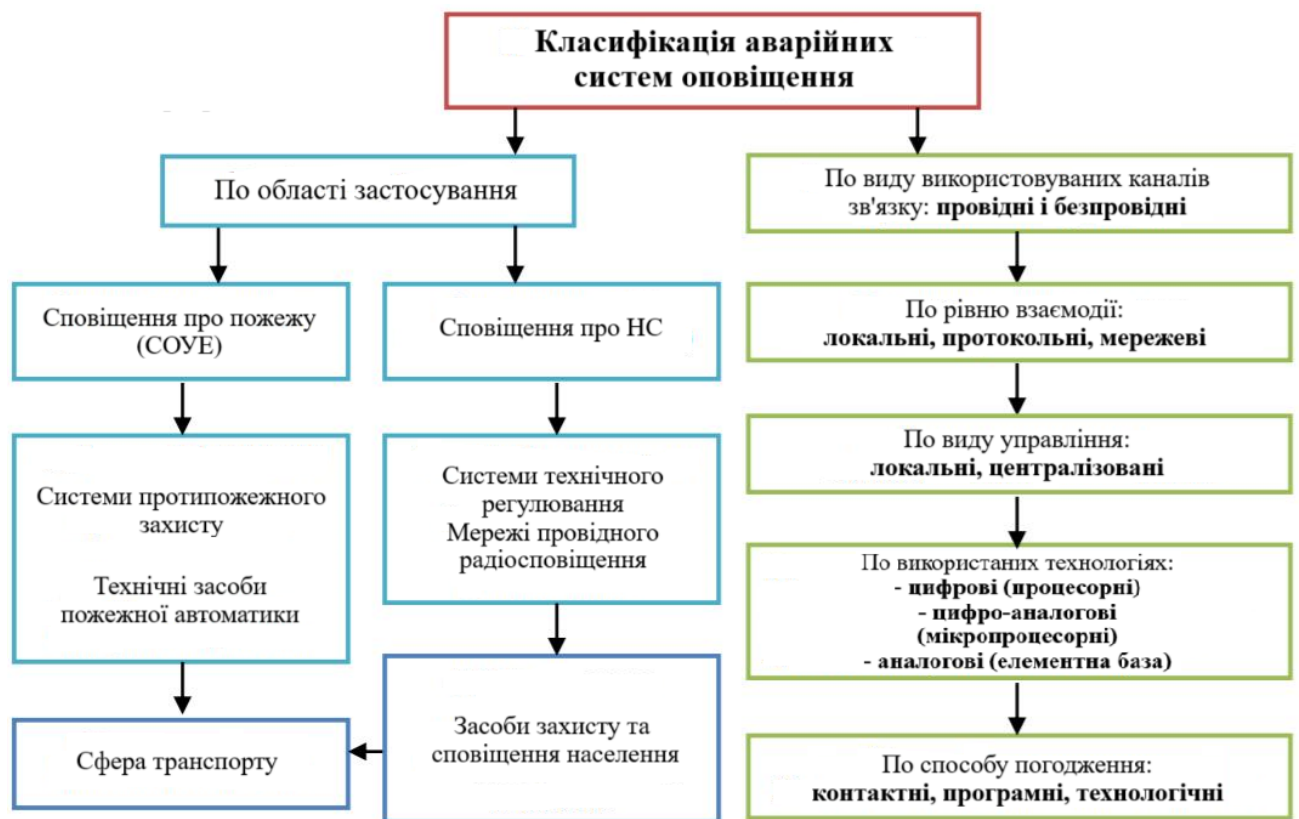


Рисунок 1.1 – Класифікація аварійних систем сповіщення

Назва "аварійні" (у західній термінології такі системи називають ALARM SYSTEMS) СО вказує на специфіку їх застосування, однак ці ж системи можуть використовуватися і в мирних цілях, наприклад, для трансляції фонові музики та реклами, що є цілком допустимим явищем. Аварійні системи, безумовно, використовуються і у разі оповіщення про надзвичайні ситуації.

Незалежно від сфери застосування СО можна класифікувати [1, 2]:

- по вигляд використовуваного каналу зв'язку (проводні та бездротові);
- за рівнем взаємодії (локальні, протокольні, мережеві);
- за видом управління (локальні, централізовані);
- за технологіями, що використовуються (цифрові або процесорні, цифро-аналогові або мікропроцесорні та аналогові);
- за способом узгодження (контактні та програмні рівні або на базі технологій).

Основною особливістю систем оповіщення про НС і СО є те, що ці системи є посередниками між будь-якими засобами автоматики (системами контролю та управління) та людиною. СО про НС спрямовані на підвищення рівня безпеки людей шляхом передачі їм необхідної інформації. Але цього мало. Для запобігання поширенню загрози також повинні бути поінформовані і сили - керівний склад і служби безпеки об'єкта, що захищається, а також керівництво (органи влади) прилеглих територій. Найпростіша структура системи централізованого оповіщення представлена класичним способом на рисунку 1.2.

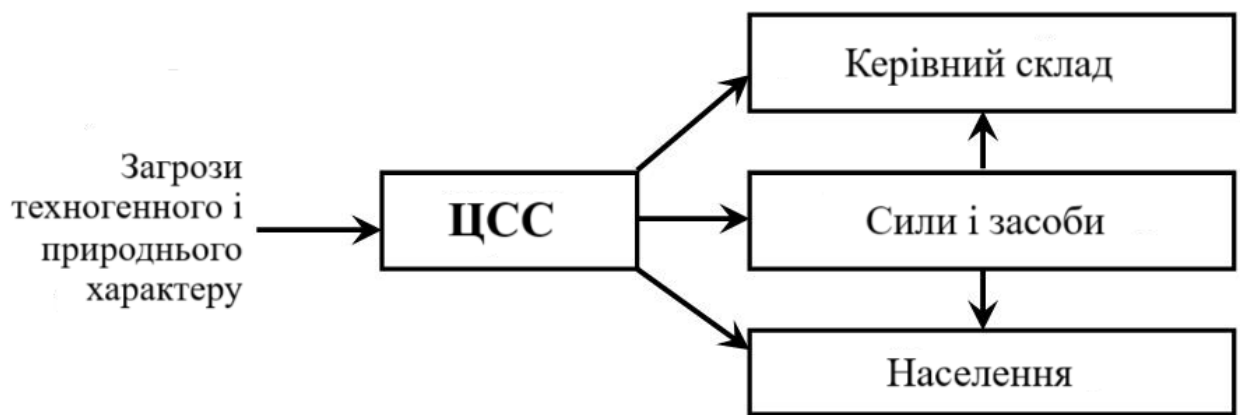


Рисунок 1.2 – Класифікація централізованих систем сповіщення

У загальному випадку СО про НС - система оповіщення населення та органів влади про надзвичайні ситуації природного чи техногенного характерів, що загрожують життю та здоров'ю населення. СО про НС є комплексом сил і технічних засобів, що забезпечують доведення інформації:

- до органів влади у вигляді сповіщень;
- до населення як повідомлень.

Загальна класифікація СО про НС принципово не відрізняється від попередніх. Системи оповіщення про НС будуються на різних рівнях взаємодії, у яких вирішуються свої завдання. На кожному з цих рівнів застосовується відповідна СО:

- державний рівень (державна система оповіщення);
- регіональні системи оповіщення (PCO);

- територіальні системи оповіщення (ТСО);
- місцеві системи оповіщення (МСО);
- локальні системи оповіщення (ЛСО);
- об'єктові системи оповіщення (ОСО).

Достатню актуальність останнім часом набули регіональні системи оповіщення (РСО). РСО - забезпечують автоматичну передачу сигналів (розпоряджень) та інформації оповіщення від пунктів управління або регіональних центрів (РЦ) до підпорядкованих їм органів управління у справах ГО та НС, сил, з'єднань та частин військ ДСНС [3].

У кожному великому місті будується подібна ієрархічна структура управління, завданням якої є забезпечення максимально ефективної взаємодії підрівнів. Так, наприклад для великих міст мільйонників, регіональну систему оповіщення такого міста можна представити наступною структурною схемою зображеною на рисунку 1.3.

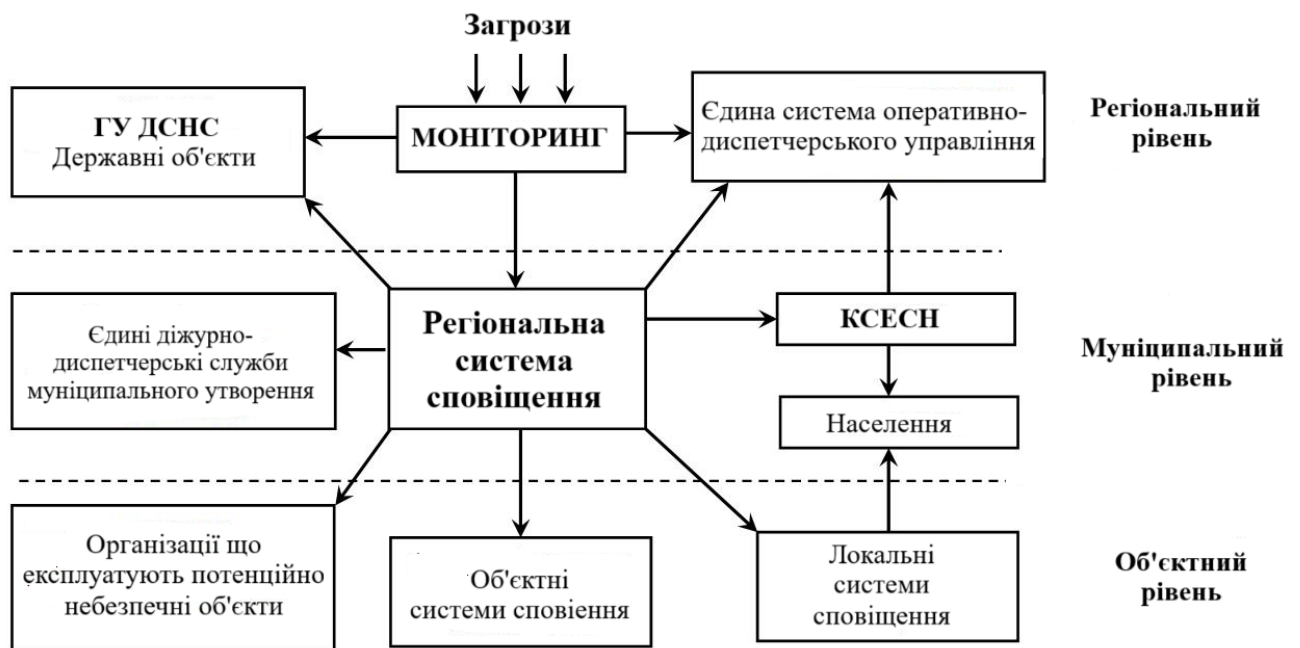


Рисунок 1.3 – Структура регіональної системи сповіщення міста мільйонника

У загальному випадку, під оповіщенням населення великого міста мільйонника про НС мається на увазі - комплекс заходів, що охоплює 3 рівні виявлення (моніторинг) та взаємодії з:

- єдиною системою оперативно-диспетчерського управління, що функціонує на регіональному рівні;
- комплексною системою екстреного оповіщення населення, що функціонує на муніципальному рівні;
- локальними і об'єктовими системами оповіщення, що функціонують на об'єктовому (іноді так званому - локальному) рівні, відповідальними за доведення до персоналу об'єкта і населення міста, що захищається, сигналів оповіщення та екстреної інформації при виникненні загроз природного та техногенного характеру.

Об'єктові системи оповіщення по своїй архітектурі можуть бути простими і складними. Системи оповіщення однаково актуальні як для внутрішньо-об'єктового застосування (оповіщення персоналу всередині будівель та споруд), так і для оповіщення населення, що знаходиться на зовнішніх територіях, прилеглих до потенційно небезпечних об'єктів (підприємств). Найбільш поширеними є об'єктові системи оповіщення (ОСО), що є складовою так званої нижньої ланки єдиної державної системи попередження та ліквідації НС. ОСО проектується на підставі наступної нормативно-технічної документації (НТД), приклад структури представлений на рисунку 1.4.

Окрім НТД, зазначеної на структурі рисунка 1.4, існують інші нормативні підстави [4]:

- державний закон "Про цивільну оборону";
- накази державної служби з надзвичайних ситуацій "Про затвердження Положення про системи оповіщення населення";
- державні стандарти по безпеці у надзвичайних ситуаціях, порядок розробки переліку заходів щодо цивільної оборони, заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру при проектуванні об'єктів капітального будівництва.



Рисунок 1.4 – Структура об'єктової системи сповіщення

До переліку основних функцій ОСО відносять:

- трансляція сигналів територіальної, обласної, міської, муніципальної систем оповіщення у зоні охоплення ОСО;
- трансляція (передача) сигналів підрозділам цивільної оборони (ЦО) та ДСНС, відповідальних за ЦО та НС, керівництву підприємств (об'єкта) на території охоплення ОСО;
- трансляція сирен та спеціальних текстів мовного сповіщення;
- Тестування в автоматичному режимі: справності каналів зв'язку, звукових та мовних оповіщувачів, блоків управління, посилення, комутації та зв'язку;
- оповіщення каналами телефонного (мобільного зв'язку) у мовному та текстовому (SMS) режимах, у тому числі циклічно.

ОСО мають бути з проєктовані таким чином, щоб забезпечувати своєчасне сповіщення про НС керівників та персонал об'єкта. Відповідно до вимог державних стандартів. Об'єктовими системами необхідно оснащувати об'єкти з чисельністю людей, що одномоментно перебувають (включаючи

персонал), понад 50 чоловік, а також соціально важливі об'єкти та об'єкти життєзабезпечення населення, незалежно від чисельності одномоментного перебування людей.

Локальні системи оповіщення (ЛСО), на відміну від ОСО, здійснюють як внутрішньо-об'єктове оповіщення, так і оповіщення населення, що у зонах, прилеглих до потенційно-небезпечного підприємства. За своїми завданнями ОСО та ЛСО дуже схожі, але якщо проектування ОСО аналогічне до проектування системи оповіщення про пожежу СОУЕ, в силу внутрішньо-об'єктової специфіки застосування, то для проектування ЛСО розроблено окремі "Методичні рекомендації щодо створення в районах потенційно-небезпечних об'єктів - локальних систем оповіщення" [5].

ЛСО призначені для своєчасного доведення до населення, робітників та службовців потенційно небезпечних об'єктів, відповідних органів управління територіальної підсистеми регіональної системи сповіщення з надзвичайних ситуацій (РССНС) сигналу "Увага всім!", інформації про загрозу радіоактивного забруднення, хімічного зараження та катастрофічного затоплення, а також інформації про розвиток подій та рекомендацій діям при аваріях на потенційно небезпечних об'єктах. Загальна структурна схема ЛСО представлена в наступному вигляді на рисунку 1.5.

З рисунка 1.5 видно, що управління ЛСО потенційно небезпечного об'єкта здійснюється з основного та запасного пунктів управління. Технічні засоби ЛСО повинні забезпечувати [5, 6]:

- управління локальною системою оповіщення;
- прямий дротовий та радіозв'язок чергового диспетчера з оперативним персоналом;
- прийом повідомлень та команд, що передаються регіональною (місцевою) системою оповіщення;
- контролю проходження сигналів та інформації, що передаються в ЛСО;
- телефонний зв'язок загального користування;

- управління системою моніторингу та сигналізації.

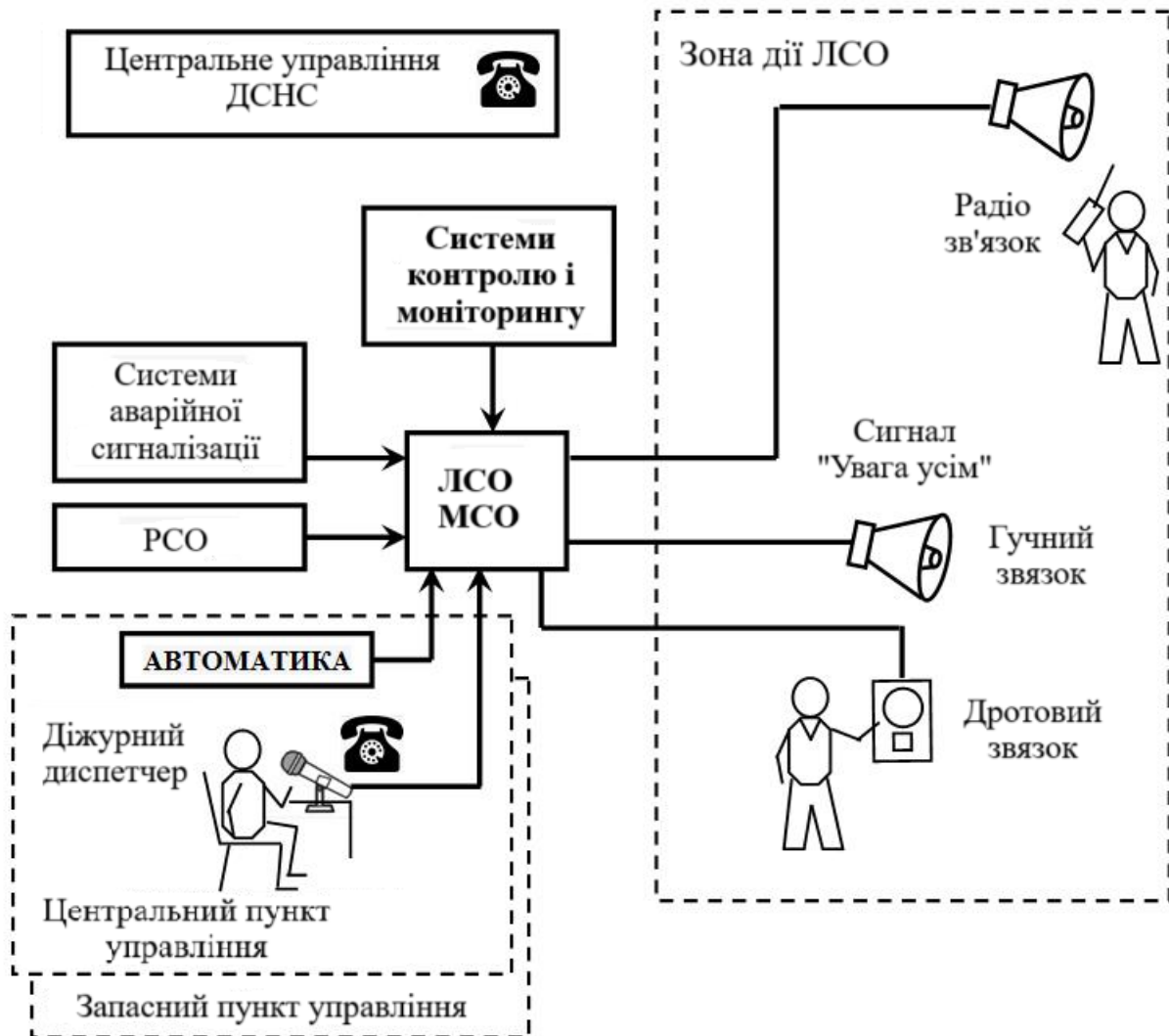


Рисунок 1.5 – Загальна структура локальної системи оповіщення

Представлений вище перелік функцій дуже схожий з функціями ОСО. Комплекс технічних засобів (КТЗ) регіональної системи оповіщення забезпечує доведення сигналів та інформації оповіщення до органів управління та населення. КТЗ включає до свого складу ряд підсистем, які зображені на рисунку 1.6 і мають наступний вигляд:

- підсистема управління та каналів зв'язку;
- підсистема електронного оповіщення;
- підсистема мовного оповіщення на базі мережі дротового мовлення (абонентська мережа та мережа вуличних гучномовців);

- підсистема оперативного залучення каналів радіомовних та телевізійних станцій;
- підсистема залучення систем оповіщення об'єктів, пов'язаних з РСО;
- автоматизовані системи оповіщення організацій телефонними лініями;
- ТСО та ЛСО повинні забезпечувати цілодобову роботу за будь-яких кліматичних умов.

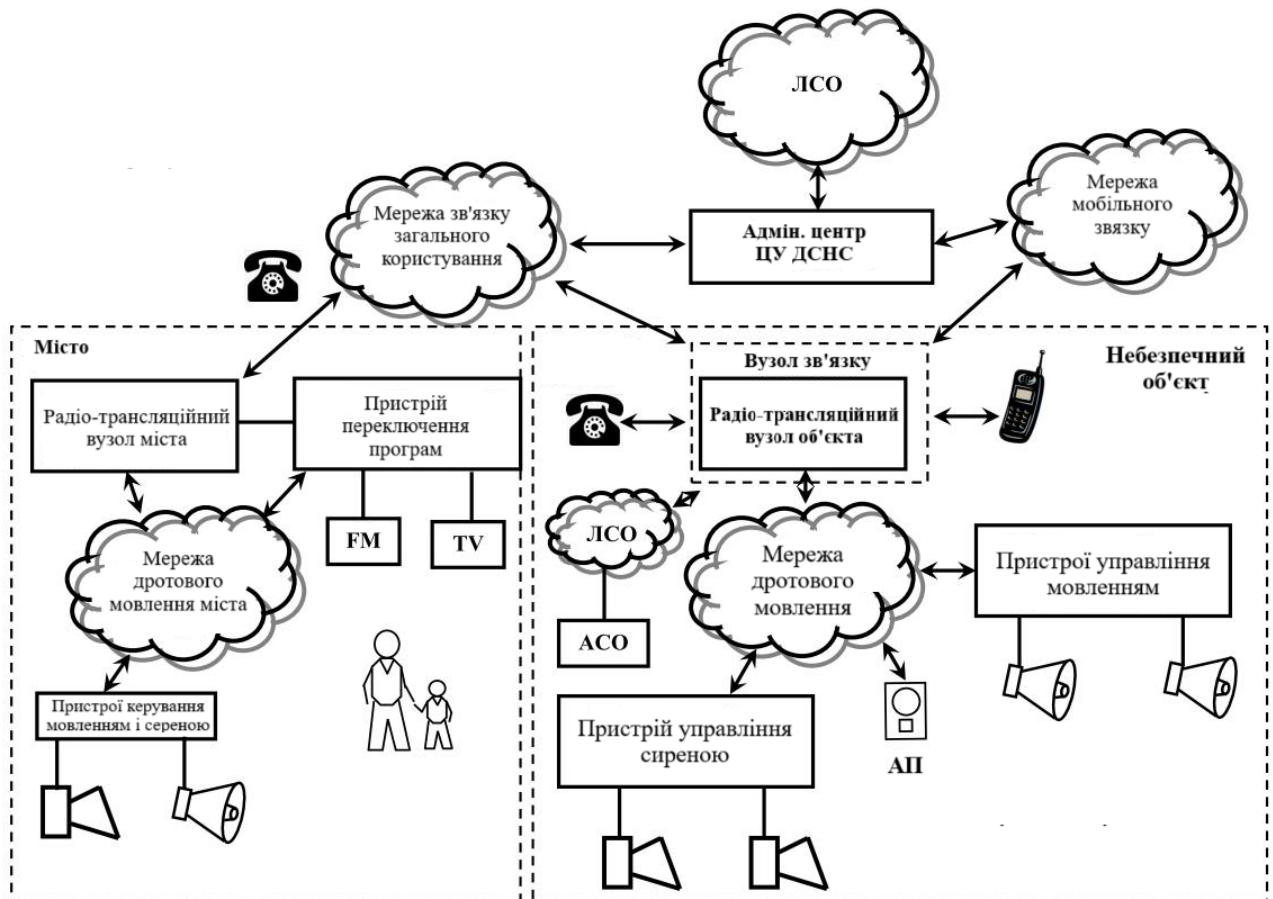


Рисунок 1.6 – Комплекс технічних засобів і основних підсистем ЛСО

Можливості системи дозволяють об'єднувати кілька пультів, що управляють відповідними секторами мовлення, виділеними у загальній звуковій системі. Кожен пульт може транслювати спеціальні повідомлення попередньо вибрані сектори мовлення. При цьому в інших секторах може тривати трансляція звичайних аудіо програм основного мовлення.

1.2 Основні задачі комплексу технічних засобів оповіщення усіх рівнів

На сьогоднішній день регіональні системи оповіщення (PCO) будуються на базі двох основних каналів [6]:

- VPN - канал, побудований з урахуванням стека мережі TCP/IP, у якій за передачу квитанцій та команд відповідає транспортний протокол TCP, а також за передачу мови – технологія багатоадресної (multicast/unicast) розсилки за груповими адресами (класу D);
- канал радіозв'язку - даний канал повинен забезпечувати дальність зв'язку між станціями оповіщення 6-7 км (максимально 22 км) на швидкості передачі 9,6 кбіт/с (енергетичний запас > 10дБ), діапазон виділених радіочастот - 403-470 МГц.

Найбільш відомими (для більшості проектувальників) на сьогоднішній день є PCO верхньої ланки, що випускаються під аббревіатурою "П-16Х". Під цією маркою свої системи випускають кілька виробників. Їх популярність і обумовлена відкритістю та доступністю. Ці виробники охоче інтегруються із виробниками трансляційного обладнання нижньої ланки. Внаслідок такої кооперації-інтеграції відбувається активне просування спільних рішень у регіонах. Так, наприклад, виробники апаратури П-166 є конкурентами, при цьому легко сполучаються один з одним. Крім апаратури П-16Х, звичайно, існує і безліч інших (цікавих) виробників, о представляють свою продукцію на світовому ринку сповіщувачів.

Приклади центральної системи оповіщення можна знайти готовими інсталяційними комплектами на ринку, це є комплекс технічних засобів оповіщення (КТЗО) П-166Ц. Даний комплекс функціонує на регіональному рівні та забезпечує доведення сигналів та інформації оповіщення до органів управління, посадових осіб, сил ЦО та ДСНС і населення, загальний вигляд такої системи представлений на рисунку 1.7.

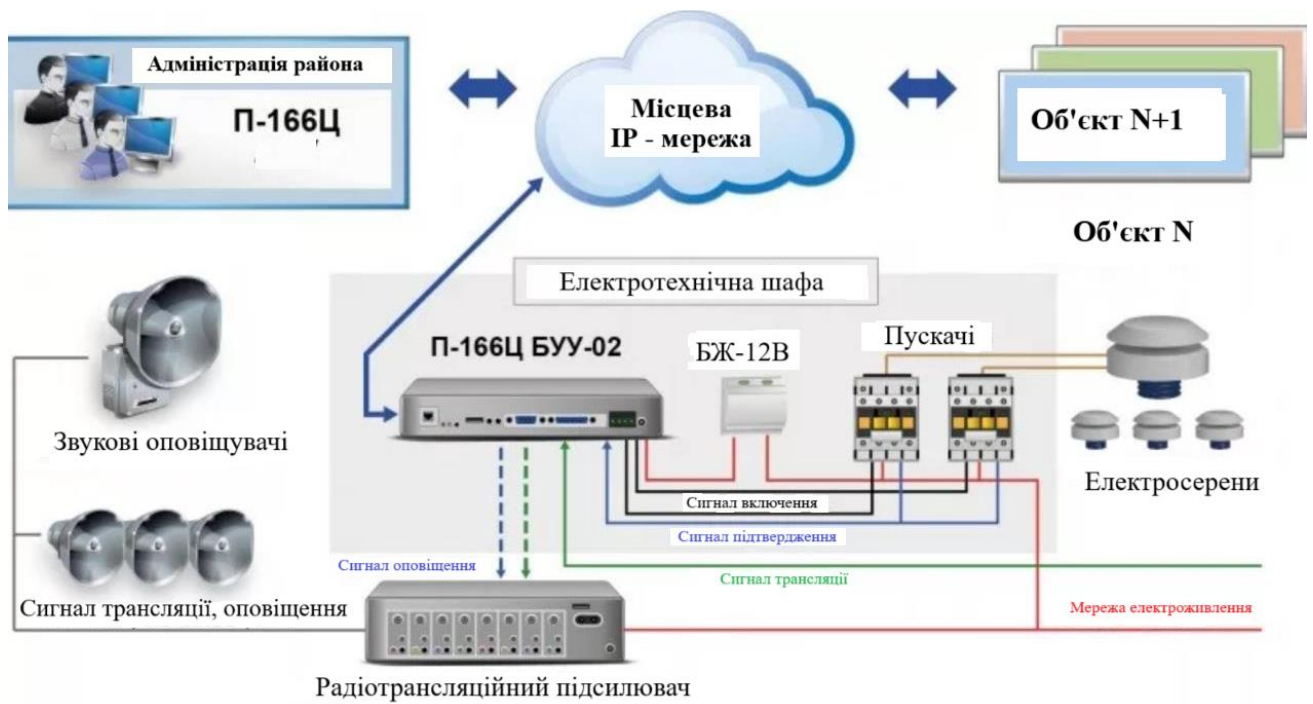


Рисунок 1.7 – Загальний вигляд КТЗО П-166Ц

На рисунку 1.7 представлений КТЗО П-166Ц, який забезпечує [7]:

- безперервну цілодобову роботу;
- обмін цифровою інформацією через транспортну мережу за допомогою завдання необхідних IP-адрес центрів і пунктів оповіщення та засобів управління кінцевими засобами оповіщення;
- поєднання з раніше розробленим обладнанням П-166;
- управління кінцевими пристроями оповіщення (П-164А, П166ВАУ);
- контроль технічного стану комплексу технічних засобів оповіщення без включення кінцевих засобів оповіщення;
- відбір каналів ефірного та кабельного телебачення, передачу по них мовної та текстової інформації оповіщення населення;
- управління апаратурою оповіщення посадових осіб – цифровими каналами ГТС та каналами кабельного телебачення;
- повнодоступна система адресації з можливістю оперативної зміни;
- передачу мови.

КТЗО П-166Ц має широку сферу застосування, активно встановлюється та функціонує на об'єктах великих міст. Лінійка обладнання

П-166Ц постійно розширюється та на сьогоднішній день доповнена маршрутизатором-конвертером протоколів. П-166К МКП - програмно-апаратний виріб, виконаний у форм-факторі одноплатного мінікомп'ютера, із встановленим загальносистемним та спеціальним програмним забезпеченням. Це рішення дозволяє здійснювати сполучення системи П-166Ц з модернізованим уніфікованим комплексом технічних засобів П-166М. Інтеграція відбувається наступним чином: до бази даних обладнання П-166М, встановленого в РСО, вносяться абоненти ОСО/ЛСО. При цьому, абоненти, що додаються, вносяться як абоненти П-166М, а доступ до них відбувається через нижчестоящий вузол (ІР-адреса МКП), а в МКП, у свою чергу, вносяться ІР-адреси обладнання П-166Ц. КТЗО П-166Ц ефективно інтегрується і з обладнанням нижньої ланки, яка використовує лінійку цифро-аналогового обладнання ROXTON.

1.3 Застосування різнотипних систем оповіщення для регіонального і об'єктного призначення

Ще одним прикладом регіональної системи оповіщення є система оповіщення "СІГМА П-161М РММ8". Комплекс технічних засобів КТЗ П-161М РММ-8 призначений для створення автоматизованих систем оповіщення локальних (у зоні потенційно-небезпечного об'єкта) та об'єктових систем оповіщення з метою доведення формалізованих сигналів оповіщення, текстових та мовних повідомлень до оперативних органів управління, посадових осіб, персоналу та населення, що у зоні відповідальності. Загальний вигляд такої системи представлений на рисунку 1.8 [7,8].

Основними завданнями комплексу П-161М РММ-8 є забезпечення:

- оповіщення чергових пунктів управління;
- визначення рівня ПУ відповідно до повноважень посадової особи;
- планування та автоматизація завдань оперативного чергового;

- мовне сповіщення на телефони з відбором абонентської лінії;
- мовне сповіщення на службові, стільникові та домашні телефони по комутованій мережі (автодозвон);
- мовне сповіщення на стільникові телефони по каналах GSM;
- надсилання текстових повідомлень SMS;
- робота з цифровими каналами (Ethernet, E0, E1);
- мовне сповіщення по системі гучного зв'язку;
- управління сиренами;
- документальне сповіщення мобільних та рухомих об'єктів;
- розв'язання навігаційної задачі (вбудований GPS / ГЛОНАСС для рухомих об'єктів);
- підключення систем моніторингу (сенсорів небезпеки) ознак НС.



Рисунок 1.8 – Загальний вигляд системи оповіщення регіонального типу
СІГМА П-161М РММ8

До складу комплексу П-161М РММ-8 входить широка лінійка обладнання, у тому числі блок сполучення БС-4. Загальний вигляд та

функціональне призначення блока сполучення БС-4 представлено на рисунку 1.9.

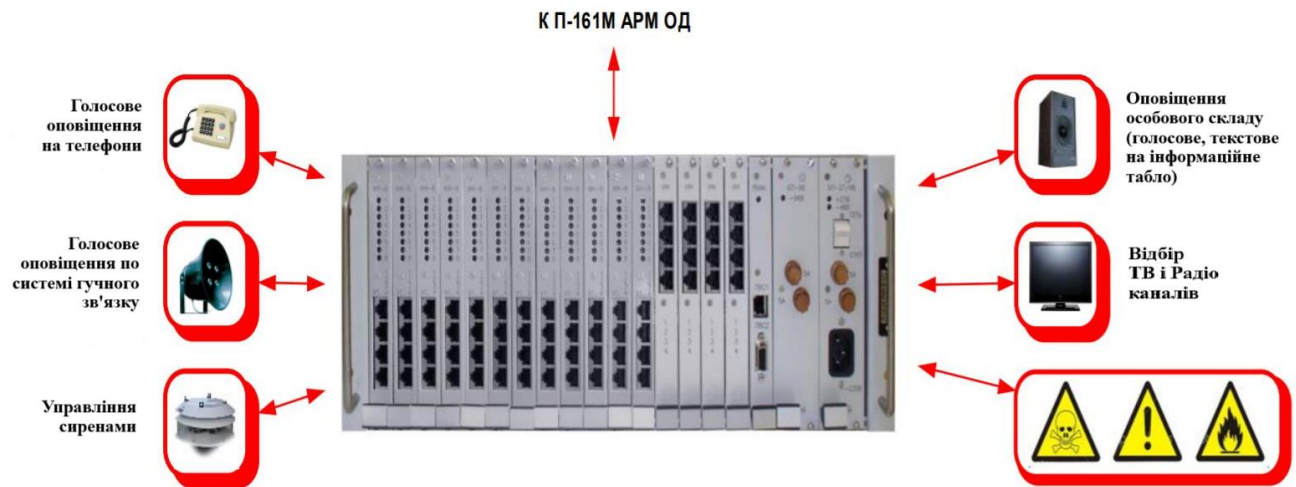


Рисунок 1.9 – Загальний вигляд та функціонал БС-4

Блок П-161М РММ-8 БС працює спільно з АРМ ОД-1 та забезпечує: по-перше керування кінцевою апаратурою оповіщення - електросирени, системи гучного зв'язку, приймачі місцевого оповіщення, стаціонарні (виділені або відібрані) телефонні апарати, апаратура П-166 ВАУ, електронні табло, керування радіостанціями; по-друге взаємодію з пунктами керування та віддаленими контролерами по радіоканалу; по-третє підключення до систем моніторингу ознак виникнення НС, сенсорів небезпеки (цифровий стик, сухий контакт) [9].

Застосування апаратури оповіщення про НС, що працює спільно з даним блоком також використовується цифрова система оповіщення по мережі ROXTON IP (виготовлена групою компаній ESCORT). Інтеграція даних систем здійснюється за допомогою застосування інтерфейсу аварійного сигналу ROXTON IP A6223A, перетворювача сигналів RS-422-TCP/IP ROXTON IP-A6713, програмного забезпечення ROXTON IP-A6700R, що підтверджено відповідними протоколами сумісності [10].

Окрім вищезгаданих систем, існує і безліч інших, наприклад, таких як "Комплекс програмно-апаратних засобів оповіщення МАРС-АРСЕНАЛ" або такого відомого виробника як "СТРІЛЕЦЬ-МОНІТОРИГ". Для прикладу, на

The diagram illustrates the control system for the RA-8236PS-8208 ROXTON 8000 system. It shows the connection of the RA-8236PS-8208 system, the RA-8236PS-8208 system, the RA-8236PS-8208 system, and the RA-8236PS-8208 system.

Блок сполучення П-166Ц БУУ-02 має можливість стикування з трансляційним обладнанням, у тому числі системами оповіщення та керування евакуацією (СОУЕ). Необхідність такого сполучення продиктована кількома постановами, що регламентують - "Системи електрозв'язку будівель та споруд. Основні положення проектування", "Методичні рекомендації щодо створення комплексної системи екстреного сповіщення про загрозу виникнення НС". Згідно з даними умовами якими допускається використання систем оповіщення та управління евакуацією при пожежі (СОУЕ) як об'єктові системи оповіщення (ОСО) РСО НС при доукомплектуванні їх спеціальними автоматизованими пристроями

сполучення з каналами передачі сигналів включення пристроїв оповіщення та інформації сповіщення про надзвичайні ситуації людей, що знаходяться на території об'єкта, а також запуск систем оповіщення повинен здійснюватися автоматично при спрацьовуванні сенсорів різних систем сполучення [11].

Комбінована система Roxton RA-8236 є частиною системи Roxton 8000. Пропонований варіант сполучення можна розглядати як приклад побудови малобюджетної комбінованої системи оповіщення ОСО/ЛСО - СОУЕ.

П-166Ц БУУ-02 ефективно стикується з будь-якою системою оповіщення, що має спеціально виділені для цього клеми та не зайнятий пріоритет. Під пріоритетом розуміється можливість шляхом подачі сухого контакту відключити або блокувати (перехопити) низькі пріоритети з метою трансляції екстреного повідомлення. При цьому бажано, щоб система сповіщення підтвердила (квітувала) дану активацію видачею (для блоку П-166Ц БУУ-02) сигналу квітування, наприклад, у вигляді сухого контакту. Комбінована система ROXTON RA-8236 чудово реалізує дані можливості та ідеально стикується з блоком П-166Ц БУУ-02. На рисунку 1.11 представлена схема побудови комплексної системи екстреного оповіщення населення на базі комбінованої системи ROXTON RA-8236.

Робота системи у черговому режимі супроводжується різними експлуатаційними етапами в обслуговуванні і підтримці робочого стану. У черговому режимі на контактах 9, 12 роз'єму ВХІД / ВИХІД (типу DB-25F) блоку П-166Ц БУУ-02 є аудіосигнал, що надходить від джерела програм, підключеного до контактів 8, 11 того ж роз'єму. Для організації фонові трансляції контакти 9, 12 необхідно з'єднати з лінійним низькопріоритетним входом (AUX) системи ROXTON RA-8236, що здійснює звукопідсилення та подальшу трансляцію аудіопрограми в зони, вибрані за допомогою кнопок селектора на передній панелі блоку ROXTON RA-8 [12].

Робота системи в режимі екстреного оповіщення має свої особливості в процесі експлуатації. При активації блоку П-166Ц БУУ-02 від централізованої системи (обладнання вищої ланки) відбувається активація

вбудованого реле. На контактах 22, 23 виникає сигнал (замикає "сухий контакт"), що надходить на клеми ALL - COM контактного роз'єму EMERGENCY INPUT блоку ROXTON RA-8236 і активує його високий (третій) пріоритет.

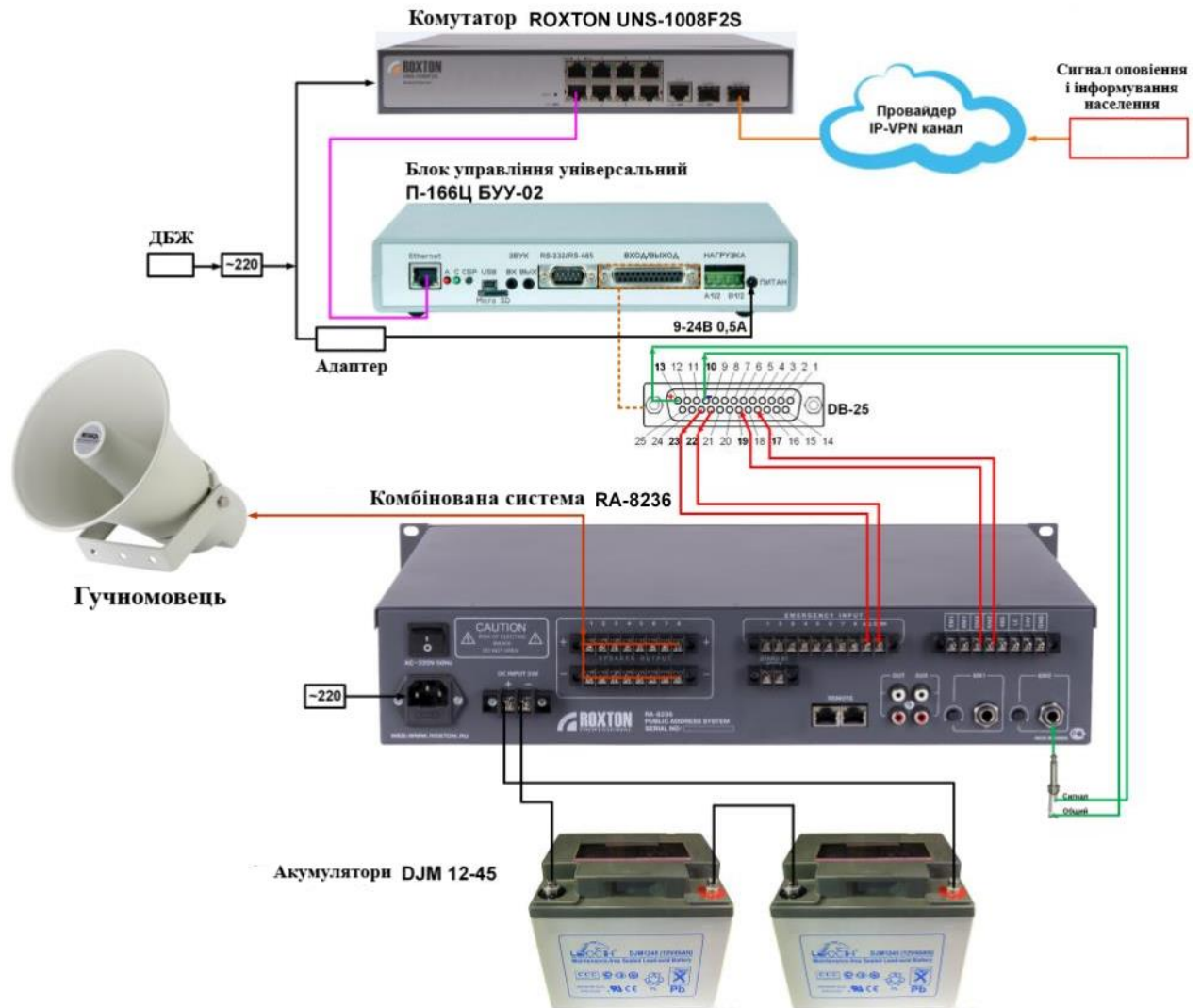


Рисунок 1.11 – Структура схема побудови комплексної системи екстреного оповіщення населення на базі комбінованої системи ROXTON RA-8236

При цьому на контактах 10, 13 роз'єму ВХІД/ВИХІД блоку П-166Ц БУУ-02 виникає аудіосигнал, що надходить туди із вбудованого аудіокодека. Даний заздалегідь записаний сигнал оповіщення надходить на роз'єм EM2 блоку ROXTON RA-8236 для подальшого посилення і трансляції в 8 ліній (зон оповіщення).

Сигнал квітування (підтвердження активації) у вигляді "сухого контакту" знімається з клем EM2-EM2 вихідного роз'єму блоку ROXTON RA-8236. Даний сухий контакт замикає клема 15, 19 роз'єму ВХІД/ВИХІД блоку П-166Ц БУУ-02.

Зміна пріоритетів відбувається в залежності від ситуації. Залежно від розв'язуваного завдання, рівня або ступеня складності об'єкта, на якому застосовується СОУЕ, пріоритет екстреного оповіщення (повідомлення від системи ДСНС та НС) може бути вищим за пріоритет про пожежу. В цьому випадку аудіосигнали з вихідного роз'єму ВХІД / ВИХІД блоку П-166Ц БУУ-02 необхідно підключити до входу EM1, а контрольний активуючий сигнал (з клем 22, 23 роз'єму ВХІД / ВИХІД) - до клемі COM і всім 8-мі клем 1-8, що замикається за допомогою перемичок) контактного роз'єму EMERGENCY INPUT блоку ROXTON RA-8236.

Побудова комбінованої системи оповіщення на базі обладнання ROXTON 8000 та блоку сполучення П-166Ц БУУ-02

На рис.5 зображено комбіновану систему оповіщення про пожежу – СОУЕ з можливістю підключення (трансляції) сигналів від системи ГО та НС на базі блоку контролю та управління ROXTON PS-8208 та блоку сполучення П-166Ц БУУ-02.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ АВАРІЙНОГО ОПОВІЩЕННЯ

2.1 Визначення основних вимог та задач до специфіки проектування систем оповіщення

Електронні технології, що бурхливо розвиваються, надають всебічний вплив на різні сфери людської діяльності, в тому числі сферу безпеки і пред'являють підвищені вимоги до фахівців, від яких вимагається постійне підвищення своєї кваліфікації, суворе осмислення цільових завдань, залучення все більш широкого арсеналу засобів для їх вирішення. Сучасному проектувальнику необхідно здійснювати постійний зворотний зв'язок із постачальниками та розробниками. Вибір обладнання має здійснюватися з урахуванням, як всебічної інтеграції так і перспектив. Вибір тієї чи іншої системи має бути обґрунтований та підтверджений розрахунками, виконаними на підставі актуальних методик.

У сучасному технократичному суспільстві дедалі більшу увагу почали приділяти системам оповіщення людей. Системи оповіщення широко застосовуються у різних сферах людської діяльності: у сфері забезпечення безпеки будівель та споруд – системи оповіщення про пожежу (СОУЕ), у сфері цивільної оборони – системи оповіщення про надзвичайні ситуації, у сфері енергетики та промисловості – командно-пошукові системи, у промисловості та сфері транспорту – системи зв'язку.

Основне призначення системи оповіщення – оповіщення людей про ту чи іншу загрозу, донесення до них інформації щодо їх особистої безпеки у разі будь-яких екстрених ситуацій: пожеж, техногенних катастроф, терористичних загроз (рисунок 2.1). Система оповіщення - необхідна складова системи безпеки, у якій вона є кінцевим виконавчим елементом, посередником між технічними засобами і людиною. Можна висловитися так:

система оповіщення – це кінцевий пристрій у складному механізмі забезпечення безпеки людини. Відсутність своєчасної інформації у разі виникнення пожежі або надзвичайних ситуацій може стати причиною великих людських жертв, тому всі нормативні акти в галузі безпеки, що приймаються останнім часом, обов'язково включають вимоги щодо оснащення будівель, споруд і територій з масовим перебуванням людей системами оповіщення. Останніми роками системам оповіщення стало приділятися серйознішу увагу. Стимулом цього послужило бурхливий розвиток світового ринку. Утвердившись у сфері забезпечення протипожежної безпеки будівель і споруд, системи оповіщення стали активно проектуватися і у сфері цивільної оборони, встановлюватися в місцях, що зазнають впливу природного, стихійного та техногенного характерів [13, 14].



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд основних елементів управління системи оповіщення

На сьогоднішній день, в рамках реалізації програми цивільної оборони населення, будуються системи оповіщення на різних рівнях: локальні ЛСО, централізовані ЦСО, державні. В даний час в ногу з розвитком технологій Іот ефективно впроваджується програма «Безпечне місто», в якій система оповіщення покликана вирішувати ті самі завдання, пов'язані з інформуванням людей про ту чи іншу загрозу. У соціумі, що швидко

розвивається, з постійно зростаючою інфраструктурою, однією з найбільш актуальних - є завдання інтеграції різних систем. Інтеграція передбачає об'єднання різних систем як на протокольному – верхньому рівні, що вимагає застосування сучасних цифрових технологій, так і на контактному – нижньому рівні, що вимагає базових надійних рішень. При вирішенні будь-яких глобальних завдань дуже важливо правильно вибрати базис – точку опори з одного боку, і будівельний матеріал, цеглу, з яких можна буде будувати, з іншого. Так, наприклад, для успішного проектування та побудови глобальної міжрівневої системи оповіщення з координованим централізованим управлінням можна звернутися до досвіду проектування та побудови систем оповіщення та управління евакуацією СОУЕ (рисунок 2.2). СОУЕ мають повсюдне застосування, проте, навіть у цій галузі і області, відчувається брак навчальних матеріалів, методичних посібників, що й спричинило написання і створення навчальних відеоуроків виробників такого обладнання.

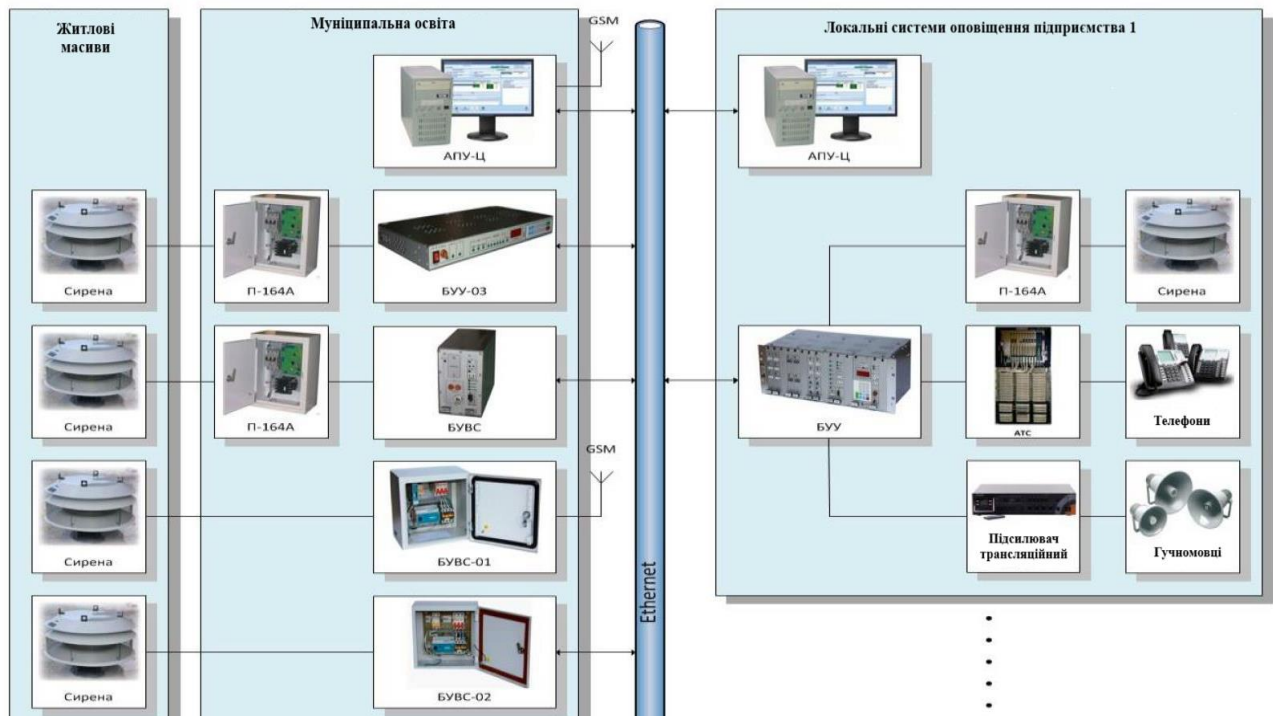


Рисунок 2.2 - Приклад поєднання локальної системи оповіщення, побудованої на устаткуванні ROXTON з обладнанням централізованого оповіщення П-166Ц

Для забезпечення безпеки людей, які перебувають у будівлях та спорудах, використовуються СОУЕ – системи оповіщення та управління евакуацією людей. СОУЕ, будучи посередником між засобами автоматики та людиною, є найважливішою складовою системи безпеки будівель та споруд. Юридичним підставою застосування СОУЕ ринку будівництва житлових будинків офісних споруд є нормативні документи, розроблені виходячи з державних законів законів. Фактична підстава застосування систем оповіщення продиктована необхідністю захистити людей при тій чи іншій загрозі, своєчасно попередивши їх про небезпеку шляхом доведення до них інформації щодо їхньої особистої безпеки. У цьому нормативному документі (НД) дається таке визначення СОУЕ: СОУЕ – це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, призначений для своєчасного повідомлення людям інформації про виникнення пожежі та необхідні шляхи евакуації [15].

Вибір тієї чи іншої СОУЕ залежить від багатьох аспектів, а саме: типу будівлі, в якій вона використовується, її специфіки, існуючих або проєктованих комунікацій і, що не маловажливо, побажання замовника. Проєктування СОУЕ починається з оцінки будівлі, в якій вона буде використовуватися. Оцінюючи будівлі визначається нормативний показник, визначальний тип використовуваної СОУЕ. Тип СОУЕ повинен бути не нижче типу будівлі, що захищається. Тип будівлі визначається нормативним показником, що залежить від поверховості і кількості людей, що знаходяться в зоні оповіщення. Зональний поділ, що здійснюється на початковому етапі проєктування, є дуже важливим. З погляду забезпечення безпеки – це своєчасна та безперешкодна евакуація людей, з функціональної точки зору – це зручність та гнучкість управління, з акустичної точки зору - це створення однорідного звукового поля, що забезпечує рівномірне комфортне сприйняття з погляду надійності технічних засобів (НТЗ) – це мінімізація паразитних зворотних зв'язків у системі.

До СОУЕ пред'являються такі основні вимоги:

- висока надійність функціонування;

- мінімальний час реакції при надходженні сигналу про пожежу;
- наявність захисту доступу до органів управління;
- можливість автоматичної роботи;
- наявність системи контролю вхідних та вихідних шлейфів;
- можливість протоколювання всіх подій;
- жорсткі вимоги щодо організації резервного живлення.

На типу оповіщення СОУЭ 3-5 типів є системами мовного оповіщення, основу яких становить звуковий тракт. Він в свою чергу є елементом трьохетапної структури, представленої на рисунку 2.3 [16]:

- створення;
- поширення;
- сприйняття.



Рисунок 2.3 – Розповсюдження звукового сигналу

Основне завдання даної структури – передати звукову інформацію від джерела одержувачу в максимально неспотвореному вигляді, та з необхідною гучністю. У найзагальнішому вигляді: “Неспотвореність” забезпечується параметрами звукового тракту, наприклад, параметри гучномовців є вхідними для “електроакустичного розрахунку”, у якому формуються вимоги до оптимальної гучності. При проектуванні звукових систем оповіщення має враховуватись специфіка всіх трьох складових.

Створення, на цьому етапі основне значення має звуковий тракт, що включає три етапи перетворення:

- звукове джерело як перетворювач акустичної енергії на вході в електричний сигнал на виході;
- система звукопідсилення;
- гучномовець як перетворювач електричного сигналу на вході в чутний акустичний сигнал на виході.

Процес створення звукового повідомлення пов'язаний з вибором та оптимальним поєднанням технічних засобів:

- сполучення звукового джерела з системою звукопідсилення;
- узгодження системи звукопідсилення із навантаженням.

Важливим є таке поняття, як “нормування” звукового тракту – оптимальне і узгоджена взаємодія всіх вузлів системи, які забезпечують безперешкодне проходження звукового сигналу з входу на вихід.

Нормування звукового тракту – початковий етап та гарант процесу проектування системи оповіщення. Узгодження системи звукопідсилення з навантаженням пов'язане з розв'язанням такого важливого завдання, як розрахунок втрат на дротах – задачі, що передують електроакустичному розрахунку. Мінімізація втрат на дротах, особливо актуальна у так званих "розподілених системах", що забезпечує кількість інформації - трансляцію сигналу з необхідним рівнем та зберігає якість - "неспотвореність" звукового сигналу.

Розповсюдження, як середовище поширення звуку природно розглядати повітряний простір. Цей етап повною мірою враховується в акустичних розрахунках, результати яких є основними для вибору технічних засобів.

Сприйняття, сприйняття обумовлюється загальними фізіологічними особливостями людини, загалом, та індивідуальними особливостями кожної людини зокрема. Облік особливостей сприйняття відбивається у необхідності здійснювати електроакустичний розрахунок у певних одиницях – так званих дБ – рівнях звукового тиску (у децибелах) скоригованих за шкалою “А”. Коригування за шкалою “А” пов'язані з обмеженням АЧХ людського

сприйняття, у якому низькі частоти чуються набагато гірше, ніж високі. Облік специфіки сприйняття людини пов'язані з розробкою такої теми, як розрахунок розбірливості. Перспективною у плані є область, яка називається “психоакустикой”.

2.1.1 Специфіка проектування аварійної системи оповіщення

Система аварійного оповіщення це комплекс не лише технічних засобів, а й організаційних заходів. Організаційні заходи є найбільш актуальними для персоналу, категорії людей - постійно перебувають у будівлі, що захищається. Отож у проектуванні СОУЕ вирішуються завдання, як у організаційному плані так і у плані технічних рішень (рисунок 2.4) [17].

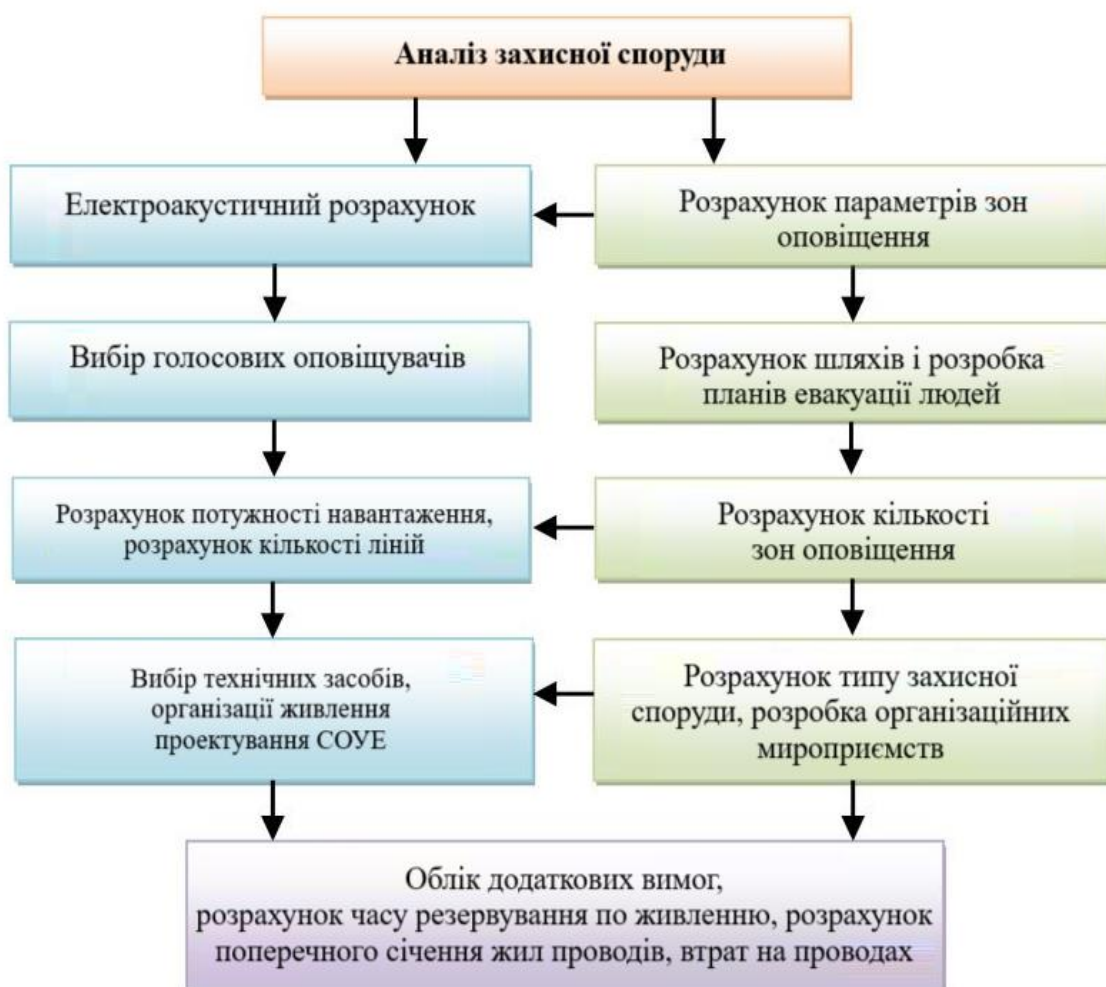


Рисунок 2.4 – Основні етапи проектування аварійної системи оповіщення

До елементарних прикладів організаційних заходів належать плани евакуації, розміщені у кожному будинку, і навіть періодичні тренінги з екстреної евакуації. Питання проектування, які не піддаються однозначному технічному дозволу, слід обговорювати у проектній документації. Грамотно розроблені вказівки з технічного обслуговування системи можуть сприяти підвищенню її надійності та, як наслідок, рівню безпеки людей.

Для захисту тимчасово перебуваючих категорій людей (відвідувачів) найбільш актуальна система автоматичного оповіщення про пожежу. Автоматичне оповіщення забезпечується комплексом автоматичних технічних засобів (КАТЗ). КАТЗ СОУЕ, крім засобів мовного (звукового) оповіщення включає (світлові) засоби управління рухом людей – динамічні покажчики напрямку руху та статичні покажчики виходів.

Гучномовці є представниками ширшого ринку, що має назву пожежні мовні оповіщувачі. Пожежний мовний оповіщувач – виконавчий пристрій, призначений для остаточного формування та відтворення службової чи екстреної інформації, характер якої визначається типом СОУЕ. Залежно від характеру формованих сигналів оповіщувачі поділяються на світлові, звукові, мовні, комбіновані. З участю мовного оповіщувача досить ефективно справляються гучномовці. До гучномовців, як мовним оповіщувачам, висуваються загальні нормативні вимоги. Гучномовці повинні підключатися до мережі без роз'ємних пристроїв, не повинні містити регуляторів гучності, забезпечувати рівень звуку мовної інформації в частотному діапазоні: 02-5кГц, в динамічному діапазоні 85-130дБ. Нерівномірність звукового сигналу в заявленому частотному діапазоні на підставі [1], [2] не повинна перевищувати 10%. У системі оповіщення про пожежу гучномовець є кінцевим виконавчим елементом, і його параметри мають вирішальний вплив на якість передачі аудіоінформації. Однією з найважливіших характеристик сучасного гучномовця є забезпечення високої ефективності – співвідношення гучності, якості та ККД.

У трансляційних системах широко використовуються трансформаторні гучномовці, що забезпечують оптимальне узгодження виходів підсилювачів з протяжною лінією та гучномовцями. Трансформаторне узгодження забезпечує мінімальні втрати на дротах, відсутність паразитних зворотних зв'язків та багато іншого. Вибір конструкції гучномовця обумовлений специфікою його застосування – характером об'єкта, типом приміщення, місцем встановлення, способом кріплення, класом захисту тощо.

На початковому етапі проектування СОУЕ виконується електроакустичний розрахунок, основним завданням якого є визначення параметрів гучномовців, їх кількості та схем розміщення. Даний розрахунок, спирається на вимоги нормативної документації (НД) і визначається параметрами приміщення, що захищається – його геометричними розмірами та рівнем шуму (рисунок 2.5) [18].



Рисунок 2.5 – Основні етапи електроакустичного розрахунку

У процесі елементарного електроакустичного розрахунку визначаються рівні звукового тиску розрахункових точках (РТ). При розрахунку необхідно

враховувати параметри всього звукового тракту, що впливають на характеристики гучномовців, які своєю чергою є вхідними для електроакустичного розрахунку. Елементарний електроакустичний розрахунок здійснюється на базі геометричної променевої теорії - найбільш простий, ефективний і зручний. В основі цієї теорії закладено фізичні принципи, розроблені в оптиці. Простота цієї теорії пояснюється її наочністю. Геометрична променева теорія акустичного розрахунку заснована на законах геометричної оптики, в якій звукову хвилю порівнюють зі світловим променем, кут відбиття звукової хвилі дорівнює куту її падіння, падаючий і відбитий промені лежать в одній площині, що для акустичних хвиль цілком справедливо, якщо розміри поверхонь, що відбивають більше довжини хвилі нижньої межі частотного діапазону для 0,2кГц - 1,7м, а розміри нерівностей поверхонь, що відбивають менше довжини хвилі верхньої межі частотного діапазону для 5кГц - 0,068м [18, 19].

Для простоти розрахунку пропонується обмежитися не більше ніж одним відображенням звукового сигналу від підлоги або від стіни (це цілком узгоджується з поняттям первинних відображень в акустиці), що дозволяє, з одного боку, суттєво спростити розрахункову частину, а з іншого – отримати цілком задовільні результати основних типів приміщень, що озвучуються (коридори, фойє, аудиторії). Для озвучування об'єктів складної архітектури – театрів, концертних залів тощо. слід використовувати альтернативні методи розрахунку – програмні засоби та вимірювальні прилади.

У СОУЕ, як і в будь-якій провідній звукопідсилювальній системі, підсилювач із гучномовцями з'єднується лініями (шлейфами) зв'язку. Як і в будь-яких лініях у них виникають втрати, що може помітно знизити рівень і якість сигналу, що передається, тому важливим є завдання розрахунку втрат на проводах. СОУЕ починаючи з 2-го типу розбиваються на зони. У кожен зону прокладається щонайменше одна лінія, навантажена гучномовцями. Величина сумарного навантаження (Вт) у лінії визначається результатами електроакустичних розрахунків, у процесі яких визначаються необхідні рівні

звукового тиску кожного гучномовця. Розрахунок втрат на проводах пов'язаний з рішенням двох завдань – розрахунком втрат за напругою за умови, що провід вже обраний, та розрахунком мінімально необхідного перерізу кабелю, і за умови, що кабель ще потрібно вибрати.

Завдання організації безперебійного живлення системи оповіщення пов'язана з розрахунком часу резервування технічних засобів СОУЕ. У режимі тривоги СОУЕ має функціонувати протягом 1 години або 1,3 часу евакуації за умови, що розрахунок часу евакуації виконувався. Досить жорсткою є вимога щодо забезпечення безперебійного живлення в “черговому режимі”, забезпечити яку буває не завжди просто, особливо для систем великої потужності. Для забезпечення роботи технічних засобів у “черговому режимі” – протягом 24 год, КТЗ у відсутності аварійної ситуації повинні забезпечувати мінімальне споживання і при цьому оперативно (з мінімальною затримкою) включатися для екстреного оповіщення. При необхідності поєднання в одній системі аварійного (екстреного) оповіщення та музичної трансляції технічні засоби необхідно “запитувати” від двох введень живлення – резервованого та не резервованого. Слід звертати увагу на те, що будь-яке додаткове (наприклад, музичне) обладнання необхідно підключати тільки до вводів, що не резервуються [19].

Для резервування обладнання, що має живлення 220В, широко використовуються джерела безперебійного живлення ДБЖ (UPS). У порівнянні з АКБ вони мають як мінімум дві переваги – простота в обслуговуванні та безпеку використання. Однак, при роботі з ДБЖ необхідно бути дуже уважними. На сучасному ринку є велика різноманітність ДБЖ. Виробники, висувуючи на передній план ті чи інші переваги, зазвичай приховують недоліки своїх брендів, тому для застосування ДБЖ як технічний засіб СОУЕ необхідно використовувати тільки ДБЖ, які пройшли сертифікацію – перевірку та тестування в пожежних органах.

2.2 Розробка структури та алгоритму роботи системи аварійного оповіщення і управління евакуації людей

Голосова система оповіщення – це комплекс технічних засобів, призначений для трансляції людям, що знаходяться в одній або кількох небезпечних зонах мовної інформації, спрямованої на забезпечення їхньої безпеки. У міжнародних стандартах дається (приблизно) наступне визначення: “Звукова система аварійного оповіщення має забезпечувати трансляцію зрозумілої інформації, спрямованої на захист людей” (слід звернути увагу на ключове слово – “зрозумілою”, але превеликий жаль, у існуючих нормативах даній вимозі не приділяється жодної уваги.)

Системи оповіщення можна розділити за декількома ознаками: за способом передачі інформації, дротові та бездротові. У бездротових системах передача інформації здійснюється радіоканалами. Найбільш поширеними на сьогоднішній день є провідні системи оповіщення, що відрізняються підвищеною надійністю та зручністю в обслуговуванні. Інформація в таких системах передається проводами. Системи оповіщення можуть значно відрізнятися за своїми можливостями. Досить актуальними сьогодні є системи розподіленого звучання, побудовані на базі цифрових технологій. У таких системах основні виконавчі елементи можуть виноситися на великі відстані. Управління такими блоками здійснюється централізовано з допомогою процесора, сервера тощо. Для розподілених систем характерне поняття "координованого управління". На координаційних постах здійснюється контроль, управління, збирання та протоколювання необхідної інформації. Висока функціональність та зручність управління розподіленими системами досягається за рахунок широкого використання процесорних технологій та програмного забезпечення.

Процесорні та мікропроцесорні технології дозволяють гнучко підлаштовуватися під рішення, як поточних, так і виникаючих (перспективних) завдань. На сьогоднішній день цифрові системи оповіщення

використовують наступні універсальні інтерфейси і протоколи передачі, як: RS-232/422/485, TCP/IP, CobraNet, Dante, SIP. Сучасні цифрові методи перетворення дозволяють передавати інформацію оптоволоконним і локальним обчислювальним мережам, і, що дуже важливо, інтегруватися з іншими системами [20].

Досить велика мережа заходів на сьогоднішній день проводиться в галузі цивільної оборони населення. Однією з актуальних на сьогоднішній день є завдання стикування (сполучення) систем оповіщення про пожежу із сигналами про НС. Інформація про НС передається по різних, у тому числі цифрових, каналах зв'язку (інформація про надзвичайні ситуації передається в рамках єдиної державної системи попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій). Об'єднання даних задач в одному рішенні накладає додаткові вимоги до параметрів системи сповіщення, найбільш важливими з яких є вимоги "багатозонності", "багатопріоритетності" і "багатоканальності".

У зв'язку з зростаючими темпами будівництва дедалі актуальнішими стають завдання, пов'язані із застосуванням СОУЕ 4 та 5 типів. За існуючими нормативами у цих типах має бути реалізований зв'язок зони пожежі з пунктом управління чи диспетчерським постом. До системи зворотний зв'язок пред'являються такі вимоги, як надійність, забезпечення безперебійного живлення, контроль шлейфів. Система зв'язку має бути двосторонньою, вандало захищеною та функціонувати в екстрених умовах, наприклад, при підвищеному шумі. Ще однією важливою вимогою СОУЕ 4 та 5 типів є можливість організації кількох варіантів евакуації з кожної зони оповіщення. У цьому випадку СОУЕ має здійснювати так званий "складний алгоритм оповіщення". Завдання складного алгоритму виконати певний сценарій – послідовність оповіщення. Такі завдання сьогодні ефективно вирішуються як програмними так і апаратними засобами. На рисунку 2.6 представлена структурна схема системи оповіщення 4 типу.

Для СОУЕ 5 типу – системи з можливістю координованого управління є актуальним поняття інтеграції. Під інтеграцією слід розуміти можливість

ефективного спільного функціонування кількох різних систем, що вирішують спільне завдання. У простішому сенсі інтеграція – це оптимальне узгодження кількох систем. На сьогоднішній день це завдання найбільш оптимально вирішується на базі тих же цифрових технологій. Цифрові системи мають відомий ряд переваг: висока якість звуку, можливість передачі інформації на великі відстані, стійкість до перешкод, захист і можливість протоколювання інформації. В основі кожної з систем, що інтегруються, повинні бути закладені єдині уніфіковані принципи (наприклад, протоколи), що дозволяють кільком системам розуміти один одного [21].

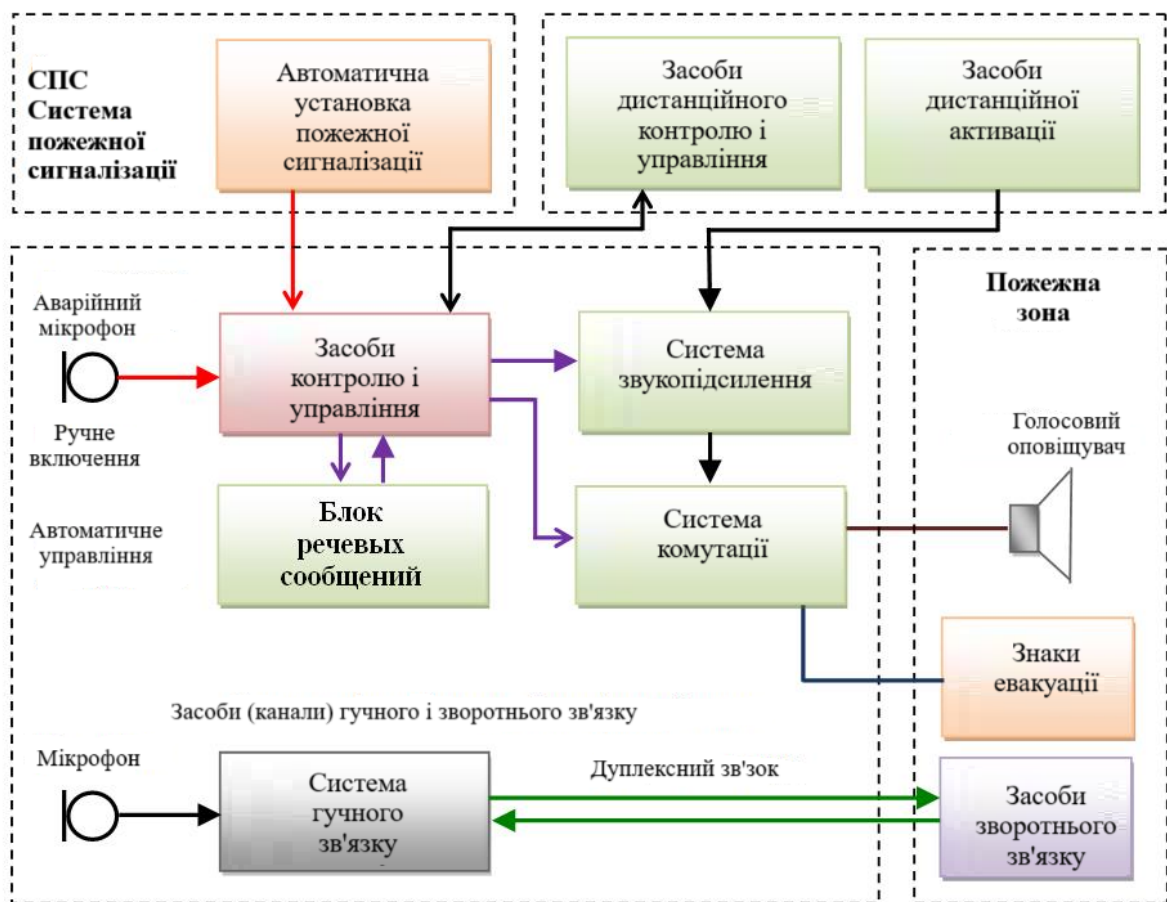


Рисунок 2.6 – Структурна схема системи оповіщення 4 типу

При озвучуванні великих об'єктів виникають завдання, у яких кожній (чи кількох) окремій зоні необхідно організувати свою звукову трансляцію. Це завдання вирішують багатоканальні системи. Багатоканальні системи дозволяють транслювати різну (звукову) інформацію одночасно кількома

каналами. Багатоканальну систему можна реалізувати різними способами, але в будь-якому випадку в ній повинні бути кілька каналів - звукових гальванічно розв'язаних один від одного трактів.

При необхідності комутації будь-якого аудіовходу з будь-яким аудіовиходом необхідно використовувати так звані матричні системи. Матричні системи – багатоканальні системи, в яких будь-який вхід може бути з'єднаний із будь-яким виходом ручним або автоматичним способом. На рисунку 2.7 зображено схему функціонування системи оповіщення на основі матричного комутатора ITC ESCORT T-8000.

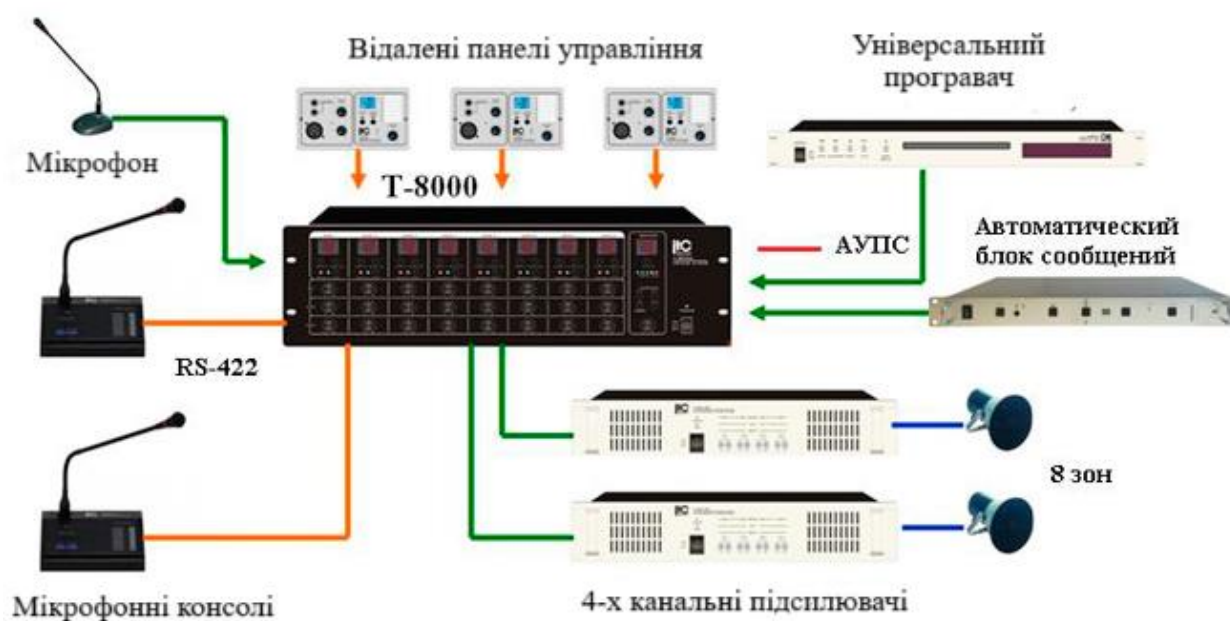


Рисунок 2.7 – Функціональна схема системи оповіщення на основі матричного комутатора ITC ESCORT T-8000

Цифро-аналоговий матричний комутатор ITC ESCORT T-8000 – багатоканальне рішення з можливістю дистанційного керування від 4-х мікрофонних консолей ITC ESCORT T-8000A та 8 віддалених пейджингових контролерів T-8000BW. Матриця дозволяє здійснювати багатоканальну трансляцію звукової інформації з 8 різних, у тому числі віддалених, джерел у 32 зони (в режимі розширення). Дистанційне керування каналами здійснюється за інтерфейсом RS-422. У цій системі реалізований високий пріоритет, що дозволяє використовувати дане рішення як COYE [22].

При виникненні пожежі в будівлі можуть виникати позаштатні ситуації, в яких черговий оператор повинен мати можливість втрутитися в процес автоматичного оповіщення. Реалізація складного алгоритму оповіщення одна із вимог, властивих СОУЕ 4, 5 типів. Складний алгоритм передбачає реалізацію кількох сценаріїв оповіщення про евакуацію з кожної зони залежно від місця виявлення пожежі. Залежно від ситуації черговий оператор повинен мати можливість втрутитися у процес оповіщення. Завдання організації кількох варіантів евакуації вирішується як організаційними (розробка планів евакуації), і технічними засобами. Технічні засоби повинні мати можливість напівавтоматичного та автоматичного керування: напівавтоматичне – втручання оператора з метою коригування можливих шляхів евакуації, автоматичне – активація технічних засобів, що реалізують заздалегідь спланований алгоритм оповіщення. Складний алгоритм може бути реалізований як апаратними, і програмними засобами. На рисунку 2.8 зображено фрагмент апаратної реалізації складного алгоритму оповіщення.

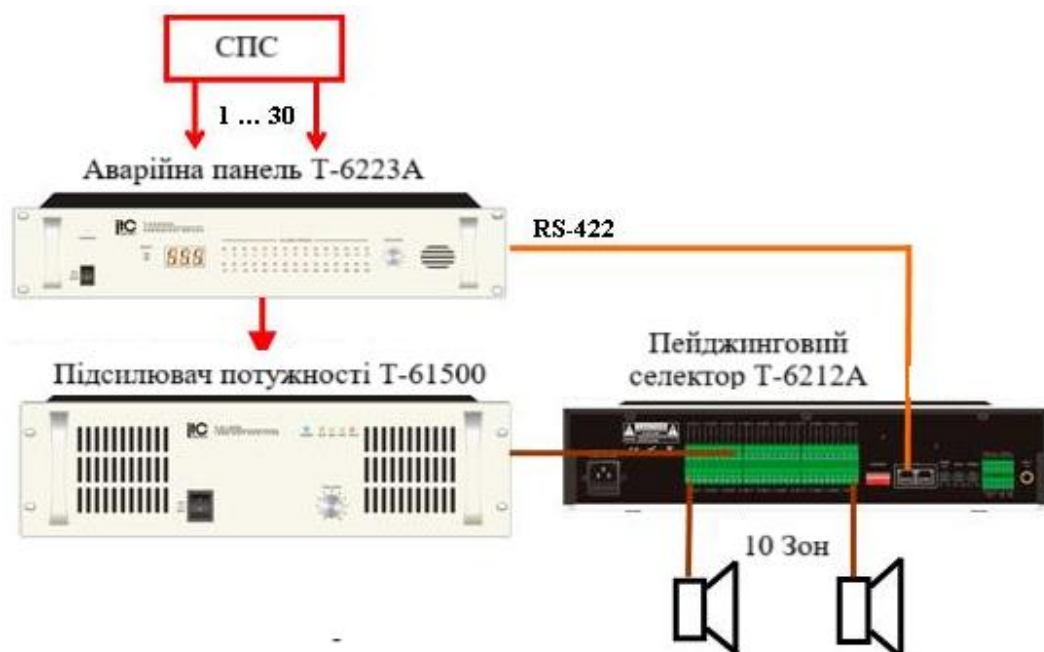


Рисунок 2.8 - Фрагмент апаратної реалізації складного алгоритму оповіщення

У даному варіанті алгоритм управління реалізується програмними можливостями системи пожежної сигналізації (СПС) на виході якої формується певна тимчасова послідовність керуючих сигналів (імпульсів або сухих контактів). Ця послідовність сигналів надходить на аварійну панель Т-6223А. Залежно від номера сигналу керування на аварійній панелі активуються заздалегідь записані звукові повідомлення (у mp3-форматі). Дані повідомлення транслуються на ПП Т-61500 і далі в лінію (зону), що відповідає номеру сигналу, що управляє. Комутацію ліній здійснює пейджинговий селектор ІТС ESCORT Т-6212А, що керується від аварійної панелі Т-6223А за інтерфейсом RS-422. Часом оповіщення кожної зони можна управляти двома способами: програмуванням пожежної станції (при статичному управлінні) або варіюванням тривалості повідомлень при імпульсному керуванні блоком ІТС ESCORT Т-6223А.

Багатоканальна система оповіщення дозволяє, використовуючи персональний комп'ютер (НР-4015LKM), приймати аварійний сигнал від системи пожежної сигналізації та транслювати сигнал оповіщення про пожежу в задані лінії за гнучким (складним) алгоритмом. У комплексі передбачено можливість оперативного втручання та коригування процесу автоматичного аварійного оповіщення. Аварійні події та дії оператора записуються до протоколу. Сценарії оповіщення заздалегідь настроюються і зберігаються на жорсткому диску комп'ютера. Базовий комплект являє собою набір технічних засобів, що складається з мультимедійного комп'ютера із встановленим у нього 16-, 32- або 64-х канальним промисловим контролером, програмним забезпеченням (ПЗ), плати клемників.

У режимі тривоги сигнали від АУПС (12/24В, сухий контакт) надходять на входи контролера. Програма реєструє даний сигнал, запускаючи алгоритм, номер якого відповідає номеру сигналу (номеру клеми контролера, яку надходить даний сигнал). Низькі програмні пріоритети відключаються, запускається алгоритм, який за потреби можна скоригувати або призупинити.

Рівень завдань, розв'язуваних сучасними системами оповіщення, крім перерахованих, вимагає від останніх реалізації таких функцій, як [23]:

- інтегрованість;
- можливість координованого керування;
- контроль працездатності;
- протоколювання подій.

Реалізація даних та багатьох інших вимог накладає на систему оповіщення додаткові вимоги. Як приклад можна навести систему оповіщення та управління евакуацією СОУЕ 5 типу – систему з можливістю координованого централізованого управління з єдиного пожежного поста-диспетчерської всіма (технічними) системами (службами) будівлі, що захищається. Ефективне вирішення цього завдання забезпечується за повної інтеграції всіх технічних засобів (всього комплексу), що своєю чергу підвищує рівень безпеки людей. У сучасних умовах виконання цих вимог неможливо без цифрової реалізації, що є не самоціллю, а засобом оптимізації та уніфікації. Цифрова передача даних має відомий ряд переваг: висока якість звуку, можливість передачі інформації на великі відстані, стійкість до перешкод.

Під інтеграцією розуміється можливість об'єднання кількох незалежних систем, призначених для вирішення різних завдань, у єдину систему. В основі кожної повинні бути закладені уніфіковані принципи та методи обробки даних. У простішому сенсі, інтеграція – це оптимальне узгодження кількох систем. Більшість із вищезазначених завдань можна вирішити цифро-аналоговими засобами.

2.3 Обґрунтування вибору елементів комп'ютерно-інтегрованої системи аварійного сповіщення промислового об'єкта

Якщо потрібно побудувати єдину систему оповіщення на великому об'єкті з територіально розкиданими об'єктами чи будинками, необхідно

- вузли та елементи системи;
- окремі периферійні пристрої;
- повноцінні локальні системи.

Рисунок 2.9 - Блок-схему розподіленої багатофункціональної системи оповіщення, побудованої на блоках системи ITC ESCORT

Найвищий пріоритет у цій схемі має автоматичне сповіщення про пожежу. При активації блоку ITC ESCORT T-8000 від системи АУПС відбувається [24]:

- включення (за допомогою “сухих контактів”) пейджингового селектора ITC ESCORT T-6212 з метою блокування нижчих пріоритетів (наприклад, мікрофонних консолей ITC ESCORT T-218);
- активація розподільника живлення ITC ESCORT T-6211 з метою видачі керуючої напруги +24В на потрібний атенюатор або групу атенюаторів, блок T-6211 отримує команду управління як “сухих контактів” від селектора T-6212;
- активація селектора ITC ESCORT T-6202 для включення потрібної зони, блок T-6202 отримує команду управління як “сухих контактів” від розподільника T-6211;
- при необхідності організації чергового режиму використовуються можливості селектора ITC ESCORT T-6202, на виході якого виникає керуючий "сухий контакт" для включення розподільника живлення ITC ESCORT T-6216, для виведення з режиму сну аварійних підсилювачів T-61500.

Середній пріоритет керування належить мікрофону ITC ESCORT T-621 та віддаленим мікрофонним консолям T-218. За низьким пріоритетом, реалізованим на селекторі-комутаторі ITC ESCORT T-6202, здійснюється музична трансляція. Можливість звукової, у тому числі програмної трансляції з кількох джерел, що забезпечується застосуванням мікшера ITC ESCORT T-6201 та підсилювача потужності T-61500. Контроль ліній оповіщення здійснює моніторна панель ITC ESCORT T-6204. При необхідності автоматичного контролю ліній використовується блок ITC ESCORT T-6220. Дистанційне регулювання гучності здійснюється атенюаторами ITC ESCORT T-6F (6Вт). Для регулювання одним атенюатором кількох гучномовців необхідно використовувати потужнішу модель атенюатора, наприклад, ITC ESCORT T-1200F (200Вт).

Матричний комутатор T-8000 ITC Escort призначений для побудови багатопрограмних систем звукової трансляції з можливістю підключення до охоронно-пожежних систем та аварійного оповіщення.



Рисунок 2.10 – Загальний вигляд матричний комутатор T-8000 ITC Escort

Основні функції T-8000 [20-25]:

- трансляція сигналів від 9 джерел звуку на 8 зон оповіщення, при цьому можлива комутація будь-якого джерела будь-яку з восьми зон;
- можливість розширення системи до 32-х зон, у цьому випадку використовуються чотири блоки T-8000;
- вбудована система пріоритетів та режим аварійного оповіщення;
- підключення 2-х мікрофонних консолей T-8000A;
- підключення 8 віддалених контролерів T-8000BW.
- віддалений контролер встановлюється в зоні оповіщення, дозволяє вибрати одну з восьми програм, а також транслювати звукові сигнали із зовнішніх джерел у свою зону. -8000);
- вісім тривожних входів для підключення охоронно-пожежних систем;
- можливість контролю сигналу у кожній зоні за допомогою вбудованого гучномовця;
- живлення від мережі 220В з автоматичним перемиканням на зовнішнє резервне живлення 24В.

Підсилювач потужності T-61500 входить до складу обладнання “інтелектуальна система” ITC Escort для побудови різних систем звукового оповіщення, гучномовного зв'язку, оповіщення та управління евакуацій (СОУЕ 3-5 типу), трансляції та фонового озвучування (рисунок 3.11).

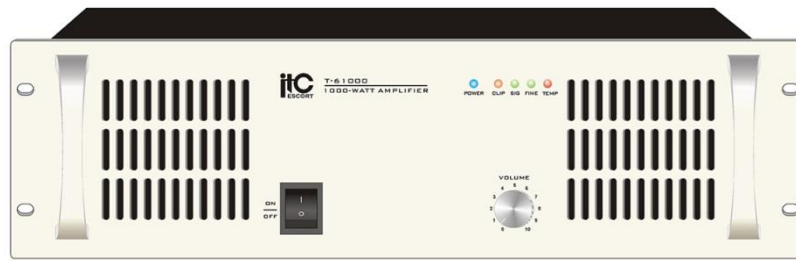


Рисунок 3.11 – Загальний вигляд підсилювача потужності T-61500

Основні функції T-61500:

- кінцевий трансляційний підсилювач потужності;
- вихідна напруга 70 чи 100В;
- можливість підключення низькоомного навантаження;
- лінійний вхід/вихід;
- вбудований вентилятор для охолодження вихідного підсилювача каскаду;
- регулятор гучності на передній панелі підсилювача;
- можливе використання у настільному варіанті або монтаж у Rack 19";
- живлення від мережі змінного струму 220В.

Блок лінійної діагностики T-6204 входить до складу обладнання “інтелектуальна система” ІТС Escort для побудови різних систем звукового оповіщення, гучномовного зв'язку, оповіщення та управління евакуацій (СОУЕ 3-5 типу), трансляції та фонового озвучування.

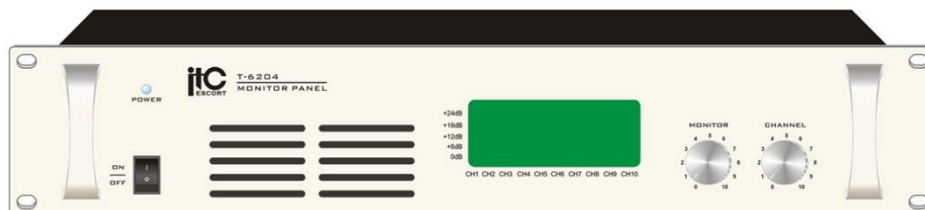


Рисунок 3.12 – Загальний вигляд блока лінійної діагностики T-6204

Основні функції T-6204:

- прослуховування сигналів на лініях гучномовців із рівнем 70 або 100В;

- десять контрольованих ліній;
- вбудований гучномовець із регулятором гучності;
- одночасне відображення рівнів сигналів усіх ліній на індикаторній панелі;
- живлення блоку здійснюється від мережі змінного струму 220В;
- конструкція корпусу передбачає встановлення в Rack 19".

3. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СЕНСОРІВ АВАРІЙНОЇ СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТА

3.1 Розробка методу багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних

Оцінювання спектральної щільності потужності (СЩП) сигналу за результатами вимірювань, які отримує розподілена мережа сенсорів збору даних (РМСЗД), є одним із важливих прикладних задач цифрової обробки сигналів. Система, утворена рознесеними в просторі сенсорами, кожен з яких являє собою вузол мережі, збирає інформацію про деякий випадковий процес. Кожен сенсор системи отримує неповні та спотворені відомості про те, що спостерігається в процесі. Спільний облік інформації, що надходить від різних сенсорів, дозволяє отримати інтегровану оцінку, яка, як правило, виявляється значно точнішою.

В даний час РМСЗД знаходять широке застосування у системах аварійного оповіщення на промислових об'єктах. А також у результаті військових операцій РМСЗД дозволяють збирати необхідну інформацію про переміщення бойової сили противника, інформацію необхідну для складання картини бойових дій. У мирних цілях для РМСЗД знаходиться більше задач, пов'язаних з моніторингом навколишнього середовища, із впровадженням нових біомедичних технологій, з промисловою автоматизацією та створенням нових систем транспортування. Кожен вузол РМСЗД конструктивно є автономним пристроєм, здатним функціонувати незалежно від інших вузлів мережі. Ці дані можуть містити в собі різну інформацію: існують РМСЗД, що виконують збір відео- та аудіоінформацію, а також вимірюють температуру, вологість та інші характеристики навколишнього середовища [26].

Формулювання основної задачі аварійної системи сповіщення це є рознесені в просторі (об'єкті промисловості) сенсори, що формують сигнал

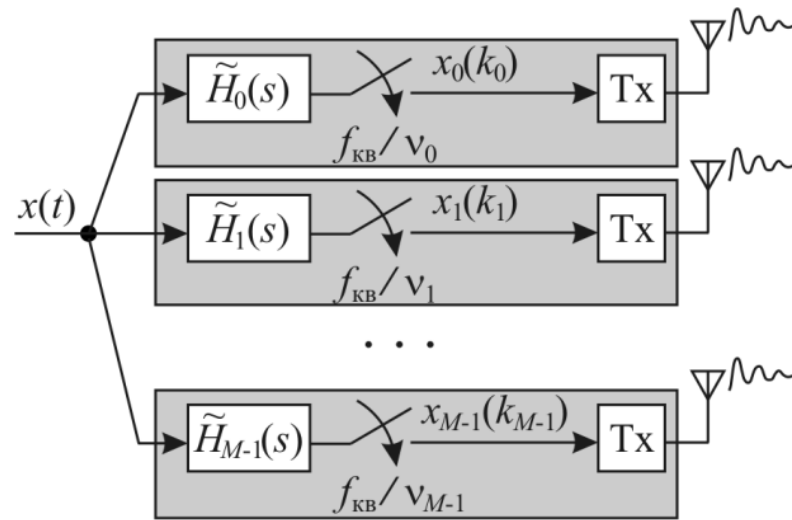
(дані), які надходять від єдиного джерела інформації. Завдання РМСЗД полягає у отриманні найбільш точної оцінки деякого сигналу (або кількох найважливіших характеристик сигналу), що передається цим джерелом. Припустивши, що в процесі передачі спектр зазнає лінійних спотворень і у сигнал вноситься адитивна перешкода, що є випадковим процесом типу «білий шум». Взявши до уваги також те, що сенсори працюють на знижених частотах дискретизації, це не дозволяє кожному окремо взятому сенсору аналізувати весь спектр процесу, який спостерігається.

Організувавши роботу такої РМСЗД, результатом якої є вимірюваний процес, що є аналоговим сигналом $x(t)$. А також інформація про сигнал $x(t)$ збирається мережею, що складається з ряду сенсорів M . Кожен сенсор виконує аналого-цифрове перетворення та передає отримані цифрові дані по радіоканалу (рис. 1,а). На схемі скорочення T_x використано для позначення цифрових радіопередавачів. Підсистема централізованого збору та обробки інформації на основі цифрових даних $x_0(k_0), x_1(k_1), \dots, x_{M-1}(k_{M-1})$, що надходять від вузлів РМСЗД на понижених частотах дискретизації, формує інтегровану оцінку – цифровий сигнал $x(n)$, визначений на частоті $f_{\text{кв}}$. Загалом слід зазначити, що надалі за текстом змінні n і k є індексами дискретного часу при позначенні цифрових сигналів, відповідно, на частоті дискретизації $f_{\text{кв}}$ і на пониженій відносно неї частоті дискретизації [27].

Якщо спектр сигналу $x(t)$ обмежений верхньою частотою $f_{\text{кв}}/2$ то, згідно теореми Котельникова, дискретизація на частотах менших $f_{\text{кв}}$ неминуче призводить до ефекту накладання спектра вимірюваного сигналу та втрати інформації.

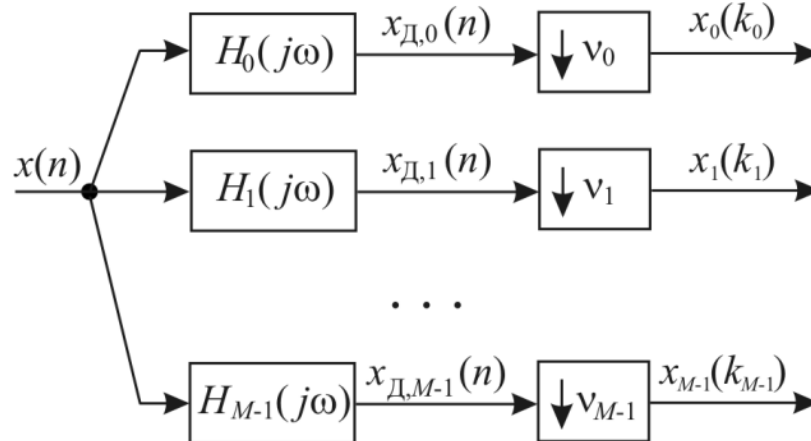
Зважаючи на багатоканальність РМСЗД, можна говорити, що інформація в ній “розсіюється” по ряду вузькосмугових каналів. Якщо моменти часу, в які дискретизація сигналів виконується різними сенсорами, не збігаються один з одним, або має місце значний розкид затримок у розповсюдженні сигналу $x(t)$ від джерела інформації до входів аналого-цифрового перетворювача (АЦП) сенсорів РМСЗД, то облік фазових зсувів

дозволяє відновити спектр сигналу $x(t)$ частоті $f_{\text{кв}}$. Відновлений сигнал у даному випадку утворюється шляхом обліку інформації, що міститься у всій сукупності вузькосмугових сигналів $x_0(k_0), x_1(k_1), \dots, x_{M-1}(k_{M-1})$.



Мережа розподілених сенсорів

а)



Підсистема аналізу

б)

Рисунок 3.1 – Схема РМСЗД при наявності єдиного джерела інформації (спостереженого сигналу $x(t)$) і формалізований її опис у вигляді підсистеми аналізу

Для врахування дисперсії часових затримок та лінійних спотворень спектра, що виникають у процесі поширення сигналу $x(t)$ від джерела інформації до сенсорів, при побудові математичної моделі системи зручно

скористатися набором аналогових фільтрів $\tilde{H}_0(s)$, $\tilde{H}_1(s)$, ..., $\tilde{H}_{M-1}(s)$, встановлених на входах сенсорів (з відповідними порядковими номерами). На виході кожного такого фільтра є елемент вторинної дискретизації – компресор частоти дискретизації чи дециматор, поруч із яким на рисунку 1а) вказана частота дискретизації даного сенсора. Передбачається, що передача цифрових даних – сигналів $x_0(k_0)$, $x_1(k_1)$, ..., $x_{M-1}(k_{M-1})$ – від вузлів РМСЗД до підсистеми централізованого збору та обробки здійснюється без спотворень [28].

Після збору інформації виконується адаптивна обробка сигналів $x_0(k_0)$, $x_1(k_1)$, ..., $x_{M-1}(k_{M-1})$ з об'єднанням їх у результуючий цифровий сигнал $y(n)$, що є оцінкою сигналу $x(t)$, представленої в цифровій формі на частоті дискретизації f_{kv} . Тобто підсистема синтезу одночасно з об'єднанням сигналів підвищує частоту дискретизації до f_{kv} - операція інтерполяції.

Хоча підсистема аналізу на схемі РМСЗД (рисунк 1а)) в наявному вигляді відсутній формальний перехід на рівні математичної моделі до підсистеми аналізу з класичною структурою, що дозволяє спростити подальші міркування. Якщо встановити (теоретично) елементи дискретизації на входах аналогових фільтрів, а самі аналогові фільтри замінити цифровими фільтрами з передавальними функціями $H_0(e^{j\omega})$, $H_1(e^{j\omega})$, ..., $H_{M-1}(e^{j\omega})$, то безліч сенсорів, що входять в склад РМСЗД, можна подати в контексті представленої тут постановки завдання у формі підсистеми, зображеної на рис. 1б). Таким чином, відновлення сигналу в РМСЗД з математичної точки зору зводиться до завдання побудови багатошвидкісного адаптивного фільтра.

3.2 Дослідження та практичні результати методу багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподіленні мережі збору даних

В подальшому наведено моделювання за допомогою пакета програмного забезпечення Simulink програмного комплексу MATLAB. До

вихідних даних відносять підсистему аналізу, яка містить 4 рекурсивні фільтри [28, 29]:

$$H_0(z) = \frac{0,0753 + 0,1656z^{-1} + 0,2053z^{-2} + 0,1659z^{-3} + 0,0751z^{-4}}{1,0000 - 0,8877z^{-1} + 0,6738z^{-2} - 0,1206z^{-3} + 0,0225z^{-4}},$$

$$H_1(z) = \frac{0,4652 - 0,1254z^{-1} - 0,3151z^{-2} + 0,0975z^{-3} - 0,0259z^{-4}}{1,0000 - 0,6855z^{-1} + 0,3297z^{-2} - 0,0309z^{-3} + 0,0032z^{-4}},$$

$$H_2(z) = \frac{0,3732 - 0,8648z^{-1} + 0,7139z^{-2} - 0,1856z^{-3} - 0,0015z^{-4}}{1,0000 - 0,5800z^{-1} + 0,5292z^{-2} - 0,0163z^{-3} + 0,0107z^{-4}},$$

$$H_3(z) = \frac{0,1931 - 0,4226z^{-1} + 0,3668z^{-2} - 0,0974z^{-3} - 0,0405z^{-4}}{1,0000 + 0,2814z^{-1} + 0,3739z^{-2} + 0,0345z^{-3} - 0,0196z^{-4}}.$$

Амплітудно-частотні характеристики фільтрів представлені на рисунку 3.2. Коефіцієнти децимації всіх каналів дорівнюють 4 ($v_0 = v_1 = v_2 = v_3 = 4$). Для зручності на цьому ж графіку показана СЦП випадкового процесу, сформованого джерелом сигналу. Випадковий процес є стаціонарним випадковим процесом, що підпорядковується нормальному закону розподілу з нульовим математичним очікуванням та одиничною дисперсією. У комп'ютерній моделі задана СЦП процесу формується з “білого шуму” низькочастотним фільтром, що розрахований методом Юла-Уолкера в середовищі “MATLAB”: $[b,a] = \text{yulewalk}(10, [0.5.81], [1100])$.

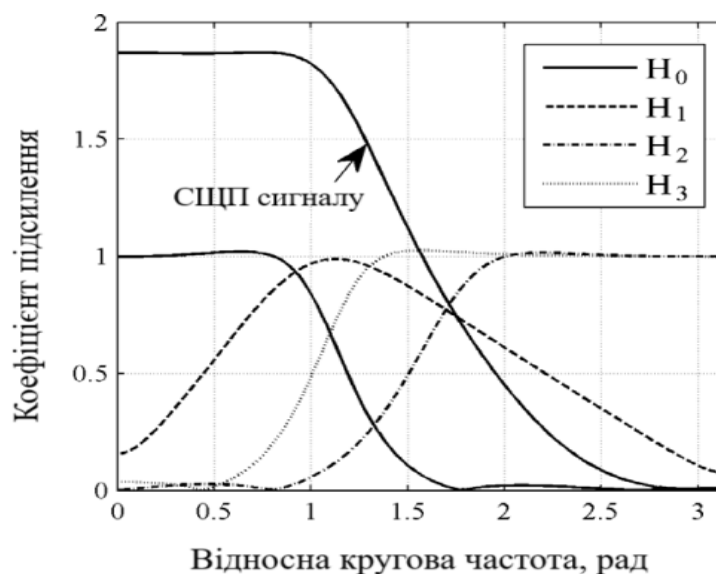


Рисунок 3.2 – Амплітудно-частотні характеристики фільтрів підсистеми аналізу і СЦП сигналу, що передається джерелом

Для оцінювання СЩП сигналу, а також для вимірювання кількості інформації, що надходить від різних груп сенсорів, використовується алгоритм, що ґрунтується на критерії максимуму ентропії.

Так як кожен канал РМСЗД працює на зниженій в 4 рази частоті дискретизації, він дозволяє отримати оцінку СЩП тільки в окремій смузі частот (рисунок 3.3). Спільний облік інформації від усіх каналів РМСЗД уможливорює оцінювання СЩП протягом усього діапазону робочих частот від 0 до $f_{\text{кв}}/2$ (рисунок 3.4) [30].

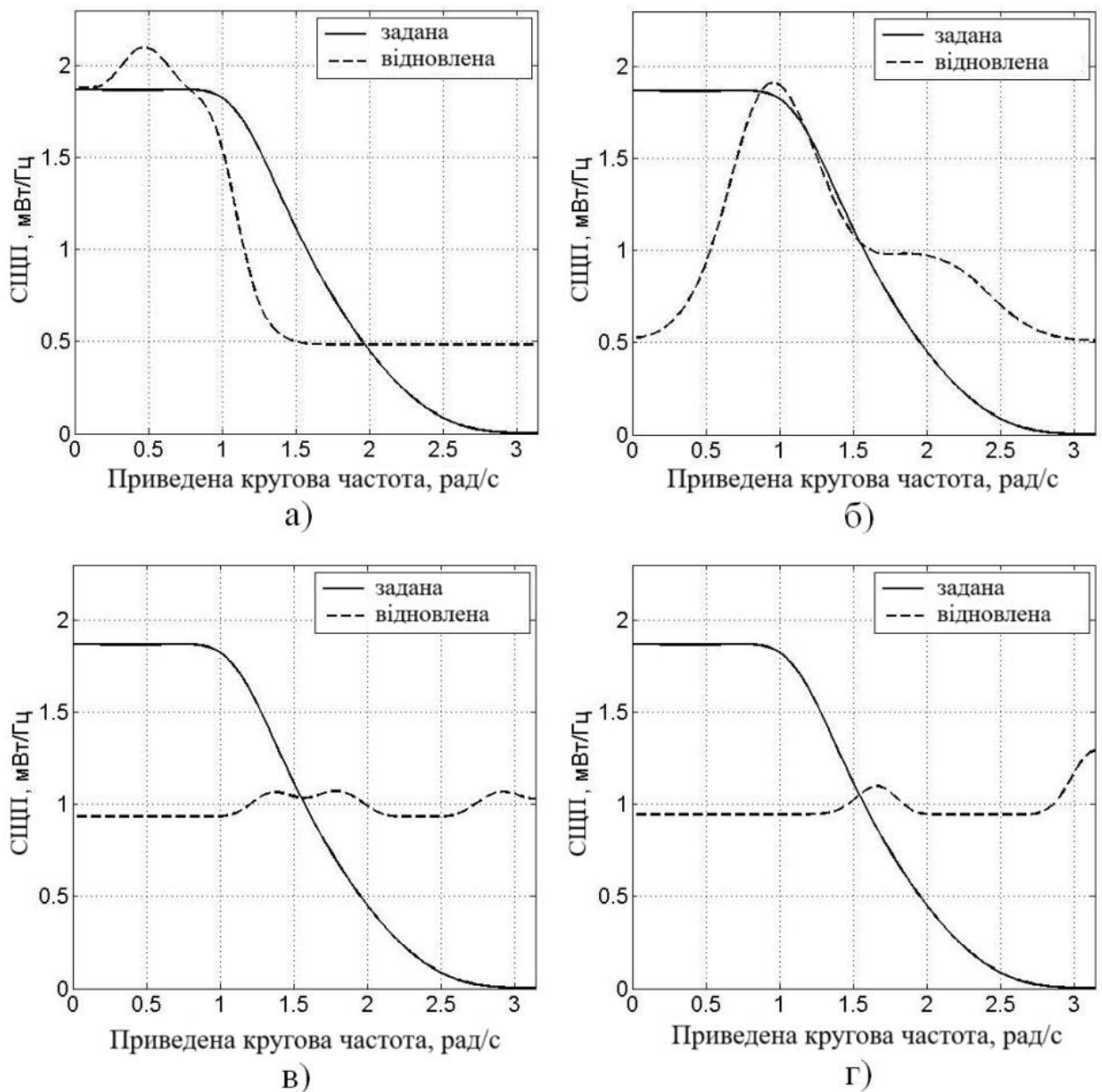


Рисунок 3.3 – Оцінка СЩП, отримані при використанні окремих каналів: а) канал 0, б) канал 1, в) канал 2, г) канал 3.

Якщо під час обробки сигналів використовувати окремі канали чи різні підмножини каналів, можна визначити, які саме канали є найбільш інформативними. Ці канали можна залишити активними у складі РМСЗД, а інші канали – відключити. Результати експериментально одержаних оцінок кількості інформації при різних поєднаннях активних каналів для обраної 4-канальної РМСЗД (рисунок 3.2) представлені в таблиці 3.1 [31-33].

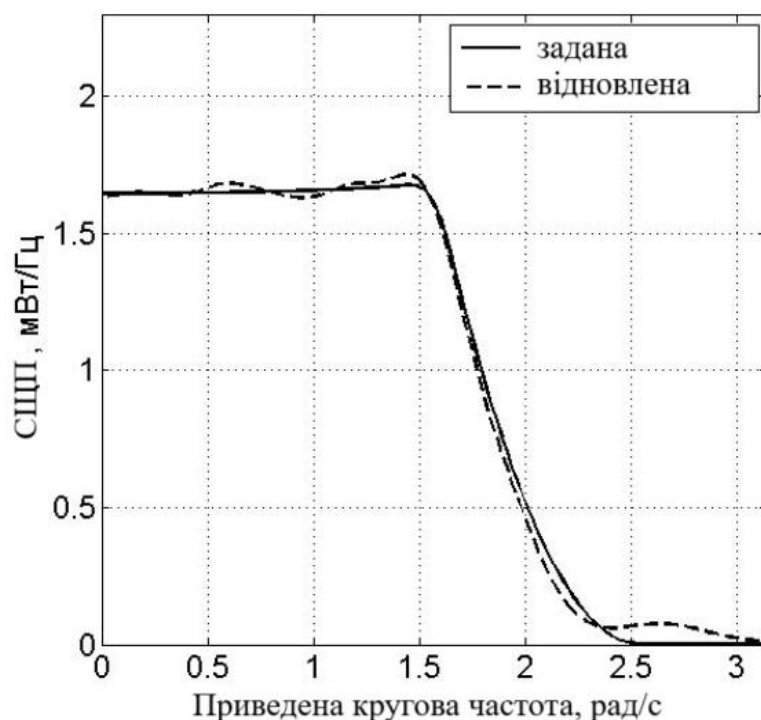


Рисунок 3.4 – Оцінка СЩП, отримана при спільному обліку інформації, що поступає із усіх каналів

Таблиця 3.1 - Результати одержаних оцінок кількості інформації при різних поєднаннях активних каналів для обраної 4-канальної РМСЗД

Номер активних каналів	Кількість інформації	Номер активних каналів	Кількість інформації	Номер активних каналів	Кількість інформації
0	0,1044	0 і 2	0,1416	0, 1 і 2	0,2440
1	0,0429	0 і 3	0,1528	0, 1 і 3	0,1419
2	0,0101	1 і 2	0,1175	0, 2 і 3	0,3433
3	0,0101	1 і 3	0,2278	1, 2 і 3	0,3205
0 і 1	0,3637	2 і 3	0,0100	0, 1, 2, 3	0,3231

Використання інформаційного критерію якості забезпечує високу стійкість по відношенню до шумів та неточностей вимірювань і теоретично дозволяє виявляти найбільш повну інформацію при дуже обмежених даних, одержуваних у процесі вимірювань.

Завдяки введенню методів багатошвидкісної обробки вдається знизити вимоги до частоти дискретизації сенсорів РМСЗД, знизити навантаження на радіоканал і потужність струму спожитого сенсорами. Крім того, знижуються обчислювальні затрати на обробку сигналу у реальному часі. Перспективні дослідження у цьому напрямі пов'язані із застосуванням цього методу у системах аварійного оповіщення великих і територіально-розподілених промислових об'єктів.

ВИСНОВКИ

У представленій магістерській роботі розроблена комп'ютерно-інтегрована система аварійного оповіщення промислового об'єкта. У ході роботи проаналізовані системи аварійного сповіщення різних рівнів та архітектур, що в свою чергу дозволило реалізувати ефективну комп'ютерно-інтегровану систему сповіщення об'єктового типу.

Досліджено та проаналізовано автоматизовані системи оповіщення різних рівнів та архітектур, що дало можливість вибрати оптимальну архітектуру для реалізації ефективної структури системи оповіщення об'єктного типу з розподіленою мережею сенсорів збору даних.

Представлено функціональні можливості та основні завдання комп'ютерно-інтегрованої системи аварійного оповіщення, що базуються на засобах автоматизації, промислових контролерах, сенсорах, виконавчих механізмах.

Обґрунтовано вибір пристроїв та технічних засобів для розробки комп'ютерно-інтегрованої системи оповіщення територіально розподіленого промислового об'єкта. Реалізовано структуру та оптимізовано вибір компонентів автоматизації, для ефективного функціонування запропонованої системи. Представлена структура системи оповіщення, що дозволяє максимально ефективно враховувати дані сенсорів, пріоритетність повідомлень в процесі трансляції інформаційних потоків для робітничого персоналу різних цехів та підрозділів підприємства.

Для забезпечення якісного функціонування автоматизованої системи відповідно встановленим нормам, здійснено обрання технічних пристроїв та вузлів автоматизації, які б відповідали вимогам і завданням, щодо якісного протікання технологічного процесу. В процесі вибору засобів автоматизації обґрунтовано застосування технічних пристроїв для представленого об'єкту керування, з урахуванням параметрів, що контролюються, а саме сенсорів пожежної системи, газоаналізаторів зон підвищеної небезпеки та інше.

Обґрунтовано перспективи використання різнотипних сенсорів розподіленої мережі при зборі та обробці даних автоматизованою системою сповіщення.

Обґрунтовані способи підвищення ефективності роботи сенсорів системи оповіщення на основі програмно-апаратних засобів мікроконтролерних модулів (промислових контролерів) та засобів автоматизації промислового об'єкта.

Проведений аналіз технологічного процесу, як об'єкта керування та виявлення недоліків існуючих інформаційних алгоритмів та технічних пристроїв, що застосовуються при функціонуванні обладнання автоматизації систем аварійного сповіщення. Визначено контрольовані параметри технологічного процесу.

Розроблені структура та функціональні схеми ком'ютерно-інтегрованої системи аварійного сповіщення об'єктного типу в яку інтегровано представлений методи багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних.

Розроблено метод багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних, що свою чергу дало чітке представлення про роботу об'єктової системи сповіщення її ефективності роботи у складі інших мережевих систем виробничого підприємства.

Промодельовано за допомогою математичного комплексу Simulink програмного забезпечення MATLAB метод багатошвидкісної обробки сигналів сенсорів у розподілених мережах збору даних, що дало можливість більш надійно та ефективніше відобразити результати високошвидкісної обробки сигналів мікроконтролерним блоком обробки автоматизованої системи.

Запропонована ком'ютерно-інтегрованої системи аварійного сповіщення забезпечує надійну, безперебійну та якісну роботу в процесі контролю параметрів сенсорів розподіленої мережі збору даних, що дає можливість оперативно реагувати на зміни в інформаційному середовищі виробничого майданчика за допомогою апаратних засобів автоматизації. Це

в свою чергу дає мінімізувати витрати фізичної праці, що значно підвищує надійність роботи такої системи. А отже, застосування систем аварійного оповіщення – це одна із складових благополучного і безпечного перебування людини у виробничому середовищі та сучасній індустріалізації суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про Державний реєстр нормативно-правових актів з питань охорони праці : наказ Держпраці від 08.06.2004 р. № 151 / Держгірпромнагляд // Охорона праці. – 2014. - № 6. – С. 23-29.
2. Про затвердження порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях : постанова Кабінету Міністрів України № 444 від 26.06.2013 р. / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF>.
3. Правила пожежної безпеки в Україні : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року № 1417 / Міністерство внутрішніх справ України.- Режим доступу : <http://ppb2015.io.ua/>.
4. Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства: наказ Держпраці від 21.03.2007 р. № 55 / Держпраці // Охорона праці. – 2014. - № 9. – С. 2-7.
5. Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій : наказ Держпраці від 17.06.1999 р. № 112 / Держпраці// Охорона праці. – 2015. - № 3. – С. 15-23.
6. Бовсуновський А. П. Стандартизація та сертифікація обладнання [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. та заоч. форм навч. – К.: НУХТ, 2017. – 110 с.
7. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації : навч. посібник / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. – 208 с.
8. Мальгин Г. В. Электротехнические комплексы с дискретными элементами и методы их моделирования и исследования / Г. В. Малыгин // Вестник ЮГУ. - 2009. - №2 (13). – С. 50-63.
9. Мартиненко І. І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко [та ін.]. - К.: Навчальний посібник, 2008. – 303 с.

10. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : підручник для вищих навч. закл. / І. О. Фурман [та ін.] ; заг. ред. І. О. Фурман. - Х. : Факт, 2006. - 317 с.
11. Барало О. В. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: навчальний посібник / О. В. Барало [та ін.]. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
12. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
13. Абракітов В. Е. Конспект лекцій з курсу «Автоматизація технологічних процесів» / В. Е. Абракітов; Харків. нац. ун-т ім. С. П. Корюків. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 80 с.
14. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник / Барало О. В., Самойленко П. Г., Гранат С. Є., Ковальов В. О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
15. S. Peresada, S. Kovbasa, V. Bovkunovich “Comparison study of the vector and voltage-frequency torque control in the electromechanical systems of the electrical transportation” // Proc. of the Kremenchug State University, 2009, no. 4, Vol. 1, p. 13-16.
16. Serre T., Wolf L., Poggio T. Object recognition with features inspired by visual cortex // Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, USA, 2005. V. 2. P. 994–1000.
17. Novonty D. W. and Lipo T. A. Vector Control and Dynamics of AC Drives. New York: Oxford University Press Inc, 2000.
18. Gujjar H.S., Siddappa M. Recognition and classification of different types of food grains and detection of foreign bodies using neural networks // International Journal of Computer Applications. 2014. P. 12–17.
19. Xingha Y., Weifeng L., Dapeng T., Jun C. Canonical correlation analysis networks for two-view image recognition // Information Sciences. 2017. V. 385–386. P. 338–352. doi: 10.1016/j.ins.2017.01.011.

20. Panda P., Ankit A., Wijesinghe P., Roy K. FALCON: feature driven selective classification for energy-efficient image recognition // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. 2017. V. PP. N 99. P. 1–13. doi: 10.1109/tcad.2017.2681075.
21. Stepinski T., Niesterowicz J., Stepinski J. Pattern-based regionalization of large geospatial datasets using complex object-based image analysis // Procedia Computer Science. 2015. V. 51. N 1. P. 2168–2177. doi: 10.1016/j.procs.2015.05.491
22. Romei A., Ruggeieri S. A multidisciplinary survey on discrimination analysis // Knowledge Engineering Review. 2014. V. 29. N 5. P. 585–638. doi: 10.1017/S0269888913000039.
23. Горобко Д. В., Дубровний В. О. «Засоби і системи автоматизації», – К., КДУТД. 2000.
24. Ладанюк А.П. Основы системного анализа: Навчальний посібник для ВНЗ. – Вінниця: Нова Книга, 2004. -176с.
25. Rahmat, M.S.; Hudha, K.; Idris, A.M.; Amer, N.H.: Sliding mode control of target tracking system for two degrees of freedom gun turret model. Adv. Mil. Technol. 11(1), 13–28 (2016).
26. Tatar, A.B., Taşar, B. & Yakut, O. A Shooting and Control Application of FourLegged Robots with a Gun Turret. Arab J Sci Eng 45, (2020).
27. D. Purwanto, D. Prasetyawan and M. Rivai, "Development of auto tracking and target locking on static defence based on machine vision," 2016 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic), Semarang, Indonesia, 2016.
28. Демченко С.О. Контролер системи управління двигуном електричного скутера з передаванням інформації на смартфон; робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра : спец. 172 – телекомунікації та радіотехніка / наук. кер. С. В. Вишневий. Київ : Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2020. 108с.

29. Бабіченко А.К. та інші. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. А.К. Бабіченка: Навч. посібник. – Харків: НТУ „ХПГ”, 2001. – 470 с.
30. Бабіченко А.К. та інші. Промислові засоби автоматизації. Ч. 2. Регулювальні і виконавчі пристрої / За заг. ред. А.К. Бабіченка: Навч. посібник. – Харків: НТУ „ХПГ”, 2003. – 658 с.
31. Філяшкін М. К., Калініченко В. В., Кеменяш Ю. М., Тупіцин М. Ф. Програмне забезпечення моделювання систем цивільної авіації: навчальний посібник/ МОН України, Національний авіаційний університет. – Київ: НАУ, 2017. – 244 с.
32. Кветний Р. Комп’ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2: навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного.– Вінниця: ВНТУ, 2012. –230 с.
33. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656с.

ДОДАТОК А