

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
Факультет заочної форми навчання

Кафедра електронних  
приладів і автоматики

## **Кваліфікаційна робота**

**Розробка електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння  
в музеях**

Студент гр. ЕІс3- 71к  
Науковий керівник к.т.н., доцент

Д. В. Багнюк  
М. П. Матвієнко

Конотоп 2021

## РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є електронні пристрої автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях.

Мета роботи – ознайомлення з електронними пристроями автоматизованого пожежогасіння музейних приміщень, технологіями забезпечення такого гасіння та розробка самого електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях. При виконанні кваліфікаційної роботи, на основі аналізу роботи різних пристроїв управління пожежогасінням музейних приміщень, розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи електронного пристрою, використанням для цього теорії цифрових автоматів, теорію алгоритмів, математичну логіку, теорію кодування та теорію графів.

Користуючись структурною математичною моделлю роботи пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях, на основі таблиць виходів і переходів, отримані канонічні рівняння роботи електронного пристрою. Мінімізація і аналіз таких рівнянь роботи електронного пристрою показали, що ліпшим варіантом їх реалізації є логічні матриці програмуємі K556PT1 з застосуванням RS – тригерів. На основі даних матриць був розроблений електронний пристрій автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях із застосуванням пожежних оптично - лінійних сповіщувачів.

Робота викладена на 33 сторінках, у тому числі включає 9 рисунків, 5 таблиць, список використаної літератури із 15 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, ПОЖЕЖОГАСІННЯ, МУЗЕЇ, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ПОЖАРНІ ДИМОВІ СПОВІЩУВАЧІ, ЛОГІЧНІ МАТРИЦІ ПРОГРАМУЄМІ .

## ЗМІСТ

	стор.
<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ В МУЗЕЯХ</b> .....	5
1.1. Вступ.....	5
1.2. Загальні вимоги до створення автоматизованих пристроїв пожежогасіння.....	6
1.3. Методи та засоби пожежогасіння.....	7
1.4. Огляд автоматизованих пристроїв пожежогасіння для музейних приміщень.....	10
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ В МУЗЕЯХ</b> .....	12
2.1. Розробка алгоритму роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях.....	12
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях.....	13
2.3. Розробка структурної математичної моделі роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях.....	16
2.4. Знаходження канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях .....	18
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ В МУЗЕЯХ</b> .....	21
3.1. Аналіз і вибір елементної бази для побудови електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях .....	21
3.2. Принципи побудови вибраної базової ПЛМ.....	21
3.3. Рекомендації з програмування ПЛМ серії K556PT1.....	23
3.4. Вибір пожежних сповіщувачів та розробка схеми управління і програми реалізації канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях.....	24
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	31
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	32

## ВСТУП

Технічний прогрес у будь-якій галузі народного господарства тісно пов'язаний з проблемою забезпечення як безпеки роботи, так і надійного збереження основних засобів на різних підприємствах країни. Пожежі інколи приводять не тільки до людських жертв, а й задають значних матеріальних втрат у різних галузях промисловості. Все це ставить, проблему забезпечення безпеки роботи об'єктів народного господарства і особливо музеїв де зберігаються історичні інформаційні цінності, у ряд важливих народногосподарських завдань країни.

Одним із основних шляхів підвищення ефективності роботи систем пожежогасіння є широке застосування в них сучасних сенсорів, автоматичних засобів контролю, сигналізації і управління. Сучасні засоби ліквідації пожеж це – комплекс технічних засобів виявлення початку пожежі, засобів контролю і сповіщення про аварію, які здійснюють також управління пуском установок пожежогасіння, що локалізують задану пожежу, не приносячи при цьому шкоди основному обладнанню.

Роботи по створенню таких електронних пристроїв автоматизованого пожежогасіння для захисту музейних цінностей інтенсивно ведуться у більшості високорозвинених країн світу. Підвищення ефективності роботи таких пристроїв досягається завдяки використанню нових технологій при пожежогасінні, сучасних принципів реєстрації початку пожежі і застосуванню нових електронних мікропроцесорних пристроїв для обробки сигналів від датчиків.

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ В МУЗЕЯХ

#### 1.1. Вступ

Музеї в кожній країні світу є тим місцем де зберігаються історичні скарби. Ці скарби є безцінними для кожної країни і підлягають захисту як від кліматичного зіпсування, так і від знищення від пожеж. Так, наприклад, осінню 2018 року в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) пожежа знищила Національний музей, див. фотографію на рис.1.1.1(знищено майже 20 мільйонів експонатів) [1], а на рис.



Рис.1.1.2. Знищення пожежою Національного музею в Ріо-де-Жанейро (Бразилія)

1.1.2 показано, як пожежа в квітні 2019 року знищує собор Парижської Богоматері [2]. Таких прикладів можна наводити безліч і тому дана тема кваліфікаційної роботи є актуальною.



Рис.1.1.2. Знищення музею собору Парижської Богоматері (Франція)

## **1.2. Загальні вимоги для створення автоматизованих пристроїв пожежогасіння**

Надійність і час спрацювання протиаварійного автоматичного захисту (ПАЗ) при пожежогасінні визначаються розробниками даних пристроїв з урахуванням вимог екологічної частини проекту. При цьому враховуються тип об'єкта, його вибухонебезпечність, екологічність і час розвитку можливої аварії [3, 4]. Час спрацювання пристрою захисту повинен бути таким, щоб виключався повний розвиток процесу.

В пристроях ПАЗ забороняється застосування багатоточкових приладів контролю параметрів, що визначають вибухонебезпечність процесу [ 3 ]. Для вибухонебезпечних технологічних об'єктів пристрої контролю і управління повинні проходити комплексні випробування за спеціальними програмами.

Вибір пристрою ПАЗ технологічних об'єктів та елементів здійснюється з умов забезпечення його роботи при виконанні вимог з експлуатації, обслуговуванню і ремонту протягом усього міжремонтного пробігу захисного об'єкта.

Порушення роботи пристрою управління не повинно впливати на роботу ПАЗ. В ПАЗ управління технологічними процесами повинно бути використано для їх захисту від спрацювання випадкових і короткочасних сигналів порушення.

У разі відключення електроенергії або припинення подачі стисненого повітря живлення пристрою контролю та управління, повинно забезпечувати перехід технологічного об'єкта в безпечний стан. Необхідно виключити можливість довільних перемикачів в цих пристроях при відновленні живлення. Повернення технологічного стану об'єкта в робочий стан після спрацювання ПАЗ виконується обслуговуючим персоналом за інструкцією. Для об'єктів з технологічними блоками будь-яких категорій при вибухонебезпечності передбачується попередня сигналізація на попереджувальні значеннями параметрів, що визначають вибухонебезпечність об'єктів.

Надійність ПАЗ забезпечується апаратним резервуванням різного типу (дублювання, троювання), тимчасової та функціональної надлишковості і наявністю діагностики. Достатність реакції і його тип обґрунтовуються розробником проекту. Установка деблокуючих ключів у схемах ПАЗ об'єктів з блоками будь-яких категорій вибухонебезпечності допускається тільки для забезпечення пуску, зупинки і перемикачів. Кількість таких ключів повинно бути мінімальним. При цьому передбачаються пристрої, які реєструють всі випадки відключень параметрів захисту та їх тривалість.

Контроль за параметрами, що визначають вибухонебезпечність технологічних процесів з блоками 1 категорії здійснюється не менше ніж два незалежних датчиків з роздільними точками відбору. Перелік контролюючих параметрів, що визначають вибухонебезпечність процесу в кожному випадку, складається розробником процесу [5, 6].

### **1.3. Методи та засоби пожежогасіння**

Автоматизоване пожежогасіння є одним з найважливіших елементів у системі управління та безпеки музеїв, будинків та технологічних процесів виробництв при забезпеченні їх нормальної експлуатації [4]. Відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку», ст. 5 - в обов'язки музеїв, установ і організацій входить здійснення заходів щодо впровадження автоматичних (автоматизованих) засобів виявлення і гасіння пожеж та використання для цих цілей виробничої автоматики.

**Метод ERIC** широко використовується у Франції [7, 8]. Він припускає для оцінки рівня пожежної небезпеки використовувати формулу  $R = \frac{P}{x}$ , де  $R$  - можливий рівень пожежної небезпеки;  $P$  - показник потенційної небезпеки пожежі для людей і матеріальних цінностей;  $x$  - показник ефективності системи протипожежного захисту.

На основі цього підходу розроблений **графічний метод** [7, 8], який також можна назвати **методом експертних оцінок**.

**Метод Гретенера** [7, 8] у загальному вигляді дозволяє:

- оцінити потенційну небезпеку виникнення пожежі;
- оцінити реальну небезпеку виникнення пожежі;
- оцінити реальну вогнебезпечність приміщення;
- визначити необхідність заходу для пожежної безпеки об'єкту;
- визначити вимоги до вогнестійкості будівельних конструкцій;
- визначити придатність приміщення для використання по новому призначенню;

#### **Метод експрес-оцінки (метод Хохловой)**

У цьомй методі пожежний ризик визначається як можливість виникнення пожежі з подальшим спричиненням максимальної шкоди людям, майну і навколишньому середовищу при мінімізації витрат на протипожежний захист [7,8].

Всі ці методи використовують наступні засоби для пожежогасіння.



**Водяне пожежогасіння.** На сьогоднішній день вода є найбільш поширеним вогнегасячим складом для гасіння пожеж за рахунок високої питомої теплоємності і прихованої теплоти пароутворення. Вода, перебуваючи під тиском, легко проходить по пожежним магістралях і рукавах. При наявності достатнього тиску струмінь води може бути поданий на значну відстань. Але його не застосовують в музеях де необхідно зберегти культурні та історичні цінності.

**Пінне пожежогасіння.** Вогнегасна дія повітряно-механічної піни полягає в ізоляції палаючої поверхні від факела полум'я, зниження внаслідок цього швидкості випаровування рідини і скорочення кількості горючих парів, що надходять у зону горіння, а також охолодженні гарячої рідини. Але її теж не застосовують в музеях, де необхідно зберегти культурні та історичні цінності.

тому, що вона теж приводить до їх пошкодження [7,8].

**Порошкове пожежегасіння.** До властивостей порошоків належать їх висока вогнегасна спроможність і універсальність (можливість гасіння різних матеріалів, у тому числі таких, які не можна гасити водою та піною). Механізм вогнегасної дії порошоків полягає в інгібуванні процесу горіння через загибель активних центрів полум'я на поверхні твердих частинок або в результаті їх взаємодії з газоподібними продуктами розкладання порошоків.

При подачі вогнегасного порошку в зону горіння утворюється непрозора хмара. Вона зменшує кількість теплоти, випромінюємої в напрямку осередку пожежі, тобто поглинає частину тієї теплоти, яка необхідна для підтримки горіння. Зменшується кількість парів горючої речовини і інтенсивність пожежі знижується.

Це пожежогасіння можна застосовувати на промислових підприємствах де необхідно зберегти матеріальні цінності, але після ліквідації пожежі необхідно виконати ряд дій з відновлення цього обладнання, що є теж не доцільним для музеїв.

**Газове пожежогасіння.** Найбільш характерні області застосування установок газового пожежогасіння газокompресорні станції, сховища, музеї, серверні установки банків, бібліотеки, АТС, виставки, автосалони і таке інше [9, 10, 11, 12].

Вартість газових систем пожежогасіння, вище розглянутих, але після ліквідації пожежі або несанкціонованого пуску вогнегасний газовий склад практично не робить впливу на захищаємі цінності і людей.

Вимоги до умов експлуатації систем газового пожежогасіння постійно зростають. Так, відповідно до НПБ 22-96 (Росія) гасіння газом об'ємним способом допускається застосовувати для захисту приміщень з параметром негерметичності не більше 2,5%, при цьому випуск 95% маси вогнегасної речовини повинен відбуватися за час не більше 60 секунд і 10 секунд для інгібіторів, зокрема хладонів.

#### **1.4. Огляд автоматичних пристроїв пожежогасіння для музейних приміщень**

На вітчизняному ринку пристрої автоматичного пожежогасіння приміщень виготовляють: МНВФ «Гамма» (м. Київ), фірма ПАС (м. Київ), «Алтосан» (м. Київ) і державне підприємство «Меридіан» (м. Харків). Дані пристрої пройшли сертифікацію в Україні і відповідають ДБН В 2 5-13-98 [9, 11].

ППКП «ГАММА-102САТ» і «ГАММА-108АТ» можуть застосовуватися в системах активного пожежогасіння: газового, порошкового, аерозольного, водопінного і комбінованого.

Область застосування - об'єкти різного призначення (паркінги, банки, музеї, офіси, склади, та ін.)

#### **Технічні характеристики пристроїв**

ППКП «ГАММА-102САТ» та ППКП «ГАММА-108САТ» забезпечують:

1) прийом сигналів від ручних і автоматичних пожежних сповіщувачів (ПС) зі світловою індикацією номера ШС (шлейф сигналізації), в якому

сталось спрацьовування ПС з включенням звукової та світлової сигналізації (двопровідний 24 В);

2) можливість включення в один шлейф сигналізації активних або пасивних ПС ;

3) контроль справності ШС по всій його довжині з автоматичним виявленням обриву або короткого замикання в ньому, а також звукову та світлову сигналізацію можливої несправності;

4) контроль цілісності ШЛЗ (шлейф ланцюгів запуску);

5) автоматичне включення ланцюгів пуску СПТ (система пожежогасіння), вентиляції та димовидалення при надходженні сигналу «ПОЖЕЖА» по двох ШС одночасно, з видачею звукового та світлового сигналу;

6) автоматичний пуск;

7) відключення та відновлення режиму автоматичного пуску;

8) дистанційний пуск;

9) резервний пуск;

10) контроль світлової та звукової сигналізації;

11) контроль справності силових електричних ланцюгів (визначення обриву);

12) відключення звукової сигналізації;

13) контроль живлення приладу;

14) відключення автоматичного пуску;

15) контроль запуску автоматичних систем пожежогасіння;

16) формування командних імпульсів;

17) видачу узагальненого сигналу на ПЦС;

18) тестовий контроль основних вузлів приладу;

19) контроль обміну даними між БДУ (блок дистанційного керування) і приладом;

20) програмування режимів роботи керуючих елементів;

21) програмування виду шлейфу (шлейф 1, шлейф 2).

## РОЗДІЛ 2

### РАЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ В МУЗЕЯХ

#### 2.1. Розробка алгоритму роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях

Автоматизований пристрій пожежогасіння в музеях повинен виявляти загорання, автоматично видавати повідомлення про нього, автоматично приймати рішення про початок гасіння (до прибуття спеціальних підрозділів з пожежної безпеки). Такий пристрій повинен управляти об'ємним пожежогасінням, яке створює не підтримуюче горіння середі в усьому обсязі приміщення, що захищається. Пристрій повинен мати інерційність (від 3 до 180 с). Під інерційністю розуміється час з моменту досягнення контрольованим ознакою пожежі (дим, тепло і т.п.) порога спрацювання чутливого елемента до спрацювання пристрою (без урахування часу на евакуацію і зупинку технічного обладнання). При цьому слід враховувати виконання одночасно і функції пожежної сигналізації.

Виходячи із цього, автоматизований пристрій пожежогасіння в музейних приміщеннях повинен виконувати наступний алгоритм роботи [10, 12]:

- 1) прийом сигналів від автоматичних і ручних пожежних сповіщувачів. Сигнал приймається дійсним, якщо спрацювали одночасно два пожежних сповіщувача, які знаходяться у різних шлейфах;
- 2) по двом одночасно спрацьованим пожежним сповіщувачам повинна включитись звукова та світлова сигналізація, відключитись система провітрювання, включитись відлік часу - 30 с;
- 3) при досягненні відліку часу в 30 с після спрацювання пожежних сповіщувачів і, якщо не буде блокування на заперечення тушіння пожежі,

послати сигнал на закриття протипожежних дверей, якщо якась із них була відкрита;

4) при наявності закриття протипожежних дверей і відсутності роботи системи провітрювання, повинна автоматично включитись у роботу вогнегасна речовина з одночасним включенням світлової сигналізації на не допуск у приміщення людей;

5) у системі повинно бути передбачено ручне включення відкриття і закриття одної із протипожежних дверей на випадок, якщо необхідно звільнити з пожежонебезпечної зони людину;

6) після оперативної частини автоматичного гасіння пожежі пристрій повинен у послідовному забезпечувати доступ пожежників у задане приміщення;

7) повернення автоматичного пристрою пожежогасіння у початковий стан відбувається в ручну шляхом установки спеціальної кнопки -  $K_{уст}^0$ .

## 2.2. Розробка абстрактної математичної моделі роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях

Користуючись алгоритмом роботи наведеним у §2.1, а також використовуючи [8], абстрактна математична модель роботи автоматизованого пристрою пожежогасіння матиме вигляд, рис. 2.2.1.

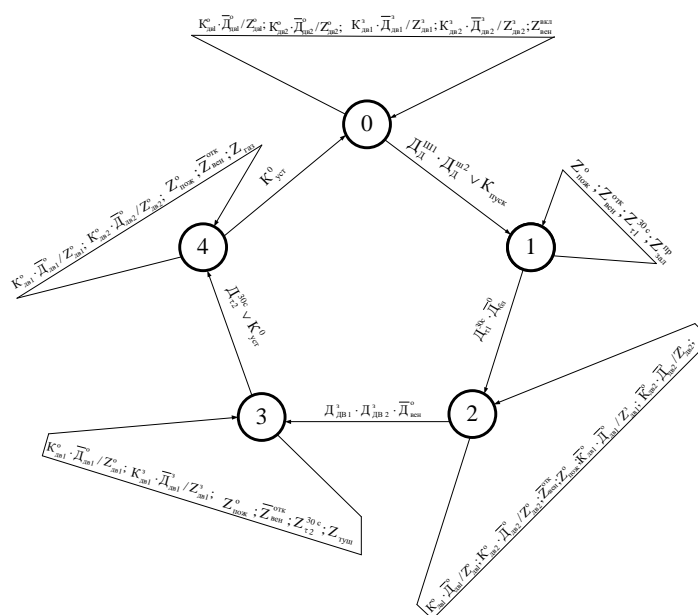


Рис. 2.2.1 Абстрактна математична модель електронного пристрою автоматичного пожежогасіння в музейних приміщеннях

де  $D_{\text{д}}^{\text{ш1}}$ ,  $D_{\text{д}}^{\text{ш2}}$  – сигнал датчиків диму в першому і другому шлейфі музейної кімнати;

$D_{\text{бл}}^0$  – сигнал датчика блокування оператором центрального пункту;

$D_{\text{т1}}^{30\text{с}}$  – сигнал датчика таймера затримки на 30с (час звільнення музейного приміщення людьми);

$D_{\text{дв1}}^0$ ,  $D_{\text{дв2}}^0$  – сигнали датчика відкриття першої та другої протипожежної двері;

$D_{\text{дв1}}^3$ ,  $D_{\text{дв2}}^3$  – сигнали датчика закриття першої та другої двері протипожежної двері;

$D_{\text{вен}}^{\text{отк}}$  – сигнал датчика включення і виключення вентилятора;

$D_{\text{т2}}^{30\text{с}}$  – сигнал датчика таймера затримки 30с (час викиду вогнегасної речовини);

$K_{\text{дв1}}^0$ ,  $K_{\text{дв2}}^0$  – сигнали кнопок відкриття першої та другої протипожежної двері;

$K_{\text{дв1}}^3$ ,  $K_{\text{дв2}}^3$  – сигнали від кнопок закриття першої та другої протипожежної двері;

$K_{\text{пуск}}$  – сигнал кнопки запуску пристрою пожежогасіння;

$K_{\text{уст}}^0$  – сигнал кнопки установки пристрою у початковий стан;

$Z_{\text{пож}}^0$  – звуковий і світловий сигнал сповіщення про пожежу;

$Z_{\text{вен}}^{\text{отк}}$  – сигнал відключення вентилятора провітрювання приміщення;

$Z_{\text{т1}}^{30\text{с}}$  – сигнал включення таймера (час звільнення аварійного приміщення людьми);

$Z_{\text{т2}}^{30\text{с}}$  – сигнал включення таймера (час викиду вогнегасної речовини);

$Z_{\text{зал}}^{\text{пр}}$  – світловий сигнал на звільнення аварійного приміщення людьми;

$Z_{дв1}^0, Z_{дв2}^0$  – сигнали на відкриття першої і другої протипожежної двері;

$Z_{дв1}^з, Z_{дв2}^з$  – сигнали на закриття першої і другої протипожежної двері;

$Z_{туш}$  – сигнал включення в роботу (викид) вогнегасної речовини;

$Z_{газ}$  – сигнал включення світлової сигналізації про знаходження газу в аварійному приміщенні музею;

$Z_{вен}^{вкл}$  – сигнал для включення вентиляторів при провітрюванні музейного приміщення;

Із абстрактної моделі (рис. 2.2.1) слідує, що при роботі електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння музейного приміщення виконуються наступні залежності.

У початковому стані (0) роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях (при включенні його в роботу) протипожежні двері можуть бути відкриті або закриті. Відкриття дверей відбувається за допомогою натискання кнопки  $K_{дв1}^0$  (для першої двері) або  $K_{дв2}^0$  (для другої двері). Закриття дверей відбувається аналогічно з використанням кнопок  $K_{дв1}^з$  або  $K_{дв2}^з$ . У даному стані подається сигнал на включення вентилятора місцевого провітрювання.

Якщо спрацювали одночасно два датчика  $D_{д}^{ш1}$  і  $D_{д}^{ш2}$ , які знаходяться у різних шлейфах, то система повинна перейти в стан (1), у якому видаються звукові і світлові сигнали  $Z_{пож}^0$  на центральний пожежний пульт, а також оповіщається музейна кімната де можуть знаходитись люди. У цьому стані відключається вентиляторна установка, включається перший таймер відліку часу, а також світлова сигналізація, яка призиває людей, які можуть знаходитись в аварійному залі, негайно покинути приміщення.

При досягненні першим таймером відліку часу 30с, спрацює датчик  $D_{т1}^{30с}$  і пристрій, при відсутності сигналу блокування із центрального протипожежного пункту  $D_{бл}^0$ , переходить у стан (2).

У стані (2), під дією кнопок управління дверями  $K_{дв1}^0$ ,  $K_{дв2}^0$  і  $K_{дв1}^з$ ,  $K_{дв2}^з$ , а також за допомогою датчиків відкриття і закриття дверей  $D_{дв1}^0$ ,  $D_{дв2}^0$  і  $D_{дв1}^з$ ,  $D_{дв2}^з$ , можна виконати закриття і відкриття протипожежних дверей. У даному стані діє сигнал відключення вентиляторної установки, а також продовжує діяти сигнал сповіщення про пожежу. Якщо протипожежні двері будуть закриті і вентиляторна система відключена, то пристрій переходить у стан (3), де йде включення вогнегасника  $Z_{туш}$ , а також продовжується видача аварійної сигналізації  $Z_{пож}^0$ . У цьому стані додатково включається сигналізація про наявність газу  $Z_{газ}$  в аварійному приміщенні, а також включається таймер  $Z_{\tau_2}^{30c}$ . Цей стан пристрою дозволяє за допомогою кнопок управління  $K_{дв1}^0$  і  $K_{дв1}^з$  відкрити і закрити перші протипожежні двері на випадок виведення з відти людини, якщо вона там, по якійсь причині затрималась.

Пристрій із стану (3) через час  $\tau_2 = 30c$  автоматично переходить у стан (4), або за допомогою кнопки  $K_{уст}^0$  – у початковий стан (0). У стані (4) пристрій дозволяє керувати протипожежними дверима за допомогою кнопок  $K_{дв1}^0$ ,  $K_{дв2}^0$ ,  $K_{дв1}^з$ ,  $K_{дв2}^з$ . У цьому стані продовжується видавати пристроєм сигнал на відключення вентилятора, включення аварійної сигналізації, загазованості приміщення.

Під дією кнопки  $K_{уст}^0$  пристрій із стану (4) переходить у початковий стан (0), де включається вентилятор місцевого провітрювання і під дією кнопок управління протипожежні двері можуть бути переведені як із закритого стану у відкритий, так і навпаки.

### **2.3. Розробка структурної математичної моделі роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях**

При перетворення абстрактної моделі в структурну необхідно закодувати її стани у відповідності з [13,14]. Для кодування



використовують двійковий нормальний код. Кількість розрядів такого коду (елементів пам'яті) можна знайти з виразу

$$n = \lceil \log_2 Q \rceil, \quad (2.3.1)$$

де  $Q$  – кількість станів абстрактної математичної моделі;

$n$  – кількість елементів пам'яті двійкового коду;

$\lceil \rceil$  – знак, який показує, що з результату необхідно взяти найбільше ціле додатне число.

Користуючись виразом 2.3.1, отримуємо

$$n = \lceil \log_2 5 \rceil = \lceil 2,3219 \rceil = 3.$$

Для реалізації п'яти станів абстрактного автомата необхідно застосувати три елементи пам'яті, наприклад «R-S» тригера. Кодування станів такого автомата виконаємо наступним чином:

$$0 \rightarrow 000; 1 \rightarrow 001; 2 \rightarrow 101; 3 \rightarrow 100; 4 \rightarrow 110.$$

Структурна математична модель роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях представлена на рис.2.3.2.

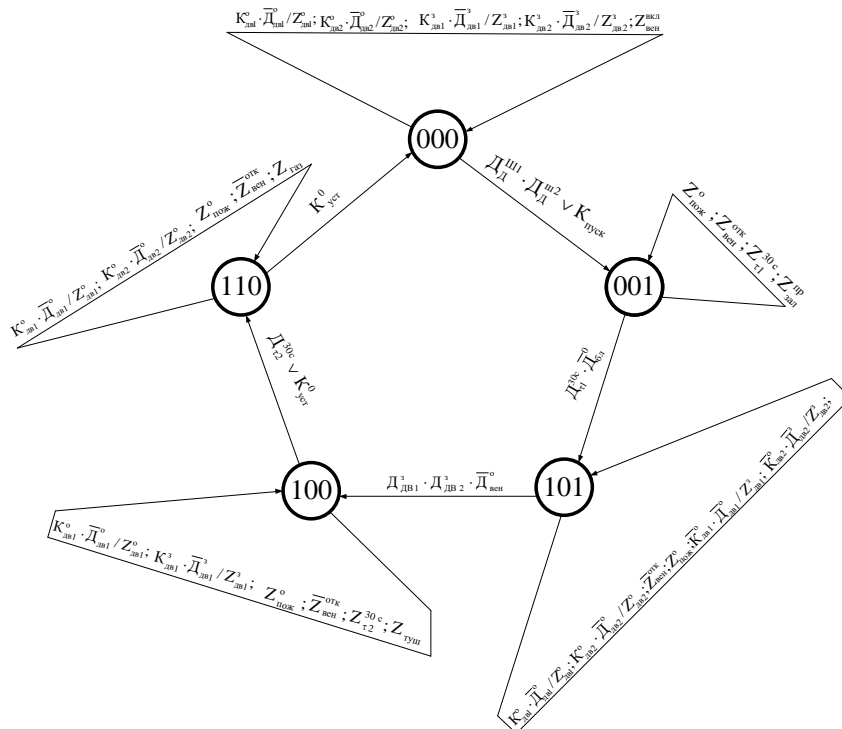


Рис. 2.3.2 Структурна математична модель роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях

Структурна модель, яка представлена на рис. 2.3.2 працює аналогічно абстрактній моделі, яка приведена на рис. 2.3.1. Різниця є тільки у тому, що коли пристрій переходить із початкового в перший стан, то включається перший елемент пам'яті; з першого в другий стан - включається третій елемент пам'яті; з другого в третій стан, то виключається перший елемент пам'яті; з третього в четвертий - включається другий елемент пам'яті, а з четвертого або з третього в початковий стан, то – другий і третій елементи пам'яті.

## 2.4. Знаходження канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях

При отриманні рівнянь роботи електронного пристрою будемо таблицю переходів (табл. 2.4.1) і виходів (табл. 2.4.2), використовуючи для цього структурну математичну модель.

Таблиця переходів

Таблиця 2.4.1

Сигнали від датчиків вхідних змінних	000	001	101	100	110
$D_{д}^{ш1} \cdot D_{д}^{щ2} \vee K_{пуск}$	001	–	–	–	–
$D_{т1}^{30с} \cdot \bar{D}_{бл}^0$	–	101	–	–	–
$K_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^3$	–	–	–	–	–
$\bar{K}_{дв2}^0 \cdot \bar{D}_{дв2}^3$	–	–	–	–	–
$K_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^0$	–	–	–	–	–
$K_{дв2}^0 \cdot \bar{D}_{дв2}^0$	–	–	–	–	–
$D_{дв1}^3 \cdot D_{дв2}^3 \cdot \bar{D}_{вен}^0$	–	–	100	–	–
$K_{дв1}^3 \cdot \bar{D}_{дв1}^3$	–	–	–	–	–
$D_{т2}^{30с} \vee K_{уст}^0$	–	–	–	110	–
$K_{уст}^0$	–	–	–	–	000
$K_{дв2}^3 \cdot \bar{D}_{дв2}^3$	–	–	–	–	–

Таблиця виходів

Таблиця 2.4.2

Сигнали датчиків змінних	Від вхідних	$Z_{вен}^{вкл}$	$Z_{пож}^0, \bar{Z}_{вен}^{отк}, Z_{т1}^{30с}, Z_{зал}^{пр}$	$Z_{пож}^0, \bar{Z}_{вен}^{отк}$	$Z_{т2}^{30с}, \bar{Z}_{вен}^{отк}, Z_{туш}^0, Z_{пож}^0, Z_{газ}$	$\bar{Z}_{вен}^{отк}; Z_{пож}^0, Z_{газ}$
		000	001	101	100	110
$D_{д}^{ш1} \cdot D_{д}^{ш2} \vee K_{пуск}$						
$D_{т1}^{30с} \cdot \bar{D}_{бл}^0$						
$\bar{K}_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^3$			$Z_{дв1}^3$			
$\bar{K}_{дв2}^0 \cdot \bar{D}_{дв2}^3$			$Z_{дв2}^3$			
$K_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^0$	$Z_{дв2}^0$		$Z_{дв1}^0$	$Z_{дв2}^0$	$Z_{дв2}^0$	
$K_{дв2}^0 \cdot \bar{D}_{дв2}^0$	$Z_{дв2}^0$		$Z_{дв2}^0$			$Z_{дв2}^0$
$D_{дв1}^3 \cdot D_{дв2}^3 \cdot \bar{D}_{вен}^0$						
$K_{дв1}^3 \cdot \bar{D}_{дв1}^3$	$Z_{дв1}^3$				$Z_{дв1}^3$	
$D_{т2}^{30с} \vee K_{уст}^0$						
$K_{уст}^0$						
$K_{дв2}^3 \cdot \bar{D}_{дв2}^3$	$Z_{дв2}^3$					

Використовуючи таблицю переходів, табл. 2.4.1, визначаємо функції включення і виключення відповідних «RS»-тригерів. Функцію включення позначено  $\varphi_i$ , а функцію виключення –  $\psi_i$ . Тоді

$$\varphi_1 = (D_{д}^{ш1} \cdot D_{д}^{ш2} \vee K_{пуск}) \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3;$$

$$\psi_1 = D_{дв1}^3 \cdot D_{дв2}^3 \cdot D_{вен}^0 \cdot \bar{y}_2;$$

$$\varphi_2 = (D_{т2}^{30с} \vee K_{уст}^0) \cdot \bar{y}_1 \cdot y_3;$$

$$\psi_2 = K_{уст}^0 \cdot \bar{y}_1;$$

$$\varphi_3 = D_{т1}^{30с} \cdot \bar{D}_{бл}^0 \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2;$$

$$\psi_3 = K_{уст}^0 \cdot \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \vee K_{уст}^0 \cdot \bar{y}_1 = K_{уст}^0 \cdot \bar{y}_1;$$

Використовуючи таблицю виходів, табл. 2.4.2, знаходимо вихідні управляючі сигнали пристрою, які матимуть такий вигляд:

$$Z_{вен}^{вкл} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{пож}^0 = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{вен}^{отк} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{т1}^{30с} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{3ал}^{np} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 ;$$

$$Z_{\tau 2}^{30c} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{туш} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{газ} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 = y_3 \cdot \bar{y}_1$$

$$Z_{дв1}^0 = K_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^0 (\bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1);$$

$$Z_{дв2}^0 = K_{дв2}^0 \cdot \bar{D}_{дв2}^0 (\bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1);$$

$$\begin{aligned} Z_{дв1}^3 &= K_{дв1}^3 \cdot \bar{D}_{дв1}^3 (\bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1) \vee \bar{K}_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^3 \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3 = \\ &= K_{дв1}^3 \cdot \bar{D}_{дв1}^3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{K}_{дв1}^0 \cdot \bar{D}_{дв1}^3 \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3 ; \end{aligned}$$

### РОЗДІЛ 3

## **РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ В МУЗЕЯХ**

### **3.1. Вибір елементної бази для побудови електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях**

Оскільки рівняння роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях представлені у вигляді диз'юнктивно – нормальній формі (ДНФ), то для їх реалізації більш за все підходять логічні матриці програмуємі (ПЛМ) [14, 15]. Вони перетворюють множиу вхідних змінних  $X = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \}$  у відповідну множину вихідних змінних  $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_m \}$  [15]. Логічні матриці програмуємі знайшли також широке застосування у програмуємих логічних інтегральних схемах (ПЛІС). У їх складі уже давно відомі ПЛМ (К556РТ1, КР556РТ2, КР556РТ21) [14].

Якщо за кордоном ПЛІС уже зайняли широке застосування в арсеналі розробника, то в країнах співдружності вони розпочинають тільки посправжньому розвиватися. Відставання пояснюється наступним. По-перше, звуженість номенклатури ПЛІС на ринку елементної бази в Україні. По-друге, практична відсутність у спеціалістів сучасних систем проектування. По-третє, недостатність інформації у технічній літературі про ПЛІС, їх застосування і методам програмування [14].

### **3.2. Принципи побудови вибраної базової ПЛМ**

Практично всі ПЛІС мають базову структуру програмуємої логічної матриці, яка включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО") [14]. Принцип побудови таких ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1 [8,9]. Структурна схема даної ПЛМ приведена на рис. 3.2.1

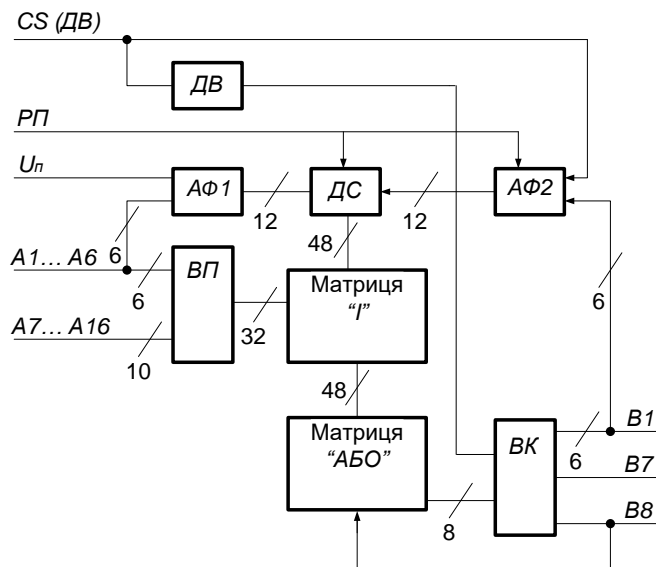


Рис 3.2.1 Структурна схема ПЛМ серії К556РТ1

Дана ПЛМ включає матрицю кон'юнкторів (матрицю "I") матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"), блок входних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозвону виборки кристалу (ДВ), програмуємий дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (A1...A16) [14].

Програмуємий дешифратор (ДС) і програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2) використовують тільки в режимах програмування і контролю ПЛМ [14].

Умовне графічне позначення мікросхеми К556РТ1 наведено на рис. 3.2.2,

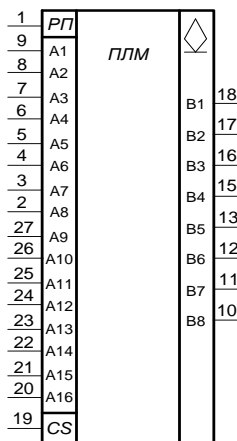


Рис. 3.2.2 Умовне графічне позначення мікросхеми К556РТ1

де входи і виходи мікросхеми позначають:

- 1 – вхід програмування РП;
- 2...9 – входи підключення вхідних змінних  $A_1 \dots A_8$ ;
- 10...13 – виходи отриманих функцій  $B_8 \dots B_5$ ;
- 14 – спільний вихід (вихід подачі "0"  $B$ );
- 15...18 – виходи отриманих функцій  $B_4 \dots B_1$ ;
- 19 – вхід дозволу роботи (вибору) мікросхеми;
- 20...27 – входи підключення вхідних змінних  $A_{16} \dots A_9$ ;
- 28 – вхід подачі джерела живлення (+5В).

### 3.3. Рекомендації по програмуванню ПЛМ серії K556PT1

Програмування базової логічної матриці ПЛМ розглянемо на мікросхемі серії K556PT1 [14]. Дана ПЛМ поставляється споживачу не запрограмованою, тобто в такому стані, що кожний кон'юнктор отримує як примі так і інверсні значення від кожної вхідної змінної  $A_i$ , кожний диз'юнктор має всі сорок вісім кон'юнкції, а для кожного виходу активним рівнем є високий і на всіх виходах присутня напруга низького рівня при нарузі на вході CS (0В) ПЛМ [14, 15].

Кожний програмуємий кон'юнктор  $P_n$  формує необхідну кон'юнкцію від вхідних змінних, причому кожна змінна може входити в кон'юнкцію прямим значенням, інверсним значенням або не входити зовсім. Дані стани реалізують за допомогою відповідних плавких перемичок в матриці «I». Якщо кон'юнктор  $P_n$  має в собі вхідну змінну  $A_i$ , то перемичка, з'єднуюча цей кон'юнктор з шиною вхідної змінної  $\bar{A}_i$ , повинна бути розплавлена, і навпаки. Якщо змінна  $A_i$  не повинна входити в кон'юнктор  $P_n$ , то дві перемички вхідних змінних  $A_i$  і  $\bar{A}_i$  повинні бути розплавлені [14, 15].

Якщо число використаних вхідних змінних  $A_i$  менше шістнадцяти, то невикористані змінні повинні бути виключені у всіх використаних кон'юнкторах, тобто відповідні їм плавкі перемички в матриці «I» повинні бути розплавлені в процесі програмування.

Програмування диз'юнкторів виконується тільки для тих випадків, коли

кон'юнкція не включається в вхідну функцію. Якщо кількість використаних функцій менше восьми, то всі плавкі перемички в матриці «АБО», з'єднуючі невикористані диз'юнктори і використані або невикористані кон'юнктори переплавляти не потрібно [15].

### **3.4. Вибір пожежних сповіщувачів, розробка схеми управління і програми реалізації канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музеях**

Для виявлення загорання у закритих приміщеннях, яке супроводжується появою дима малої концентрації використовують відповідні різноманітні сенсори (пожежні сповіщувачі) [3, 4]. Так, наприклад, для великих закритих приміщень, а також у приміщеннях з оригінальною конфігурацією потолків (театри, музеї і т. ін.) використовують сповіщувачі пожежні димові оптично лінійні «Артон-ДЛ», зовнішній вигляд яких приведений на рис. 3. 4.1, а [4].



*а*

*б*

*в*

Рис. 3.4.1. Пожежні димові оптично лінійні сповіщувачі

Для невеликих приміщень до 60 м<sup>2</sup> застосовують сповіщувачі: сповіщувачі пожежні димові оптичні точечні (СПД – 3.10); сповіщувачі пожежні димові оптичні двоточечні серії СП – 2 ( рис. 3.4.1, б і в) [3]. На рис 3.4.1, б показані сповіщувачі оптичні точечні, а на рис. 3.4.1, в – оптичні двоточечні. Вони призначені для контролю загорання у закритих приміщеннях, де воно супроводжується появою дима малої концентрації з передачею сигналу «Пожар» [4].

Чутливість до диму обох сповіщувачів однакова і дорівнює 0,05...0,2 дБ/м.

Але сповіщувач СП – 2 у одному конструктиві має два незалежних сенсора, які підключають до двох різних шлейхів пожежної сигналізації . Дані сповіщувачі контролюють рівень задимленості в основному приміщенні і в



пристрії за підвісними потолками, форміруючи сигнал «Пожар» у відповідному шлейфі пожежної сигналізації [3, 4].

У якості чутливих елементів вибираємо сповіщувач СПД – 3, який у конструктиві має один сенсор. Схема підключення таких сповіщувачів з постійним живленням шлейфів 12В із спільним провідником і резистором навантаження  $R_n = 2$  кОм має вигляд, який наведений на рис. 3.4.2 [3, 4].

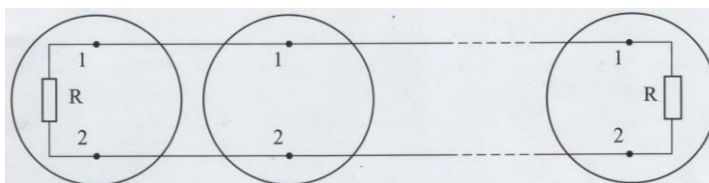


Рис. 3.4.2. Схема підключення сповіщувачів

Технічні характеристики сповіщувача наведені в табл. 3.4.1.

Технічні характеристики сповіщувача

Таблиця 3.4.1

При спрацюванні одного із сповіщувачів в групі остальні теж переходять в режим «Пожар» з видачею звукового сигналу.

Параметри СПД-3	Одиниця вимірювання	Значення
Чутливість	дБ/м	0,05 – 0,2
Рівень громкості звукового сигналу на відстані 1м від сповіщувача, не менше	дБ	85
Максимальна кількість сповіщувачів в групі	шт	40
Площа, захищаєма одним сповіщувачем, не більше	М <sup>2</sup>	50
Діапазон робочих температур	°С	- 30...+ 55
Габаритні розміри	мм	Ø100 x 48
Маса	кг	≤ 0,2
Наявність індикації діжурного режиму		так
Степінь захисту оболонки		ур 40
Срок служби	Рік	10

У випадку несправності одного із сповіщувачів або зниженню напруги живлення ( розряд батареї ) , короткочасово вмикається його звукова сирена. В діжурному режимі правильна робота сповіщувача визначається по періодичному миганню індикаторного світлодіода ( 1 раз за 40 сек ) [4].

Монтаж сповіщувача виконується на стелі, або на стіні. Для монтажу на підвісну стелю використовують декоративне кільце К – 4. По технічним характеристикам і функціональним можливостям сповіщувачі відповідають вимогам стандарту ISO 12239.

Виходячи з характеристик СПД – 3, захищеної площі і об'єму музейної кімнати (більше 10 м<sup>2</sup>), необхідно два сповіщувачі СПД – 3.

Для розробки пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях використаємо рівняння роботи пристрою, які наведені у розділі 2. Їх реалізацію найкраще виконати на ПЛМ, яка повинна відповідати таким даним. Кількість диз'юнкторів у ній повинно бути 5, вхідних змінних не менше 18, вихідних змінних 15 (6 - для управління *RS* – тригерами і 9 – для управління виконавчими механізмами і сигналізацією). Такі властивості мають дві ПЛМ (мікросхема серії К556РТ1) включені у паралель, кожна із яких має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми функцій і 48 кон'юнкторів.

Згідно отриманих функцій

$Z_{вен}^{вкл}, Z_{вен}^{отк}, Z_{пож}^0, Z_{залл}^{пр}, Z_{\tau 2}^{30c}, Z_{туш}, Z_{газ}, Z_{\tau 1}^{30c}, Z_{\tau 1}^{30c}, Z_{дв1}^o, Z_{дв2}^o, Z_{дв1}^3, Z_{дв2}^3, \Phi_1, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_3$  присвоюємо номери їх кон'юнкторам:  $k_1 = D_{д}^{ш1} \cdot D_{д}^{ш2} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2$ ;  $k_2 = K_{пуск} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2$ ;  $k_3 = D_{дв1}^3 \cdot D_{дв2}^3 \cdot D_{вен}^o \cdot \bar{y}_2$ ;  $k_4 = D_{\tau 2}^{30c} \cdot \bar{y}_1 \cdot y_3$ ;  $k_5 = K_{уст}^o \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_6 = D_{\tau 1}^{30ск} \cdot \bar{D}_{блк}^o \cdot y_1 \cdot \bar{y}_2$ ;  $k_7 = K_{уст}^o \cdot \bar{y}_2$ ;  $k_8 = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_9 = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{10} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{11} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{11} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{12} = y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{13} = K_{дв1}^o \cdot \bar{D}_{дв1}^o \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{14} = K_{дв1}^o \cdot \bar{D}_{дв1}^o \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{15} = K_{дв1}^o \cdot \bar{D}_{дв1}^o \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{16} = K_{дв1}^o \cdot \bar{D}_{дв1}^o \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{17} = K_{дв2}^o \cdot \bar{D}_{дв2}^o \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{18} = K_{дв2}^o \cdot \bar{D}_{дв2}^o \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{19} = K_{дв2}^o \cdot \bar{D}_{дв2}^o \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{20} = K_{дв1}^3 \cdot \bar{D}_{дв1}^3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{21} = K_{дв1}^3 \cdot \bar{D}_{дв1}^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{22} = K_{дв2}^3 \cdot \bar{D}_{дв2}^3 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{23} = K_{дв2}^3 \cdot \bar{D}_{дв2}^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ . Аналіз кон'юнкторів показує, що до першої ПЛМ необхідно підключити 10 датчиків, які задіяні для управління *RS* - тригерами, а інші датчики віднесені до входів другої ПЛМ. Використовуючи рекомендації [14], програмуємо задані функції і їх результати заносимо в табл. 3.4.2. і табл. 3.4.3.

Електронна схема пристрою автоматичного пожежогасіння серверних приміщень, яка виконана із застосуванням двох ПЛМ, наведена на рис. 3.4.3

$k_i^1$	Кон'юнктори													Рівень активності							
	Вхідні змінні													1	1	1	1	1	1	1	1
	$D_{д1}^{ш1}$	$D_{д1}^{ш2}$	$D_{б1}^o$	$D_{т1}^{30c}$	$D_{дв1}^3$	$D_{дв2}^3$	$D_{вен}^{отк}$	$D_{т2}^{30c}$	$K_{уст}^o$	$K_{пуск}$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	Вихідні функції							
	Номер програмує мого входу													$\phi_1$	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_2$	$\phi_3$	$\phi_3$	$Z_{вен}^{вкл}$	$Z_{тв}$
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B1	B2
$k_1$	1	1										0	0	A							
$k_2$									1			0	0	A							
$k_3$					1	1	1					0			A						
$k_4$								1				0		1		A					
$k_5$									1			0					A				
$k_6$			0	1							1	0						A			
$k_7$									1			0							A		
$k_8$											0	0	0							A	
$k_9$																					
$k_{10}$																					
$k_{11}$											0	0	1								A
$k_{12}$											0	1	1								A
$k_{13}$																					
$k_{14}$																					
$k_{15}$																					
$k_{16}$																					
$k_{17}$																					
$k_{18}$																					
$k_{19}$																					
$k_{20}$																					
$k_{21}$																					

$k_i^1$	Кон'юнктори									Рівень активності							
	Вхідні змінні									1	1	1	1	1	1	1	1
	$\bar{D}_{дв1}^o$	$\bar{D}_{дв2}^o$	$K_{дв1}^o$	$K_{дв2}^o$	$K_{дв1}^3$	$K_{дв2}^3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	Вихідні функції							
	Номер програмуемого входу									$Z_{пож}^o$ $Z_{вен}^{отк}$	$Z_{\tau1}^{30c}$ $Z_{зад}^{пр}$	$Z_{\tau2}^{30c}$ $Z_{туш}$	$Z_{дв1}^o$	$Z_{дв2}^o$	$Z_{дв1}^3$	$Z_{дв2}^3$	
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A9	A10	A11	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	
$k_1$																	
$k_2$																	
$k_3$																	
$k_4$																	
$k_5$																	
$k_6$																	
$k_7$																	
$k_8$																	
$k_9$							1	0	0	A	A						
$k_{10}$							1	0	1	A							
$k_{11}$							0	0	1	A		A					
$k_{12}$							0	1	1	A							
$k_{13}$	0		1				1	0	0				A				
$k_{14}$	0		1				1	0	1				A				
$k_{15}$	0		1				0	0	1				A				
$k_{16}$	0		1				0	1	1				A				
$k_{17}$		0		1			0	0	0					A			
$k_{18}$		0		1			0	0	1					A			
$k_{19}$		0		1			1	0	0					A			
$k_{20}$		0		1			0	0							A		
$k_{21}$			0				1	0	0						A		
$k_{22}$		1		0			1	0	1							A	
$k_{23}$		0					1	1	0	0						A	

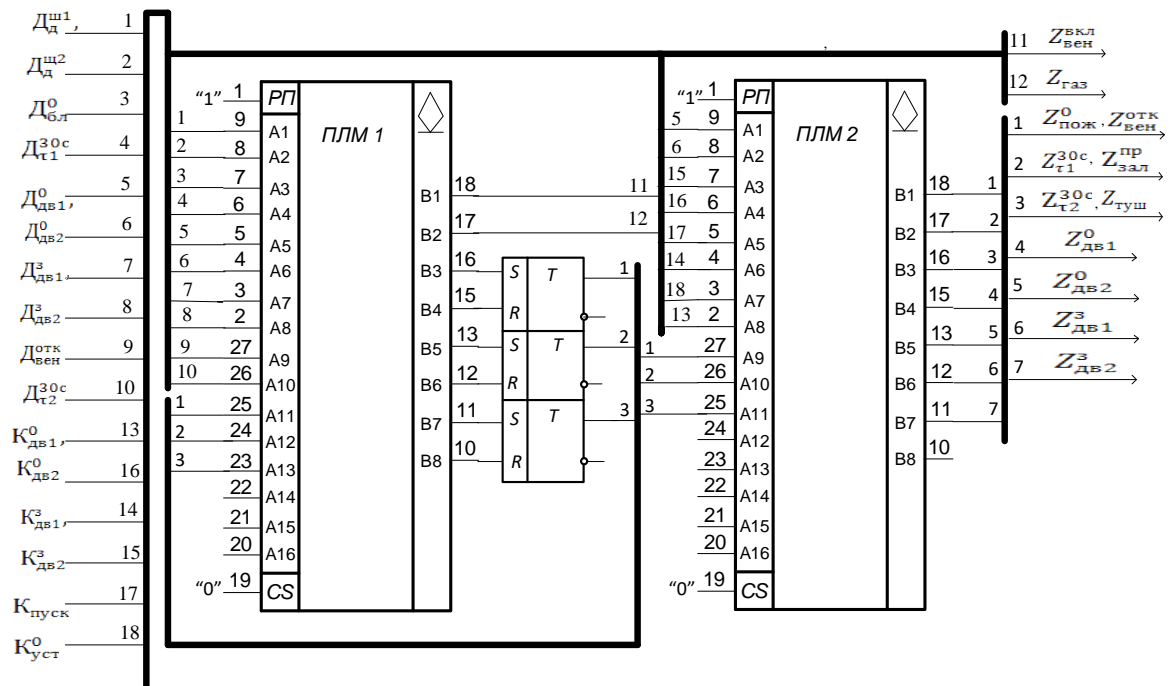


Рис. 3.4.3. Схема електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння в музейних приміщеннях

Електронний пристрій автоматизованого пожежогасіння працює так. Перед включенням пристрою у роботу протипожежні двері музейного приміщення повинні бути закриті. При даному стані електронним пристроєм видається сигнал включення вентилятора для провітрювання музейного приміщення. Якщо немає сигналів від сповіщувачів ( $D_d^{m1}$ ,  $D_d^{m2}$ ), то вентилятор продовжує працювати і в диспетчерську не поступає сигнал виникнення пожежі в приміщенні музею.

Але якщо спрацюють сповіщувачі (датчики  $D_d^{m1}$  і  $D_d^{m2}$ ), то схема пристрою видає звукові і світлові сигнали:  $Z_{\text{пож}}^0$  – на центральний пожежний пункт;  $Z_{\text{зал}}^{\text{п.р}}$  – залишити кімнату музею. У цей же час пристрій, згідно своєї програми формує сигнал на відключення роботи вентилятора  $Z_{\text{вент}}$  і включення роботи першого таймера на 30с. При досягненні першим таймером відмітки часу в 30с, спрацьовує датчик  $D_{\tau 1}^{30с}$  і електронний пристрій, при відсутності сигналу блокування із центрального протипожежного

пункту, закритих дверях музею і відключеному вентиляторі, переходять у стан включення вогнегасника  $Z_{муш}$ , продовжуючи видавати аварійну пожежну сигналізацію  $Z_{пож}^0$ ,  $Z_{зал}^{п.р}$ . При включенні вогнегасника автоматично видається сигнал сповіщення  $Z_{газ}$ . У цей же час включається і другий таймер 30с, спрацювання якого під дією датчика  $D_{г2}^{30с}$  приведе пристрій у стан де вимкнеться вогнегасник  $Z_{муш}$ , але ще будуть продовжуватись видавати електронним пристроєм сигнали включення усієї аварійної сигналізації ( $Z_{пож}^0, Z_{зал}^{п.р}, Z_{зал}^{відкл}, Z_{газ}$ ). У цьому стані, використовуючи кнопки ( $K_{дв1}^0, K_{дв2}^0, K_{дв1}^3, K_{дв2}^3$ ), можна увійти пожежникам у приміщення.

У роботі пристрою запрограмовано перехід його у стан після ліквідації пожежі за допомогою спеціальної кнопки  $K_{уст}^0$ . У цьому стані пристрій включає вентилятор провітрювання, а під дією кнопок управління дверми ( $K_{дв1}^0, K_{дв2}^0, K_{дв1}^3, K_{дв2}^3$ ), протовопожежні двері можуть бути переведені як із закритого стану у відкритий, так і навпаки.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі представлена розробка електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння музейних приміщень. Застосування такого проекту в значній мірі підвищить ефективність захисту приміщень музею де зберігаються і обробляються історичні цінності людства, що в теперішній час розвитку людства є дуже цінним і корисним.

У кваліфікаційній роботі проаналізовані практично усі види пожежних установок і показано, що сумісне застосування тільки нових технологій пожежогасіння з сучасними технічними пристроями, в основу яких покладені оптимальні математичні алгоритми, може дати значний позитивний результат у цьому напрямку.

Для цього в кваліфікаційній роботі розроблений алгоритм роботи електронного пристрою автоматизованого пожежогасіння у вигляді графа автомата Мура, а за допомогою теорії автоматів і графів отримані рівняння роботи пристрою у цілому. Для виявлення загорання у закритих приміщеннях, яке супроводжується появою дима малої концентрації, вибрані відповідні пожежні сповіщувачі. Це дало можливість для музейних приміщень побудувати високонадійний електронний пристрій з застосуванням сучасних сенсорів і програмуємих логічних матриць для реалізації отриманих із структурної математичної моделі канонічних рівнянь роботи. Дані програмуєми логічні матриці типу K556PT1 у розробленому електронному пристрою запрограмовані, з використанням мови даних мікросхем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [www.prostranstvo.media](http://www.prostranstvo.media) › [pozhar-v-nacionalnom-muz...](#)
2. [www.bbc.com](http://www.bbc.com) › [russian](#) › [live](#) › [news-47937999](#)
3. *Бадуров В.П.* Производственная и пожарная автоматика. Г.2. Автоматические установки пожаротушения. / *Бадуров В.П.* Учебник . – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 289 с.
4. ГОСТ 12.3.046-91. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.
5. ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд».
6. ДСТУ 3273-95. Безопасность промышленных предприятий. Общие положения и требования. Пожарная безопасность. Нормативные акты и другие документы. Т.1.-Киев, 1997 -560 с.
7. Осипова М. Н. Методическое пособие по оценке пожароопасности помещений методом Гретенера,/ М. Н. Осипова -М.: НОУ «Такир». 1998. -68 с.
8. Рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации установок пожаротушения азотом. Утверждены ОКБ «Гранат» 24 мая 1991.
9. Стационарные и передвижные установки пожаротушения инертными газами. Обзорная информация. Выпуск 1. НПО «Машмир». - М., 1992, - 44 с.
10. Котов А. Г. Газовое пожаротушение - необходима координация действий./ Котов А. Г. Бюллетень пожарной безопасности. №1. 1999. – 36 с.
11. Котов А. Г., Печененко А. И. и др. «Методические рекомендации по применению технических средств аэрозольного пожаротушения в Украине», Котов А. Г. Киев, 1996.
12. Меркулов А. Противопожарная защита объектов установками газового пожаротушения. / Меркулов А. Журнал «Мир и безопасность» №2/1999. - 16 с.
13. Жураковський Ю.П., Полтораки В.П. Теорія інформації та кодування./ Жураковський Ю.П., Київ , «Вища школа» ,2001 – 255с.



14. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка / Матвієнко М.П. К.: «Ліра-К», 2012 - 286с.

15. Матвієнко М.П. Пристрої цифрової електроніки / Матвієнко М.П. К.: «Ліра-К», 2015 - 390с.