

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет залочної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**Розробка електронного пристрою контролю параметрів вентиляції
в супермаркетах**

Студент гр. ЕІз-71

Р. Р. Свєшніков

Науковий керівник
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці електронного пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах.

Об'єктом розробки кваліфікаційної роботи є автоматичний електронний пристрій контролю параметрів вентиляції в супермаркетах.

Мета роботи – ознайомлення з електронними пристроями і технологіями забезпечення контролю параметрів вентиляції в супермаркетах та розробка сучасного електронного пристрою автоматичного контролю параметрів вентиляції в супермаркетах.

При виконанні кваліфікаційної роботи, на основі аналізу роботи різних систем і пристроїв контролю параметрів вентиляції в супермаркетах, 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 вентиляції в супермаркетах, 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 вентиляції в супермаркетах показали, що найкращим варіантом їх реалізації є логічні програмуємі матриці (K556PT1) з застосуванням *RS* – тригерів.

Робота викладена на 38 сторінках, у тому числі має 10 рисунків, 2 таблиці, список цитованої літератури із 14 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, СУПЕРМАРКЕТ, АБСТРАКТНА ТА СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, МАТРИЦІ ПРОГРАМУЄМІ ЛОГІЧНІ .

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В СУПЕРМАРКЕТАХ.....	5
1.1. Загальні визначення.....	5
1.2. Класифікація вентиляційних пристроїв	7
1.3. Класифікація систем кондиціювання	8
1.4. Аналіз пристроїв вентиляції та кондиціюванням повітря.....	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В СУПЕРМАРКЕТАХ	14
2.1. Аналіз об'єкта та розробка алгоритму роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах.....	14
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах	16
2.3. Розробка структурної математичної моделі пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах	20
2.4 Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах	21
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В СУПЕРМАРКЕТАХ	25
3.1. Аналіз та вибір елементної бази для побудови пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах	25
3.2 Принципи побудови вибраної базової ПЛМ.....	25
3.3. Рекомендації з програмування ПЛМ серії K556PT1.....	30
3.4. Розробка електронного пристрою та програми реалізації канонічних рівнянь роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в Супермаркетах.....	31
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37

ВСТУП

Працездатність, і самопочуття продавців в значній мірі визначаються умовами повітряного середовища в сучасних супермаркетах, де вона проводить значну частину свого робочого часу.

Якщо говорити про фізіологічну дію на людину навколишнього повітря, то слід відмітити, що вона за добу споживає близько 3 кг їжі і 15 кг повітря. Що це за якість повітря, яка його свіжість і чистота, задушливо, жарко або холодно продавцю в приміщенні, багато в чому залежить від розроблених інженерних систем, спеціально призначених для забезпечення повітряного комфорту в супермаркетах [3].

Сьогодні ми стаємо свідками зміни відношення до мережі магазинів і особливо супермаркетів. Поступово приходить розуміння, що супермаркет – це не звичайна крамниця, а складний організм, що повинен розвиватися за певними законами, щоб задовольняти зростаючі вимоги людини – продавця і звичайного покупця до комфорту й економічно обґрунтованої функціональності. Це не є щось принципове нове, це давно забуті старі ідеї, спроектовані на сучасні ринкові умови й - досягнення будівельних, енергетичних, мікроелектронних й інформаційних технологій.

Тому розробка пристрою електроніки для контролю параметрів вентиляції в супермаркетах усе більше обусловлюють комфортний стан людей, які знаходяться на його території [6]. Актуальність цього явища і послужила причиною написання даної кваліфікаційної роботи, метою якої є розробка електронного пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах, що дасть можливість забезпечити значно ліпші комфортні умови роботи супермаркетів, а відповідно й умови праці в них працівників торгівлі, а також і їх відвідувачів (покупців).

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В СУПЕРМАРКЕТАХ

1.1. Загальні визначення

Пристрої контролю параметрів вентиляції в супермаркетах мають ряд відмінностей від подібних пристроїв на інших об'єктах [1, 2]. Тільки на перший погляд пристрої в таких системах можуть бути простими. Але в дійсності будь-який супермаркет має холодильне обладнання, див. рис. 1.1.1, є проблеми у нього з фільтрацією повітря із-за постійного потоку людей [3, 4]. Супермаркет з кулінарними, овочевими відділами (рис. 1.1.2) або пекарським цехами повинен бути обладнаний додатковими інженерними пристроями, і. т.д. [4, 5].



Рис. 1.1.1. Зовнішній вигляд одного із супермаркетів



Рис. 1.1.2. Супермаркет із кулінарними та овочевими відділами

У будь-якому випадку для кожного супермаркету повинен бути розроблений індивідуальний проект вентиляції, одна із структурних схем якого наведена на рис. 1.1.3 [4].

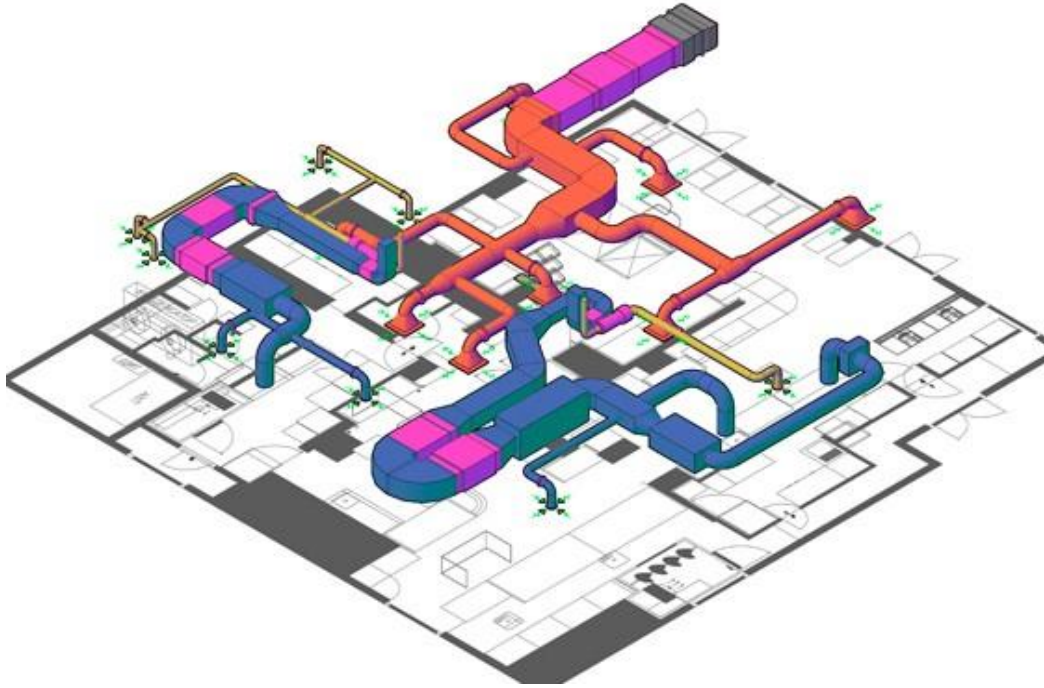


Рис. 1.1.3 Проект вентиляції одного із супермаркетів

В індивідуальному проекті вентиляції забезпечується відповідні канали для вентиляції в кожному окремо взятому супермаркеті окремо в залежності від його проекту, див. рис. 1.1.4, де стрілками показано дія вентиляції [2, 5].



Рис. 1.1.4. Відділ супермаркету із варіантом вентиляції в ньому

1.2. Класифікація вентиляційних пристроїв

Процес провітрювання представляє собою сукупність пристроїв і заходів, які використовуються для організації заданого стану повітряного середовища в супермаркетах і в цілому на робочих місцях продавців, згідно з СНП (будівельні нормами) [3, 4].

При різноманітті пристроїв вентиляції, обумовлених призначенням приміщень, характером технологічного процесу, видом шкідливих виділень і т. п., їх класифікують так [2, 3]:

1. За способом тиску при переміщенні повітря — природні і механічні.
2. За призначенням — припливні та витяжні;
3. За зонами обслуговування — місцеві та загально обмінні;
4. За конструктивами виконання—каналні та безканалні.

Природна вентиляція

Переміщення повітря у природній вентиляції відбувається наступним чином:

- по різниці температур повітря в приміщенні і зовнішнього;
- по різниці тиску «повітряного стовпа» між нижнім рівнем

обслуговуваним приміщенням в супермаркеті і верхнім — витяжним пристроєм, встановленим на крівлі будівлі;

- під дією вітрового тиску.

Механічна вентиляція

У цьому способі використовують устаткування (вентилятори, електродвигуни, калорифери, пиловловлювачі і ін.), яке переміщає повітря на значні відстані. Ці пристрої надсилають і видаляють повітря з локальних зон у необхідній кількості, незалежно від умов навколишнього повітряного середовища. Якщо необхідно, то повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню і т. д.), що є неможливе в пристроях з використання природної вентиляції.

Припливна вентиляція

Пристрої припливної вентиляції подають у вентилязовані приміщення чисте повітря замість видаленого. Припливне повітря в окремих випадках спеціально обробляється (очищається, нагрівається, зволожується). Для цього використовується спеціальна установка для вентиляції — це готовий провітрювальний пристрій, усі компоненти якого знаходяться в шумоізованому корпусі. Така конструкція установки дає можливість позбавитися від багатьох недоліків, які властиві набірним пристроям вентиляції. Малі розміри і низький рівень шуму дають можливість розміщувати такий пристрій навіть в малих крамницях, а підбір і регулювання усіх компонентів на етапі виробництва зробили непотрібним складне проектування і пускове налагодження при монтажі моноблочної припливної установки для провітрювання.

Припливно-витяжне провітрювання

Припливно-витяжне провітрювання — це ефективна вентиляція, яка замінює використане в супермаркетингу повітря на свіже. Це означає, що необхідно забезпечити заміну застоявшогося з супермакетингу повітря на свіже. Припливно-витяжна вентиляція ґрунтується на створенні двох зустрічних потоків. Така вентиляція може бути створена або на основі незалежних підсистем притоку і витяжки повітря - з власними вентиляторами, фільтрами, або на основі однієї відповідної установки, що працює як на приток, так і на витяжку.

1.3. Класифікація систем кондиціонування

В супермакетингах часто використовують і кондиціонування повітря. Під кондиціонуванням повітря слід розуміти створення і автоматичну підтримку в приміщеннях супермакетингів усіх або окремих параметрів (температура, вологість) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, які сприятливі для самопочуття як продавців, так і покупців супермакетингів.

Кондиціонування повітря здійснюється технічними засобами, так званими пристроями кондиціонування повітря (ПКП). ПКП призначені для створення і автоматичної підтримки температури, відносної вологості, що відповідають

оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам для приміщень супермакетингів [3,6].

Центральні ПКП розташовані поза обслуговуваними приміщеннями і кондиціонують одне велике приміщення, декілька зон такого приміщення або багато окремих приміщень супермакетингів. Іноді декілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів супермакетингу.

Центральні ПКП обладнуються центральними неавтономними кондиціонерами, які виготовляються по типовим схемам компоновки устаткування і їх модифікаціях.

Центральні ПКП із-за великих габаритів, проведення складних монтажних-будівельних робіт по установленню кондиціонерів, прокладанні воздуховодів і трубопроводів часто приводять до неможливості їх застосування в існуючих будівлях, що реконструюються.

Місцеві ПКП розробляють на базі автономних і неавтономних кондиціонерів, які встановлюють безпосередньо в обслуговуваних приміщеннях супермакетингів.

Такі системи застосовуються:

- у невеликих супермаркетах для підтримки теплового мікроклімату в окремих приміщеннях;

- у будівлях, що знов будуються, для окремих кімнат, режим споживання холоду в яких різко відрізняється від такого режиму в більшості інших приміщень. Подача свіжого повітря і видалення витяжного повітря при цьому виконується, як правило, центральними пристроями вентиляції припливно-витяжного провітрювання.

Автономні системи охолоджують і осушують повітря, для чого вентилятор продуває рециркуляційне повітря через поверхневі повітроохолоджувачі, якими є випарники холодильних машин, а в перехідний і зимовий час вони можуть проводити підігрів повітря за

допомогою електричних підігрівачів або шляхом реверсування роботи холодильної машини по циклу так званого «теплового насоса».

Неавтономні ПКП підрозділяються на пристрої:

- при використанні яких в обслуговуване приміщення супермаркету подається тільки повітря (міні-центральні кондиціонери, центральні кондиціонери);

- при використанні яких в приміщення супермаркету, що кондиціонують, підводяться повітря і вода, що несуть тепло або холод, або те і інше разом.

Однозональні центральні ПКП застосовуються для обслуговування великих приміщень супермаркетів з відносно рівномірним розподілом тепла, наприклад, великих залів.

Багатозональні центральні ПКП застосовують для обслуговування великих приміщень супермаркетів, в яких устаткування розміщене нерівномірно, а також для обслуговування ряду порівняно невеликих приміщень. Такі системи економічніші, ніж окремі системи для кожної зони або кожного приміщення.

Центральні ПКП з якісним регулюванням метеорологічних параметрів є найбільш поширеними, з так званими одноканальними пристроями, у яких усе оброблене повітря при заданих кондиціях виходить з кондиціонера по одному каналу і поступає далі в одне або декілька приміщень.

Двоканальні використовуються дуже рідко із-за складності регулювання, хоча і володіють деякими перевагами, зокрема, відсутністю в обслуговуваних приміщеннях теплообмінників, трубопроводів тепло-холодоносія; можливістю спільної роботи з системою опалювання, що особливо важливе для існуючих будівель, системи опалювання яких при пристрої двоканальних систем можуть бути збережені.

1.4. Аналіз пристроїв вентиляції та кондиціонування повітря

Підтримка параметрів мікроклімату в супермаркетах на заданому рівні викликає необхідність управління процесами формування мікроклімату при зовнішніх і внутрішніх діях, які постійно змінюються. Супермаркети або окремі приміщення в ньому спільно з процесами перетворення енергії, що протікають, розглядають як об'єкт управління або регулювання. На сьогодні найбільше розповсюдження в пристроях вентиляції та кондиціонування отримало автоматичне регулювання параметрів мікроклімату в супермаркетах з елементами цифрового машинного управління, якого часто є достатньо при комфортному кондиціонуванні повітря у супермаркетах [5, 6].

Автоматичним регулюванням називають процес підтримки або зміни по заданому закону регульованих величин, який здійснюється без участі людини, за допомогою спеціальних автоматичних регуляторів, які взаємодіють один з одним в процесі регулювання.

Регулюючий сигнал передається по відповідних каналах на виконавчий механізм регулюючого органу, який здійснює фізичні регулюючі дії на об'єкт. Вихідні регулюючі змінні регулятора є вхідними змінними для об'єкту регулювання, який включає стосовно систем кондиціонування повітря, наприклад, апарати обробки повітря і приміщення, у якому під впливом внутрішніх і зовнішніх обурюючих і регулюючих дій, формуються параметри мікроклімату [7].

Найпростіші пристрої автоматичного регулювання — це локальні пристрої або сукупність декількох локальних пристроїв, зона дії яких обмежується одним або двома контурами стабілізації вихідних параметрів стану окремих підсистем, де кожна змінна стану визначається дією свого регулюючого органу. Об'єкт регулювання — супермаркет завжди характеризується значно більшою інерційністю в порівнянні з апаратами

обробки повітря центральних кондиціонерів, через що зміна параметрів внутрішнього повітря відбуватиметься повільніше, ніж зміна параметрів припливного повітря при зовнішніх або регулюючих діях. Наприклад, зміна температури зовнішнього повітря або температури тепло-холодоносія через теплообмінні апарати ПКП швидше позначатиметься на зміні температури припливного повітря, чим на зміні температури повітря в супермаркеті.

Поява мікропроцесорних контролерів з включенням їх в ланцюжок «датчик — задатчик — пристрій, що управляє, — виконавчий механізм — регулюючий орган — об'єкт регулювання» як пристрій, який керує, дало можливість реалізувати елементарні операції цифрового машинного керування такими процесами як індикація даних, стеження за ними для контролю безпеки, порівняння їх з нижньою і верхньою межами значень змінних, з метою подачі сигналу на виконавчий механізм регулюючого пристрою, відключення або включення окремих елементів, а також подача сигналу тривоги, стабілізація параметрів, програмне автоматичне регулювання [7, 8].

У пристроях автоматичного регулювання кондиціонування повітря розпочали застосовуватись програмовані логічні контролери, які є програмованими цифровими приладами. Вони складаються з базового блоку (безпосередньо контролера) і змінного електронного модуля, що визначає програму роботи. Кожен змінний модуль містить електрично перепрограмований ПЗП (програмно запам'ятовуючий пристрій), у який занесена заздалегідь програма роботи контролера, що реалізовує логіку керування кондиціонування повітря. Для кожної технологічної схеми запрограмовані оптимальні значення параметрів, які зводять до мінімуму роботи по налаштуванні автоматичного регулювання. Якщо не знайдено стандартних рішень з наявної бібліотеки програм для модулів, то необхідна програма для спеціального застосування може бути створена на спеціальній мові програмування, наприклад SAPIM (Structure and Parameter Identification

Menu), для програмування контролерів, і записана в змінний електронний модуль з персонального комп'ютера.

Але стан технологічного процесу характеризується аналоговими сигналами, а мікропроцесор оперує тільки з дискретною інформацією, тому на вході і виході застосовують аналого-цифрові (АЦП) і цифро-аналогові (ЦАП) перетворювачі. Програмне забезпечення, що реалізовує певний закон керування у контурі, забезпечує виконання таких операцій: прочитування заданого і заміряного значення регульованої змінної, визначення їх різниці, множення різницевого сигналу на коефіцієнт підсилення, вироблення сигналу дії, що керує, при необхідності перетворення цифрового сигналу в аналоговий.

Вимоги до точності підтримки заданих параметрів мікроклімату варіюють у широких межах. Для комфортного кондиціювання повітря допустимі коливання температури внутрішнього повітря — до ± 1 ($1,5$) $^{\circ}\text{C}$, відносній вологості повітря до $\pm 10\%$; для технологічного кондиціювання повітря — температура повітря до $\pm 0,5$ (1) $^{\circ}\text{C}$, відносна вологість до $\pm 5\%$; для спеціальних систем — температура повітря до $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, відносна вологість до $\pm 2\%$. Задовольняти надмірно жорсткі вимоги до якості регулювання не завжди доцільно за умовами роботи системи кондиціювання повітря, особливо при забезпеченні комфортних умов працювання в супермаркетах.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В СУПЕРМАРКЕТАХ

2.1. Аналіз об'єкта та розробка алгоритму роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

Загально - обмінне провітрювання, яке включає підігрів та охолодження повітря має наступні технологічні залежності [2, 3]:

1. Мати можливість увімкнення провітрювання в ручну або за розкладом на цілий тиждень, із вибором температури повітря;
2. Дозволяти блокувати роботу витяжних вентиляторів разом із припливним;
3. Підтримувати температуру повітря на заданому рівні на протязі року, регулюючи його шляхом зміни кількості теплоносія на калориферах (підігріву або охолодження) за допомогою 3-х ходових регулюючих вентилів, використовуючи для цього пропорційні електричні приводи;
4. Мати можливість контролювати роботу вентиляторів, засмічення фільтрів, використовуючи для цього диференційні датчики тиску, які повинні видавати аварійну сигналізацію при виявленні несправності;
5. Мати можливість захисту водяного калориферу від заморожування, використовуючи для цього захисний капілярний термостат та датчик температури на виході теплоносія із видачею відповідного аварійного сигналу та блокуванням роботи;
6. Мати додаткові функції (попередній прогрів калориферу ; затримка старту вентиляторів на час відкриття повітряної засувки).

Користуючись розглянутими функціями, словесний опис алгоритму автоматичного керування провітрюванням та кондиціонуванням сучасних супермаркетів згідно [2, 4, 7] можна записати так:

1. На початку обидва вентилятори, засувки, вентилі на калорифері обігріву і охолодження повинні бути закриті;
2. При надходженні сигналу від датчика-таймера відбувається відкриття витяжної та приточної засувок;
3. Через 40с від початку включення запускається витяжний вентилятор;
4. Ще через (15с) після запуску витяжного вентилятора, вмикається приточний вентилятор;
5. При надходженні сигналу про відкриття обох засувок вмикається калорифер обігріву або охолодження у залежності від температури повітря в супермаркеті;
6. При надходженні сигналу від датчика-таймера (закінчення роботи 20.00) відбувається автоматичне відключення провітрювання та кондиціонування в супермаркеті;
7. Якщо при увімкненні витяжного вентилятора через 5с, у ньому не буде необхідного тиску, то автоматичне керування провітрюванням повинне перейти в режим вимкнення як витяжного вентилятора, так і приточної та витяжної засувок, а пристрій повинен видати сигнал про аварію;
8. Якщо при включенні приточного вентилятора через 5с, у ньому буде відсутній необхідний тиск, то автоматичне керування провітрюванням переходить в режим вимкнення приточного та витяжного вентилятора, приточної та витяжної засувок і видає сигнал про причину аварії;
9. Якщо через 25с від початку включення провітрювання витяжна засувка не відкрилась, то розпочинається закриття засувок і виключення вентиляторів, з видачею сигналу аварії;
10. Якщо через 25с від початку включення провітрювання приточна засувка не відкрилась, то починається закриття засувок і виключення вентиляторів, з видачею сигналу аварії.

2.2. Розробка абстрактної математичної моделі роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

Користуючись словесним описом вище наведеного алгоритму, абстрактна математична модель пристрою автоматичного контролю параметрів вентиляції в супермаркетах, згідно [9, 10], матиме вигляд, наведений на рис. 2.2.1.

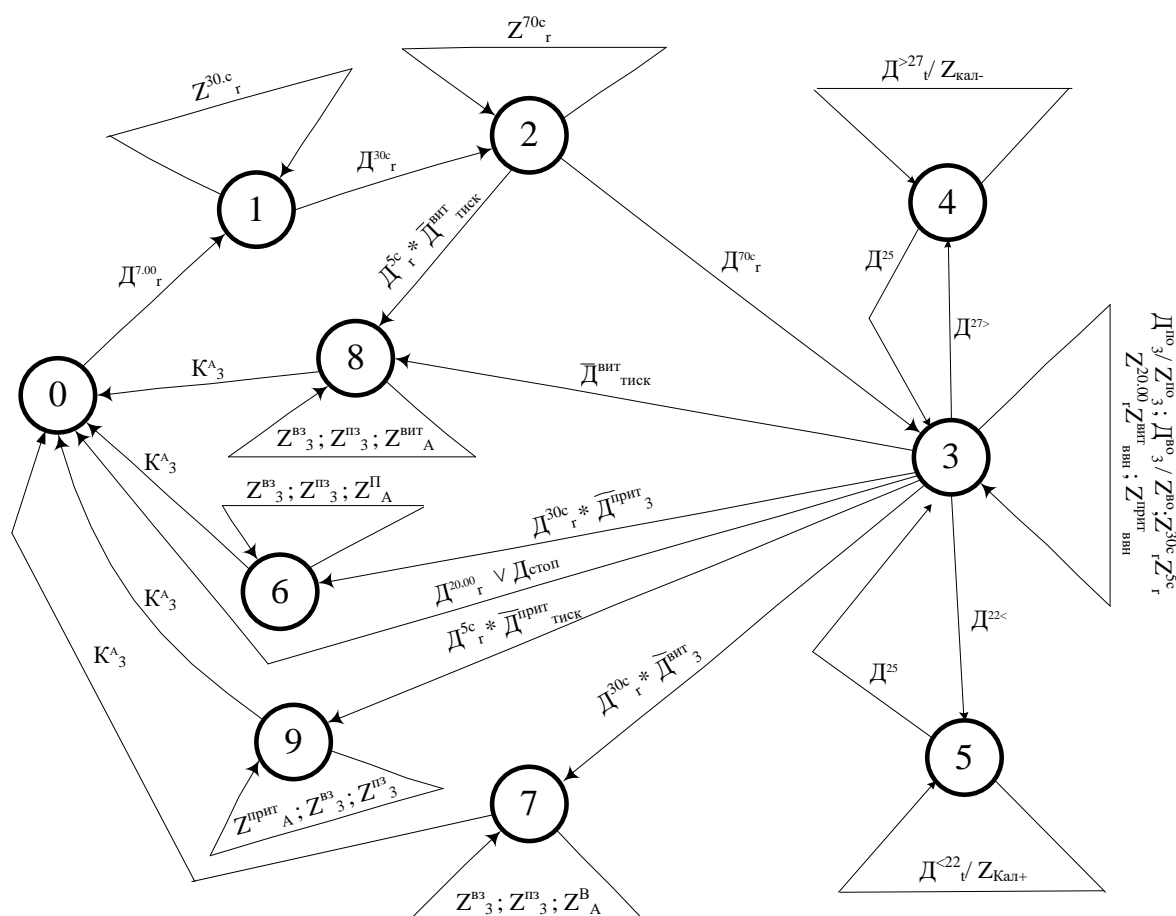


Рис. 2.2.1. Абстрактна математична модель пристрою контролю параметрів
вентиляції в супермаркетах

В абстрактній математичній моделі пристрою автоматичного контролю параметрів вентиляції в супермаркетах прийняті такі позначення

для датчиків:

$D_{\tau}^{7.00}$ – датчик-таймер автоматичного увімкнення пристрою о 7 годині ранку;

D_{τ}^{30c} – датчик-таймер увімкнення приточного вентилятора (30 секунд);

D_{τ}^{30c} – датчик-таймер увімкнення витяжного вентилятора (30 секунд);

D_{τ}^{5c} – датчик-таймер на вимкнення пристрою при $D_{тиск}^{вит} < \text{норми}$ (5 секунд);

$D_{тиск}^{вит}$ – датчик тиску витяжного вентилятора;

D_{τ}^{70c} – датчик-таймер готовності відкриття засувки (70 секунд);

$D_z^{прит}$ – датчи

$D_z^{вит}$ – датчи

$D_{\tau}^{20.00}$ – датчик-таймер вимкнення пристрою автоматичного контролю параметрів вентиляції в супермаркетах, встановлений на 20.00 годину;

$K_{стоп}$ – кнопка зупинки функціонування пристрою автоматичного контролю параметрів вентиляції в супермаркету;

$D_z^{по}$ – датчик відкриття приточної засувки;

$D_z^{во}$ – датчик відкриття витяжної засувки;

$D^{27<}$ – сигнал від датчика на перевод пристрою у стан роботи калорифера на охолодження;

$D^{22>}$ – сигнал від датчика на перевод пристрою у стан роботи калорифера на підігрів;

K_3^A — кнопка зняття аварії автоматичного контролю параметрів вентиляції в супермаркету;

D^{25} — сигнал від датчика на перевод електронного пристрою у відключення калорифера в супермаркеті.

для сигналів управління:

$Z_{вен}^{вит}$ — сигнал увімкнення витяжного вентилятора в супермаркету;

$Z_{вен}^{прит}$ — сигнал увімкнення приточного вентилятора в супермаркету;

$Z_3^{по}$ — сигнал відкриття приточної засувки в супермаркету;

$Z_3^{во}$ — сигнал відкриття витяжної засувки в супермаркету;

$Z_{\tau}^{70с}$ — сигнал таймера 70 секунд після подачі сигналу на включення датчика $D_{\tau}^{70с}$;

$Z_{кал-}$ — сигнал увімкнення калорифа на охолодження (зниження температури);

$Z_{кал+}$ — сигнал увімкнення калорифа на підігрів (підвищення температури);

$Z_3^{вз}$ — сигнал закриття витяжної засувки в супермаркету;

$Z_3^{пз}$ — сигнал закриття приточної засувки в супермаркету;

$Z_A^п$ — сигнал аварії приточної засувки в супермаркету;

$Z_A^в$ — сигнал аварії витяжної засувки в супермаркету;

$Z_A^{вит}$ — сигнал аварії витяжного вентилятора в супермаркету;

$Z_A^{прит}$ — сигнал аварії приточного вентилятора в супермаркету;

Автоматичний контроль параметрів вентиляції в супермаркетах по абстрактній математичній моделі, рис.2.2.1, працює так. При досягненні 7.00 години ранку відбувається автоматичне увімкнення пристрою шляхом подачі сигналу від датчика $D_{\tau}^{7,00}$ в результаті чого пристрій із стану «0» переходить в стан «1». У стані «1» відбувається включення його в роботу, відкриття проточної і витяжної засувки, а також увімкнення у роботу таймера з витримкою 70 секунд. При досягненні 70 секунд пристрій із стану «1» йде у стан «2», де вмикається у роботу витяжний вентилятор і, якщо через 5 секунд вентилятор не досяг відповідного тиску, то пристрій йде у стан «8» при цьому видається сигнала $Z_A^{вит}$ аварійної ситуації. Але, якщо через 5 секунд роботи вентилятора тиск у роботі вентилятора з'явиться, то через 70 секунд роботи вентилятора пристрій повинен перейти в стан «3», з видачею сигнала на увімкнення приточного вентилятора $Z_{вен}^{прит}$. Якщо в цей час температура повітря буде меншою 22 градусів, то пристрій перейде у стан «5», де включиться калорифер на підігрів повітря і, якщо воно досягне 25 градусів, то він повернеться у стан «3». У цьому стані калорифер виключиться. Якщо температура у приміщенні стане більше 27 градусів, то пристрій із цього стану піде у стан «4». У цьому стані увімкнутися калорифер охолодження повітря і якщо температура повітря знизиться до 25 градусів, то пристрій перейде у третій стаан. При досягненні 20 годин вечора пристрій автоматично відмикається, переходячи в початковий стан «0».

Якщо в процесі роботи пристрою не спрацьовують датчики $D_{тиск}^{вит}, D_z^{прит}, D_{тиск}^{прит}, D_z^{прит}$, то пристрій переходить у стани «6», «7», «8», «9» виходячи на аварію з видачею сигналу $Z_A^{вит}, Z_A^B, Z_A^П, Z_A^{прит}$. Вихід із аварійного положення у початковий стан «0» відбувається за допомогою

кнопки K_3^A , а зупинка роботи пристрою у будь-який час відбувається за допомогою кнопки зупинка роботи - $K_{\text{стоп}}$.

2.3. Розробка структурної математичної моделі роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

Для перетворення абстрактної математичної моделі в структурну необхідно у відповідності з [11, 12, 13] закодувати її стани. Для кодування використаємо нормальний двійковий код. Кількість розрядів такого коду (елементів пам'яті) можна знайти із виразу [13].

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

де Q – кількість станів абстрактної математичної моделі;

n – кількість елементів пам'яті розрядів двійкового коду;

$\lceil \rceil$ – знак показуючий, як з отриманого результату необхідно взяти найбільше ціле додатне число.

Використовуючи вираз 2.3.1, будемо мати:

$$n = 4$$

Тобто, для реалізації восьми станів абстрактного автомату необхідно використати три елементи пам'яті побудованих, наприклад, на RS - тригерах. Щоб отримати структурну математичну модель і канонічні рівняння необхідно закодувати стани абстрактної математичної моделі. Кодування має такий вигляд:

$0 \rightarrow 0000;$	$1 \rightarrow 0010;$
$2 \rightarrow 0001;$	$3 \rightarrow 0011;$
$4 \rightarrow 0100;$	$5 \rightarrow 0101;$
$6 \rightarrow 0110;$	$7 \rightarrow 0111;$
$8 \rightarrow 1001;$	$9 \rightarrow 1000;$

Виходячи з вище описаного структурна математична модель матиме такий вид, рис. 2.3.1.

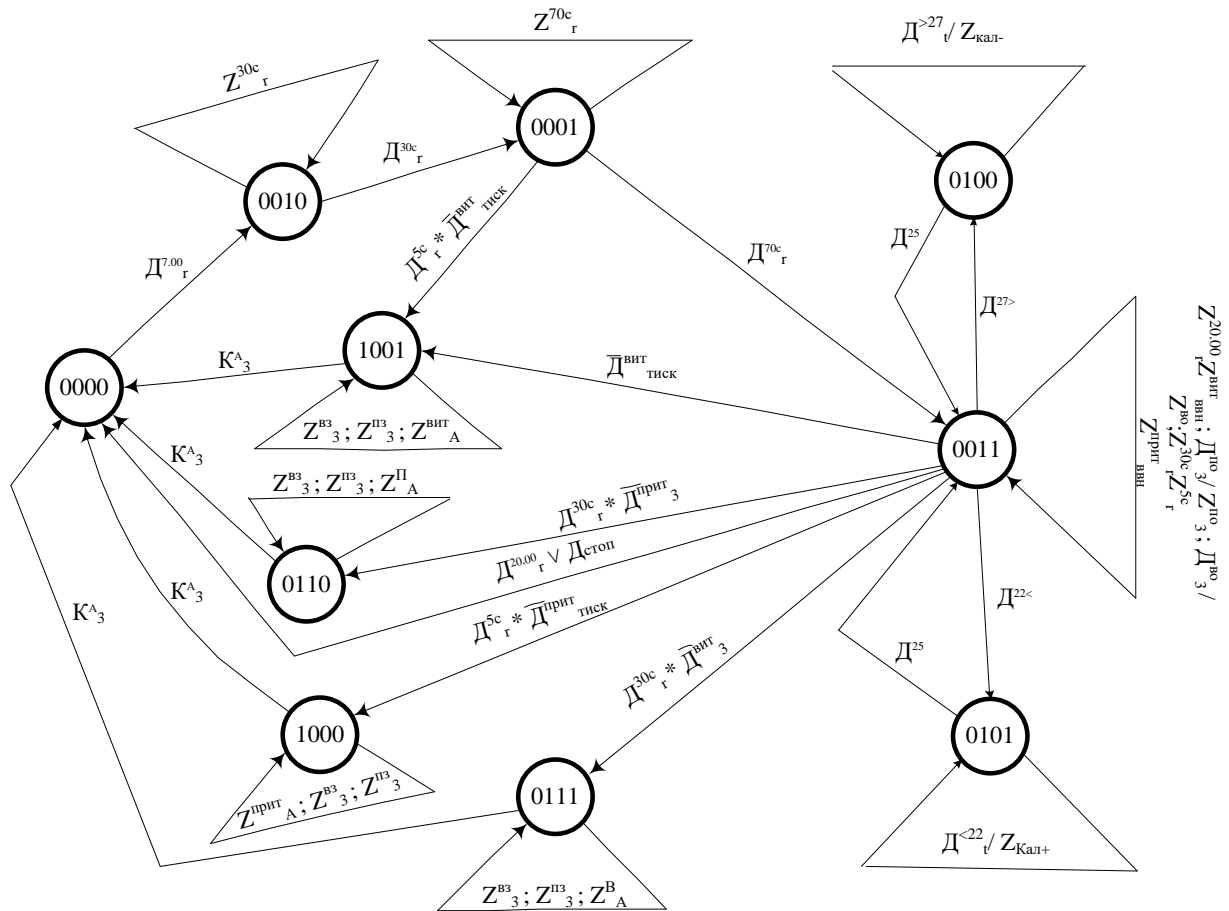


Рис. 2.3.1. Структурна математична модель пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

2.4. Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

Використовуючи структурну математичну модель, згідно [10,12], будемо таблиці її переходів та виходів, табл.2.4.1, табл.2.4.2

Таблиця переходів структурної математичної моделі Таблица 2.4.1

$Q_i \backslash D_i$	0000	0010	0001	0011	0100	0101	0110	0111	1001	1000
$D_{\tau}^{7,00}$	0010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{τ}^{30c}	-	0001	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{τ}^{70c}	-	-	0011	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{5c} * \overline{D}_{\text{тиск}}^{\text{ВИТ}}$	-	-	1001	-	-	-	-	-	-	-
$\overline{D}_{\text{тиск}}^{\text{ВИТ}}$	-	-	-	1001	-	-	-	-	-	-
$D^{27>}$	-	-	-	0100	-	-	-	-	-	-
$D^{22<}$	-	-	-	0101	-	-	-	-	-	-
D^{25}	-	-	-	-	0011	0011	-	-	-	-
$D_{\tau}^{30c} * \overline{D}_3^{\text{ПРИТ}}$	-	-	-	0110	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{5c} * \overline{D}_{\text{тиск}}^{\text{ПРИТ}}$	-	-	-	1000	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{70c} * \overline{D}_3^{\text{ВИТ}}$	-	-	-	0111	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{20,00}$	-	-	-	0000	-	-	-	-	-	-
K_3^A	-	-	-	-	-	-	0000	0000	0000	0000
$K_{\text{СТОП}}$	-	-	-	0000	-	-	-	-	-	-

Користуючись таблицею переходів, табл. 2.4.1, визначаємо функції переходів структурного *RS* -автомата. Функцію увімкнення позначимо: $y_1^1, y_2^1, y_3^1, y_4^1$ а функцію вимкнення: $y_1^0, y_2^0, y_3^0, y_4^0$. Тоді $y_1^1 = D_{\tau}^{30c} \cdot \overline{y}_4 \cdot \overline{y}_3 \vee D^{25} \cdot \overline{y}_4$; $y_1^0 = D_{\tau}^{20,00} \cdot \overline{y}_4 \cdot \overline{y}_3 \vee D^{27>} \cdot \overline{y}_4 \vee D_{\tau}^{30c} \cdot \overline{D}_3^{\text{ПРИТ}} \cdot \overline{y}_4 \cdot y_2 \vee K_{\text{СТОП}} \cdot \overline{y}_4 \cdot \overline{y}_3 \vee K_3^A \cdot \overline{y}_4 \vee K_3^A \cdot \overline{y}_3 \cdot \overline{y}_2 \vee K_{\text{СТОП}} \cdot \overline{y}_4 \cdot \overline{y}_3$; $y_2^1 = D_{\tau}^{7,00} \cdot \overline{y}_4 \cdot \overline{y}_3 \cdot \overline{y}_1 \vee$

$$\vee D_{\tau}^{70c} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \vee D_{\tau}^{25} \cdot \bar{y}_4 \vee D_{\tau}^{25} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1$$

$$\vee D_{\tau}^{30c} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \vee \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{вит}} \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1 \vee D_{\tau}^{27>} \cdot \bar{y}_4 \vee D_{\tau}^{22<} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1 \vee D_{\tau}^{5c} \cdot \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{прит}} \cdot \bar{y}_3 \vee D_{\tau}^{20.00} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \vee$$

$$\vee D_{\tau}^{5c} \cdot \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{прит}} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee D_{\tau}^{30c} \cdot \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{прит}} \cdot \bar{y}_3; y_4^0 = K_3^A \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee K_3^A \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 = K_3^A \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2.$$

Таблиця виходів структурної математичної моделі Таблиця 2.4.2

Z_i	-	Z_{τ}^{30c}	Z_{τ}^{70c}	$Z_{\tau}^{30c} \quad Z_{\tau}^{5c}$ $Z_{\tau}^{20.00}$ $Z_{\text{вен}}^{\text{вит}} \quad Z_{\text{вен}}^{\text{прит}}$	$Z_{\text{кал}}^{-}$	$Z_{\text{кал}}^{+}$	Z_3^{B3} $Z_3^{\text{ПЗ}}$ $Z_A^{\text{П}}$	Z_A^B Z_3^{B3} $Z_3^{\text{ПЗ}}$	Z_A^B Z_3^{B3} $Z_3^{\text{ПЗ}}$	Z_3^{B3} $Z_3^{\text{ПЗ}}$ $Z_A^{\text{П}}$
Q_i D_i	000 0	001 0	000 1	0011	010 0	010 1	011 0	011 1	100 1	1000
$D_{\tau}^{7,00}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{τ}^{30c}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{τ}^{70c}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{5c} * \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{вит}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{вит}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{27>}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{22<}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{τ}^{25}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{30c} * \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{прит}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{5c} * \bar{D}_{\text{тиск}}^{\text{прит}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{70c} * \bar{D}_3^{\text{вит}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_{\tau}^{20.00}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K_3^A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$K_{\text{СТОП}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$D_3^{\text{ПО}}$	-	-	-	$Z_3^{\text{ПО}}$	-	-	-	-	-	-
$D_3^{\text{ВО}}$	-	-	-	$Z_3^{\text{ВО}}$	-	-	-	-	-	-

Використовуючи таблицю виходів, табл.2.4.2, знаходимо значення вихідних керуючих сигналів пристрою, які матимуть наступний вигляд:

$$Z_{\tau}^{30c} = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{\tau}^{70c} = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{\tau}^{5c} = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{\tau}^{20.00} = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{вен}^{внт} = Z_{вен}^{прнт} = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_3^{B3} = Z_3^{\Pi3} = Z_A^{\Pi} = \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_3^{B3} = Z_3^{\Pi3} = Z_A^B = \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot y_1 \vee y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_3^{\Pi0} = D_3^{\Pi0} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_3^{B0} = D_3^{B0} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{кал+} = \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{кал-} = \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1.$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ В СУПЕРМАРКЕТАХ

3.1. Аналіз і вибір елементної бази для побудови електронного пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

Рівняння роботи пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах представлені у вигляді ДНФ. Виходячи із цього для їх реалізації використовують програмуємі логічні матриці (ПЛМ). Для цього правило перетворення вхідних змінних у функціях задається таблицею істинності. ПЛМ знайшли широке використання в програмуємих логічних інтегральних схемах (ПЛІС). Так, наприклад, ПЛІС з плавкими запобіжниками по технології ТТЛШ, які виготовляються в НДУМЕ (м. Зеліноград Росія). Це давно відомі ПЛМ К556РТ1, КР556РТ2, КР556РТ21.

Найбільш широко ПЛІС використовують в мікропроцесорній та обчислювальній техніці. Вони застосовуються для контролерів, адресних дешифраторів і др. На базі ПЛІС часто виготовляють мікропрограмні керуючі автомати, пристрої спеціального призначення, схеми обробки відображень, процесори швидкого перетворення функцій Фур'є і т. д.

3.2. Принципи побудови вибраної ПЛМ

Виготовляємі промисловістю ПЛІС мають базову структуру програмуємої логічної матриці, яка має матрицю кон'юнкторів (матриця "І") та матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"). Принцип побудови такої ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1 [10, 14], структурна схема якої представлена на рис. 3.2.1.

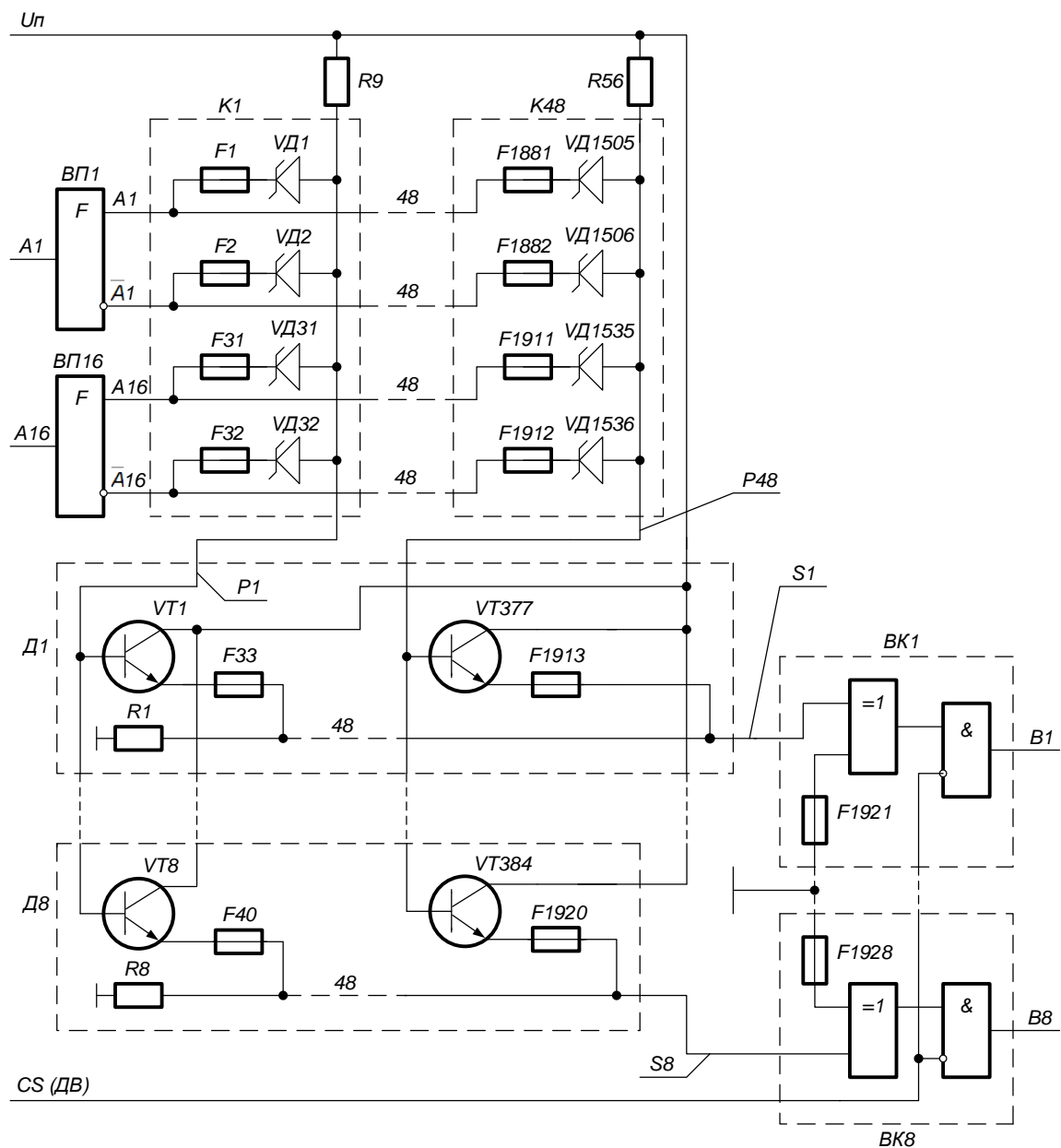


Рис 3.2.2. Базова принципіальна серія мікросхеми K556PT1

де ВП1...ВП16 – входні підсилювачі;

K1...K48 – кон'юнктори матриці "І";

Д1... Д8 – диз'юнктори матриці "АБО";

BK1... BK8 – вихідні каскади;

P1...P48 – шини кон'юнкцій;

S1...S8 – шини диз'юнкцій;

F1...F1928 – плавкі ніхромові перемикачі;

VD1...VD1536 – діоди Шотки;

VT1...VT34 – транзистори;

R1...R6 – резистори.

Вхідні підсилювачі (ВП1...ВП16) формують прямі і інверсні значення вхідних змінних, які надходять в матрицю "I". Для керування вхідними підсилювачами є шістнадцять входів (A1...A16). Вхідні підсилювачі побудовані на базі двох послідовно включених буферних логічних схем "I-II" [14] .

Основними вузлами мікросхеми серії K556PT1 є матриці "I" і "АБО", які реалізують двохрівневі логічні функції. Перший рівень ПЛМ складається із 48 кон'юнкторів (матриця "I"), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. В матриці "I" , реалізують кон'юнкції вхідних змінних, причому кожна вхідна змінна може входити в кон'юнкцію або прямим або інверсним значенням, або не входити зовсім. Вхідні сигнали, які появляються на вхідних шинах матриці "I", вводяться в матрицю "АБО", яка утворює другий логічний 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 [14].

Шини які з'єднують ці матриці, називають шинами кон'юнкцій, позначають (P1...P48), шини, які з'єднують матрицю "АБО" з вихідними каскадами, називають шинами диз'юнкцій, позначають (S1...S8) [14].

Програмуємим елементом матриці "I" є діоди Шоткі з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці "АБО" включені за схемою емітерного повторювача. Вихідні каскади ВК1...ВК8 включають логічні схеми "Виключаюче АБО" та підсилювачі зчитування. Наявність на вході каскаду логічної схеми "Виключаюче АБО" дає можливість змінювати рівень вихідного сигналу у залежності від

сигналу на вході. Заземлення (підключення до сигналу "0"В) одного із двох входів логічної схеми "Виключаюче АБО" через перемичку дає можливість змінювати активний рівень виходу, а виплавлення перемички веде до того, що активним рівнем є напруга низького рівня [14].

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

ПЛІС у режимі обробки інформації працює наступним чином . Вхідні змінні А1...А16 через блок вхідних підсилювачів у прямому або інверсному значенні поступають на матрицю "І" де вони за допомогою діодів Шотки і плавких ніхромових перемичок утворюють потрібні кон'юнкції (Р1...Р48), які логічно сумірюються матрицею "АБО ", утворюючи проміжні логічні функції (S1...S8), які надходять у вихідні каскади. Умовне графічне позначення ПЛМ (K556PT1) наведено на рис. 3.2.3 [14],

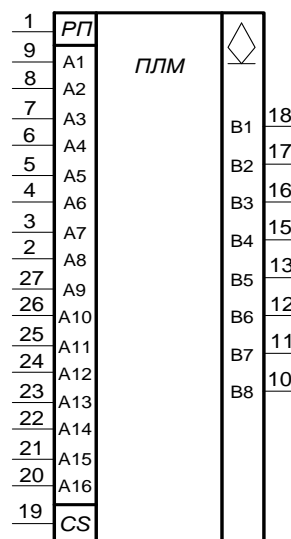


Рис. 3.2.3. Умовне графічне позначення ПЛМ K556PT1

де входи і виходи мікросхеми позначають:

- 1 – вхід програмування РП;
- 2...9 – входи підключення змінних (А1...А8);
- 10...13 – виходи функцій (В8...В5);

14 – спільний вихід (вихід подачі "0" B);

15...18 – виходи отриманих функцій $B_4...B_1$;

19 – вхід (вибору) мікросхеми;

20...27 – входи з'єднання вхідних змінних $A_{16}...A_9$;

28 – вхід джерела живлення (+5В) ПЛМ

3.3. Рекомендації по програмуванню мікросхеми K556PT1

Програмування логічної матриці K556PT1. Дана матриця на сьогодні поставляється споживачу не запрограмованою. Це означає, що кожний кон'юнктор отримує примі і інверсні значення від кожної змінної A_i , кожний диз'юнктор має усі сорок вісім кон'юнкцій, а для кожного виходу активним рівнем є високий, а на всіх виходах є напруга низького рівня (при напрузі на вході CS (0В)) [14].

Кожний програмуємий кон'юнктор P_n формує необхідну кон'юнкцію вхідних змінних. Кожна змінна, яка входить у кон'юнкцію прямим значенням, інверсним значенням або не входить зовсім. Ці стани реалізують за допомогою плавких переминок матриці "I". Якщо кон'юнктор P_n має вхідну змінну A_i , то перемичка, з'єднує цей кон'юнктор з шиною вхідної змінної $\overline{A_i}$ - розплавляється і навпаки. Якщо змінна A_i не входить у кон'юнктор P_n , то дві перемички вхідних змінних A_i і $\overline{A_i}$ - розплавляються [14].

При числі використаних змінних A_i менше шістнадцяти, невикористані змінні повинні бути виключені у всіх використаних кон'юнкторах (відповідні плавкі перемички в матриці "I" розплавляються у процесі програмування) [14].

Програмування диз'юнкторів виконується для тих випадків, якщо кон'юнкція не включається у вхідну функцію. При використанні функцій менше восьми, усі перемички в матриці "АБО", що з'єднують невикористані диз'юнктори та використані і невикористані кон'юнктори переплавляти не потрібно [14].

3.4. Розробка електронного пристрою та програми реалізації рівнянь його роботи для контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

Використовуючи рівняння роботи електронного пристрою, наведених в розділі 2, для оцінки та вибору ПЛМ, можна сказати, що вона повинна відповідати наступним даним. Кількість диз'юнкторів у ній повинно бути не менше 2, вхідних змінних не більше 16, вихідних змінних 21 (8 - для управління *RS* - тригерами і 12– для управління виконавчими механізмами та

сигналізацією). Найближчою до таких умов є ПЛМ серії K556PT1 [12, 14],

яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для восьми функцій і 48

кон'юнкторів. Згідно знайдених функцій: $Z_3^{ПО}; Z_3^{BO}; Z_\tau^{70c};$

$Z_{вен}^{ВИТ}; Z_\tau^{30c}; Z_{вен}^{ПРИТ}; Z_3^{B3}; Z_3^{ПЗ}; Z_A^П; Z_A^B; Z_A^{ПРИТ}; Z_\tau^{5c}; Z_{вен}^{ВИТ}; Z_\tau^{7.00}; Z_\tau^{20.00}; Z_{кал+}; Z_{кал-}; \Phi_1^1;$

$\Phi_1^0; \Phi_2^1; \Phi_2^0; \Phi_3^1; \Phi_3^0; \Phi_4^1; \Phi_4^0$ присвоюємо номери їх кон'юнкторам: $k_1^1 =$

$D_\tau^{7.00} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; k_2^1 = D_\tau^{70c} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2; k_3^1 = D^{25} \cdot \bar{y}_4; k_4^1 = D_\tau^{30c} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2;$

$k_5^1 = \bar{D}_{тиск}^{ВИТ} \cdot \bar{y}_3; k_6^1 = D^{27>} \cdot \bar{y}_4; k_7^1 = D_\tau^{30c} \cdot \bar{D}_3^{ПРИТ} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2; k_8^1 = K_{стоп} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; k_9^1 = K_3^A \cdot \bar{y}_4;$

$k_{10}^1 = K_{стоп} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; k_{11}^1 = D_\tau^{30c} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; k_{12}^1 = D^{25} \cdot \bar{y}_4; k_{13}^1 = D^{25} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1;$

$k_{14}^1 = \bar{D}_{тиск}^{ВИТ} \cdot \bar{y}_3; k_{15}^1 = D^{27>} \cdot \bar{y}_4; k_{16}^1 = D^{22<} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1; k_{17}^1 = D_\tau^{5c} \cdot \bar{D}_3^{ПРИТ} \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1;$

$k_{18}^1 = D_\tau^{22.00} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; k_{19}^1 = K_{стоп} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3; k_{20}^1 = K_3^A \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_1; k_{21}^1 = K_3^A \cdot \bar{y}_4;$

$k_{22}^1 = D_\tau^{5c} \cdot \bar{D}_3^{ВИТ} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2 \cdot y_1; k_{23}^1 = D^{27>} \cdot \bar{y}_4; k_{24}^1 = D^{22<} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1; k_{25}^1 = D_\tau^{30c} \cdot \bar{D}_3^{ПРИТ} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2;$

$k_{26}^1 = D_\tau^{70c} \cdot \bar{D}_3^{ВИТ} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_2 \cdot y_1; k_{27}^1 = D^{25} \cdot \bar{y}_4; k_{28}^1 = D_3^A \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; k_{29}^1 = D^{25} \cdot \bar{y}_4 \cdot y_1; i$

$k_2^2 = D_3^{BO} \cdot \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1; k_3^2 = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; k_4^2 = y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; k_5^2 = \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$

$k_6^2 = y_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; k_7^2 = \bar{y}_4 \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot y_1; k_8^2 = \bar{y}_4 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; - \text{для ПЛМ2.}$

Використовуючи [14], програмуємо отримані функції і їх результати заносимо табл. 3.4.1 і табл. 3.4.2 відповідно.

Таблиця виходів

Таблиця 3.4.1

k_i^2	Кон'юнктори						Рівень активності							
	Вхідні змінні						1	1	1	1	1	1	1	1
	y_1	y_2	y_3	y_4	D_3^{PO}	D_3^{BO}	Вихідні функції							
	Номер програмуемого входу						Z_3^{PO}	Z_3^{BO}	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
k_1^2	0	1	0	0	1		A							
k_2^2	0	0	0	0		1		A						
k_3^2	1	0	0	1					A					
k_4^2	0	1	1	0						A				
k_5^2	1	0	0	0							A			
k_6^2	0	1	1	0								A		
k_7^2	1	0	0	1									A	
k_8^2	0	1	1	0										A

Таблиця переходів

Таблиця 3.4.2

k_i^1	Кон'юнктори																Вихідні змінні							
	Номер програмуемого входу (вхідні змінні)																y_1^1	y_1^0	y_2^1	y_2^0	y_3^1	y_3^0	y_4^1	y_4^0
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16								
k_1^1	1						0			1			0	0	0		A							
k_2^1			1				0						0	0	1		A							
k_3^1									1			1	0				A							
k_4^1		1							1				0	0				A						
k_5^1				1	0					1				0				A					A	
k_6^1						1	0						0		0			A				A	A	
k_7^1						1								0	0			A						
k_8^1		1				0				1			0	0	0			A						A
k_9^1					0			1		1				0				A				A		
k_{10}^1											1		0	0		0		A				A		
k_{11}^1		1					0						0			0			A			A		
k_{12}^1			1				0							0		0			A			A		
k_{13}^1										1				0		0			A			A		
k_{14}^1					0									0	1					A			A	
k_{15}^1					0										1	1				A			A	
k_{16}^1										1				0	1	0				A				A
k_{17}^1			1							1				0		0				A				A
k_{18}^1			1						0				1	0	0		A			A				
k_{19}^1							1		0				0	1	0						A			
k_{20}^1							1						1			1					A			A
k_{21}^1				0					0				0		0	0					A			A
k_{22}^1				0					0				1		0	1					A			A
k_{23}^1		1											0	1							A			A
k_{24}^1		1	0						1				1	0	0	1					A			
k_{25}^1			0				0						0	1	1							A		
k_{26}^1	0						0						1		0	1						A		
k_{27}^1	0								1				0	1		0						A		
k_{28}^1					1				1				1		0	1						A		
k_{29}^1	0			0	1										0	0						A	A	
k_{30}^1	0			0				0		1			1			1						A	A	

У табл. 3.4.2 наведені наступні позначення: k_i^1 – кон’юнктори – реалізації відповідних функцій роботи RS -тригерів електронного пристрою; A_i – позначення відповідних вхідних датчиків ($A_1 \rightarrow D_\tau^{7,00}$, $A_2 \rightarrow D_\tau^{60c}$, $A_3 \rightarrow D_\tau^{70c}$, $A_4 \rightarrow D_\tau^{5c}$, $A_5 \rightarrow D_{тиск}^{внт}$, $A_6 \rightarrow D_3^{прнт}$, $A_7 \rightarrow D_3^{внт}$, $A_8 \rightarrow D_\tau^{20,00}$, $A_9 \rightarrow K_3^A$, $A_{10} \rightarrow K_{СТОП}$, $A_{11} \rightarrow D_3^{ПО}$, $A_{12} \rightarrow D_3^{BO}$, $A_{13} \rightarrow y_1$, $A_{14} \rightarrow y_2$, $A_{15} \rightarrow y_3$, $A_{16} \rightarrow y_4$); y_i – сигнали на виходах відповідних RS – тригерів (y_1, y_2, y_3, y_4); Z_1 – сигнал, який відображає $Z_3^{ПО}, Z_3^{BO}, Z_\tau^{60c}$ сигнали, а Z_2 – сигнал, який відображає $Z_3^{ПО}, Z_3^{BO}, Z_\tau^{60c}, Z_{вен}^{внт}$ сигнали.

У табл. 3.4.1 наведені наступні позначення: k_i^2 – кон’юнктори – реалізації відповідних вихідних функцій роботи електронного пристрою; A_i – позначення відповідних вхідних датчиків ($D_3^{ПО}, D_3^{BO}, D_{кал-}, D_{кал+}$); y_i – сигнали на виходах відповідних RS – тригерів (y_1, y_2, y_3, y_4); Z_3 – сигнал, який відображає сигнали $Z_\tau^{70c}, Z_{вен}^{внт}, Z_{вен}^{прнт}$, Z_4 – сигнал, який відображає сигнали $Z_3^{B3}, Z_3^{П3}, Z_A^П$, Z_5 – сигнал, який відображає сигнали $Z_3^{B3}, Z_3^{П3}, Z_A^П, Z_A^B$, а Z_6 – сигнал, який відображає сигнали $Z_3^{B3}, Z_3^{П3}, Z_A^П, Z_A^{внт}$.

Електрична схема пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах, який реалізований на програмуємих логічних матрицях, наведений на рис. 3.4.1.

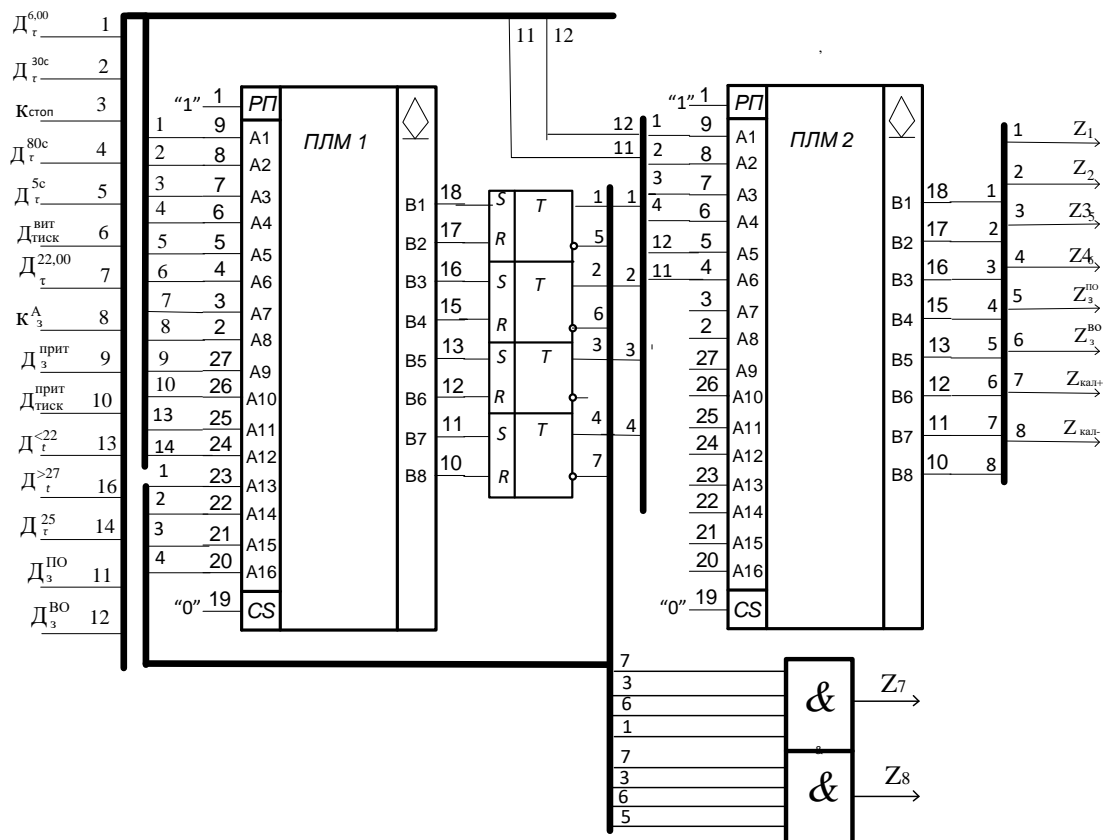


Рис. 3.4.1. Електронна схема пристрою контролю параметрів вентиляції в супермаркетах

На рис. 3.4.1 наведені наступні позначення: Z_7 – сигнал, який відображає сигнали $Z_A^П, Z_3^{B3}, Z_3^{ПЗ}$; Z_8 – сигнал, який відображає сигнали $Z_{вен}^{внт}, Z_{вен}^{прит}, Z_{т}^{30с}$.

На невикористаних входах ПЛІС перемички перепалюються.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі при розробці електронного пристрою для контролю параметрів вентиляції в супермаркетах., використані математичні моделі, математична логіка із застосуванням сучасних технічних средств – програмуємих логічних матриць. У процесі виконання кваліфікаційної роботи був проведений аналіз пристроїв автоматичного керування провітрюванням та кондиціонуванням сучасних супермаркетів, вибраний оптимальний серед них пристрій, розроблений алгоритм його роботи.

На підставі запропонованого алгоритму, розроблені математичні моделі, які покладені в основу розробки пристрою програмного керування, що реалізує поставлене завдання. У процесі розробки були використані абстрактна та структурна математичні моделі. Із структурної математичної моделі, використовуючи таблиці переходів – виходів були отримані канонічні рівняння роботи пристрою, які, шляхом їх мінімізації, були покладені в основу роботи вибраної програмуємої логічної матриці, запрограмовані для автоматичного керування електронним пристроєм при контролі параметрів вентиляції в супермаркетах.

Застосування запропонованих у кваліфікаційній роботі принципів побудови електронних пристроїв автоматичного керування електронним пристроєм при контролі параметрів вентиляції в супермаркетах дало можливість значно підвищити надійність їх роботи та покращити умови праці продавців в супермаркетах і покупців при їх відвідуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами.—М.: Евроклимат, 2003. — 400 с.
- 2.«Системы вентиляции и кондиционирования, теория и практика», М. «ЕвроКлимат», 2000г.
- 3.Карпис Е. Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха.— М.: Стройиздат, 1996. — 268 с.
4. ДБН 2.2 -23: 2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі.
5. Креслинъ А. Я. Автоматическое регулирование систем кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1992. — 97 с.
6. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами, М.: Евроклимат, 2003 — 400 с.
7. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. пособие / Богуславский Л.Д., Ливчак В.И.,
- 8.Титов В.П. и др.; Под ред. Богуславского Л.Д.и Ливчака В.И. — М.: Стройиздат, 1990. — 624 с.
9. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов, М.: Издательство «Физматгиз», 1962 - 457с.
10. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка , Київ: Видавництво «Ліра-К», 2012 - 364с.
11. Матвієнко М.П. Комп'ютерна схемотехніка , Київ: Видавництво «Ліра-К», 2013 - 192с.
12. Матвієнко М.П. Проектування цифрових пристроїв, Київ: Видавництво «Ліра-К», 2018 - 364с.
13. Жураковський Ю.П., Полтораєв В.П. Теорія інформації та кодування. Київ , «Вища школа» ,2001 – 255с.

14. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-82. Микросхемы интегральные серии 556(556PT1, 556PT2), P556(P556PT1, P556PT2). Руководство по применению ОКП. 623 000.-51с.