

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет денної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота

**Розробка електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в
сховищах музею**

Студент гр. ЕІс2-81к

Д.О. Назаренко

Науковий керівник
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею.

Об'єктом розробки кваліфікаційної роботи є автоматичний електронний пристрій контролю параметрів атмосфери в сховищах музею.

Мета роботи – ознайомлення з методами підтримки параметрів атмосфери в сховищах музею, технологіями забезпечення цього контролю та розробка алгоритму і сучасного електронного пристрою автоматичного контролю параметрів атмосфери в сховищах музею.

При виконанні кваліфікаційної роботи, на основі аналізу методів підтримки параметрів атмосфери в сховищах музею, розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи пристрою, які задані графічно у вигляді автомата Мура.

Використовуючи структурну математичну модель роботи пристрою автоматичного контролю параметрів атмосфери в сховищах музею, на основі таблиць виходів та переходів отримані канонічні рівняння для побудови такого пристрою електроніки.

Аналіз і мінімізація отриманих рівнянь роботи пристрою електроніки для автоматичного контролю параметрів атмосфери показали, що найкращим варіантом їх реалізації є логічні програмуємі матриці K556PT1 з застосуванням *RS* – тригерів.

Робота викладена на 34 сторінках, у тому числі включає 10 рисунків, 5 таблиць, список цитованої літератури із 15 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРИСТРІЙ ЕЛЕКТРОНІКИ, ПАРАМЕТРИ АТМОСФЕРИ, СХОВИЩЦА МУЗЕЮ, АБСТРАКТНА ТА СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ЛОГІЧНІ ПРОГРАМУЄМІ МАТРИЦІ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ, ПАРАМЕТРЫ АТМОСФЕРЫ, ХРАНИЛИЩА МУЗЕЯ, АБСТРАКТНАЯ И СТРУКТУРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ, ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММИРУЕМАЯ МАТРИЦА

KEY WORDS: ELECTRONICS DEVICE, ATMOSPHERE PARAMETERS, MUSEUM STORAGE, ABSTRACT AND STRUCTURAL MATHEMATICAL MODELS, CANONICAL EQUATIONS, LOGICAL PROGRAMMABLE MATRIXES

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ, МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА МЕТОДІВ ЙОГО ПРОВІТРЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АТМОСФЕРИ В СХОВИЩАХ МУЗЕЮ	5
1.1. Загальні визначення об’єкта автоматизації	5
1.2. Загальні технологічні вимоги, необхідні для зберігання музейних цінностей в сховищах.....	7
1.3. Аналіз можливих способів вентиляції.....	8
1.4. Зволоження та осушення повітря	9
1.5. Класифікація методів провітрювання.....	12
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АТМОСФЕРИ В СХОВИЩАХ МУЗЕЮ	15
2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею.....	15
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі пристрою контролю параметрів вентиляції в сховищах музею.....	16
2.3. Розробка структурної математичної моделі пристрою контролю параметрів вентиляції в сховищах музею.....	19
2.4 Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в сховищах музею.....	21
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АТМОСФЕРИ В СХОВИЩАХ МУЗЕЮ	24
3.1. Аналіз та вибір елементної бази для побудови пристрою контролю параметрів вентиляції в сховищах музею	24
3.2 Принципи побудови вибраної базової ПЛМ.....	24
3.3. Рекомендації з програмування ПЛМ серії K556PT1.....	28
3.4. Розробка електронного пристрою та програми реалізації канонічних рівнянь роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в сховищах музею.....	29
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33

ВСТУП

Зберігання історичних документів, експонатів, картин чи книг є найважливішим завданням людства перед майбуттими поколіннями. Для досягнення ідеальних умов зберігання історичних цінностей, необхідно використовувати різноманітні методи для створення оптимального мікроклімату. Для цього необхідно застосовувати найкращі із них, використовуючи, наприклад, принцип адсорбційного роторного осушувача повітря, який дозволяє в сукупності з іншим не просто створити ідеальні умови для зберігання, але й протягом усього часу підтримувати нормальний рівень вологості в сховищах музею. Виходячи із цього, в даній кваліфікаційній роботі розглядаються різні методи осушення повітря (асиміляції, адсорбції, конденсації), які разом з класифікацією методів провітрювання і другими чинниками захисту історичних документів, дали можливість розробити алгоритм роботи електронного пристрою, який в автоматичному режимі дозволить підтримувати задані параметри атмосфери в сховищах музею.

Тому розробка пристрою електроніки для автоматичного контролю параметрів атмосфери в сховищах музею є актуальним і послужило причиною написання даної кваліфікаційної роботи. Метою цієї кваліфікаційної роботи і є розробка електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею, що дасть можливість забезпечити ідеальні умови для зберігання таких історичних цінностей, а відповідно й можливість забезпечити майбутні покоління безцінними даними про життя їх предків в минулому.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ, МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА МЕТОДІВ ЙОГО ПРОВІТРЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АТМОСФЕРИ В СХОВИЩАХ МУЗЕЮ

1.1. Загальні визначення об'єкта автоматизації

На сьогоднішній день, збереження історичних документів, експонатів, картин чи книг є серйозним заняттям [1,2]. Щоб досягти ідеальних умов збереження історичної літератури або експонатів, див. рис. 1.1.1, необхідно



Рис. 1.1.1. Фрагменти сховищ для зберігання різних музейних цінностей

використовувати різноманітні методи для створення оптимального мікроклімату [3, 4]. При цьому, найкращим методом для створення сприятливого мікроклімату для зберігання музейних цінностей, а саме використання адсорбційного роторного осушувача повітря, який дозволить не просто створити ідеальні умови для зберігання, але й протягом усього часу підтримувати нормальний рівень вологості в приміщенні [2, 3]. Більш того, досвідчені фахівці відзначають, що саме використання осушувачів повітря дозволило їм позбутися найпоширеніших проблем у підтримці приміщення, а саме появи вогкості і в кінцевому результаті цвілі [4,5]. Адже не секрет, що цвіль являє собою дуже серйозну проблему в будь-якому приміщенні, особливо коли справа стосується підтримки якості продукту або зберігання матеріалів. При цьому, цвіль провокує появу грибка, який багато в чому дуже серйозно псує майно, що перебуває в приміщенні, а також негативно впливає на загальний стан організму людини, тому даним критерієм і приділяють стільки уваги. В табл. 1.1.1 наведені параметри, які рекомендовані для підтримки клімату в приміщенні для зберігання історичної документації або експонатів. Таблиця рекомендованих параметрів повітря для зберігання експонатів в сховищах музею [1].

Таблиця 1.1.1

Об'єкт	Відносна вологість, %	Температура, С
Вироби з кістки, в тому числі слонової	45–65	19–24
Папір, пап'є-маше	50–60	19–24
Анатомічні колекції	40–60	19–24
Диски, магнітна стрічка	40–60	10–21
Фотографії (ч/б)	20–30	2-20
Комахи та ентомологічні коробки	40–60	19-24
Східні лакові фарби	50–60	19-24
Дерево	40–65	19-24
Книги, рукописи	50–60	19-24
Етнографічні матеріали	40–60	19-24
Органічні матеріали	50–65	19-24
Папірус	35–50	19-24
Хутро, перо	45–60	15-21
Живопис на полотні	35–50	19-24

Всі перераховані вище умови можна створити при використанні адсорбційних роторних осушувачів повітря відомої європейської торгової марки Desiccant Technologies Group, або розробити електронний пристрій автоматизації, який буде підтримувати задані параметри в автоматичному режимі з використанням вентиляції і кондиціонування повітря.

1.2. Загальні технологічні вимоги, необхідні для зберігання музейних цінностей в сховищах

1. У приміщеннях сховищ слід приймати добовий повітрообмін, який повинен бути не менше двух-триразового з метою забезпечення хорошої циркуляції і перемішування повітря.

2. У архівах, лабораторіях холодного зберігання повинна підтримуватися температура повітря 10-14°C, відносна вологість повітря 30-50%.

3. У приміщеннях зберігання експонатів з металу, для виключення корозії, відносна вологість повітря не повинна перевищувати 30%.

4. Швидкість повітря в музейних приміщеннях повинна знаходитися в межах 0,1-0,3 м/с.

5. Мінімальна витрата зовнішнього повітря для кожного приміщення визначається з розрахунку санітарної норми на одну людину, створення підпору в приміщенні, що кондиціонується, а в приміщеннях реставрації - і з умови компенсації повітря, що видаляється місцевими відсмоктуваннями, і з розрахунку розбавлення шкідливостей.

6. У музейних приміщеннях за наявності колекції з постійним доступом переважно передбачати перемішуючу вентиляцію по схемі «зверху-вниз», оскільки витісняюча вентиляція добре працює тільки при стійких конвективних потоках від нерухомих джерел.

7. У лабораторіях реставрації схема організації повітрообміну повинна вибиратися з урахуванням щільності речовин, використовуваних при реставрації. Вимогам до інтер'єрів музейних приміщень найбільш відповідають щільні розподільники повітря.

1.3. Аналіз можливих способів вентиляції

Вентиляція – обмін повітря в приміщеннях для видалення надлишків тепла, вологи, шкідливих речовин, що утворюються в зачиненому приміщенні (вуглекислого газу, пилу, та ін.) і припливу свіжого повітря з метою забезпечення припустимих метеорологічних умов і чистоти в сховищах музею [3].

Вентиляція є одним із основних способів забезпечення чистоти повітря у музейних сховищах. Від якості й надійності роботи вентиляції залежить якість параметрів повітря в музейних приміщеннях, зберігаємість і довговічність конструкцій самих приміщень.

При будівництві сховищ музеїв для зберігання історичних цінностей в Україні, як правило, застосовуються спосіб природної приточно-витяжної вентиляції [7,8]. Приточне зовнішнє повітря надходить до сховищ музеїв через нещільності у віконних плетіннях, або спеціальні кватирки. Недоліками такої вентиляції є нестійкий повітряний режим у сховищах музеїв, викликаний значним впливом температури зовнішнього повітря й впливом вітру.

Висока герметичність сучасних дверей і вікон зробила практично непрацездатним спосіб природної вентиляції, а відкривання кватирок у герметичних вікнах не дозволяє забезпечувати необхідний мікроклімат у сховищах, значно знижує ефективність використання тепла, веде до надлишкового провітрювання й охолодження сховищ у зимку, викликає збільшення пилу з вулиці.

Пристрій механічної приточно-витяжної вентиляції, у тому числі з утилізацією теплоти витяжного повітря, дозволяє нормалізувати повітряно-тепловий режим музейних сховищ, забезпечити нормативний повітрообмін, знизити витрати тепла на 10-15 %, а у випадку використання утилізації – на 20-25 % і знизити проникнення вуличного пилу до приміщень музею.

Приточно-витяжний спосіб механічної вентиляції може бути обладнаний установками для охолодження (кондиціонування) і зволоження та асушення повітря [3,8].

Вентилятори – це механічні пристрої, що служать для переміщення повітря по повітряходам, або безпосередньої подачі, або витяжки повітря із сховищ музею. Переміщення повітря відбувається через створення перепаду тиску між входом і виходом вентилятора.

1.4. Зволоження та осушення повітря

Зволоження повітря застосовують в музейних сховищах, якщо повітря стає сухим. У якості зволожувачів повітря застосовують різні зволожувачі. Але найбільш розповсюдженим є зволожувач, який працює на вприск вологості в заданий об'єм за відповідний проміжок часу [1,3].

Осушення повітря застосовують в музейних сховищах, якщо повітря стає вологим. Відомі три основні методи осушення повітря всередині музейних сховищ.

Асиміляція. Метод заснований на фізичній здатності теплого повітря утримувати більшу кількість водяної пари в порівнянні з холодним, див. структурну схему роботи цього методу на рис. 1.4.1. Він реалізується

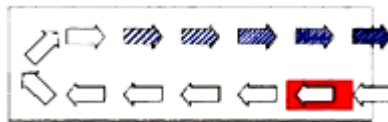


Рис. 1.4.1. Структурна схема роботи методу асиміляції

засобами вентиляції з попереднім підігрівом свіжого повітря.

Даний метод в ряді випадків (басейни, погребі, складські приміщення, гальванічні цехи тощо) є недостатньо ефективним в силу двох причин:

1. Здатність поглинання повітрям водяних парів обмежена і непостійна, будучи залежна від пори року, температури і абсолютної вологості атмосферного повітря.
2. Розглянутий метод характеризується підвищеним енергоспоживанням у зв'язку з наявністю безповоротних втрат явного (витрачається на підігрів припливного повітря) і прихованого тепла (міститься в видалюємих з повітрям парах води). При цьому прихована частина тепла (ентальпії), що визначається

теплотою випаровування води, складає значну частку общіх втрат. З кожним кілограмом вологи втрачається 580 ккал (2,4 мДж).

Адсорбція. Цей метод заснований на сорбційних (волопоглинаючих) властивостях деяких речовин – сорбентів. Структурна схема роботи цього методу наведена на рис. 1.4.2. Маючи пористо капілярну структуру, сорбенти

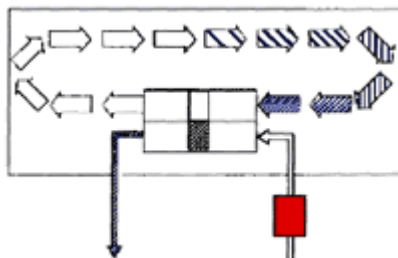


Рис. 1.4.2. Структурна схема роботи методу адсорбції

втягають водяну пару з повітря. У міру насичення сорбенту вологою ефективність осушення знижується. Тому сорбент потрібно періодично регенерувати, тобто випарювати з нього вологу шляхом продування потоком гарячого повітря.

Незважаючи на підвищене енергоспоживання у зв'язку з наявністю безповоротних втрат явного і прихованого тепла даний метод більш економічний. На відміну від асиміляції здійснюється нагрів відносно невеликої кількості повітря в регенеруючому плечі (25-30% від кількості повітря, що циркулює в основному контурі) до значно більш високих температур (близько 50 °С). До недоліків методу відноситься обмежений термін служби сорбенту, особливо у разі використання солей літію, схильних до вимивання при відхиленні від номінальних технологічних режимів роботи. Більш практичним є використання силікагелю на стекловолоконних носіїв.

Конденсація. Цей метод заснований на принципі конденсації водяної пари, що містяться в повітрі, при охолодженні його нижче точки роси.

Метод реалізується з використанням прініпа теплового Улара, створюваного при роботі холодильного контуру, з розташованими безпосередньо один за одним випарником і конденсатором.

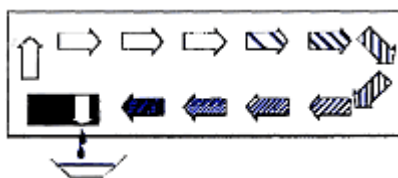


Рис. 1.4.3. Структурна схема роботи методу конденсації

Переваги конденсаційного та адсорбційного методів осушення повітря наочно представлені на графіку.

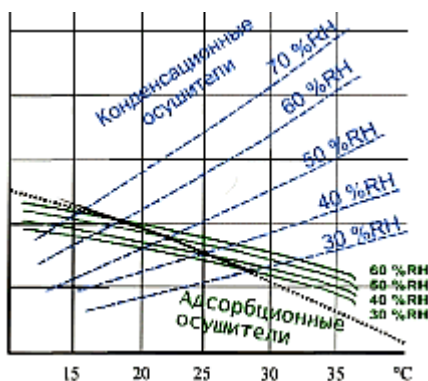


Рис. 1.4.4. Графік порівняння конденсаційного та адсорбційного методів осушення повітря

У конденсаційних осушувачів зі зростанням температури повітря збільшується вологозйом на 1 кВт споживаної енергії. У адсорбційних осушувачів зазначена залежність є зворотною і менш вираженою. Крім того, ефективність конденсаційних осушувачів різко падає зі зменшенням відносної вологості повітря, в той час як у адсорбційних осушувачів дана залежність значно слабкіше. У результаті можна чітко виділити області переважного використання кожного з зіставляючих типів осушувачів. З економічної точки зору конденсаційний метод більш ефективний у порівнянні з сорбційним при високих значеннях температури і відносної вологості. Разом з тим, сорбційні осушувачі здатні підтримувати надзвичайно низьку відносну вологість, аж до 2% при температурах до -20°C . Застосування сорбційних осушувачів є виправданим на льодових майданчиках, молокозаводах, у винних і пивних льохах, охолоджуючих тунелях, морозильних камерах, овочесховищах і т.п. У плавальних басейнах, де згідно з діючими нормативами температура води

повинна бути не менше 26 °С, а температура повітря повинна перевищувати її на 1 - 2 °С, безумовними перевагами володіють осушувачі конденсаційного типу. Аналогічна ситуація має місце при сушінні пиломатеріалів, в музеях, залах для глядачів, котельнях, пралень і на ряді інших об'єктів подібного роду.

1.5. Класифікація методів провітрювання

Методи провітрювання можна класифікувати за наступними характерними ознаками [2, 3]:

1. За способом створення тиску для переміщення повітря: із природним і штучним (механічним) спонуканням;
2. За призначенням: приточні й витяжні;
3. За зоною обслуговування: місцеві й загально обмінні;
4. За конструктивним виконанням: каналні й безканалні.

Природна вентиляція – переміщення повітря в системах природної вентиляції внаслідок:

1. Різниці температур зовнішнього (атмосферного) повітря й повітря в приміщенні, так званої аерації;
2. Різниці тисків «повітряного стовпа» між нижнім рівнем (обслуговуваним приміщенням) і верхнім рівнем – витяжним пристроєм (дефлектором), установленим на покрівлі будинку;
3. У результаті впливу так названого вітрового тиску.

У сховищах з надлишками тепла повітря завжди тепліше зовнішнього. Більш важке зовнішнє повітря, надходячи в сховище, витісняє з нього менш щільне тепле повітря.

При цьому в замкнутому просторі сховища виникає циркуляція повітря, визвана джерелом тепла, подібним до тієї, яку викликає вентилятор.

У природній вентиляції, у якій переміщення повітря створюється за рахунок різниці тисків повітряного стовпа, мінімальний перепад по висоті між рівнем забору повітря із приміщення і його викидом через дефлектор повинен бути не менш 3 м. При цьому рекомендована довжина горизонтальних ділянок повітряходів не повинна бути більше 3 м, а швидкість повітря у повітряходах – не

перевищувати 1 м/с.

Якщо в огороженнях сховища є прорізи, то з навітряної сторони атмосферне повітря надходить до нього, а із підвітряної – виходить із нього, причому швидкість руху повітря в прорізах залежить від швидкості вітру, що обдуває будинок, і, відповідно, від виникаючих різниць тисків.

Системи природної вентиляції прості й не вимагають складного встаткування й витрати електроенергії. Але ефективність таких систем залежить від багатьох змінних факторів (температури повітря, напрямки й швидкості вітру), тому вони не вважаються надійними.

При механічній вентиляції використовується устаткування й прилади (вентилятори, електродвигуни, повітронагрівачі, пиловловлювачі, автоматика й ін.), що дозволяють переміщати повітря на значні відстані. Витрати електроенергії на їхню роботу можуть бути більшими. Така вентиляція може подавати і видаляти повітря з локальних зон приміщення в необхідній кількості, незалежно від умов, які змінюються в навколишньому повітряному середовищі. При необхідності повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню), що практично неможливо при використанні природної вентиляції.

При **штучній вентиляції** використовуються встаткування (вентилятори, електродвигуни, повітронагрівачі, пиловловлювачі), що дозволяють переміщати повітря на значні відстані. При штучній вентиляції повітря в необхідних кількостях незалежно від умов, що змінюються, навколишнього середовища може подаватися у будь – які сховища, але витрати на їхнє підтримання можуть бути досить значними.

На практиці часто передбачають так названу змішану вентиляцію, тобто одночасно природну й механічну вентиляцію.

Приточна вентиляція служить для подачі у вентилязовані сховища чистого повітря замість вилученого. Приточне повітря в необхідних випадках піддається спеціальній обробці (очищенню, нагріванню, зволоженню й т.д.)

Витяжна вентиляція видаляє із приміщення (сховищ музею) забруднене або нагріте відпрацьоване повітря.

Як приточна, так і витяжна вентиляція може влаштовуватися на робочому місці (місцева) або для всього сховища (загальнообмінна).

Місцевою вентиляцією називається така, при якій повітря подають на певні місця (місцева приточна вентиляція) і забруднене повітря видаляють тільки від місць утворення шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція).

До **місцевої приточної вентиляції** ставляться повітряні душі (зосереджений приплив повітря з підвищеною швидкістю), повітряні оазиси (ділянки приміщень, відгороджені від іншого приміщення пересувними перегородками висотою 2-2,5 м, у які нагнітається повітря зі зниженою температурою).

Місцеву витяжну вентиляцію застосовують, коли місця шкідливих виділень у приміщенні локалізовані й можна не допустити їхнє поширення по всьому приміщенню. Місцева витяжна вентиляція у сховищах і приміщеннях забезпечує вловлювання й відвід шкідливих виділень: газів, диму, пилу й частково, що виділяється від устаткування тепла.

При місцевій витяжній вентиляції для вловлювання пиловиділень повітря, що видаляється із сховищ музею, перед викидом його в атмосферу, повинен бути попередньо очищений від пилу.

Приточно-витяжна вентиляція ґрунтується на створенні двох зустрічних потоків. Вона може бути створена або на основі незалежних підсистем припливу й витяжки повітря – із власними вентиляторами, фільтрами й т.д., або на основі однієї відповідної установки, що працює як на приплив, так і на витяжку.

Загальнообмінні системи вентиляції – як приточні, так і витяжні, призначені для здійснення вентиляції в приміщенні в цілому або в значній його частині. Загальнообмінні витяжні системи відносно рівномірно видаляють повітря із усього приміщення, що обслуговує, а загальнообмінні приточні системи подають повітря й розподіляють його по всьому обсязі вентилязованого приміщення.

Загально обмінна приточна вентиляція влаштовується для асиміляції надлишкового тепла й вологи, розведення шкідливих концентрацій пар і газів, не вилучених місцевою й загальнообмінною витяжною вентиляцією, а також для

забезпечення розрахункових санітарно-гігієнічних норм і вільного подиху людини в робочій зоні.

При негативному тепловому балансі, тобто при недоліку тепла, загальнообмінну приточну вентиляцію влаштовують із механічним спонуканням і з підігрівом усього обсягу приточного повітря. Як правило, перед подачею повітря очищають від пилу. При надходженні шкідливих виділень у повітря сховища кількість приточного повітря повинне повністю компенсувати загальнообмінну й місцеву витяжну вентиляцію.

Найпростішим типом загальнообмінної витяжної вентиляції є окремий вентилятор (звичайного осьового типу) з електродвигуном на одній осі, розташований у вікні або в отворі стіни. Така установка видаляє повітря з найближчої до вентилятора зони приміщення, здійснюючи лише загальний повітрообмін.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АТМОСФЕРИ В СХОВИЩАХ МУЗЕЮ

2.1. Розробка алгоритму роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

Загально - обмінна приточна вентиляція з камерою зрошування та осушувачем конденсаційного типу має виконувати наступні функції [2, 3]:

1. Управління увімкненням електронного пристрою в ручному режимі або за розкладом;
2. Блокування роботи витяжного вентилятора разом із припливним;
3. Підтримання температури припливного повітря на заданому рівні;
4. Підтримання вологості припливного повітря на рівні не більше за заданий;
5. Контроль працездатності засувок, із видачею аварійного сигналу у разі виявлення несправності;

6. Контроль працездатності вентиляторів, із видачею аварійного сигналу у разі виявлення несправності;

Виходячи із розглянутих вище функцій, словесний опис алгоритму роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею можна записати в наступному вигляді.

1. У початковому стані обидва вентилятори відключені, а засувки закриті.
2. По сигналу ($K_{\text{пуск}}$) включається в роботу електронний пристрій контролю параметрів атмосфери в сховищах музею і видається сигнал на відкриття припливної і витяжної засувок.
3. Якщо через (30с) хоча би одна із засувок не відкрилася, то електронний пристрій переходить в аварійну ситуацію.
4. Якщо засувки відкрились, то включається витяжний вентилятор і через (10с) після запуску витяжного вентилятора, вмикається приточний вентилятор.
5. Після вмикання приточного вентилятора відбувається контроль параметрів атмосфери в сховищах музею (температура, вологість).
6. Якщо вологість повітря не задовольняє встановленим параметрам, то автоматично вмикається зрошувальна камера.
7. Якщо температура повітря не задовольняє встановленим параметрам, то автоматично вмикається підігрів повітря.
8. Робота пристрою автоматичного контролю параметрів атмосфери в сховищах музею може бути призупинена вручну за допомогою кнопки ($K_{\text{стоп}}$), або – за допомогою запрограмірованого часу.
9. При не включенні в роботу одного із вентиляторів, або при відсутності контролю параметрів атмосфери, пристрій повинен вийти на аварію з визначенням її причини.

2.2. Розробка абстрактної математичної моделі електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

Виходячи із словесного опису алгоритму абстрактна математична модель електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею, згідно [9, 10], матиме наступний вигляд (рис. 2.2.1).

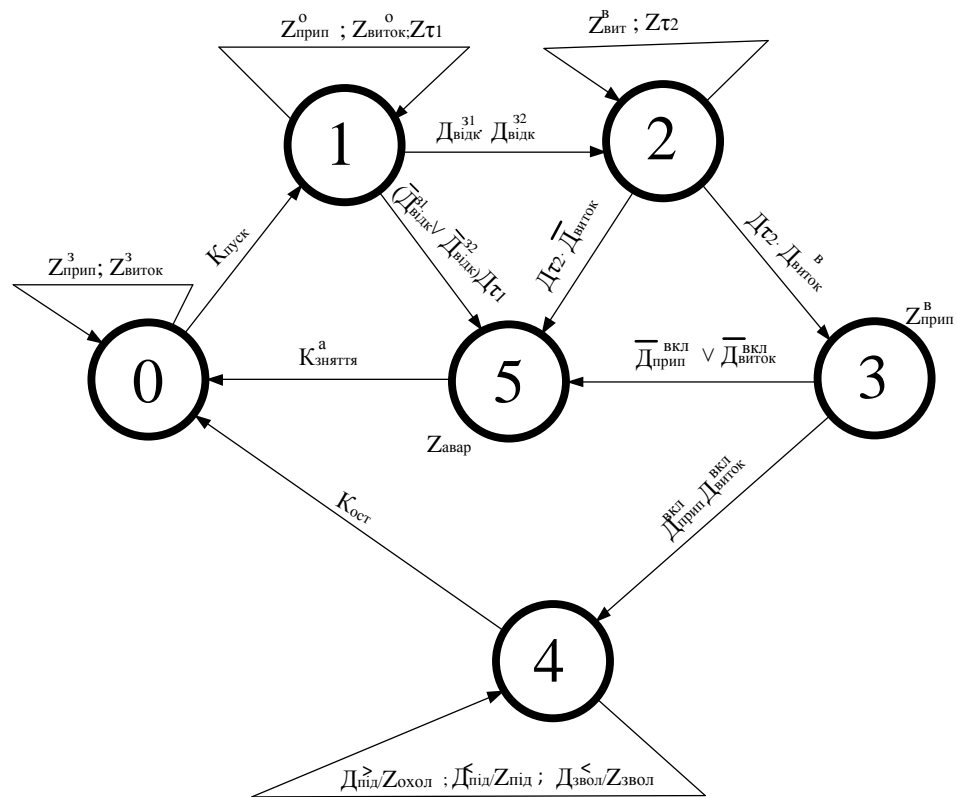


Рис. 2.2.1. Абстрактна математична модель електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

На абстрактній математичній моделі електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею (рис. 2.2.1) введені такі позначення,

для датчиків:

$D_{\text{відк}}^{31}$ – датчик відкриття першої засувки (припливна);

$D_{\text{відк}}^{32}$ – датчик відкриття другої засувки (витяжна);

$D_{\tau 1}$ – датчик часу відкриття засувок;

$D_{\tau 2}$ – датчик часу на включення припливного вентилятора після витяжного;

$D_{\text{виток}}^B$ – датчик включення в роботу витяжного вентилятора;

$D_{\text{припл}}^B$ – датчик включення в роботу припливного вентилятора;

$D_{\text{підіг}}^<$ – датчик включення в роботу підігріву повітря;

$D_{\text{підіг}}^>$ – датчик включення в роботу охолодження повітря;

$D_{\text{зволож}}^>$ – датчик включення в роботу зволоження повітря;

$K_{\text{пуск}}$ – кнопка запуску в роботу електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею;

$K_{\text{ост}}$ – кнопка останова роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею;

$K_{\text{знят}}^a$ – кнопка зняття аварії з електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею;

для сигналів управління:

$Z_{\text{прип}}^o$ – сигнал на відкриття припливної засувки;

$Z_{\text{пвиток}}^o$ – сигнал на відкриття витяжної засувки;

$Z_{\text{прип}}^z$ – сигнал на закриття припливної засувки;

$Z_{\text{пвиток}}^z$ – сигнал на закриття витяжної засувки;

Z_{t_1} – сигнал на включення першого таймера при контролі відкриття засувки; Z_{t_2} – сигнал на включення другого таймера для контролю запуску витяжного вентилятора;

$Z_{\text{прип}}^b$ – сигнал на включення припливного вентилятора;

$Z_{\text{витяж}}^b$ – сигнал на включення витяжного вентилятора;

$Z_{\text{під}}$ – сигнал на включення в роботу підігріву повітря;

$Z_{\text{охол}}$ – сигнал на включення в роботу охолодження повітря;

$Z_{\text{звол}}$ – сигнал на включення в роботу зволоження повітря;

$Z_{\text{авар}}$ – сигнал на включення аварії в роботі електронного пристрою контролю атмосфери в сховищах музею.

Електронний пристрій контролю параметрів атмосфери в сховищах музею згідно з абстрактною математичною моделлю (рис.2.2.1), працює наступним чином. При натисканні на кнопку $K_{\text{пуск}}$ відбувається автоматичне включення

пристрою шляхом подачі сигналу від кнопки $K_{\text{пуск}}$ і пристрій із стану «0» переходить у стан «1». У стані «1» відбувається відкриття припливної і витяжної засувки, а також включення в роботу таймера з витримкою 30 с. При досягненні 30 с і відкриванні засувки, пристрій із стану «1» переходить у стан «2», а при не відкриванні однієї із засувки пристрій пристрій переходить в аварійний стан «5». Якщо пристрій із стану «2» перейшов в стан «3», то в цьому стані включається у роботу витяжний вентилятор і через 10 с роботи витяжного вентилятора пристрій повинен перейти в стан «3», де видається сигнал на включення припливного вентилятора $Z_{\text{прип}}^B$. Якщо в стані «2» після 10с не включився витяжний вентилятор, то пристрій перейде в аварійний стан «5».

Під дією датчиків включених вентиляторів пристрій переходить в стан «4». В цьому стані йде перевірка припливного повітря на температуру і вологість, тобто йде визначення на включення підігріву, охолодження чи зволоження. Якщо температура припливного повітря менше ніж потрібна, то включається підігрів до заданого значення, а якщо більша заданої, то включається охолодження. При вологості меншій заданої - включається зволожувач.

При необхідності останововлення роботи пристрою натискають кнопку остановки $K_{\text{ост}}$, за допомогою якої пристрій переходить в початковий стан «0», де засувки закриваються, а вентилятори відключаються.

2.3. Розробка структурної математичної моделі роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

При перетворення абстрактної моделі в структурну необхідно у відповідності з [11,12,13] закодувати стани цієї моделі. При кодуванні скористаємось двійковим нормальним кодом. Кількість розрядів двійкового нормального коду (елементів пам'яті) знаходять із виразу

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

де Q – кількість станів абстрактної математичної моделі;

n – кількість елементів пам'яті розрядів двійкового коду;

] [– знак, який показує, що в якості результату необхідно взяти найбільше ціле додатне число.

Користуючись (2.3.1), отримаємо $n = 3$. Тобто, для реалізації шести станів абстрактної математичної моделі необхідно використати 3 елементи пам'яті, наприклад , *RS*-тригера. Для отримання структурної математичної моделі і канонічних рівнянь необхідно закодувати стани абстрактної моделі. Кодування має наступний вигляд:

- | | |
|----------|----------|
| 0 – 000; | 1 – 001; |
| 2 – 011; | 3 – 010; |
| 4 – 110; | 5 – 101. |

Виходячи з вище описаного структурна математична модель матиме вигляд, наведений на рис. 2.3.1.

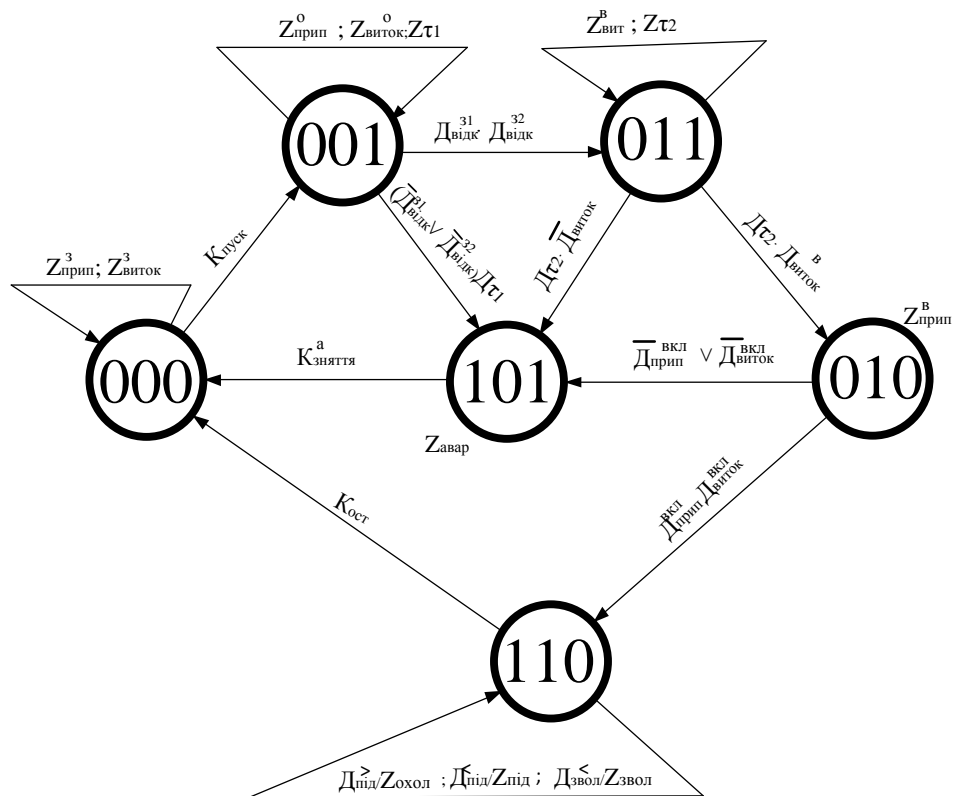


Рис. 2.3.1 Структурна математична модель електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

Електронний пристрій контролю параметрів атмосфери в сховищах музею по структурній математичній моделі (рис.2.3.1) працює наступним чином. При натисканні на кнопку $K_{\text{пуск}}$ відбувається автоматичне включення пристрою, який із стану «000» переходить у стан «001». У стані «001» відбувається запис «1» у перший *RS*-тригер, що приведе до видання сигналу на відкриття засувки і включення в роботу першого таймера (30с). Якщо через 30с одна із засувки не відкрилась, то пристрій перейде в стан «101». У цьому стані відбувається додатково запис «1» в третій *RS*-тригер. Але якщо дві засувки відкрились, то пристрій перейде в стан «011». В цьому стані додатково запишеться «1» в другий *RS*-тригер, що приведе до включення витяжного вентилятора і другого таймера (10с). У цьому стані, якщо через 10с не включиться витяжний вентилятор, то пристрій перейде в аварійний стан «101», а якщо включиться, то – в стан «010». У цьому стані запишеться сигнал «0» у перший *RS*-тригер, що приведе до включення припливного вентилятора. Якщо у цьому стані будь-який із вентиляторів не буде працювати, то пристрій перейде в аварійний стан «101» а якщо будуть працювати оба, то пристрій перейде в стан «110». У цьому стані здійснюється перевірка на підігрів, охолодження та вологість повітря, установлення його необхідних параметрів яке буде надходити в сховища музею.

Вихід із аварійного стану «101» у початковий стан «000» відбувається за допомогою кнопки $K_{\text{знят}}^a$, а зупинка роботи пристрою в будь-який час відбувається за допомогою кнопки зупинки роботи $K_{\text{ост}}$, де пристрій із стану «110» переходить в стан «000».

2.4. Розробка канонічних рівнянь роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

Використовуючи структурну математичну модель (рис. 2.3.1), будемо для неї таблиці переходів та виходів (табл.2.4.1, табл.2.4.2).

Таблиця 2.4.1

Таблиця переходів структурної математичної моделі

$Q_i \backslash D_i$	000	001	011	010	110	101
$K_{\text{пуск}}$	001	-	-	-	-	-
$D_{\text{відк}}^{z1} \cdot D_{\text{відк}}^{z2}$	-	011	-	-	-	-
$D_{\tau 2} \cdot D_{\text{виток}}^B$	-	-	010	-	-	-
$D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B$	-	-	-	110	-	-
$K_{\text{ост}}$	-	-	-	-	000	-
$K_{\text{знят}}^a$	-	-	-	-	-	000
$(\bar{D}_{\text{відк}}^{z1} \vee \bar{D}_{\text{відк}}^{z2}) \cdot D_{\tau 1}$	-	101	-	-	-	-
$\bar{D}_{\text{виток}}^B \cdot D_{\tau 2}$	-	-	101	-	-	-
$\bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B$	-	-	-	101	-	-
$D_{\text{підіг}}^<$	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{підіг}}^>$	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{зволуж}}^>$	-	-	-	-	-	-

Таблиця 2.4.2

Таблиця виходів структурної математичної моделі

Z_i	$Z_{\text{прип}}^z$ $Z_{\text{пвиток}}^z$	$Z_{\text{прип}}^o$; $Z_{\text{пвиток}}^o$; $Z_{\tau 1}$	$Z_{\text{витяж}}^B$ $Z_{\tau 2}$	$Z_{\text{прип}}^B$		$Z_{\text{авар}}$
$Q_i \backslash D_i$	000	001	011	010	110	101
$K_{\text{пуск}}$	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{відк}}^{z1} \cdot D_{\text{відк}}^{z2}$	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau 2} \cdot D_{\text{виток}}^B$	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B$	-	-	-	-	-	-
$K_{\text{ост}}$	-	-	-	-	-	-
$K_{\text{знят}}^a$	-	-	-	-	-	-
$(\bar{D}_{\text{відк}}^{z1} \vee \bar{D}_{\text{відк}}^{z2}) \cdot D_{\tau 1}$	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\tau 2}$	-	-	-	-	-	-
$\bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B$	-	-	-	-	-	-
$D_{\text{підіг}}^<$	-	-	-	-	$Z_{\text{під}}$	-

$D_{\text{підіг}}^>$	-	-	-	-	$Z_{\text{охол}}$	-
$D_{\text{зволж}}^>$	-	-	-	-	$Z_{\text{авар}}$	-

Користуючись таблицею переходів (табл. 2.3.1), знаходимо функції переходів структурного математичної моделі, тобто функції включення і виключення відповідних “RS”-тригерів. Функцію включення позначимо: Y_1^1, Y_2^1, Y_3^1 , а функцію виключення: Y_1^0, Y_2^0, Y_3^0 . Тоді канонічні рівняння роботи структурної математичної моделі матимуть наступний вигляд:

$$Y_1^1 = K_{\text{пуск}} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee \bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B ;$$

$$Y_1^0 = D_{\tau 2} \cdot D_{\text{виток}}^B \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \vee K_{\text{знят}}^a \cdot \bar{y}_2 ;$$

$$Y_2^1 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1 ;$$

$$Y_2^0 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\tau 2} \cdot y_1 \vee \bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B \vee K_{\text{ост}} \cdot \bar{y}_2 ;$$

$$Y_3^1 = (\bar{D}_{\text{відк}}^{z1} \vee \bar{D}_{\text{відк}}^{z2}) \cdot D_{\tau 1} \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B ;$$

$$Y_3^0 = K_{\text{ост}} \cdot \bar{y}_1 \vee K_{\text{знят}}^a \cdot \bar{y}_2 ;$$

Використовуючи таблицю виходів (табл. 2.4.), знаходимо значення вихідних управляючих сигналів пристрою, які матимуть наступний вигляд:

$$Z_{\text{прип}}^3 = Z_{\text{пвиток}}^3 = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{прип}}^0 = Z_{\text{пвиток}}^0 = Z_{\tau 1} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 ;$$

$$Z_{\text{вигляж}}^B = Z_{\tau 2} = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 ;$$

$$Z_{\text{прип}}^B = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{під}} = D_{\text{підіг}}^< \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{охол}} = D_{\text{підіг}}^> \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{авар}} = D_{\text{зволж}}^> \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{авар}} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 ;$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ АТМОСФЕРИ В СХОВИЩАХ МЕЗЕЮ

3.1. Аналіз і вибір елементної бази для побудови електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

Враховуючи те, що математична модель пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах мезею перетворена в канонічні рівняння, які представлена у вигляді ДНФ, то для їх реалізації більше підходять програмуємі логічні матриці (ПЛМ). ПЛМ представляють собою логічну схему для перетворення множини вхідних значень змінних у відповідну множину вихідних даних. Дані ПЛМ знайшли широке практичне застосування у програмуємим логічних інтегральних схемах (ПЛІС). Наприклад, ПЛІС з плавкими запобіжниками по технології ТТЛШ виготовляються у НДУМЕ, м. Зеліноград (Росія). У їх складі є відомі ПЛМ К556РТ1, КР556РТ2, КР556РТ21 [9,14].

Найбільш широко ПЛІС використовують у мікропроцесорній техніці. На їх основі розробляють адресні дешифратори, логіку обладнання мікропроцесора і др. На базі ПЛІС виготовляють мікропрограмні автомати, спеціалізовані пристрої, схеми обробки сигналів та відображення і т. д.

Якщо за кордоном ПЛІС уже зайняли достойне місце в арсеналі розробника, то в країнах співдружності ці технології тільки починають по-справжньому розвиватися. Відставання пояснюється рядом причин. По-перше, дуже звужена номенклатура ПЛІС на нашому ринку елементної бази. По-друге, практична відсутність у наших спеціалістів сучасних систем проектування.

3.2. Принципи побудови вибраної базової ПЛМ

Промисловість виготовляє такі ПЛІСи, які мають у собі базову структуру програмуємої логічної матриці, що включає кон'юнкторну матрицю "Г" і матрицю диз'юнкторну матрицю "АБО". Принцип побудови такої ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1, структурна схема якої приведена на рис. 3.2.1 [9].

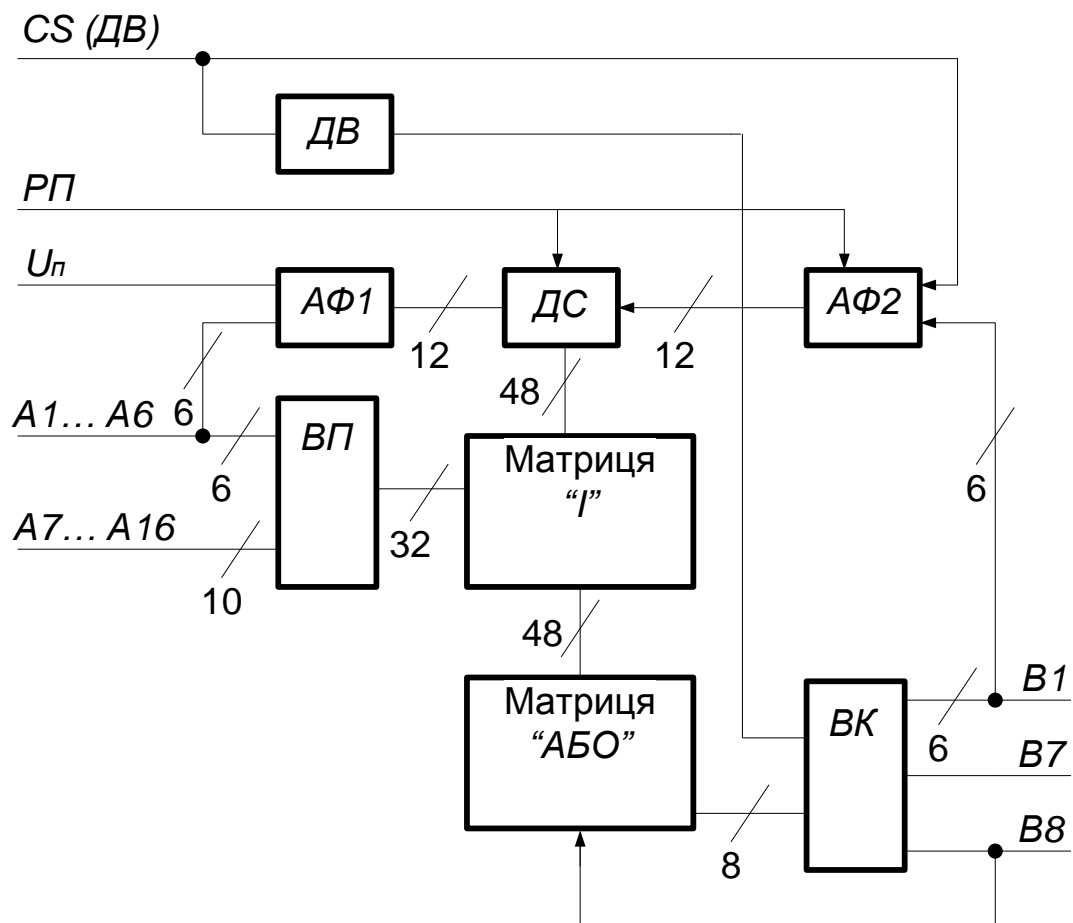


Рис 3.2.1 Структурна схема ПЛМ серії K556PT1

Дана ПЛІС включає матрицю кон'юнкторів (матрицю "Г") матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"), блок вхідних підсилювачів (ВП), блок каскадів вихідних (ВК), схему дозволу вибірки (ДВ), програмуємий дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (А1...А16).

Для більш повного розуміння принципу побудови ПЛМ розглянемо базову функціональну схему ПЛІС серії K556PT1, яка включає лише основні вузли схеми матриці "Г", "АБО", вхідні і вихідні каскади, рис 3.2.2 [14,15],

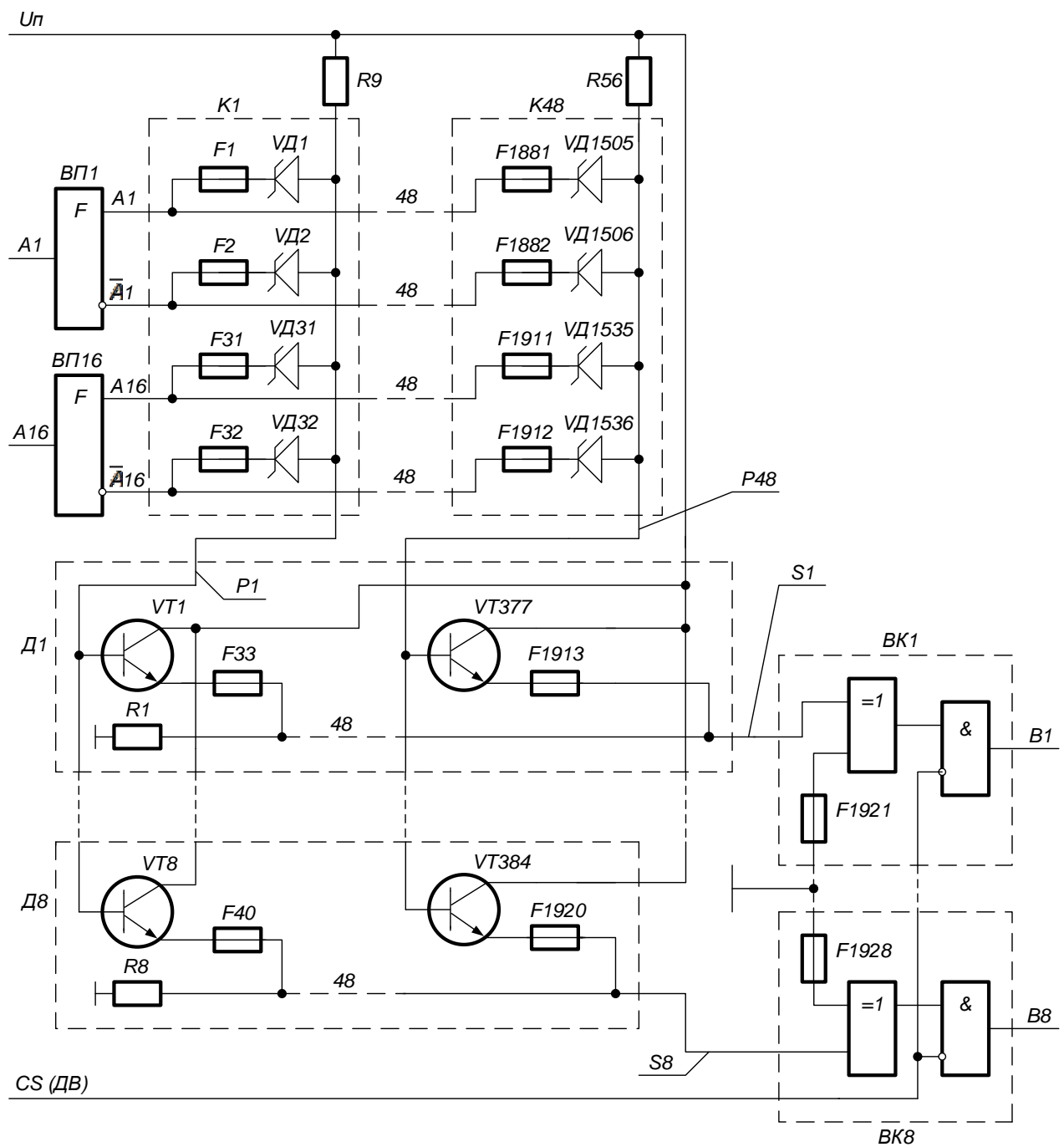


Рис 3.2.2 Базова функціональна схема ПЛІС серії К556РТ1

- де ВП1...ВП16 – вхідні підсилювачі;
- К1...К48 – кон'юнктори матриці "І";
- Д1... Д8 – диз'юнктори матриці "АБО";
- ВК1... ВК8 – вихідні каскади;
- Р1...Р48 – шини кон'юнкцій;
- С1...С8 – шини диз'юнкцій;

$F1 \dots F1928$ – плавкі ніхромові перемикачі;

$VD1 \dots VD1536$ – діоди Шотки;

$VT1 \dots VT34$ – транзистори;

$R1 \dots R6$ – резистори.

Вхідні підсилювачі ($ВП1 \dots ВП16$) формують прямі і інверсні значення змінних, які надходять в матрицю "Г". Для керування вхідними підсилювачами є шістнадцять входів ($A1 \dots A16$). Вхідні підсилювачі побудовані на основі двох включених послідовно буферних логічних схем "І-НІ".

Основними вузлами ПЛМ К556РТ1 є матриці "Г" і "АБО", які реалізують двохрівневі логічні функції. Перший рівень ПЛМ включає 48 кон'юнкторів (матриця "Г"), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. В матриці "Г", реалізують кон'юнкції вхідних змінних, причому кожна вхідна змінна входить в кон'юнкцію або прямим або інверсним значенням, або не входить зовсім. Вхідні сигнали, які появляються на вхідних шинах матриці "Г", вводяться в матрицю "АБО", яка утворює другий рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця "АБО" утворює вісім диз'юнкторів (по одному "АБО" на виході ПЛІС), кожний із яких може бути вибірково з'єднаний з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів.

Шини які з'єднують ці дві матриці, є шинами кон'юнкцій і позначають їх $P1 \dots P48$, а шини, які з'єднують матрицю "АБО" з вихідними каскадами - є шинами диз'юнкцій і позначають їх $S1 \dots S8$.

Програмуємим елементом матриці "Г" є діод Шотки з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці "АБО" включені по схемі емітерного повторювача, *n-p-n* транзистор з плавкою ніхромовою перемичкою в емітері.

Вихідні каскади $BK1 \dots BK8$ включають логічні схеми "Виключаюче АБО" і підсилювачі зчитування. Наявність на вході каскаду логічної схеми "Виключаюче АБО" дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу в залежності від сигналу на вході, тобто дозволяє програмувати або активний високий, або активний низький рівень вихідного сигналу. Заземлення (підключення до сигналу "0") одного із двох входів логічної схеми "Виключаюче АБО" через плавку перемичку приводить до

того, що активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички приводить до активного рівня вихідної напруги низького рівня.

Підсилювачі зчитування побудовані на логічних схемах, що керують сигналами, які поступають з матриці "АБО" і з схеми дозволу вибірки.

ПЛІС в режимі обробки інформації працює так. Змінні $A_1 \dots A_{16}$ через блок вхідних підсилювачів в прямому і інверсному значенні надходять в матрицю "Г" де за діодами Шотки і плавкими ніхромовими перемичками утворюють необхідні кон'юнкції $P_1 \dots P_{48}$, що логічно сумірюються матрицею "АБО", утворюючи проміжні логічні функції $S_1 \dots S_8$. Ці функції надходять у вихідні каскади для їх перетворення і видачі на виходи $B_1 \dots B_8$ ПЛМ.

3.3. Рекомендації по програмуванню ПЛІС К556РТ1

Програмування базової логічної матриці виконаємо на ПЛІС серії К556РТ1 [9, 10]. Дана ПЛІС поставляється до споживача не запрограмованою, тобто в стані, коли кожний кон'юнктор отримує як примі так і інверсні значення від вхідних змінних A_i , кожний диз'юнктор має сорок вісім кон'юнкції, а для кожного виходу активним рівнем є високий і на всіх виходах присутня напруга низького рівня при значенні на вході CS (0В).

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. Ці стани реалізують відповідними плавкими перемичками у матриці "Г". Якщо кон'юнктор P_n має 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 - розплавляють.

При числі використаних вхідних змінних A_i менше шістнадцяти, тоді невикористані змінні повинні бути виключені у всіх використаних кон'юнкторах,

тобто відповідні їм плавкі перемички в матриці "Г" повинні бути розплавлені в процесі програмування.

Програмування диз'юнкторів виконується тільки для випадків, якщо кон'юнкція не включається у вхідну функцію. Якщо кількість використаних функцій менше восьми, то всі плавкі перемички матриці "АБО", з'єднуючі невикористані диз'юнктори і використані або невикористані кон'юнктори переплавляти не потрібно.

3.4. Розробка схеми управління та програми реалізації канонічних рівнянь роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

Для втілення канонічних рівнянь роботи електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею:

$$y_1^1 = K_{\text{пуск}} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee \bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B ;$$

$$y_1^0 = D_{\tau 2} \cdot D_{\text{виток}}^B \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \vee K_{\text{знят}}^a \cdot \bar{y}_2 ;$$

$$y_2^1 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1 ;$$

$$y_2^0 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\tau 2} \cdot y_1 \vee \bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B \vee K_{\text{ост}} \cdot \bar{y}_2 ;$$

$$y_3^1 = (\bar{D}_{\text{відк}}^{z1} \vee \bar{D}_{\text{відк}}^{z2}) \cdot D_{\tau 1} \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{D}_{\text{виток}}^B \vee \bar{D}_{\text{припл}}^B ;$$

$$y_3^0 = K_{\text{ост}} \cdot \bar{y}_1 \vee K_{\text{знят}}^a \cdot \bar{y}_2 ;$$

$$Z_{\text{припл}}^z = Z_{\text{пвиток}}^z = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{припл}}^o = Z_{\text{пвиток}}^o = Z_{\tau 1} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 ;$$

$$Z_{\text{витяж}}^B = Z_{\tau 2} = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 ;$$

$$Z_{\text{припл}}^B = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{під}} = D_{\text{підіг}}^< \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{охол}} = D_{\text{підіг}}^> \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{звол}} = D_{\text{зволож}}^> \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 ;$$

$$Z_{\text{авар}} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

необхідно їх представити кон'юкторами [9]: k_i^1 - для першої ПЛІС: $k_1^1 = K_{\text{пуск}} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2$; $k_2^1 = \bar{D}_{\text{виток}}^B$; $k_3^1 = \bar{D}_{\text{припл}}^B$; $k_4^1 = D_{\tau 2} \cdot D_{\text{виток}}^B \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2$; $k_5^1 = K_{\text{знят}}^a \cdot \bar{y}_2$; $k_6^1 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1$; $k_7^1 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\tau 2} \cdot y_1$; $k_8^1 = K_{\text{ост}} \cdot \bar{y}_2$; $k_9^1 = \bar{D}_{\text{відк}}^{31} \cdot D_{\tau 1} \cdot \bar{y}_2$; $k_{10}^1 = \bar{D}_{\text{відк}}^{32} \cdot D_{\tau 1} \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_2$; $k_{11}^1 = D_{\text{виток}}^B \cdot D_{\text{припл}}^B \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; і кон'юкторами k_i^2 - для другої ПЛІС: $k_1^2 = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_2^2 = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_3^2 = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1$; $k_4^2 = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_5^2 = D_{\text{підір}}^< \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_6^2 = D_{\text{підір}}^> \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_7^2 = D_{\text{зволж}}^> \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_8^2 = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$.

Програма першої ПЛІС, приведена в табл. 3.4.1, а програма другої ПЛІС – в табл.3.4. 2.

Таблиця 3.4.1

k_i^1	Вхідні змінні															1	1	1	1	1	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Вихідні функції					
	Номер програмуемого входу															φ_1^1	φ_1^0	φ_2^1	φ_2^0	φ_3^1	φ_3^0
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	B1	B2	B3	B4	B5	B6
k_1^1									1					0	0	A					
k_2^1				0												A			A		
k_3^1					0											A			A		
k_4^1			1	1										1	0		A				
k_5^1											1			0			A				A
k_6^1	1	1								1			1		0			A			
k_7^1			1	0									1						A		
k_8^1										1			0						A		A
k_9^1	1		1										1	0						A	
k_{10}^1		1	1										1	0						A	
k_{11}^1				1	1									1	1					A	

В табл. 3.4.1 для вхідних змінних прийняті наступні позначення: $1 \rightarrow \bar{D}_{\text{відк}}^{31}$; $2 \rightarrow \bar{D}_{\text{відк}}^{32}$; $3 \rightarrow D_{\tau 1}$; $4 \rightarrow D_{\tau 2}$; $5 \rightarrow D_{\text{виток}}^B$; $6 \rightarrow D_{\text{припл}}^B$; $7 \rightarrow D_{\text{підіг}}^<$; $8 \rightarrow D_{\text{підіг}}^>$; $9 \rightarrow D_{\text{зволж}}^>$; $10 \rightarrow K_{\text{пуск}}$; $11 \rightarrow K_{\text{ост}}$; $12 \rightarrow K_{\text{знят}}^a$; $13 \rightarrow y_1$; $14 \rightarrow y_2$; $15 \rightarrow y_3$;

Таблиця 3.4.2

k_i^2	Кон'юнктори						Рівень активності							
	Вхідні змінні						1	1	1	1	1	1	1	1
	1	2	3	4	5	6	Вихідні функції							
	Номер програмуємого входу						$Z_{\text{припл}}^3$	$Z_{\text{припл}}^0$	$Z_{\text{витажк}}^B$	$Z_{\text{припл}}^B$	$Z_{\text{під}}$	$Z_{\text{охол}}$	$Z_{\text{звол}}$	$Z_{\text{авар}}$
A1	A2	A3	A4	A5	A6	$Z_{\text{витокп}}^3$	$Z_{\text{пвиток}}^0$	$Z_{\tau 2}$						
						B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	
k_1^2				0	0	0	A							
k_2^2				1	1	0		A						
k_3^2				0	1	1			A					
k_4^2				0	1	0			A					
k_5^2	1			1	1	1				A				
k_6^2		1		1	1	0					A			
k_7^2			1	1	1	0						A		
k_8^2				1	0	1							A	

В табл. 3.4.2 для вхідних змінних прийняті наступні позначення: $1 \rightarrow D_{\text{підіг}}^<$; $2 \rightarrow D_{\text{підіг}}^>$; $3 \rightarrow D_{\text{зволож}}^>$; $4 \rightarrow y_1$; $5 \rightarrow y_2$; $6 \rightarrow y_3$;

На невикористаних входах ПЛІС перемички перепалюються.

Схема електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею наведена на рис. 3.5.1.

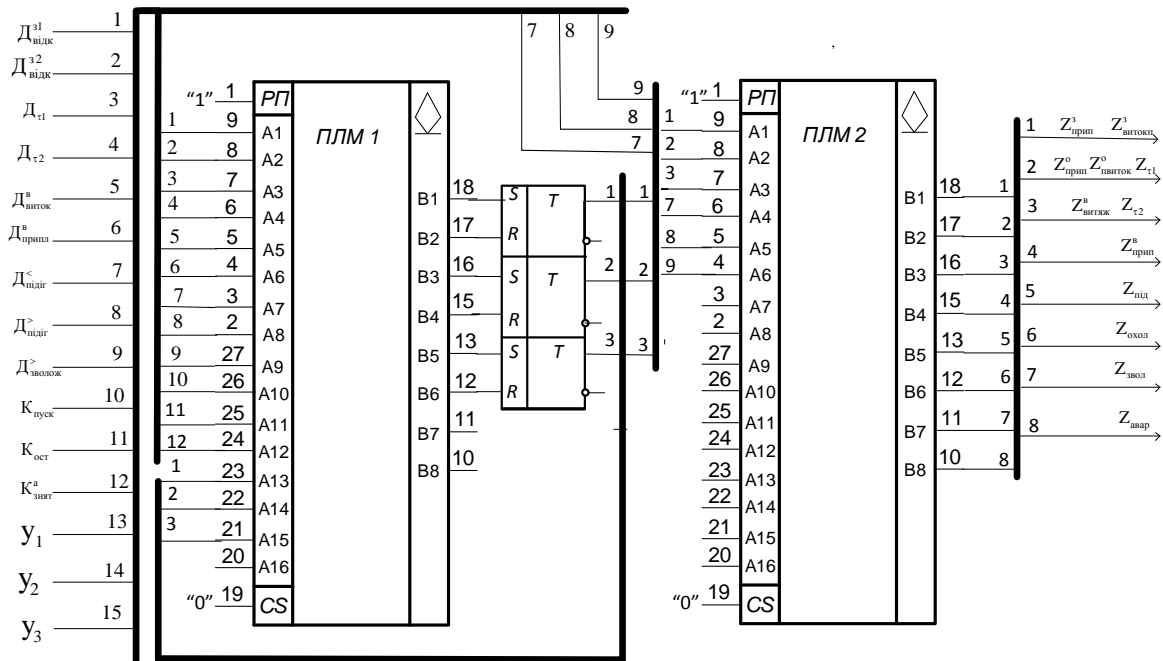


Рис. 3.5.1. Схема електронного пристрою контролю параметрів атмосфери в сховищах музею

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій для автоматичного контролю параметрів атмосфери в сховищах музею з використанням математичних моделей, математичної логіки і застосуванням сучасних технічних средств – програмуємих логічних матриць. В процесі виконання кваліфікаційної роботи був приведений аналіз різних методів осушення повітря (асиміляції, адсорбції, конденсації), які разом з класифікацією методів провітрювання і другими чинниками захисту історичних документів, привели до

розробки алгоритму роботи електронного пристрою, який в автоматичному режимі дозволив підтримувати задані параметри атмосфери в сховищах музею.

На підставі розроблених абстрактної і структурної математичної моделей математичних моделей був спроектований сучасний електронний пристрій на програмуємих логічних матрицях, які були запрограмовані на мові ПЛМ серії K556PT1, що реалізує вище поставлене завдання кваліфікаційної роботи. У процесі розробки була використана абстрактна математична модель для задання алгоритму роботи пристрою, а структурна математична модель – для отримання канонічних рівнянь роботи електронного пристрою. які покладені в основу програмування роботи вибраних програмуємих логічних матриць. Програмне забезпечення виконано в середовищі мікросхеми K556PT1, яке пройшло комплексне тестування й налагодження на сукупності вхідних даних електронного пристрою для автоматичного контролю параметрів атмосфери в сховищах музею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. www.abok.ru СТАНДАРТ АВОК 7.7–2018 МУЗЕИ. (Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха ISBN 97).

2. Вентиляція та кондиціонування ДБН В.2.5-67:2013.

3. «Системы вентиляции и кондиционирования, теория и практика», М. «ЕвроКлимат», 2000г.

4. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами.—М.: Евроклимат, 2003. — 400 с.

5. Креслин А. Я. Автоматическое регулирование систем кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1992. — 97 с.

7. Карпис Е. Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха.—М.: Стройиздат, 1996. — 268 с.

8. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ, пособие / Богуславский Л.Д., Ливчак В.И.,

Титов В.П. и др.; Под ред. Богуславского Л.Д.и Ливчака В.И. — М.: Стройиздат, 1990. — 624 с.

9. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка. Видавництво «Ліра - К».К.,2012. – 288с.

10.Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов - издательство «Энергия», Москва, 1999 г.

11.Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов – издательство «Физматгизм», Москва, 1962 г.

12.Артур Гилл. Введение в теорию конечных автоматов – издательство «Энергия», Москва, 1966 г.;

13. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка. Видавництво «Ліра - К».К.,2017. – 324с.

14. Матвієнко М.П., Розен В.П. Комп'ютерна схемотехніка. Видавництво «Ліра - К».К.,2013. – 192с.

15. Матвієнко М.П. Пректування цифрових пристроїв. Видавництво «Ліра - К».К.,2018. – 364с.