

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні**

**Кафедра електроніки, інформаційних систем
та програмного забезпечення**

(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота
перший (бакалаврський)**

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка мікроелектронної системи охорони об'єктів

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи 6.1530-с
спеціальності 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації 153 Мікро- та наносистемна техніка

(код і назва спеціалізації)

Марченко І.С.

(ініціали та прізвище)

Керівник професор кафедри ЕІСПЗ, доцент,
к.т.н., Ніконова З.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні**

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка

(назва)

Освітня програма 153 Мікро- та наносистемна техніка

(шифр)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т.В.Критська

« » травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВУЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Марченко Іллі Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка мікроелектронної системи охорони об'єктів

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Ніконова З.А., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 17 січня 2023 року № 91-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи бакалавра 02 травня 2023р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра: багатоканальна МПСАУ з двома цифровими підканалами і двома аналоговими каналами

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналіз елементної бази для розробки мікроелектронної охоронної системи об'єктів 2 Розробка моделі МПСАУ охоронними об'єктами. 3 Охорона праці та техногенна безпека

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Л1- Функціональна схема багатоканальної мікропроцесорної системи автоматизованого управління (МПСАУ) Л2- Схема електрична принципова

ЛЗ – Результати моделювання в Electronic Workbench. Л-4Перехідні процеси в МПСАУ

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
I	<i>Ніконова З.А.</i>	<i>01.02.2023</i>
II	<i>Ніконова З.А.</i>	<i>02.04.2023</i>
III	<i>Ніконова З.А.</i>	<i>28.04.2023</i>

7. Дата видачі завдання 24.10.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Примітка
1	<i>Аналіз матеріалу за темою кваліфікаційної роботи</i>	<i>24.10.22-01.02.23</i>	
2	<i>Види структур МПСАУ</i>	<i>02.02-28.03</i>	
3	<i>Розробка моделі МПСАУ охоронними об'єктами</i>	<i>01.03-17.03</i>	
4	<i>Розробка схеми електричної принципової</i>	<i>20.02-12.03</i>	
5	<i>Написання програмного забезпечення</i>	<i>12.03-28.03</i>	
6	<i>Моделювання схеми в електронному середовищі EWB</i>	<i>28.03-02.04</i>	
7	<i>Розділ охорони праці та техногенної безпеки</i>	<i>02.04-12.04</i>	
8	<i>Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень</i>	<i>13.04-28.04</i>	

Студент _____ *Марченко І.С.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) _____ *Ніконова З.А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ *Верьовкін Л. Л.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 75 стор., 24 рис., 4 табл. , 16 джерел літератури
Об'єкт дослідження – мікропроцесорна система управління.

Мета роботи – розробка мікропроцесорної системи автоматизованого управління охоронними об'єктами (МПСАУ).

Задачі роботи – розробити структурну на електричну принципову схеми багатоканальної МПСАУ охоронними об'єктами.

Методика досліджень – моделювання в програмних середовищах, Proteus, Electronic Workbench.

Короткий виклад результатів досліджень – розроблена структура багатоканальної МПСАУ з двома цифровими підканалами, а також додано ще два аналогових канали, через які можна отримувати транзитну інформацію з нижнього рівня, обминаючи його контролери. Це дозволяє вирішити задачі недоступні для контролерів нижнього рівня (гаряче резервування, оптимізація технології та параметрів систем управління каналами).

Прогнозні пропозиції - надійність системи можна підвищити за рахунок вибору достатніх параметрів апаратних засобів МПСАУ.

МОДЕЛЬ, ЧИННИКИ, ПРОЕКТУВАННЯ, МІКРОПРОЦЕСОР, СИСТЕМА, КОНТРОЛЛЕР, СТРУКТУРА, ЖИВЛЕННЯ, ПРОГРАМА, СХЕМА.

Кваліфікаційна робота виконана в Інженерному навчально-науковому інституті ім. Ю. М. Потебні, ЗНУ на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення в період з 01.09.2022 по 26.05.2023.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП.....	7
1 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ РОЗРОБКИ МІКРОЕЛЕКТРОННОЇ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ ОБ'ЄКТІВ.....	8
1.1 Інтегровані охоронні системи	8
1.2 Пристрої зберігання інформації.....	9
1.3 Постійний запам'ятовуючий пристрій з оптичним стиранням.....	14
1.4 Типи мікроконтролерів	18
2 РОЗРОБКА МОДЕЛІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ (МПСАУ) ОХОРОНИМИ ОБ'ЄКТАМИ.....	3
2.2 Визначення оптимальних параметрів апаратних засобів МПСАУ	8
2. 4 Вибір апаратних та програмних компонентів.....	13
2.4.1 Мікропроцесор.....	13
2.5 Особливості використання контролера	14
2.6 Вибір схеми генератора імпульсів та пристрою введення інформації..	18
2.7 Основи алгоритмів визначення достатньої продуктивності мікропроцесора інтелектуального ядра МПСАУ	21
2.8 Визначення структури та мінімального об'єму пам'яті інтелектуального ядра.....	30
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	36
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	36
3.2 Заходи з поліпшення умов праці та виробнича санітарія.....	37
3.3 Заходи електробезпеки.....	41
3.4 Техногенна безпека	44
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	49
ЛІТЕРАТУРА.....	50

ВСТУП

Наявність на підприємстві чи приватному об'єкті інтегрованої охоронної системи – це природна необхідність і гарантія цілісності та безпеки об'єкта. Вона усуває складності, пов'язані з провідними пристроями виявлення вторгнень, і водночас підвищує безпеку за рахунок зручності та надійності. Мікроелектронні охоронні системи можуть містити також пожежні системи, облік доступу та інші рішення.

До них відносяться:

а) система відеоспостереження, яка призначена для забезпечення :

- цілодобового контролю за переміщенням людей у приміщеннях
- виявлення в зонах спостереження рухомих об'єктів, попередження про це персоналу
- ведення архіву відеозаписів подій
- перегляду та друку записаного відео;

б) система контролю доступу, що призначена для забезпечення:

- цілодобового контролю за входом та виходом в приміщення з обмеженим доступом
- на територію об'єкту та переміщенням персоналу до окремих частин
- ведення архіву подій у системі.

До складу системи охоронної сигналізації входять : датчики та радари різних типів - магнітні, акустичні, ультразвукові, оптичні; охоронні сигналізатори; програмне забезпечення; джерела безперебійного живлення та відеокамери, що слугують для визначення несанкціонованого проникнення в приміщення і видачі сигналу «Тривога» на пульт цілодобового спостереження. Актуальною на сьогодні є проблема комплексної безпеки, що забезпечується інтеграцією рішень, починаючи від контролю доступу до запобігання вторгненням, від відеоспостереження до кібербезпеки. Розробка мікроелектронної системи охорони об'єктів та її впровадження дасть змогу вирішити комплексно такі завдання.

1 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ РОЗРОБКИ МІКРОЕЛЕКТРОННОЇ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ ОБ'ЄКТІВ

1.1 Інтегровані охоронні системи

Провідні світові виробники Тусо, Hikvision, Honeywell, Ajax та інші фахівці використовують новітні технології для інтеграції обладнання та послуг у комплексні цілісні рішення.

До переваг інтегрованих охоронних систем відносяться :

- Проста інтеграція. Можливість підключення кількох дротових та бездротових пристроїв виявлення вторгнень.
- Інтуїтивно зрозумілі візуальні панелі. Світлодіодні та звукові індикатори повідомляють про збій живлення та діагностику продуктивності установки.
- Захист від несанкціонованого доступу. Антивандальні пристрої із сучасним дизайном легко монтуються на стіни.
- Можливості автоматизації. Простий контроль безпеки та інтеграція інших розумних побутових приладів для додаткової зручності.
- Швидкі та розумні повідомлення. Можливість отримання повідомлення у вигляді текстових повідомлень для більш швидкої реакції на небезпеку.

Сучасна система охоронної сигналізації являє собою складний , інтелектуальний комплекс, основою якого є мікропроцесорна система автоматизованого управління. Проектування звичайних систем зведено до формування статичної структури компонентів, які не здатні формувати захисні

реакції адекватні до внутрішніх та зовнішніх факторів навколишнього середовища. Реальний інтелект системи залежить від її конструкції. Відомо, що не правильне розташування елементів системи, приведе до збою програми, можливого локального перегріву технічних засобів та виходу системи з ладу. Для збільшення її швидкодії необхідне використання більшої кількості структурних блоків, що зменшить інерційність системи. Отже важливим фактором розробки мікроелектронних охоронних систем являється можливість компоновки елементів.

Можливості мікроелектронних систем багато в чому залежать від мікропроцесорів, від рівня великих інтегральних схем. Якщо у кінці 50-х років один монокристал вмщував одну деталь схеми, то в наші часи реалізуються схеми зі ступенем інтеграції більше 100 елементів на кристал, проте межа ще не досягнута, і досягнути її можливо буде ще не скоро [1].

Мікропроцесори, які засновані на великих інтегральних схемах (ВІС), вмщують у собі програмний лічильник, який призначений для зберігання адреси команди, яку необхідно виконати, реєстр команди, який приймає отриману із пам'яті програм команду і зберігає її протягом усього циклу виконання команди, вказівник останньої зайнятої комірки пам'яті, реєстри загального призначення, які представляють собою надоперативну пам'ять мікропроцесора, акумулятор, який є джерелом та приймачем інформації, арифметичний логічний пристрій (АЛП), який призначений для обробки даних, реєстр, на якому формуються ознаки і результати операцій.

1.2 Пристрої зберігання інформації

Відомий EEPROM (англ. Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) – запам'ятовуючий пристрій, один із видів енергонезалежної пам'яті. Не зважаючи на розвиток Flash-пам'яті, FRAM та на експерименти в області зберігання даних, електрично перепрограмована енергонезалежна пам'ять

залишається актуальною та продовжує розвиватися. У сучасних мікросхем EEPROM кількість циклів перезапису складає не менше ніж мільйон разів, а строк зберігання даних – 100 років.

Принцип роботи такого виду запам'ятовуючих пристроїв заснований на зміні і реєстрації електричного заряду в ізолюваній області (кишені) напівпровідникової структури [1; 2].

Прикладом може слугувати польовий транзистор, де зміна заряду («запис» та «стирання») проводиться прикладанням між затвором і витком великого потенціалу, щоб напруженість електричного поля в тонкому діелектрику між каналом транзистора і кишенею виявилася достатня для виникнення тунельного ефекту (рис.1.1) .

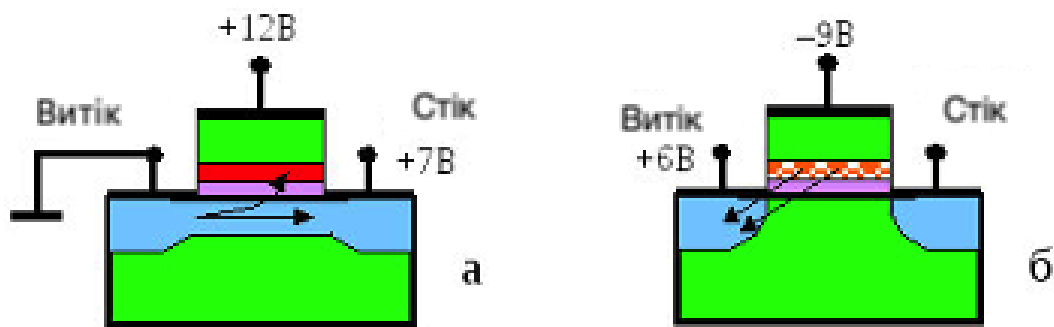


Рисунок 1.1 - Цикл запам'ятовування (а) та стирання (б) інформації

Тунельний ефект – явище подолання мікрочастинкою потенційного бар'єру в разі, коли її повна енергія (що залишається при тунелюванні незмінною) менше висоти бар'єру. Тунельний ефект - явище виключно квантової природи, неможливе в класичній механіці і навіть повністю суперечить їй. Для посилення ефекту тунелювання електронів в кишеньку, при записі застосовується невелике прискорення електронів за допомогою пропускання струму через канал польового транзистора (явище інжекції гарячих носіїв).

Зчитування (рис.1.2) інформації виконується польовим транзистором, для якого кишень виконує функцію затвора (рис.1.3). Потенціал плаваючого затвора змінює порогові характеристики транзистора, що і реєструється ланцюгами читання [2; 3].

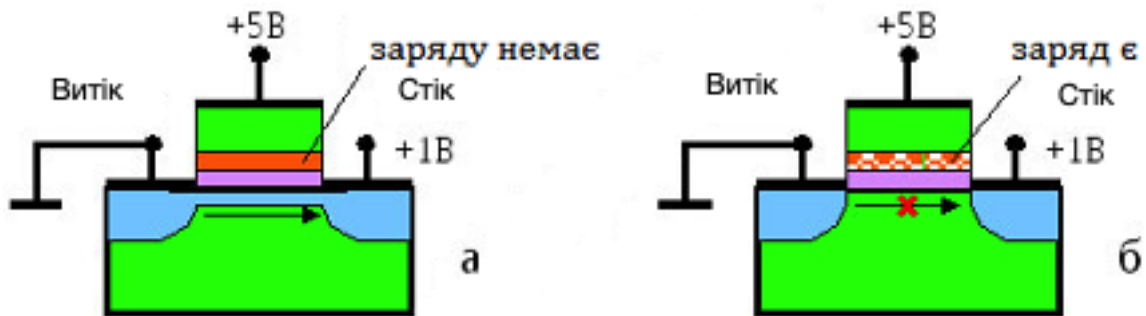


Рисунок 1.2 – Зчитування логічного нуля (а) та логічної одиниці (б) з комірки пам'яті на основі польового транзистора з плаваючим затвором

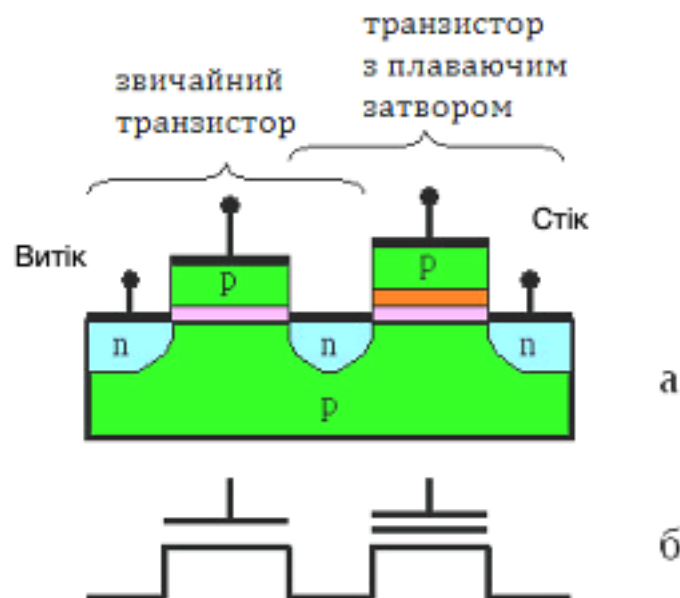


Рисунок 1.3 – Структура двохтранзисторної комірки пам'яті (а) та її позначення на електричних схемах (б)

Основна особливість класичної комірки EEPROM - наявність другого транзистора, який допомагає керувати режимами запису і стирання (рис.1.4).

Деякі реалізації виконувалися у вигляді одного трьохзатворного польового транзистора (один затвор плаваючий і два звичайних).



Рисунок 1.4 – Структура польового транзистора з плаваючим затвором (а) та його позначення на схемах (б)

Ця конструкція забезпечується елементами, які дозволяють їй працювати в великому масиві таких же комірок. З'єднання виконується у вигляді двовимірної матриці, в якій на перетині стовпців і рядків знаходиться одна клітинка. Оскільки осередок EEPROM має третій затвор, то, крім підкладки, до кожної клітинки підходять 3 провідника (один провідник стовпців і 2 провідники рядків) (рис.1.5).

Дуже важливим етапом розробки мікропроцесорної системи є вибір мікросхеми. На рис.1.6 представлені структурні блоки-складові мікросхеми AT24C01 [2; 3].

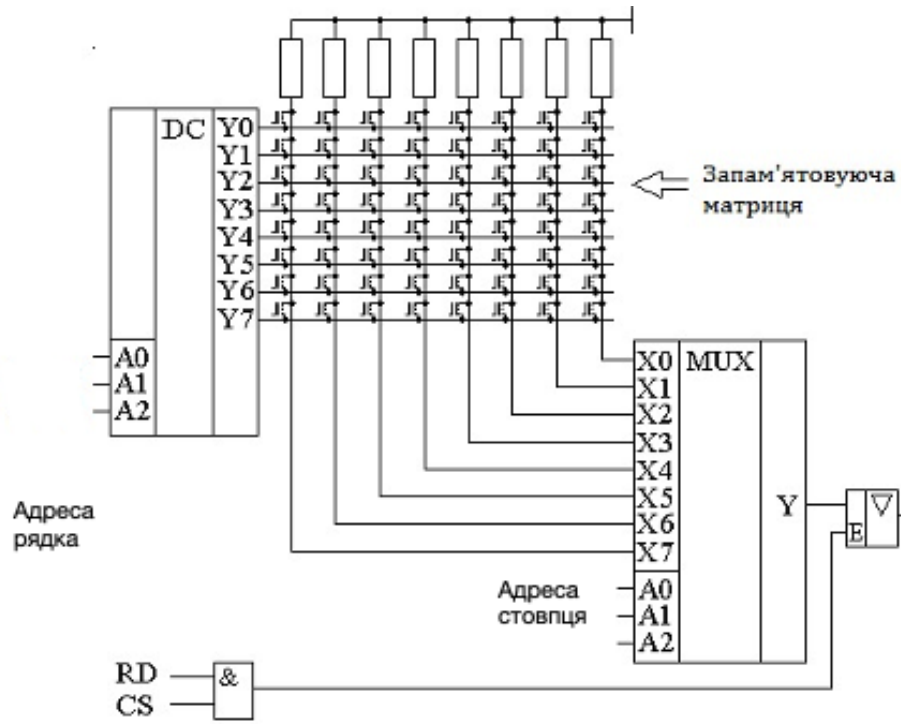


Рисунок 1.5 – Структура пристрою EEPROM

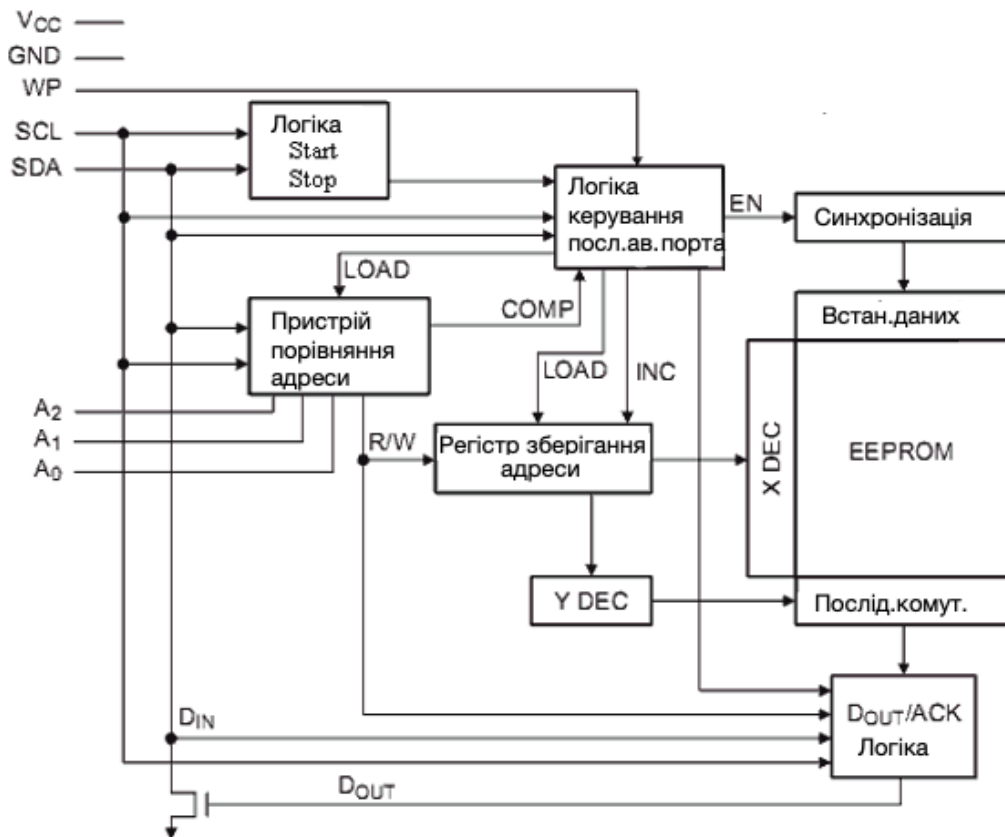


Рисунок 1.6 – Структурна блок-схема мікросхеми AT24C01

1.3 Постійний запам'ятовуючий пристрій з оптичним стиранням

EPROM (англ. Erasable Programmable Read-Only Memory) – тип напівпровідникових запам'ятовуючих пристроїв для запису інформації, у яких використовується програматор – електронний пристрій, який також виконує функції перезапису інформації. Елементами ПЗП (постійного запам'ятовуючого пристрою) тут є виключно МОН-транзистори з плаваючим затвором. EPROM являє собою матрицю транзисторів з плаваючим затвором, які індивідуально запрограмовані за допомогою електронного пристрою, який подає більш високу напругу, ніж зазвичай використовувану в цифрових схемах. На відміну від PROM, після програмування дані на EPROM можна стерти сильним ультрафіолетовим світлом від ртутного джерела світла. EPROM легко розпізнати по невеликому прозорому вікну з кварцового скла у верхній частині корпусу, через яке видно кремнієвий чіп і через яке проводиться опромінення ультрафіолетовим світлом під час стирання (рис.1.7).

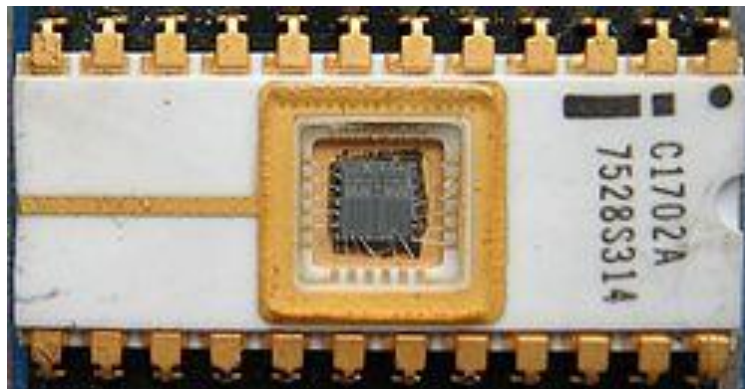


Рисунок 1.7 – Структура EPROM з кварцовим віконцем

Кожен біт пам'яті EPROM складається з одного польового транзистора. Кожен польовий транзистор складається з каналу в напівпровідниковій підкладці пристрою. Контакти витоку і стоку підходять до зон в кінці каналу.

Ізолюючий шар окислу вирощується поверх каналу, потім наноситься провідний керуючий електрод (кремній або алюміній), і потім ще товстий шар окислу осідає на керуючому електроді (рис.1.8). Плаваючий затвор не має зв'язку з іншими частинами інтегральної схеми і повністю ізольований від оточуючих шарів окислу. На затвор наноситься керуючий електрод, який потім покривається оксидом [1; 3].

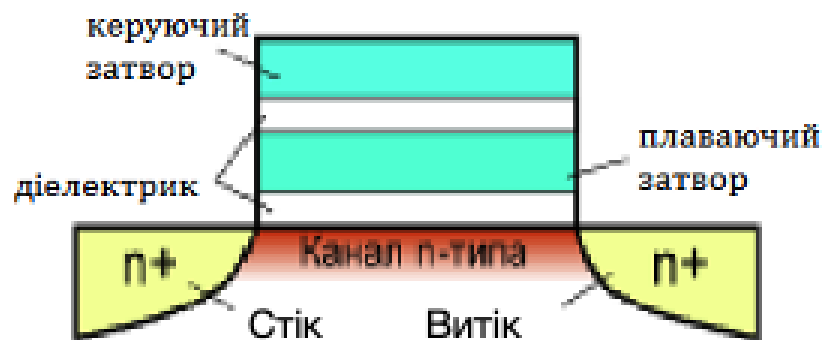


Рисунок 1.8 – Транзистор з плаваючим затвором у розрізі

Для отримання даних з EPROM адреса, що представляє значення потрібного контакту EPROM, декодується і використовується для підключення одного слова пам'яті (як правило, 8-бітного байта) до підсилювача вихідного буфера. Кожен біт цього слова має значення 1 або 0 в залежності від того, був включений або вимкнений транзистор, був він в провідному стані або непровідному.

Зміна стану польового транзистора керується напругою на керуючому затворі транзистора. Наявність напруги на цьому затворі створює провідний канал в транзисторі, перемикаючи його в стан «включено». Накопичений заряд на плаваючому затворі дозволяє пороговому значенню напруги транзистора програмувати його стан.

Для запам'ятовування даних потрібно вибрати потрібну адресу і подати більш високу напругу на транзистори. Це створює лавинний розряд електронів, які отримують достатньо енергії, щоб пройти через ізолюючий шар оксиду і акумулюватися на керуючому електроді. Коли висока напруга знімається, електрони опиняються на електроді. Через дуже високий питомий опір оксиду кремнію, який оточує затвор, накопичений заряд не може витекти, і дані в ньому зберігаються протягом десятиліть [2; 4].

На відміну від пам'яті EEPROM, процес програмування в EPROM не є електрично оборотним. Щоб стерти дані, що зберігаються в матриці транзисторів (рис.1.9), на неї направляється ультрафіолетове світло. Фотони ультрафіолетового діапазону світла, розсіюючись на надлишкових електронах, надають їм енергію, що дозволяє заряду, що зберігається на плаваючому затворі, розсіятися. Так як вся матриця пам'яті піддається обробці, то всі дані стираються одночасно. Процес займає кілька хвилин для УФ-ламп невеликих розмірів. Сонячне світло буде стирати чіп протягом декількох тижнів, а кімнатна люмінесцентна лампа - протягом декількох років. Взагалі, для стирання чіпи EPROM повинні бути вилучені з обладнання, так як практично неможливо вставити в УФ-лампу якийсь блок і стерти дані тільки з частини чіпів.

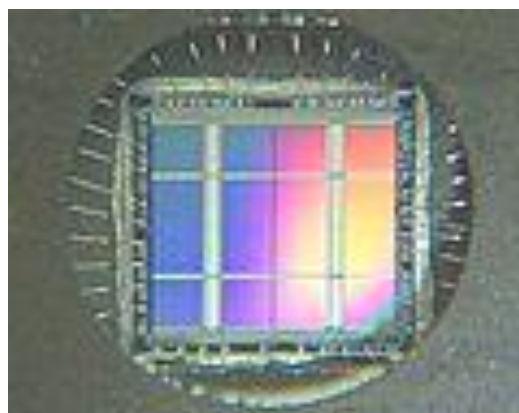


Рисунок 1.9 – Збільшена матриця транзисторів EPROM

Пам'ять EPROM все частіше заміняють на EEPROM при невеликих обсягах випуску, коли вартість однієї комірки пам'яті не важлива.

Запрограмована пам'ять EPROM зберігає свої дані десять-двадцять років і може бути прочитана необмежену кількість разів. Вікно стирання повинно бути закрито непрозорою плівкою для запобігання випадкового стирання сонячним світлом. Старі чіпи BIOS комп'ютерів PC часто були зроблені на пам'яті EPROM, а вікна стирання були закриті етикеткою, що містить назву виробника BIOS, версію BIOS і повідомлення про авторські права. Практика покриття чіпа BIOS етикеткою часто зустрічається і на сьогоднішній день, не дивлячись на те, що теперішні чіпи BIOS виготовляються за технологією EEPROM або як NOR флеш-пам'ять без будь-яких вікон стирання [4; 5].

Стирання EPROM відбувається при довжині хвилі світла коротше 400 нм. Експозиція сонячним світлом протягом 1 тижня або освітлення кімнатної флуоресцентною лампою протягом 3 років може привести до стирання. Перші вітчизняні мікросхеми EPROM на практиці мали ресурс лише 2-3 стирання та були дуже чутливими до передозування експозиції. Рекомендованою процедурою стирання є вплив ультрафіолетовим світлом довжиною хвилі 253,7 нм від 20 до 30 хвилин лампою, розміщеною на відстані близько 30 см.

EPROM мають обмежене, але велика кількість циклів стирання. Діоксид кремнію близько затвора накопичує поступові руйнування при кожному циклі, що робить чіп ненадійним після декількох тисяч циклів стирання. Програмування EPROM виконується досить повільно в порівнянні з іншими типами пам'яті, тому що ділянки з більш високою щільністю оксиду між шарами з'єднань і затвора отримують менше експозиції. Ультрафіолетове стирання стає менш практичним для дуже великих розмірів пам'яті. Навіть пил всередині корпусу може перешкоджати деяким осередкам пам'яті виконати стирання. Програматор виконує верифікацію даних в EPROM не тільки після операції програмування, але і до неї, перевіряючи правильність стирання інформації (переведення всіх осередків пам'яті в початковий стан).

Програмовані через маску ППЗП при великих партіях випуску (тисячі штук і більше) мають досить низьку вартість виробництва. Однак, щоб їх зробити, потрібно кілька тижнів часу, так як потрібно виконати складні роботи для малювання маски кожного шару інтегральної схеми. Спочатку передбачалося, що EPROM буде коштувати надто дорого для масового виробництва і використання, тому планувалося обмежитися випуском тільки досвідчених зразків. Але скоро з'ясувалося, що невеликі обсяги виробництва EPROM економічно доцільні, особливо, коли потрібне швидке оновлення прошивки [6].

1.4 Типи мікроконтролерів

До мікроелектронної системи входять мікроконтролери, які ще до епохи EEPROM і флеш-пам'яті використовували вбудовану на чіпі пам'ять EPROM для зберігання своєї програми. До таких мікроконтролерів відносяться деякі версії Intel 8048, Freescale 68HC11 і версії «С» мікроконтролерів PIC. Подібно чіпам EPROM, такі мікроконтролери перейшли на віконну (дорогу) версію, що було корисно для налагодження і розробки програм (рис.1.10). Незабаром ці чіпи стали робити за технологією PROM з непрозорим корпусом (це трохи знизило вартість його виробництва). Освітлення матриці пам'яті такого чіпа світлом могло також змінити його поведінку непередбачуваним чином, коли виробництво переходило з виготовлення віконного варіанта на безвіконні [6; 7].



Рисунок 1.10 – Мікроконтролер 8749, який має вбудовану пам'ять EPROM

Метою роботи є розробка мікропроцесорної системи автоматизованої системи управління охоронними об'єктами (МПСАУ).

Для цього необхідно вирішити задачі:

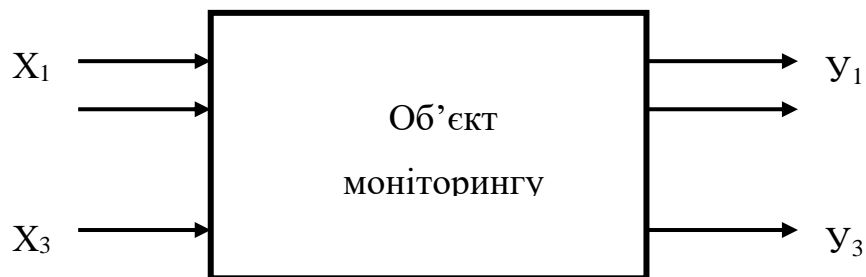
- провести аналіз елементної бази для створення систем управління охоронними об'єктами;
- розробити структурну та електричну принципову схеми багатоканальної МПСАУ охоронними об'єктами;
- розробити програму для розрахунку параметрів та моделювання елементної бази МПСАУ;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності при використанні МПСАУ.

2 РОЗРОБКА МОДЕЛІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ (МПСАУ) ОХОРОНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

2.1 Декомпозиція дворівневої структури МПСАУ

Для створення працездатної МПСАУ необхідно розосередити енергоресурси її інтелектуального ядра між каналами об'єкта управління (рис.2.1), визначити структуру вимірювальних каналів (рис.2.2) та розрахувати параметри перехідних процесів в інформаційному каналі (рис.2.3). Щоб отримати декомпозицію дворівневої мікропроцесорної системи з високими функціональними властивостями, за основу МПСАУ взято структуру однорівневої мікропроцесорної системи.

Для реалізації такої системи можливі три варіанти декомпозиції нижнього рівня. Варіант перший – трьохканальна структура $[ГР1 + (Гр2+Гр3) + Гр4]$. Об'єднання підканалів Гр2 і Гр3 обумовлено їх близькими динамічними властивостями, оскільки підканали Гр2 потребують захисту від виробничих впливів, а фільтри значно збільшують їх інерційність та наближають їх властивості до підканалів Гр3, які не потребують фільтрації завдяки власній інерційності. Переваги такої системи обумовлено уніфікацією апаратних та програмних засобів інтерфейсів груп підканалів (висока інерційність груп). Недоліки – великий розкид по кількості підканалів в групах.



$$T_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + T_1 \frac{dy_2}{dt} + y_2 = K_0 \cdot x$$

$$T_1 = (a_1 + a_2)$$

$$y_\delta = y_1 - y_2$$

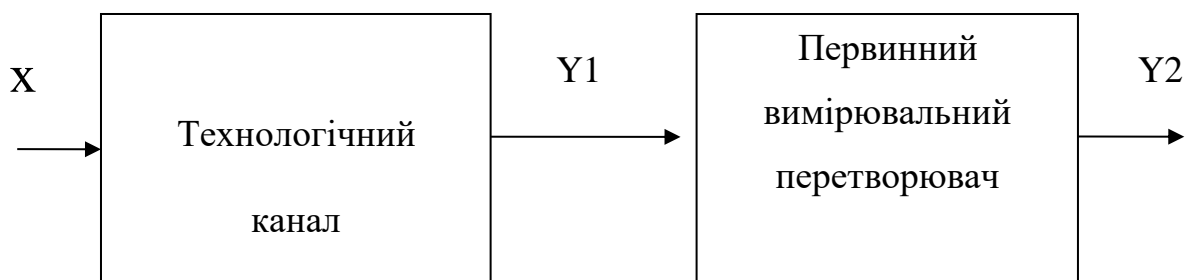
$$T_2 = a_1 \cdot a_2$$

$$I_\delta = \sum_{k=0}^n y_\delta \cdot \Delta t$$

$$K_0 = K_1 \cdot K_2$$

$$k=20$$

Рисунок 2.1 – Структура охоронного об'єкта



$$a_1 \frac{dy_1}{dt} + y_1 = k_1 x$$

$$a_2 \frac{dy_2}{dt} + y_2 = k_2 y_1$$

Рисунок 2.2- Структура вимірювального каналу

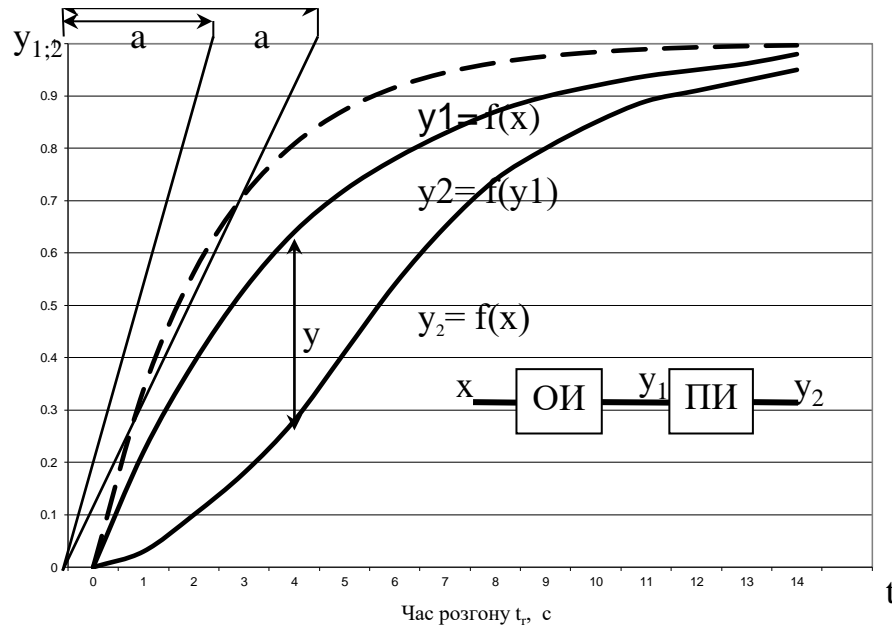


Рисунок 2.3- Загальний вид перехідних процесів в інформаційному каналі

Варіанти 2 – чотирьохканальні структури. Структура 2 може бути представлена чотирма однотипними групами, кожна з яких має по $\frac{1}{4}$ підканалів із кожної групи каналів і має вигляд: $\{4 \cdot [(1 \text{ із Гр1}) + (1 \text{ із Гр2}) + (4 \text{ із Гр3}) + (1 \text{ із Гр4})]\}$. Перевагами такого групування обумовлені повною ідентичністю кожного із 4-х каналів дворівневої МПСАУ. В цьому випадку значно спрощується проблема всіх видів резервування. Недоліки – це ускладнення у вирішенні задачі вибору та режиму квантування, а також формування засобів інтерфейсу підканалів групи.

Варіант 3. Структура МПСАУ створена автономними однорідними групами каналів – $(\text{Гр1} + \text{Гр2} + \text{Гр3} + \text{Гр4})$. Цей варіант представлений на рис.2.4.

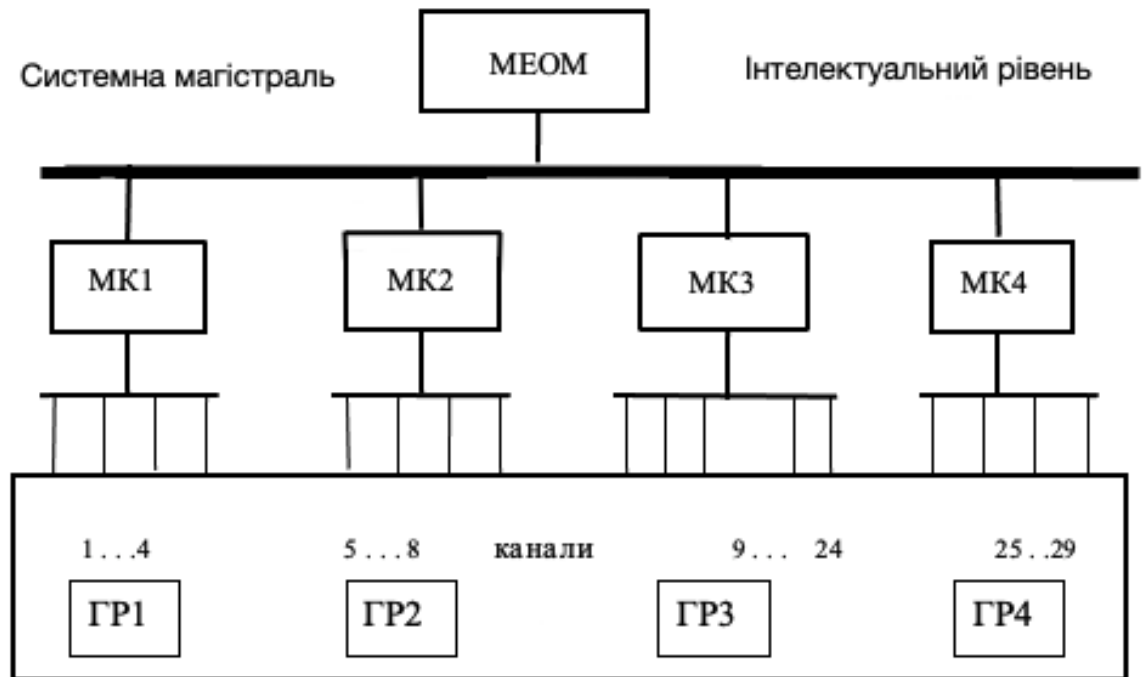
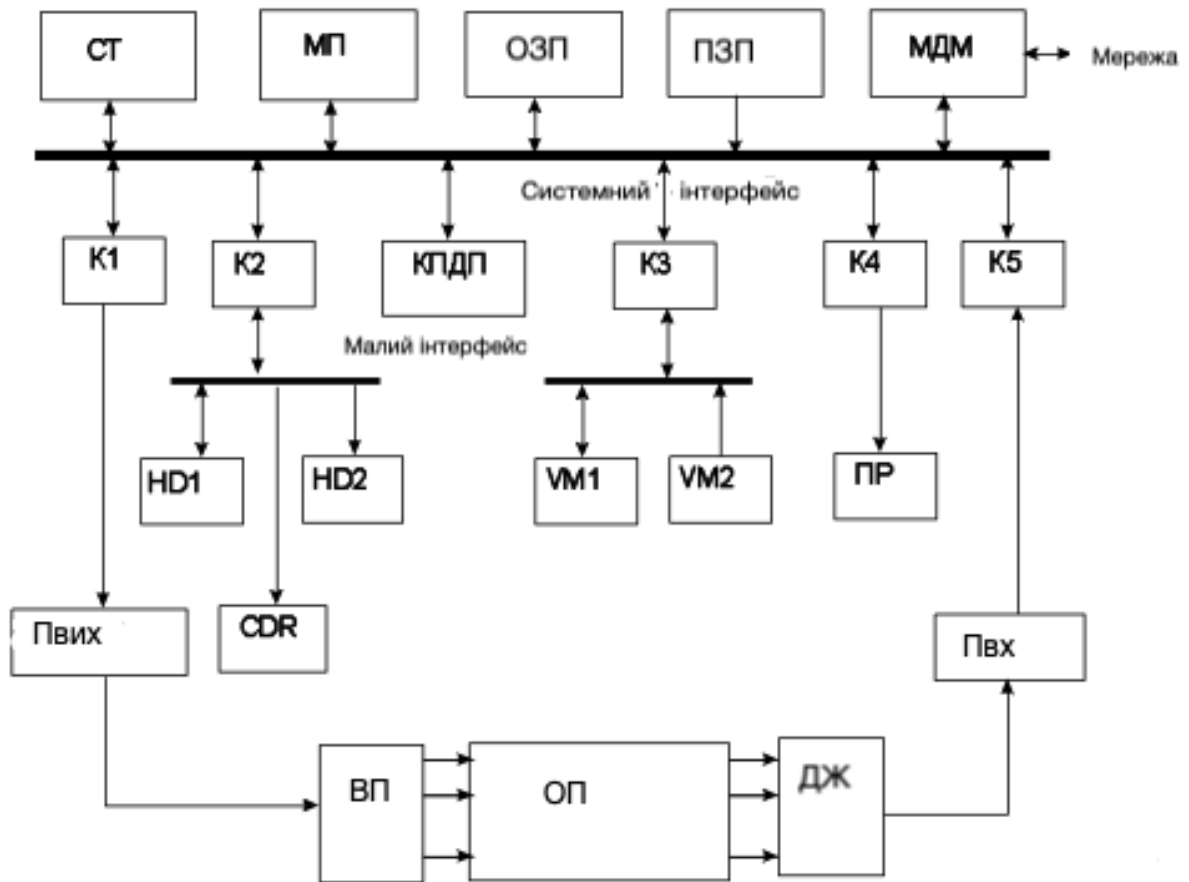


Рисунок 2.4 - Структура дворівневої МПСАУ

Кожний канал верхнього рівня має мікроконтролер МК_n, який керує групою підканалів ОП, що створюють разом з контролером нижній рівень. Контролер МК1 керує чотирма підканалами, що створюють групу Гр1. Відповідно: МК2 чотирма, група – Гр2 ; МК3 шістнадцятьма, група – Гр3; МК4 чотирма, група – Гр4.

Для зв'язку МІКРОЕОМ верхнього рівня з контролерами нижнього виділені 4 лінії зв'язку, 2 з них цифрові. Якщо мікроконтролер через одну з них працює з нижнім рівнем в основному режимі, то друга лінія може забезпечити через КПДП зв'язок у фоновому режимі з другим будь-яким підканалом нижнього рівня.

Кожний МК нижнього рівня має один зв'язок з верхнім рівнем та певну кількість зв'язків з каналами ОП (рис. 2.5 – Блок – схема МПСАУ – ЛИСТ 3 перший рисунок) .



СТ-сторожовий таймер;

МДМ -модем;

ОЗП -операційний запам'ятовуючий пристрій;

ПЗП -постійний запам'ятовуючий пристрій;

ОП-операційний підсилювач;

ДЖ-джерело живлення;

ВП -виконуючий пристрій.

Для забезпечення зв'язків через КПДП з іншими каналами ОП в фоновому режимі, кожному МК нижнього рівня виділено один додатковий зв'язок з системною магістраллю. Простота апаратної організації групових інтерфейсів з однаковою інерційністю у кожній групі підканалів дозволяє

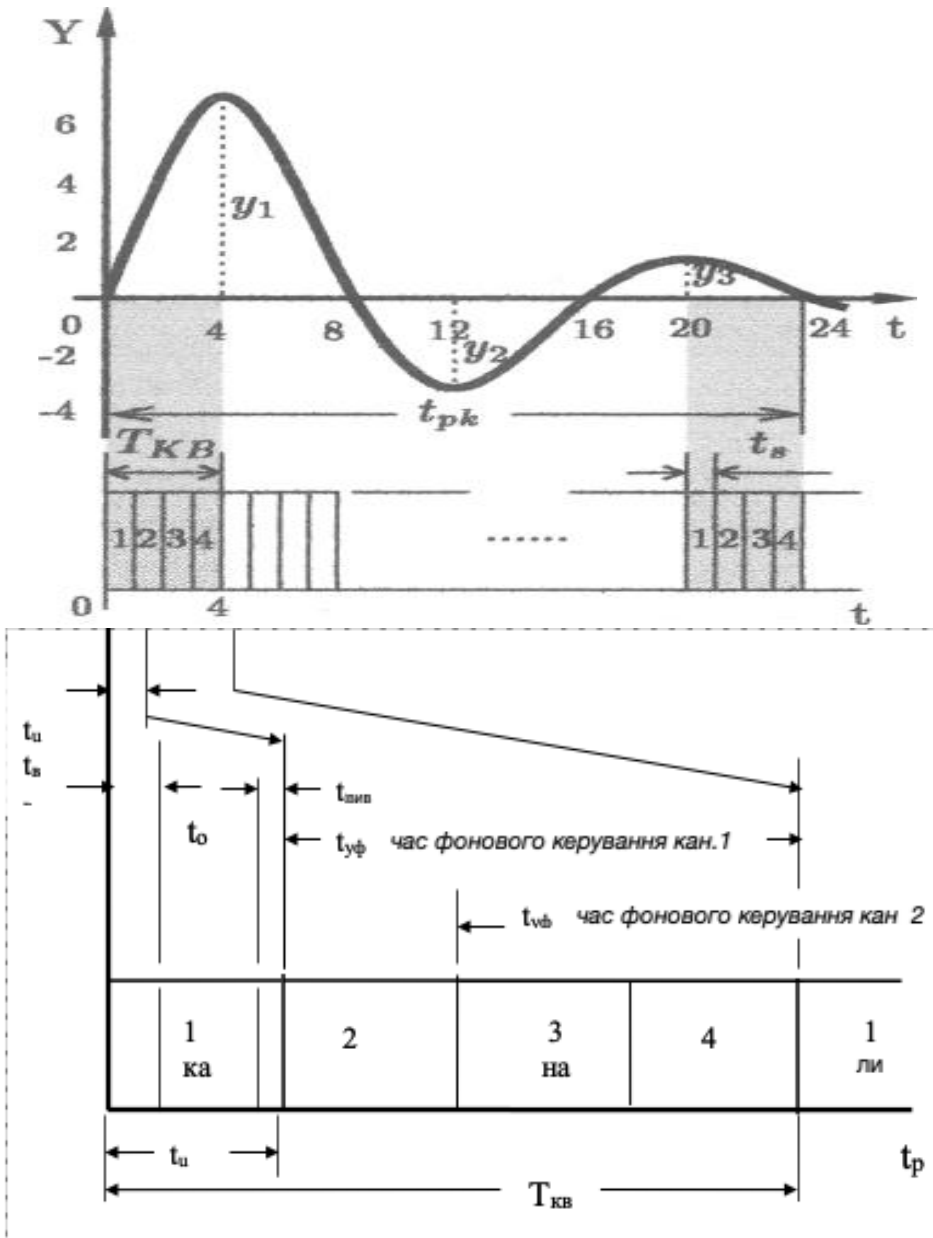
використовувати інтерфейс з послідовною структурою і одним комплектом АЦП та ЦАП для всіх підканалів групи. Це дозволить значно (більше 24 разів) зменшити витрати на закупівлю, монтаж, наладку та експлуатацію апаратних засобів інтерфейсу.

Надійність системи можна підвищити за рахунок вибору достатніх параметрів апаратних засобів МПСАУ.

2.2 Визначення оптимальних параметрів апаратних засобів МПСАУ

Основною метою проектування будь-якої динамічної системи є визначення мінімально достатніх параметрів інтелектуального ядра системи необхідних для вибору апаратних засобів. Для кожної групи підканалів системи проведено моделювання динаміки та визначені періоди квантування в часі інформаційних сигналів, а також розраховані мінімально достатні параметри каналних контролерів (Додаток А).

При цифровому управлінні багатоканальним ОП одним із специфічних параметрів наладки процесу управління на задану якість, є m – кількість звернень каналу на інтервалі управління до мікропроцесора інтелектуального ядра МПСАУ (рис.2.6). Параметр m безпосередньо впливає на величину періоду квантування даних $T_{\text{кв}}$ і відповідно, на мінімальне значення $T_{\text{кв}}$, яке повинно задовольняти вихідним умовам. Однак, зі зменшенням періоду квантування зменшується і час зчитування даних із $P_{\text{вх}}$, що впливає на формування керуючих дій мікропроцесора і на вивід даних в $P_{\text{вих}}$. Тому в усіх варіантах моделювання використано одне й теж компромісне значення m рівне 20.



m – кількість періодів квантування.

n – кількість каналів об'єкта.

t_u – час обслуговування одного каналу.

Рисунок 2.6- Перехідні процеси у керуванні каналами МПСАУ

2.3 Аналіз результатів дефрагментації

В ході моделювання перехідних процесів структури дворівневої МПСАУ та вибору параметрів її інтелектуальних ядер встановлено, що вона надійно працює, всі її канали стійкі, налаштування законів управління легко (не більше 12 ітерацій) оптимізується в режимі розподілу реального часу між каналами.

Таблиця 2.1 - Параметри інтелектуальних ядер каналів МПСАУ

Гр №	Ткв с	$t_{\text{ацп}}$ с	$C_{\text{мп}}$ оп/ с	Об'єм ПО маш. слів	Монітор маш. слів
0	0,083	0,000455	1.517.206	7820	1443
1	0,034	0,000085	2.921.090	688	407
2	0,174	0,000390	635.090	688	407
3	0,286	0,0000625	2.201.365	3879	956
4	1,317	0,0029	86.085	688	407

Аналіз результатів розрахунку параметрів інтелектуального ядра показує, що режим реального часу відбувається легко, оскільки періоди квантування – Ткв, термін АЦ перетворень – $t_{\text{ац}}$, а також ефективність мікропроцесорів всіх каналів об'єкта управління знаходяться в діапазоні параметрів сучасних вітчизняних та зарубіжних засобів обчислювальної техніки, мікропроцесорних інформаційних систем та систем управління.

Параметри інтелектуальних ядер однорівневої та дворівневої систем наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 -Параметри інтелектуальних ядер варіантів МПСАУ

Параметр Рівень	Продуктивність Смп оп/с	Об'єм ПО маш. слів	Монітор маш. слів
Однорівнева	34.075.060	15197	1899
Дворівнева	$\Sigma= 07.360.836$	$\Sigma=13863$	$\Sigma= 3620$

Із даних таблиці 2.2 видно, що у дворівневій системі мікропроцесор індивідуальний для кожного інтелектуального ядра і забезпечує всі властивості каналу.

Основною задачею проектування багатоканальної МПСАУ (рис.2.7) є вибір потужності мікропроцесора мінімально достатньої для підтримки режиму розподілу реального часу між користувачами системи, апаратними засобами інтелектуального ядра, каналами об'єкта управління та периферійним допоміжним обладнанням системи. Всі засоби САУ, в першу чергу МЕОМ, повинні працювати синхронно, забезпечити своєчасне виконання всіх операцій керування охоронними об'єктами. Отже необхідно обрати оптимальні параметри інтелектуального ядра : мінімально достатню продуктивність мікропроцесора, структуру та об'єм пам'яті.

Інтерфейс з периферійним обладнанням забезпечується на верхньому рівні через системну магістраль PCI, а на нижньому через послідовні порти .Всі пристрої підключаються до однієї пари однаково: прямі виходи (А) до одного проводу, інверсні(В)- до іншого.

Вхідний опір приймача з боку лінії складає 12кОм. Розроблена МПСАУ має можливість забезпечити одночасно обслуговування 32 охоронних об'єкта. Використовуючи більш потужні плати, можна розширювати кількість користувачів однак при цьому збільшиться і кількість каналів.

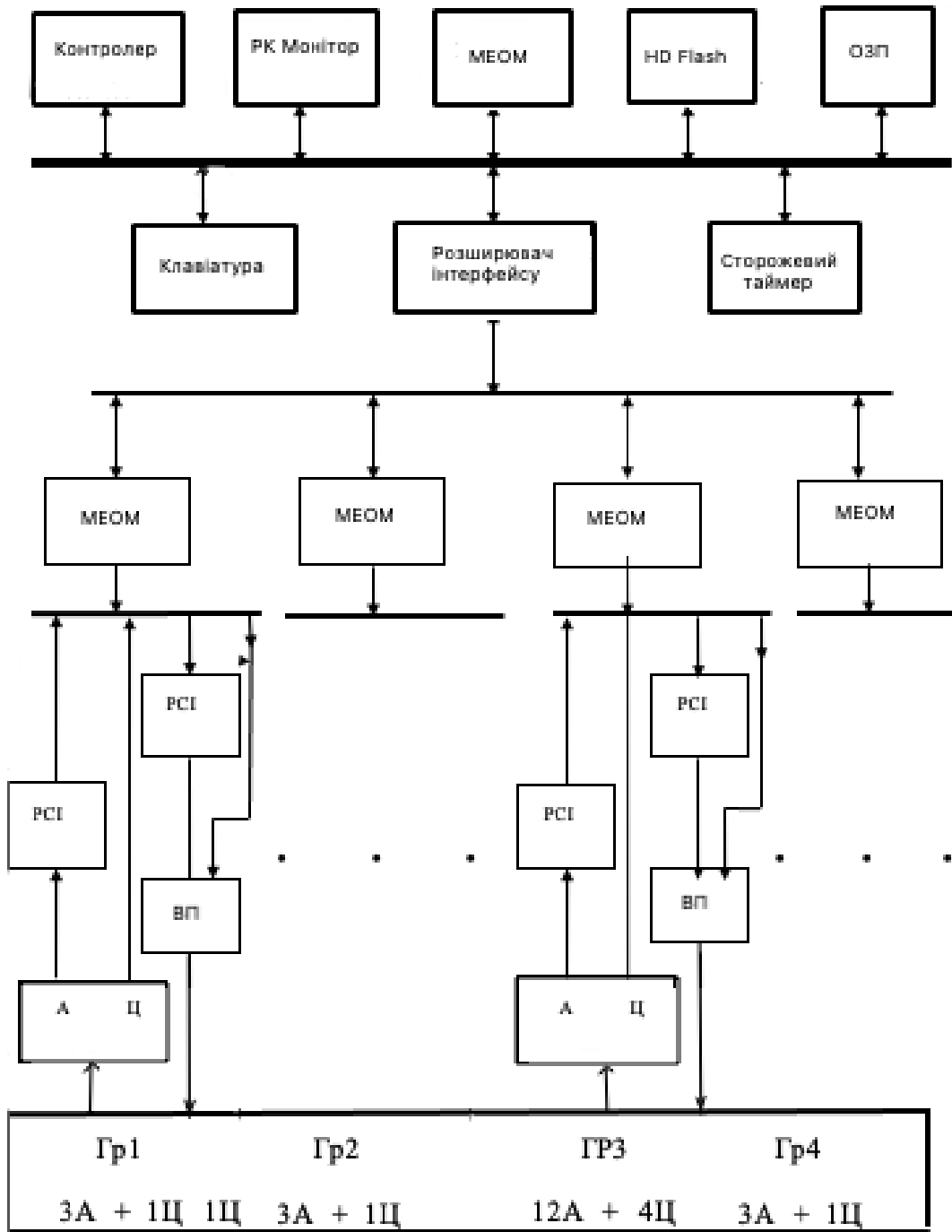


Рисунок 2.7 – Функціональна схема багатоканальної МПСАУ

Розширити навантажувальну здатність передавача можна за рахунок використання спеціальних повторювачів сигналів ADAM-4510.

Зв'язок верхнього рівня з нижнім відбувається внаслідок використання розширювачів інтерфейсів, який є інтелектуальним контролером нового покоління, що підтримує інтерфейс на шині PCI. Його інтелектуальною основою слугує процесор. Пам'ять складена на основі двохпортового ОЗП ємністю 512Кбайт та статичного ОПУ 16Кбайт. Швидкість передачі даних не менше 921 Кбит/сек. Розширювач інтерфейсів забезпечує зв'язок з кожною групою каналів через два порту. Інтерфейс з каналами на нижньому рівні забезпечується АЦП.

2. 4 Вибір апаратних та програмних компонентів

2.4.1 Мікропроцесор

Мікропроцесор є основним компонентом інтелектуального ядра, що забезпечує надійність системи та умови її експлуатації. Оскільки параметри інтелектуального ядра верхнього та нижнього рівнів ідентичні, зручно використовувати однотипні мікроЕОМ. Враховуючи ординарність розробленої МПСАУ, обрана мікропроцесорна плата (рис.2.8), яка дасть можливість удосконалення системи в майбутньому, значно спрощує експлуатацію та її обслуговування. До її складу входять:

- високопродуктивний інтерфейс VGA,;
- інтерфейс EIDE ;
- контролер Flash диску ;
- відеоконтролер C&T65545.512 ;
- послідовні порти RS- 232/422/485 та RS-232 ;
- паралельні порти;

- сторожовий таймер;
- твердотілий диск флеш-пам'яті 1.4МБ на мікросхемах);
- з'єднувач PC/104 для установки модулів розширення;
- процесор -80386SX , тактова частота – 40МГц;
- ОЗП – от 1МБ до 32МБ, EDO або FPM.

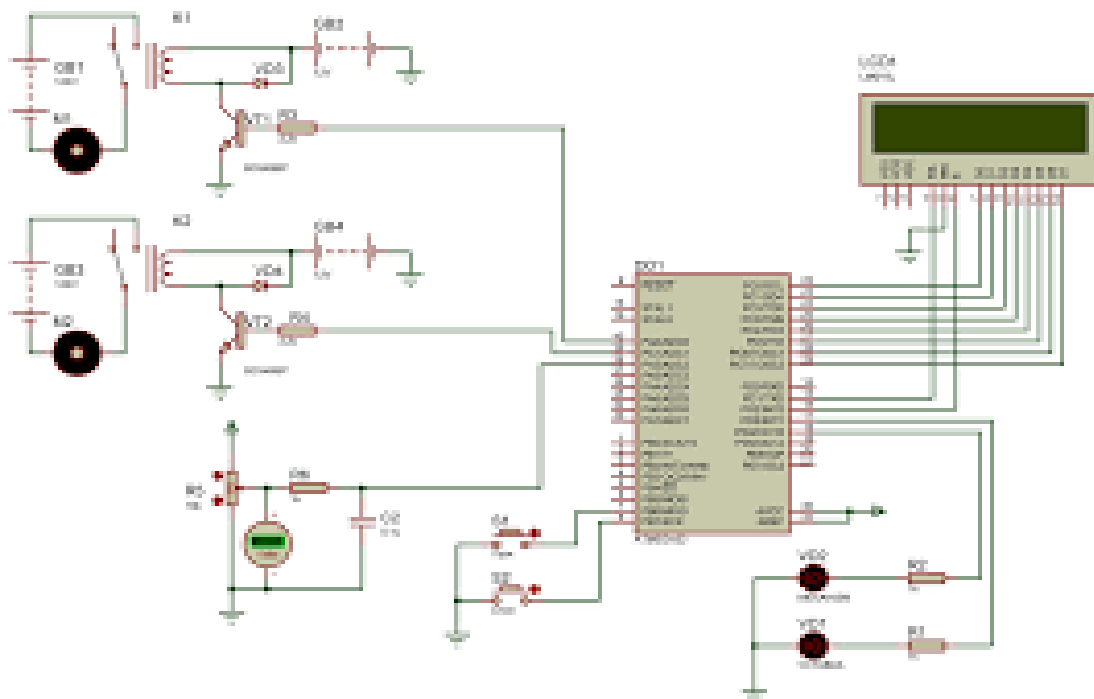


Рисунок 2.8 - Мікропроцесорна плата

2.5 Особливості використання контролера

Його структура містить три основні блоки: генератор тактових імпульсів, драйвери РКІ, блок керування контрастом. Генератор тактових імпульсів. Як видно з назви, основне завдання даного блоку - формування тактових імпульсів. Вхідним сигналом для генератора є тактовий імпульс,

частота якого дорівнює частоті годин реального часу (RTC), поділений на 2, і повинна знаходитися в рамках діапазону 16,384 ... 500 кГц. Для отримання більш низьких частот використовуються два подільника. 16-бітний дільник з коефіцієнтом ділення 1 ... 65535 і, якщо зображення вимагає плавного підстроювання - додатковий дільник (коефіцієнт ділення - 16 ... 31).

Отриманий тактовий сигнал визначає основну частоту фреймів з урахуванням ступеня мультиплексування (duty): $f_{LCD} = f_{LCD} \times duty$. Як зазначалося вище, має сенс вибирати частоту з діапазону 30 ... 100 Гц. При більш високій частоті споживання буде значним, а якість зображення залишиться незмінним. Модуль LCD дає можливість організувати апаратне миготіння, для цього в складі генератора є спеціальний блок формування частоти миготіння 0,5 Гц, 1 Гц, 2 Гц, 4 Гц.

Драйвери РКІ. Два драйвера РКІ використовуються для створення сигналів COMn і SEGn. Блок містить часоформуючі ланцюги, необхідні для формування необхідних тимчасових інтервалів.[2;3]

Крім того, блок має в своєму складі інтегроване ОЗУ, в якому зберігається інформація про те, які з пікселів повинні бути активні.

Блок управління контрастом. Цей блок грає ключову роль. Він керує контрастом, знаходячи компроміс між споживаною потужністю і значенням самого контрасту.

Як вже було сказано вище, контраст залежить від напруги живлення VLCD. Формувати цю напругу може як інтегрований перетворювач, так і зовнішнє джерело. При використанні інтегрованого перетворювача існує можливість програмної підстроювання значення напруги VLCD. Для мікроконтролерів середнього ступеня інтеграції діапазон підстроювання становить 2,6 ... 3,3 В. Для мікроконтролерів більш високого ступеня інтеграції діапазон становить 2,6 ... 3,5 В.

Допустима підстроювання контрасту за допомогою апаратного формування «мертвого часу» в керуючих сигналах. Протягом «мертвого часу» сигнали COMn і SEGn притягнуті до землі, і споживання в цьому випадку мінімально.

Ще одне завдання блоку - формування рівнів напруги сигналів управління. Так, наприклад, в режимі зі зміщенням 1/4 необхідно генерувати сигнали п'яти рівнів напруги: 0, VLCD / 4, VLCD / 2, VLCD / 4 і VLCD.

Для вирішення цього завдання реалізовані два резистивних дільника (рис. 2.9). Один з них – низькоомний, використовується для збільшення швидкості перемикавання при перезаряді ємності ЖК осередки. Як тільки перемикавання відбулося, цей дільник може бути відключений, щоб зменшити споживання. Включеним залишається другий дільник - високоомний, він підтримує рівень напруги протягом решти фази імпульсу.

Зі схемотехнічної точки зору внутрішній перетворювач ідеальний для використання, так як має широкі можливості по управлінню, при цьому для нього потрібно всього один зовнішній конденсатор.

Контролер РКІ має інтегрований ОЗП для відображуваних пікселів.

Інтегрований перетворювач дозволяє формувати всі необхідні рівні напруги і програмно регулювати напруга живлення VLCD, вимагаючи лише одного зовнішнього конденсатора. Можливість використання апаратного ефекту миготіння з частотою 0,5 Гц, 1 Гц, 2 Гц, 4 Гц.

Розглянувши особливості STM8L і РКІ, можна оцінити переваги їх спільного використання з точки зору зниження споживаної потужності.

Якщо ціна і інтегрований контролер є безперечною перевагою системи STM8L + РК-дисплей, то питання з споживанням необхідно розглянути більш ретельно. Для цього визначимо основні шляхи зниження споживаної потужності.

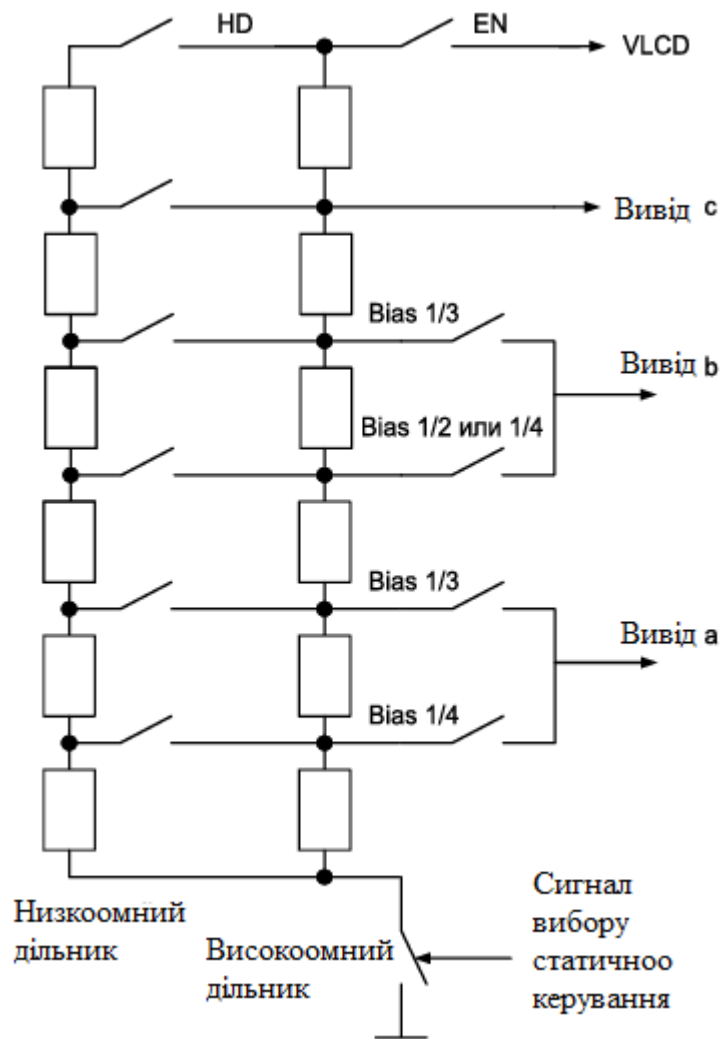


Рисунок 2.9– Схема формування рівня напруги

Інтегрований модуль LCD дає додаткову гнучкість при керуванні живленням, додаючи ще кілька шляхів зниження потужності. По-перше, контролер РКІ дозволяє управляти величиною напруги програмно. По-друге - з'являється можливість використання «мертвого часу» в фазах сигналів управління. По-третє, контролер управляє часом використання резистивних задають дільників. Зменшуючи час використання низкоомного подільника, можна скоротити споживання.

Оптимізація потужності споживання STM8L. Мікроконтролери STM8L можуть динамічно змінювати величину споживаної потужності і досягати наднизького споживання за рахунок використання своїх можливостей: гнучка

система живлення має в своєму складі два регулятора напруги і може працювати при напрузі живлення до 1,65 В (1,8 В для STM8L052x); гнучка система тактування дозволяє використовувати широкий вибір джерел тактового сигналу, виробляти розподіл частоти, індивідуально тактувати інтегровану периферію. У потрібний момент мікроконтролер може збільшити власний частоту для вирішення будь-якої задачі, після чого знизити її до допустимого мінімуму, є режими зниженого споживання.

2.6 Вибір схеми генератора імпульсів та пристрою введення інформації

Генератор імпульсів призначений для узгодження роботи всіх вузлів пристрою, що розробляється (рис.2.10), і забезпечує широку зміну частоти імпульсів (близько 50000 разів). Імпульсний генератор зібраний на елементах у вигляді мікросхеми K155ЛА3. Він забезпечує дослідження перехідних процесів та визначення її параметрів. Перехідні процеси в МПСАУ відображають її динамічні властивості з заданим 404 -вим пере регулюванням на виходах каналів об'єкта управління та визначення величини періоду їх квантування у часі, а от же являються джерелом прямих показників якості управління (u_c , u_d , t_{pk}).

Розроблений пристрій введення інформації представлений на рис.2.11.

Шифратор клавіатури виконано на трьох мікросхемах K155ЛЛ1 з відповідною комутацією. Отриманий в результаті перетворень двійковий код клавіші, яку натискають, надходить на формувач сигналу готовності «Готовий», який складається з елемента 5АБО (у спрощеному вигляді – 4 елемента 2АБО), який будується на мікросхемі K155ЛЛ1, інвертора (з мікросхеми K155ЛН1) та елемента «виключаюче АБО»(на мікросхемі K155ЛП5). Буферний регістр на виходах клавіатури побудований на тригерах,

які виконані на двох мікросхемах К155ТМ2. Тригери управляються імпульсами, які виробляє генератор, зібраний на мікросхемі К155ЛА3. Далі код поступає на схему контролю парності на мікросхемах К155ЛП5 і по лінії зв'язку передається на наступний пристрій – перетворювач двійкового коду в код «Із надлишком 4».

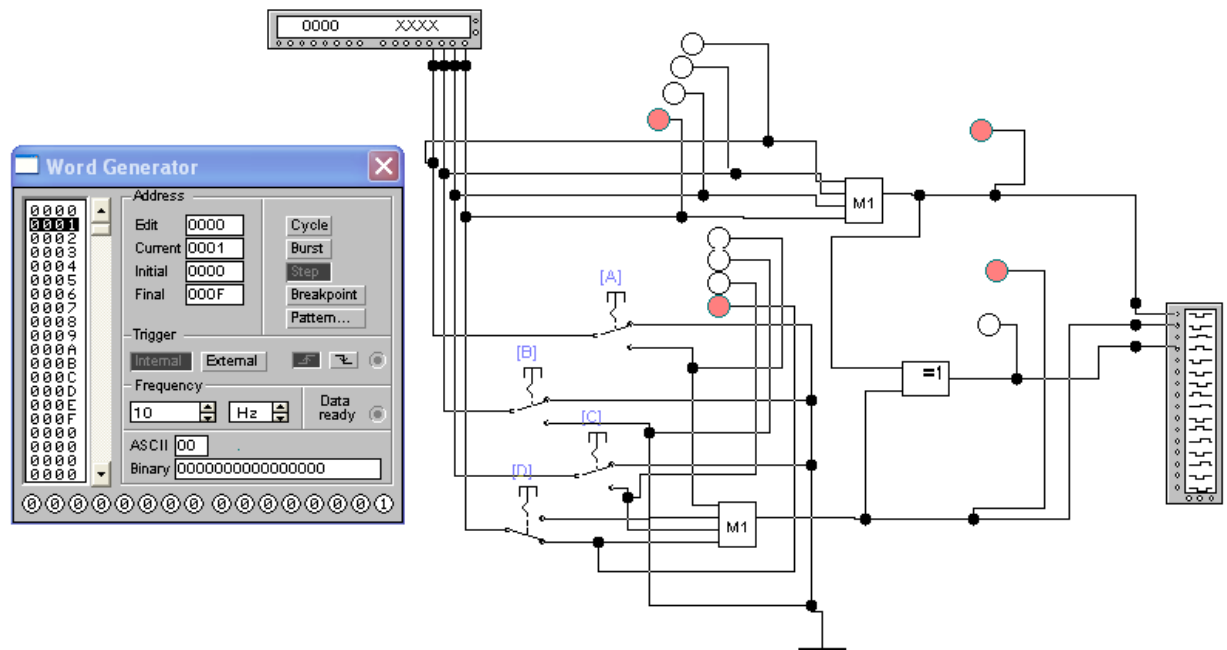


Рисунок 2.10 – Експериментальна схема генератора імпульсів

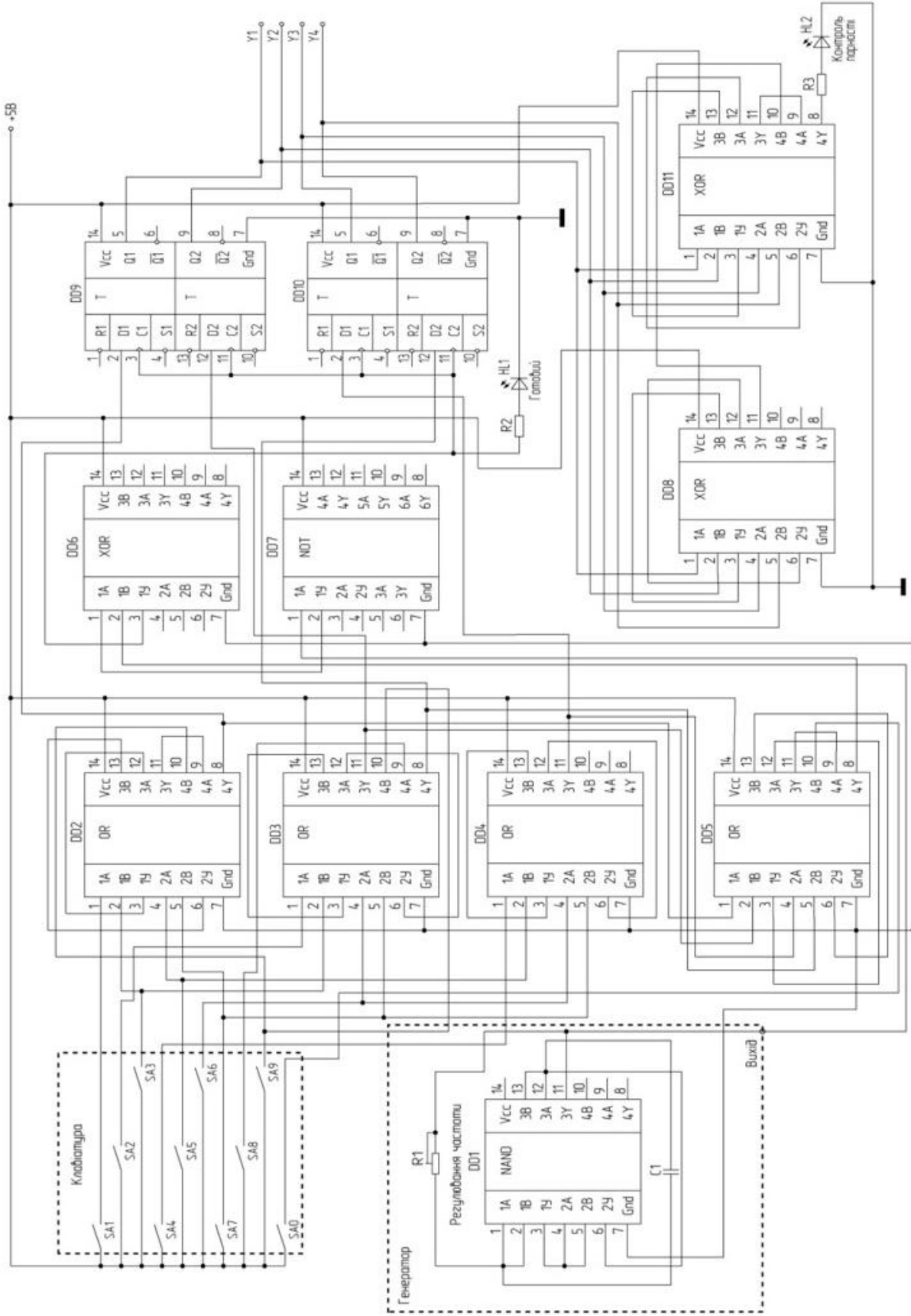


Рисунок 2.11 – Схема електрична принципова розроблена пристрою введення інформації

2.7 Основи алгоритмів визначення достатньої продуктивності мікропроцесора інтелектуального ядра МПСАУ

В основу алгоритму програми (Додаток А) покладено ітераційний процес обробки виразів за формулами:

Тривалість перехідного процесу в МПСАУ дорівнює:

$$t_y = mT_{\text{кв}} \quad (2.1)$$

$T_{\text{кв}}$ – тривалість періоду квантування;

m – кількість періодів квантування, що вкладаються в інтервалі управління t_y .

Можна вважати, що тривалість перехідного процесу (t_y), або час управління, в основному складаються із затрат на:

- введення даних ($t_{\text{вв}} = n_{\text{вв}}/c_{\text{вв}}$);
- програмну обробку даних ($t_{\text{од}} = n_{\text{од}}/c_{\text{од}}$);
- управління апаратними ресурсами мікроЕОМ ($t_{\text{уо}} = n_{\text{оп}}/c_{\text{уо}}$);
- вивід результатів обробки даних ($t_{\text{вы}} = n_{\text{вы}}/c_{\text{вы}}$).

Де в загальному виді:

$t_{\text{хх}}$ – середня статистична протяжність операцій ;

$n_{\text{хх}}$ – середня статистична сумарна кількість операцій;

$c_{\text{хх}}$ – середня статистична продуктивність апаратних засобів, що реалізують процедури введення/вивода та обробки даних;

C – середня статистична продуктивність мікропроцесора.

Швидкість обробки даних залежить від співвідношення розрядності процесора та машинного слова, структури пам'яті, долі операцій, що виконуються з використанням прямого доступу до пам'яті, способу

організації багатозадачного режиму, а також властивостей операційної системи.

Оскільки підготовка та реалізація управління повинні бути виконані в інтервалі часу t_y , то умова наявності режиму реального часу має вигляд:

$$\omega = \frac{t_y}{t_{\text{гг}} + t_{\text{yo}} + n_{\text{оп}}/C + t_{\text{гвг}}} \geq 1 \quad (2.2)$$

Обравши значення ω більше 1 на величину $\varepsilon = (\omega - 1)$, поступово збільшуючи значення $n_{\text{оп}}$ у виразі (2.2), обчислюючи відповідну продуктивність C мікропроцесора можна, після ряду ітерацій, отримати значення C , що відповідає обраному значенню ε . Цей алгоритм покладено в основу програми SMP5.

Значення t_y залежить від властивостей об'єкта управління та вимог до його якості, а $t_{\text{гг}}$, $n_{\text{гг}}$, $c_{\text{гг}}$ визначаються характеристиками програмного забезпечення та середньостатистичними властивостями апаратних засобів із каталогів обладнання.

Встановлено, що одні параметри задані конкретними числовими величинами, інші – повинні підбиратися в процесі розрахунку, а для деяких необхідно виконувати допоміжні розрахунки. Так для визначення періоду квантування $T_{\text{кв}}$ – основного параметра розрахунку, необхідно виконати моделювання динаміки МПСАУ. Для моделювання динаміки замкнутих аналогових та цифрових САУ і оцінки результатів проектування використана програма CSA9. Блок-схема цієї програми відображає основи алгоритму та логіку – математичні основи аналізу динаміки САУ охоронних об'єктів (Додаток А).

Вихідні дані для розрахунку параметрів інтелектуального ядра МПСАУ:

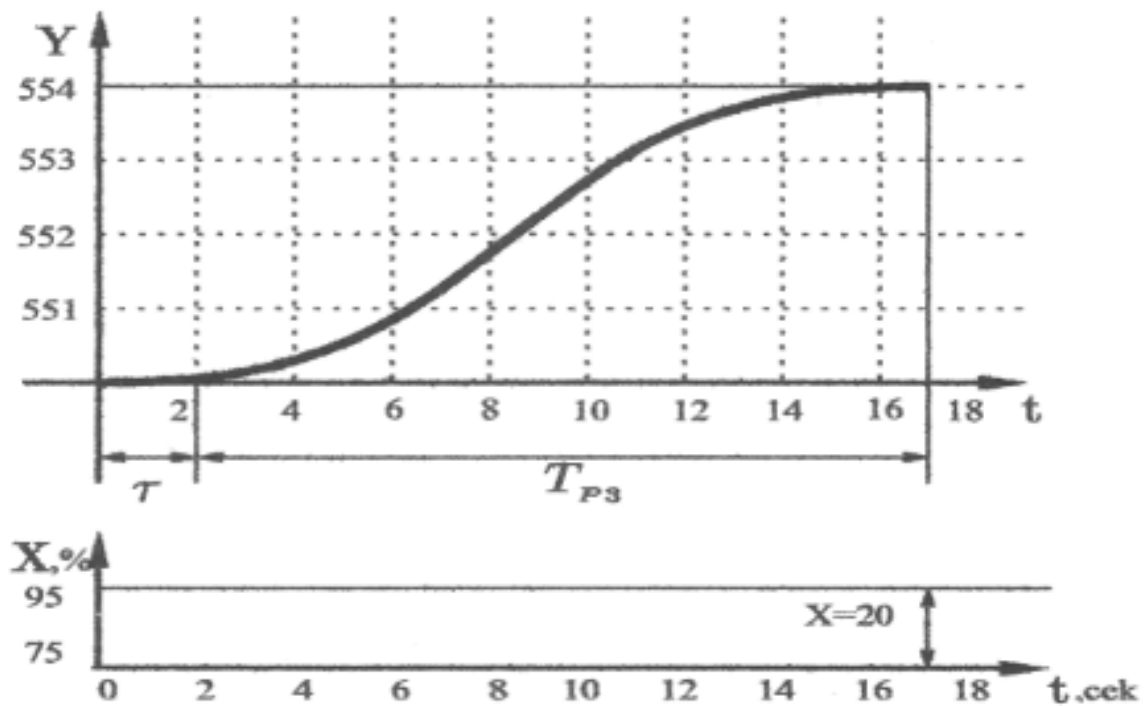
-період квантування	$T_{кв} = 0.0340;$
-клас точності ВП АСУТП	$K_{лс} = 1.000$
-необхідна розрядність маш. слова	$R_{мс} = 2.$
-кількість дискретних каналів ОП	$S_{ху} = 3.$
-кількість аналогових каналів ОП	$A_{ху} = 3.$
-час АЦ перетворення	$T_{ацп} = 0.0000870$
-група складності ПО	$\Gamma_{рпо} = 6.$

Таблиця 2.1 -Вихідні дані для моделювання динаміки МПСАУ

Змінна	Парам.	Розмірн.	Значення
1. Період квантування даних	$T_{кв}$	с	
2. Клас точності ВП	Δ	б/р	1
3. Розмір машинного слова	$d_{мс}$	байт	2
4. Кількість каналів	$n_{ц} / n_{а}$	ед.	3 / 3
5.Час АЦ перетворень	$t_{ас}$	с	
6. Група складності ПО	$\Gamma_{рпо}$	б/р	6

Блок 1-відкриває початок алгоритму.

Блок 2-модель запитує значення постійних часу (T_1, T_2) об'єкту управління, що характеризують його динамічні властивості. Якщо вони відомі –«Так» відбувається перехід до перевірки їх коректності (Блок 7).



t-час спізнення; $T_{p.з.}$ -час розгону.

Рисунок 2.12-Крива розгону об'єкта системи

Як що постійній часу невідомі – «Ні», відбувається перехід до підпрограмного обчислення постійних часу (T_1, T_2) за експериментальною кривою розгону (Блоки 3,4,7). Для розрахунку T_1 і T_2 використано алгоритм однократного інтегрування кривої розгону, заданою 20-тю ординатами з постійним кроком у часі.

Як що ординати кривої розгону невідомі, розрахунок може бути виконаний по відомій величині часу розгону об'єкту, що описано стандартною кривою розгону (Блоки 5,6).

Блок 7-Перевірка умов аперіодичності перехідного процесу ($T_1^2 > 4T_2$).

Блок 8 – Якщо для введених значень T_1 , T_2 умови коректності не виконано, автоматично коректується постійна часу T_2 ($T_2 = 0,245T_1^2$) і про це виводиться повідомлення.

Блок 9 – Перевірочний розрахунок кривої розгону з метою визначення похибки розрахунку T_1, T_2 .

Блок 10 – Вибір пристрою виводу інформації (монітор/принтер).

Блок 13, 14, 15, 16 - Ввод початкових наближень параметрів настройки (K_p, T_i, T_d) керувального пристрою, якщо вони відомі. Це скоротить час оптимізації моделі.

Блок 17, 18 - Вибір способу управління (неперервне/дискретне). Визначається алгоритмічно по заданій кількості каналів. Якщо задано один канал, керування аналогове. Якщо ординати кривої розгону невідомі, розрахунок може бути виконаний по відомій величині часу розгону, який описано стандартною кривою розгону (Блоки 5, 6).

Інтервал часу $T_{кв}$ - період квантування в часі керувальної дії -X, в межах якої регулярно кожний канал, в порядку дійсної черги, обслуговується мікропроцесором. Величина $T_{кв}$, повинна бути достатньою для коректного відпрацювання всіх процедур кроку управління усіма каналами об'єкта, тобто відповідати умовам роботи МПСАУ в режимі розподілу реального часу. Для визначення величини $T_{кв}$, необхідно задати кількість періодів квантування - m , що задовольняє умовам теореми Котельникова. Рекомендується вибрати цей параметр із області $\{12...80\}$ з урахуванням того, що при збільшенні кількості періодів квантування, частота доступу - $f_k = 1/T_{кв}$ кожного каналу до ресурсів МЕОЕМ збільшується, і відповідно, зменшуються втрати інформації при квантуванні. Однак, при цьому час доступу каналу - $t_k = T_{кв}/n_k$ до ресурсів інтелектуального ядра МПСАУ зменшується, відповідно зменшується і вірогідність бездефіцитної обробки інформації, що поступає із каналу.

Блок 19-Введення параметрів об'єкта управління системи K_o, τ та зовнішнього збудження s . Ці дані можна визначити експериментально (рис.2.9). З метою узагальнення характеристик та параметрів різних кіл САУ, їх нормують по

збудженню та відклику, приводячи діапазони їх числових оцінок до 100% (X) або одиниці.

Величина транспортного спізнювання τ – рівна інтервалу часу між моментом нанесення збудження X появою відклику на нього - Y. На рис.2.9 $\tau = 2\text{с}$. Час розгону T_p відповідає часу від появи відклику ОУ на збудження і до моменту переходу сигналу відклику в установлений стан. В даному випадку $T_{pz} = 15$ секунд. Коефіцієнт передачі ОУ – K_0 , рівний відношенню приросту Y до визиваючого цей приросту X.

Блок 20 – Оптимізація налагодження керувального пристрою. Для цієї процедури обрано градієнтний метод. Критерій оптимізації - задана величина перерегулювання, яка визначається за формулою:

$$\eta = y_2 / y_1 = y_3 / y_2 = \dots \quad (2.3)$$

Для енергетичних процесів рекомендовано взяти значення $\eta = 0.4$. В цьому випадку термін перехідного процесу максимальний, однак динамічна помилка та площа під кривою розгону мінімальні, що відповідає економічному режиму енергетичного процесу. Якщо технологія виготовлення МПСАУ обмежує термін перехідного процесу, перерегулювання вибирається рівним 0.2 із області $0,02 \leq \eta \leq 0,4$. В даному проекті η вибрано 0,4 для всіх каналів ОП. Блок 21,22,23 - Вибір пристрою [монітор/принтер] та форми виводу результатів моделювання.

Блок 24, 25 – Заказ на відновлення перехідних процесів в системі.

$Y = \Phi(s, x, t)$ – ця функціональна залежність відображає реакцію МПС на стандартне ступінчате зовнішнє збудження каналу (S-Y) об'єкта управління ОП.

$x = f(y, t)$ – керувальний вплив на вході каналу ОП, формується керувальним пристроєм МПС і являється його відкликом на відхилення керованого параметра Y на виході ОП від заданого значення.

Властивості МПС можна описати за допомогою методу Рунге – Кутта та використання підпрограми RKGS із пакету програмного забезпечення мови FORTRAN 5.

Оскільки МПСАУ багатоканальна, оптимальне налагодження закону керування залежить і від кількості каналів.

Блок 26,31 – Вибір форми [таблиця або графік] і пристрою виводу [монітор або принтер] перехідних процесів на вході (X) і виході (Y) об'єкта системи.

Блок 32,33 – Перехід на розрахунок області стійкості системи в площині параметрів (K_p, T_n, T_d), налагодження закону управління на заданий критерій оптимуму, оскільки особливістю замкнутих динамічних систем зі зворотнім зв'язком є можливість самовільного збудження при випадкових найменших зовнішніх впливах.

Для перевірки стійкості системи можна скористатися аналітичними та алгебраїчними методами. Високі результати показано з використанням алгебраїчного критерію Рауса -Гурвиця, що відображає область стійкості в площині параметрів наладки (K_p, T_n, T_d) керувального пристрою системи і надає можливість наочного визначення впливу на запас стійкості не тільки налагодження закону управління, але й інших різних факторів.

Критерієм стійкості лінійної системи автоматичного управління згідно Раусу –Гурвицю є позитивне значення всіх коефіцієнтів першого стовбця таблиці, де D –розбиття в площині двох параметрів (K_p, T_n) при фіксованому третьому – T_d . Області заповнені нулями відображають сукупність цих параметрів, що забезпечують стійкість системи.

Блок 34,36 – Вибір пристроїв [монітор/принтер] для виводу результатів розрахунку області стійкості.

Блок 37, 38 – Вибір меню продовження моделювання, розпочати спочатку або закінчити роботу.

Результати моделювання динаміки МПСАУ

Канали верхнього рівня (1,2 –цифрові 3,4 –аналогові).

Об'єкт: $T_2 = .73103E-01$; $T_1 = 0.55190$

$K_o = 1.0000$; $F = 10$.

Регулятор: $K_p = 0.12564$; $T_i = 0.56880E-01$; $T_d = 0.53709E-01$

Квантування; $T_{кв} = 0.8372E-01$; $SKB = 0.2500$

Перший екстремум: $T_{маx1} = 0.8279$; $Y_{1маx} = 6.504$

Другий екстремум: $T_{маx2} = 2.484$; $Y_{2маx} = -2.656$

Перерегулювання: $Y_2/Y_1 = 0.4083$; $Y_3/Y_2 = 0.4046$

Динамічна похибка: $Y_d = 6.504$

Статична похибка: $Y_c = 0.0000$

Тривалість перех. процесу: $T_p = 6.4$

Оптимізація завершена. Число ітерацій: 6.

Результати моделювання характеризують загальні технологічні властивості системи в динамічному режимі, які дають можливість визначити якість реалізації інформації каналами в реальній МПСАУ та необхідні параметри пам'яті. За допомогою програми SMP5 можна розрахувати динаміку та стійкість САУ, використавши наступну формулу 2.3:

$$T_2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \frac{dy}{dt} + y = k_o (x(t - \tau) + s) \quad (2.3)$$

y –параметр, що керується [од.]

S – збуджуюча дія [%X]

x –керувальна дія [од.]

n – кількість каналів [од.]

Параметри об'єкта:

- T_2, T_1 , постійні часу [c^2, c];
- k_0 , коефіцієнт передачі [(од.У)/(одХ)];
- τ , транспортне спізнювання [с].

Результати розрахунку параметрів інтелектуального ядра МПСАУ:

Розмір розрядної сітки мікропроцесора	байт-	2.
Орієнтована кількість машинних операцій	маш. оп	.1110760E+06
Прогнозований об'єм ПО	маш.слів	.6880000E+03
Прогнозований об'єм програми	маш. слів	407.
Прогнозований об'єм ROM-пам'яті	маш. слів	424.
Заданий час квантування керувальними діями	$T_{квзд}$	1.317000
Розрахунковий період квантування, с	$T_{кврч}$	1.290306
Необхідна кількість операцій, оп/с	$C_{меом}$.8608500E+05

Згідно обробки числових даних, мінімальний розмір розрядної сітки мікропроцесора $n_{рс}$ повинен відповідати точності постійних вимірювальних приладів (ПВП) інформаційної системи автоматизованого управління . Клас їх точності, в свою чергу, залежить від величини технологічного допуску $\Delta_{тх}$ %, який можна визначити за формулою:

$$\delta_{ппп} = 0.3 \Delta_{тх} \quad (2.4)$$

З урахуванням цього розмір розрядної сітки мікропроцесора становить:

$$n_{pc} = 1,4427 \ln(250/\delta + 1) + 1 \quad (2.5)$$

Якщо ця умова не виконується, то не забезпечується коректність результатів вимірювальної інформації, а отже потрібна якість управління охоронними об'єктами. Таким чином для , для 3% – го технологічного допуску клас точності ПВП прийнято за 1 і відповідний йому розмір розрядної сітки 2 байти.

2.8 Визначення структури та мінімального об'єму пам'яті інтелектуального ядра

Постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) – незалежні пристрої, тобто зберігають інформацію навіть при вимкненні електроживлення. ПЗП, як правило, реалізуються на основі діодної матриці, в якій діоди розташовуються на пересічення горизонтальних та вертикальних шин, що є лініями стовпців [8; 11]. Інформація прочитується з розрядних шин. Логічна одиниця з'явиться на тих розрядних шинах, які через діод підключені до адресної шини. Функціональна схема ПЗП зображена на рис. 2.13.

Даний функціональний блок реалізується на мікросхемі K155ИДЗ та ряду інверторів K155ЛН1.

Система живлення ПЗП є 4-розрядним регістром, в якому зберігається результат операції, виконаний в ПЗП . Таким чином він може бути зібраний у вигляді схеми на регістровій пам'яті.

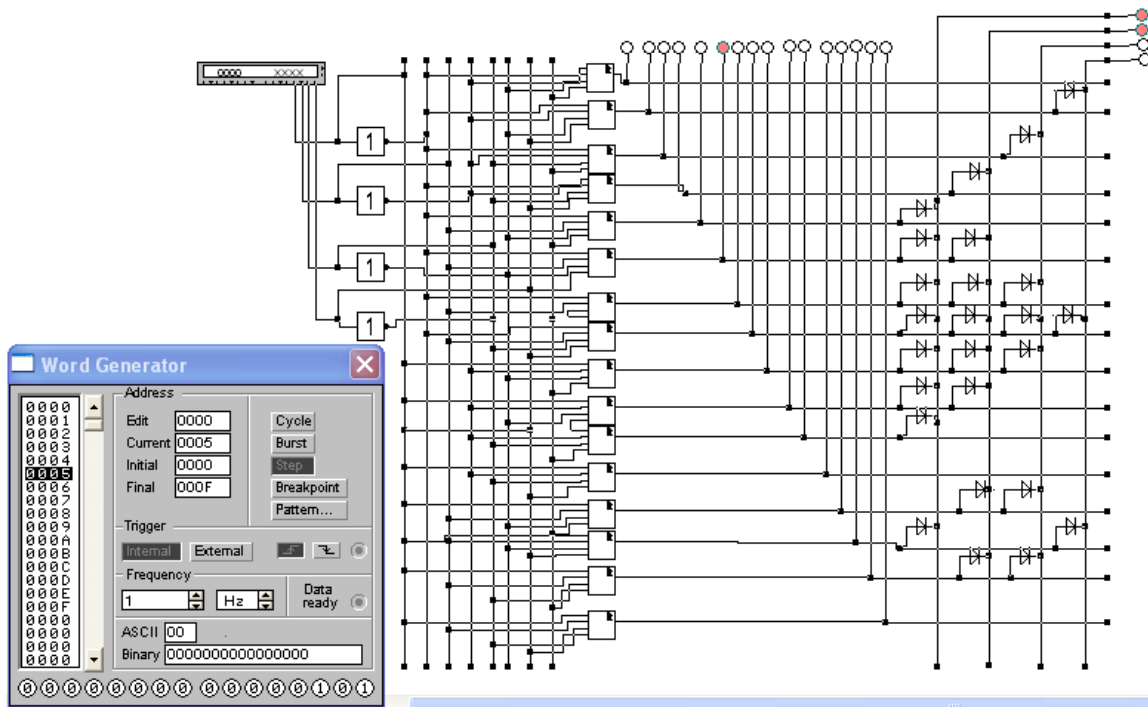


Рисунок 2.13 - Функціональна схема ПЗП

У паралельному регістрі на тактованих D-тригерах код числа, що запам'ятовується, подається на інформаційні входи всіх тригерів і записується в регістр з приходом тактового імпульсу. Вихідна інформація змінюється з подачею нового вхідного коду і з приходом наступного імпульсу запису. Число тригерів дорівнює максимальній розрядності слів, що зберігаються. Схема електрична принципова системи живлення, яка зібрана на мікросхемах К155ТМ2, представлена на рис.2.14 [8; 11; 12].

Структура пам'яті інтелектуального ядра МПСАУ визначається її призначенням. Оскільки розроблена система відноситься до групи використання у промислових умовах, її основними компонентами являються:

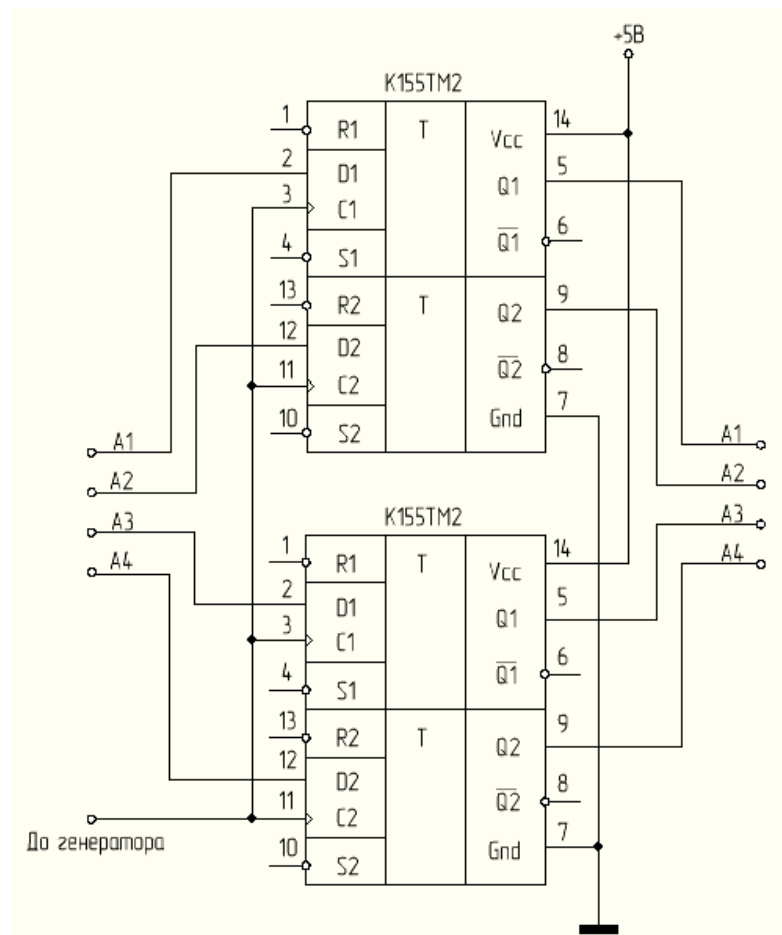


Рисунок 2.14 – Схема електрична принципова системи живлення

Зовнішній запам'ятовуючий пристрій (ЗЗП).

Призначення :

- зберігання резидентного системного програмного забезпечення (ПЗ);
- зберігання архівного прикладного ПЗ;
- зберігання технологічних та нормативно – довідкових даних;
- зберігання звітних даних.

Параметри обираються відповідно з параметрами даних, які необхідні для зберігання та режиму їх використання.

Оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП).

Призначення:

- зберігання оперативних даних (програма, її вихідні дані, процедура обробки, результати).

Сверхоперативний ЗП (СОЗП).

Призначення :

-зберігання одного слова оперативної задачі. Входить до складу структури мікропроцесора.

Основою для вирішення даних задач є вид та об'єм програмного прикладного і системного забезпечення мінімально необхідного для функціонування розробленої багатоканальної дворівневої МПСАУ.

Таблиця 2.2 - Проблемне програмне забезпечення (ППЗ)

Зміст задачі	Вибір
1. Опитування аналогових ПВП	Так*
2. Опитування цифрових ПВП	Так*
3.Сглажування і фільтрація інформ. сигналів (ІС) ПВП	Сз
5. Нормування та масштабування ІС	Так*
6. АЦ і ЦА перетворення ІС	Так*
7. Комутація і фіксація ІС по входу МЕОМ	Так*
9. Архівація ІС	Так
10. Вивід даних на цифрове інформаційне табло	Так*
11. Міжмашинний обмін даними	сз
12. Формування керувальних дій	Так*
13. Підсилення потужності інформ. сигналів керувальних дій	Так*

14. Фіксація інформ. сигналів на інтервалі періоду квантування	Так*
15. Блокування розвитку аварій	сз
16. Метрологічна атестація засобів формування обробки інформаційних сигналів	сз
17. Акустична та оптична сигналізація позаштатних ситуацій	Так*

Загальний індекс ППЗ $-\lambda_{\text{п}} = 0.45$, середньозважені оцінки всіх програм однакові.

СЗ – спецзамовлення ППЗ, для установки якого необхідна відповідна зміна структури та об'єму пам'яті.

На відміну від проблемного, системне ПЗ керує апаратними засобами інтелектуального ядра і ресурсами його мікропроцесора.

Загальний індекс СПЗ $-\lambda_{\text{с}} = 0.35$, середньозважені оцінки всіх програм однакові.

СЗ – спецзамовлення СПЗ, для установки якого необхідна відповідна зміна структури та об'єму пам'яті. Загальна питома вага програмного забезпечення необхідна для нормального функціонування розробленої багатоканальної дворівневої МПСАУ визначається її групою $\Gamma_{\text{р}}$:

$$\Gamma_{\text{р}} = 0.45 \sum p_i + 0.35 \sum s_j \quad (2.6)$$

$$i=1,2,\dots,r, \quad j=1,2,\dots,q,$$

де P – індекс програми ППЗ; S – індекс програми СПЗ .

Групова оцінка ПЗ визначається за формулою (2.6) сумою середньозважених оцінок використаних програм ППЗ та СПЗ інтелектуального ядра МПСАУ. а результатами розрахунків встановлено, що структура МПСАУ повинна бути 4-х каналною з двома цифровими підканалами, а також добавлено ще два

Таблиця 2.3 -Системне програмне забезпечення (СПЗ)

Зміст задачі	Вибір
1. Початкове завантаження МЕОМ	Так*
2. Монітор резидентний (керування апаратними засобами)	Так*
3. Монітор командний (BIOS)	Так*
4. Керування апаратними засобами МЕОМ	Так*
5. Керування задачами (завданнями)	Так*
6. Післяаварійне перезавантаження МЕОМ	сз
7 Драйвери контролерів: 7.1 Прямого доступу до пам'яті 7.2 Відеомонітора 7.3 Дискководів (HD, CD, flash) 7.5 Принтера 7.5УСО по входу і виходу МЕОМ	Так*
7.6 Пристроїв телекомунікаційного доступу	сз
7.7 Засобів метрологічного моніторингу	сз
8. Визначення та обробка апаратних та програмних збоїв	Так
9. Статистика збоїв	сз
10. Визначення та обробка помилок оператора	Так*
11. ПЗ таймерів	Так
12. ПЗ УТКД	сз

аналогових канали, через які можна отримувати транзитну інформацію з нижнього рівня, обминаючи його контролери. Це дозволяє вирішити задачі недоступні для контролерів нижнього рівня (гаряче резервування, оптимізація технології та параметрів систем управління каналами).

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Згідно до розділу 2, при розробці багатоканальної МПСАУ охоронними об'єктами можуть виникнути наступні потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- підвищений рівень шуму, що викликаний роботою приладів;
- зміна температури повітря в приміщенні;
- зміна вологості повітря в приміщенні;
- понижена швидкість повітря в приміщенні;
- освітленість робочого місця;
- вплив хімічних речовин ті інфрачервоного випромінювання під час паяння.

Робота в умовах підвищеного шуму викликає швидку стомлюваність, загострює слух на високих частотах. Потім починається погіршення слуху, яке поступово розвивається в глухуватість і глухоту. Шум згубно діє не тільки на слуховий апарат, але і на центральну нервову систему людини, роботу серця, служить причиною багатьох інших захворювань.

Освітлення – недостатнє освітлення викликає зменшення продуктивності праці, підсилює стомлюваність, збільшує кількість помилкових дій, що можуть привести до браку або нещасному випадку, також може розвинути короткозорість.[13]

Мікроклімат – відхилення окремих параметрів мікроклімату від рекомендованих значень знижують працездатність, погіршують самопочуття, і можуть привести до професійних захворювань. Так, при низькій температурі

повітря відбувається охолодження організму, що сприяє виникненню простудних захворювань. При високій температурі виникає перегрів організму, що веде до підвищеного потовиділення й зниженню працездатності. Працівник втрачає увагу, що може стати причиною нещасного випадку. Підвищена вологість повітря утрудняє випар вологи з поверхні шкіри й легенів, що веде до порушення терморегуляції організму, і до погіршення стану людини й зниженню працездатності. При зниженій відносній вологості в людини з'являється відчуття сухості слизуватих оболонок верхніх дихальних шляхів. Швидкість руху повітря також має немаловажне значення, при температурі до 35-36° С виявляє на людину освіжаюча дія, а при температурі більш 40° С – несприятливе.

3.2 Заходи з поліпшення умов праці та виробнича санітарія

Для захисту від шуму застосовуються наступні основні методи:

- технічні заходи, які спрямовані на зменшення шуму від джерела їх утворення;
- раціональне планування приміщення для зменшення шумів, виникаючих в приміщенні від внутрішніх джерел;
- використання систем звуко- та шумоізоляції;
- використання засобів та пристроїв індивідуального захисту.

По характеру виконувана на ділянці робота ставиться до легкої фізичної категорії 1б (проводиться сидячи, коштуючи або пов'язана з ходьбою й супроводжується деякою фізичною напругою). У приміщенні, де проводяться роботи такої категорії для забезпечення сприятливого впливу мікроклімату можна використовувати системи центрального кондиціонування

(багатосекційні та багатофункціональні системи, які розміщуються у відведеному для неї приміщенні або за межами будівлі), які дозволяють контролювати оптимальні значення температури, вологості та швидкості повітря в приміщенні.

У приміщенні де проводяться роботи категорії 1б установлені наступні нормовані значення мікрокліматичних умов:[14]

- температура повітря в холодний період року 23-25° С;
- відносна вологість 40-60%;
- температура повітря в теплий період року 22-24° С;
- швидкість руху повітря не більш 0,2 м/с.

Освітленість повинна забезпечуватись комбінованим штучним освітленням, тому що необхідна висока точність при виконанні роботи. Комбіноване штучне освітлення полягає в розподілі світильників рівномірно по всій площі приміщення та додатковому освітленню, яке концентрує світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Вплив хімічних речовин та інфрачервоного випромінювання можна зменшити за допомогою засобів індивідуального захисту – маски, теплозахисний одяг.

Для зменшення дії психофізіологічних факторів необхідно розробити сприятливий графік роботи з необхідною для відпочинку перервою.

Виділення шкідливих речовин – при роботі на ділянці травлення друкованих плат виділяється велика кількість шкідливих речовин. Травлення відбувається в розчині соляної кислоти, температура розчину становить 60-70°С. При цьому виділяються хлорид міді CuCl_2 , водень H_2 , можливе виділення хлору Cl_2 . Водень при змішуванні з атмосферним киснем утворює вибухонебезпечну суміш. Хлор ставиться до другого класу небезпеки (високонебезпечні речовини), його нормована гранично припустима концентрація в повітрі робочої зони становить 1 мг/м³. Він може викликати важкі отруєння зі смертельним результатом. Для захисту від впливу на людину

шкідливих речовин необхідне застосування не тільки загальної, але й місцевої вентиляції.

Для ефективного відводу забрудненого повітря від ділянки по травленню друкованих плат застосуємо двохбортові відсмоктувачі, розташовані близько кожної із чотирьох ванн для травлення друкованих плат. Ванни мають однакові розміри 500X200 мм. Схема двохбортового відсмоктувача наведено на рисунку 4.1. Кількість повітря L (м³/година), що віддаляється одним двохбортовим відсмоктувачем, визначається по формулі:[15]

$$L=1400(0,53Bl_2/(B+l_2)+H)^{1/3}Bl_2k_1k_2k\Delta t,$$

де B – розрахункова ширина ванни, м;

l_2 – довжина ванни, м;

H – відстань від дзеркала електроліту до осі щілини, м (з конструктивних міркувань ухвалюємо 100 мм);

k_1 - коефіцієнт обліку конструкції відсмоктувача, прийнятий рівним 1 для двохбортового відсмоктувача;

k_2 – коефіцієнт обліку токсичності, що виділяються шкідливих речовин, ухвалюється рівним 1,25;

$k\Delta t$ - коефіцієнт обліку температури електроліту, при різниці температур електроліту й навколишнього повітря в 50 °С ухвалюється рівним 1.79.

Остаточно, маємо:

$$L=1400*(0,53*0,5*0,2/(0,5+0,2)+0,1)^{1/3}*0,5*0,2*1,79*1,25*1=175\text{ м}^3/\text{год}$$

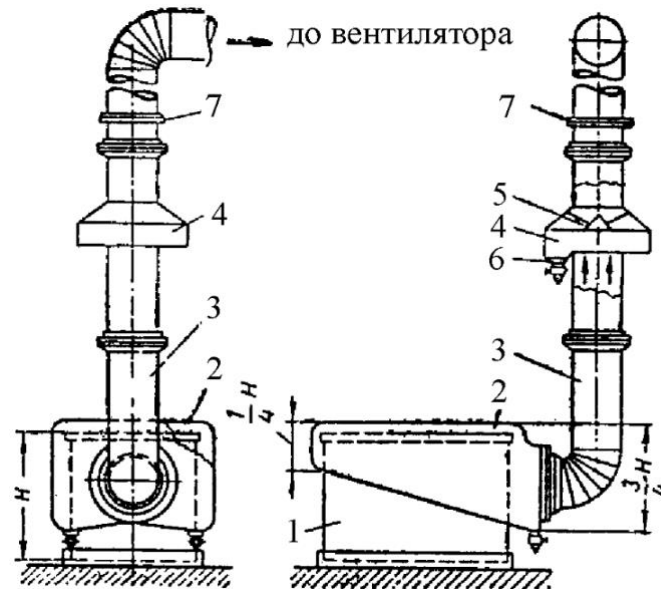
Загальна кількість повітря, що віддаляється, м³/год,дорівнює:

$$L_{заг}=L*n$$

де n – кількість двохбортових відсмоктувачів.

$$L_{заг}=175*8=1400\text{ м}^3/\text{год}$$

У якості вентилятора, що видаляє такий обсяг повітря, можна застосувати вентилятор марки ДО315L фірми “VENTRADE”, що має наступні технічні характеристики:



1 – корпус ванни; 2 – кожух бортового відсмоктувача; 3 – витяжний повітря відвід; 4 – збірник для вловлювання розчину; 5 – конус у збірнику; 6 – видалення конденсату; 7 – заслінка.

Рисунок 3.1 - Схема двостороннього бортового відсмоктувача

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики обраного вентилятора марки ДО315L фірми “VENTRADE”

Споживана потужність, Вт	319
Потік, м ³ /год	1660
Частота обертання, об/хв	2645
Звуковий тиск, db(A)	46
Вага, кг	5

Заходу безпеки при роботі з ваннами для травлення друкованих плат і травильними розчинами:

- вентиляція в цеху включається до початку робіт, а вимикається тільки після їхнього закінчення;
- категорично забороняється робота з несправною вентиляцією, тому що в цьому випадку виділюваний хлор може викликати отруєння людей, а водень створює з атмосферним киснем вибухонебезпечну суміш;
- усі роботи проводяться в гумових рукавичках і скляних окулярах щоб уникнути влучення травильного розчину на шкіру й в очі;
- у випадку влучення розчину в очі або на шкіру, ушкоджені ділянки тіла необхідно промити водою протягом 15-20 хвилин і звернутися до лікаря;
- ємності із травильним розчином зберігаються в щільно закупорених ємностях у місцях, що виключають їхнє можливе ушкодження;
- усі працівники зобов'язано знати техніку безпеки й заходу надання першої допомоги потерпілим при отруєннях хлором і іншими хімічними речовинами, а також при поразці електричним струмом.[14]

3.3 Заходи електробезпеки

Приміщення виробничої ділянки по травленню друкованих плат хімічним методом – ставиться до особливо небезпечного приміщення, тому що в ньому:

1. Є присутнім активне хімічне середовище (хлорне залізо, соляна кислота), яке здатне викликати руйнування ізоляції й зменшення її опору.

2. Можливий дотик людини до металоконструкцій, що мають з'єднання із землею, будинку (батареям центрального опалення й ін.), технологічним апаратам, механізмам з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування, що перебуває під напругою;
3. Є бетонна підлога, яка за певних умов може стати електропровідною (підвищена вологість і ін.);

По характеру навколишнього середовища приміщення ставиться до класу приміщень із активним хімічним середовищем.

По ступеню доступності ділянка ставиться до виробничих приміщень (устаткування доступне для обслуговуючого персоналу неелектротехнічних спеціальностей, що не мають достатньої вистави про безпеку при роботі з електроустаткуванням).

У приміщенні даного класу використовується чотирипровідна електромережа із глухо-заземленої нейтраллю й з нульовим захисним провідником, тому що неможливо забезпечити гарну ізоляцію проводів внаслідок наявності агресивного хімічного середовища. Мережа електроживлення – трифазна, 380/220 В.

Поразка електричним струмом може відбутися при короткому замиканні проводки на металевий корпус апаратури, при недотепному обігу з електрообладнанням, при випадковому торканні струмоведучих частин. Для захисту персоналу від поразки електричним струмом застосовуються занулення, що забезпечує швидке відключення апарата при замиканні струмоведучих частин на металевий корпус, обладнання захисного відключення, що автоматично відключають електроустановку при потенційній можливості зіткнення людини зі струмоведучими частинами, а також захисне заземлення [15].

Розрахуємо опір захисного заземлення.

Розрахунки ведеться по формулах, наведених в [16]. Заземлююче обладнання використовує природні заземлювачі (частини металевих

конструкцій, що перебувають у землі), обмірюваний опір розтіканню яких $R_e=25$ Ом.

Необхідний опір захисного заземлюючого обладнання для цього випадку (відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 121.038-81) повинне бути не більш 4 Ом. Отже, додатково до природнього заземлювача монтується штучний з вертикальних сталевих стрижнів довжиною $L=2.5$ м, діаметром 15 мм, верхні кінці яких з'єднуються сталевією смугою перетином 20×4 мм², покладеної в ґрунт (суглинок) з питомим опором $\rho=120$ Ом*м і на глибині $t=0,5$ м.

Контурний заземлювач розміщується по периметру будинку підприємства зв'язки, довжина якого $L_r=70$ м.

При відстані між заземлювачами $a=5$ м необхідна кількість вертикальних електродів складе:

$$n = L_r/a = 70/5 = 14 \text{ штук}$$

Необхідний опір штучного заземлюючого обладнання:

$$R_{u,mp} = R_e R_z / (R_e - R_z) = 25 * 4 / (25 - 4) = 4,76 \text{ Ом}$$

Опір розтіканню вертикальних (R_v) і горизонтальних (R_r) електродів визначається за формулами:

$$\begin{aligned} R_e &= (\rho/2nL) * (\ln(2L/d) + 1/2 \ln((4t+L)/(4t-l))) = \\ &= 120/2/2.5/3.1415 * (\ln(2*2.5/0,015) + 0.5 * \ln((4*1.75+2.5)/ \\ &\quad / (4*1.75-2.5))) = 42 \text{ Ом}; \end{aligned}$$

$$R_r = \rho / (2nL_r) \ln 2L_r^2 / b t_0 = 120 / (2 * 3,1415 * 70) \ln 2 * 70 * 70 / (0,004 * 0,5) = 4.2 \text{ Ом}.$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом*м;

L_r – довжина горизонтального заземлювача;

b – ширина смуги, м;

t_0 – глибина закладення смуги горизонтального заземлювача, м;

t - глибина закладення вертикального заземлювача;

d – діаметр вертикального заземлювача, м.

Коефіцієнти використання електродів $\eta_z = 0.66$ і $\eta_c = 0.36$

Опір розтіканню групового штучного заземлювача визначається за формулою [16]:

$$R_u = R_e R_e / (R_e \eta_c + R_e \eta_z n) = 42 * 4.2 / (0.36 * 42 + 4.2 * 0.66 * 14) = 3.27 \text{ Ом.}$$

Цей опір менше заданого (4.76 Ом), що значно підвищує безпеку.

Загальний опір заземлюючого обладнання:

$$R_{z,d} = R_e R_u / (R_e + R_u) = 25 * 3.27 / (25 + 3.27) = 2.9 \text{ Ом,}$$

що менше необхідного за ДСТ 121.030-81.

3.4 Техногенна безпека

Приміщення, де проводиться травлення друкованих плат, ставиться до вибухонебезпечного, тому що виділюваний при травленні водень із атмосферним киснем утворює вибухонебезпечну суміш. Однак це може відбутися лише при відключенні вентиляції, тобто при аваріях. Отже, приміщення ставиться до класу В-Іа. По ступеню пожежної небезпеки дане виробництво згідно СНиП 2.01.02-85 може бути віднесене до категорії Д, тому що характеризується наявністю тільки неспалених речовин і матеріалів у холодному стані.

Причинами пожежі в цеху можуть стати коротке замикання в ланцюгах харчування електроустаткування; значні перевантаження проводки; погані контакти в місцях з'єднання провідників, що приводять до збільшення перехідного опору, на якому виділяється велика кількість тепла; недбале поводження з вогнем; удари блискавки й ін.

Тому що на виробничій ділянці є велика кількість електроустаткування, а також кислота, використання води для гасіння пожежі небезпечно. Тому

передбачається використовувати установку газового об'ємного пожежогасіння, У якості вогнегасної речовини використовується комбінований вуглекислотно-хладоновий склад (85% двоокиси вуглецю, 15% хладону 111В2).

Розрахуємо необхідну масу вогнегасної речовини. Виробнича ділянка – приміщення розміром 5х10 метрів, висота стель – 3 м.

1. Необхідна маса комбінованого вуглекислотно-хладонового складу md , кг, для об'ємного пожежогасіння визначається за формулою [16]

$$md = k_6 qn V,$$

де k_6 – коефіцієнт компенсації невраховуваних втрат вуглекислотно-хладонового складу, ухвалюється рівним 1.2;

qn – нормативна масова, концентрація вуглекислотно-хладонового складу, ухвалюється 0.27 кг/м³ при часі заповнення приміщення, рівним 30 сек;

V – обсяг приміщення, що захищається, м³.

$$md = 1.2 * 0.27 * 10 * 5 * 3 = 48.6 \text{ кг}$$

2. Кількість ξ_1 балонів визначається з розрахунку місткості в 40-літровий балон 25 кг вуглекислотно-хладонового складу

$$\xi_1 = md / 25 = 48.6 / 25 = 2 \text{ повних балону}$$

3. Внутрішній діаметр магістрального трубопроводу di , мм, визначається за формулою:

$$di = d_1 \sqrt{\xi_2}$$

де d_1 – діаметр сифонної трубки балона, мм (30 мм)

ξ_2 – число балонів, що одночасно розряджаються.

$$di = 30 * \sqrt{2} = 42.4 = 43 \text{ мм}$$

4. Еквівалентна довжина магістрального трубопроводу l_2 , м, визначається за формулою:

$$l_2 = k_7 l$$

де k_7 – коефіцієнт збільшення довжини трубопроводу для компенсації невраховуваних місцевих втрат (ухвалюється рівним 1.1):

l – довжина трубопроводу по проекту, м (ухвалюється рівною 30 м).

$$l_2 = 1.1 * 30 = 33 \text{ м}$$

5. Площа перетину вихідного отвору зрошувача A_3 , мм², визначається по формулі:

$$A_3 = S / \xi_1$$

де S – площа перетину магістрального трубопроводу, мм²;

ξ_1 – число зрошувачів (8).

$$A_3 = 3.1415 * 2 * 33 / 8 = 26 \text{ мм}^2$$

6. Витрата вуглекислотно-хладонового складу Q , кг/з, залежно від еквівалентної довжини й діаметра трубопроводу визначається по [15]:

$$Q = 5,6 \text{ кг/з}$$

7. Розрахунковий час подачі вуглекислотно-хладонового складу t , хв, визначається по формулі:

$$t = md / 60Q$$

де md – розрахункова маса вуглекислотно-хладонового складу, кг;

Q – витрата вуглекислотно-хладонового складу, кг/с.

$$t = 48,6 / 5,6 = 8,7 \text{ хв}$$

8. Маса основного запасу вуглекислотно-хладонового складу, m , кг, визначається по формулі:

$$m = 1,1md(1 + k_8/k_6)$$

де k_8 – коефіцієнт, що враховує залишок вуглекислотно-хладонового складу в балонах і трубопроводах, рівний 0.2;

$$m = 1,1 * 48,6 * (1 + 0.2/1.2) = 62,4 \text{ кг}$$

Насадки розташовані на стелі у два ряди по чотири штуки в ряді на відстані 1.5 м від стін і 2 м друг від друга. Вони з'єднані послідовно магістральною трубою діаметром 33 мм, балони з газом розташовані в сусідньому приміщенні.

Визначимо технічні й організаційні заходи на ділянці по травленню друкованих плат. До технічних заходів ставляться протипожежні заходи, застосовувані при будівництві цехи. Зокрема, при будівництві цеху необхідно дотримати наступного:

- територію цеху необхідно постійно містити в чистоті, горюче сміття повинен систематично віддалятися на спеціально відведені ділянки й у міру нагромадження вивозитися;
- усі струмоведучі частини, розподільні обладнання, рубильники й інші пускові апарати монтуються на негорючих підставах (мармур, текстоліт, гетинакс, азбест, і т.п.);
- вимір опору ізоляції електромережі проводиться не рідше двох раз у рік. Несправні ділянки знеструмлюються й замінюються новими;
- уся електрична апаратура, установлена в цеху, виконується вибухозахищеної;
- для освітлювальної проводки в цеху застосовуються тільки проведення в кислотноупорній оболонці;
- для усунення можливості проникнення пар і газів із цеху в сусідні приміщення висновки проводів крізь стіни робляться із застосуванням порцелянових трубок, отвору яких закриваються кислотноупорною замазкою;
- опалення акумуляторного приміщення робиться централізованим (водяним або паровим) у вигляді цілих зварених труб без фланців і вентилів;
- на дверях цеху виконується великий напис “Вогненебезпечно, з вогнем не входити!”;
- паління в приміщенні строго забороняється;
- на випадок виникнення пожежі необхідно передбачити можливість евакуації людей. Евакуаційні шляхи повинні і забезпечувати евакуацію всіх людей, що перебувають у приміщенні цеху протягом необхідного часу. Число евакуаційних шляхів не менш двох;
- двері на шляхах евакуації навішуються так, щоб відкривалися по напрямкові виходу з будинку;

- обладнання розсувних і під'їзних дверей на шляхах евакуації не допускається;
- мінімальна ширина дверей на шляхах евакуації не менш 0,8м;
- висота переходу на шляхах евакуації не менш 2 м;
- обладнання кручених сходів і шаблів на шляхах евакуації не допускається;
- схема евакуації людей ретельно розробляється й вивіщується на видних місцях;
- увесь трудовий колектив проходить навчання заходам протипожежної безпеки.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведено аналіз елементної бази для створення систем управління охоронними об'єктами та обрано оптимальні варіанти відповідно до завдання.

2. Розроблено структурну та електричну принципову схеми багатоканальної дворівневої МПСАУ охоронними об'єктами з двома цифровими підканалами, а також додано ще два аналогових канали, через які можна отримувати транзитну інформацію з нижнього рівня, обминаючи його контролери. Це дозволяє вирішити задачі недоступні для контролерів нижнього рівня (гаряче резервування, оптимізація технології та параметрів систем управління каналами).

3. Розроблено програму для розрахунку параметрів та моделювання елементної бази МПСАУ;

4. Розроблено заходи з охорони праці та техногенної безпеки при реалізації та використанні багатоканальної МПСАУ охоронними об'єктами.

Прогнозні пропозиції - надійність системи можна підвищити за рахунок вибору достатніх параметрів апаратних засобів МПСАУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. О. В. Кравець. «Розробка мікроконтролерних засобів управління охоронними системами». К: Технології та дизайн, 2019.-97с.
2. О.В. Мороз "Система управління охоронною сигналізацією на основі мікроконтролера". Матеріали XVIII міжнародної науково-технічної конференції "Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців з інформаційно-комунікаційних технологій", Львів. 2019.-с.34-38
3. В. С. Багнюк "Розробка та дослідження мікроелектронної системи управління охоронними об'єктами"/ Багнюк В. С., Лендел В. В., Шиян В. М. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Електроніка та інформаційні технології, 2015.-93с.
4. В. І. Барабаш "Розробка мікроконтролерної системи управління охоронними об'єктами на базі GSM-модуля". Електротехніка та електромеханіка, Одеса. 2016.-54с.
5. В. І. Яновський "Мікроелектронна система управління охоронними об'єктами з використанням бездротових технологій" / Яновський В. І., Іваницький В. І., Денисюк Р. О. Науково-технічний журнал "Технології та техніка друкарства", 2017.-127с.
6. Пасько І. В. "Мікроелектронна система управління охоронними об'єктами з використанням мережевих технологій". Чернівці. Науковий вісник, 2021.-204с.
7. Годзевич О. "Мікроелектронні системи управління охоронними об'єктами: сучасні тенденції розвитку". К: Електроніка та зв'язок, 2022.-97с.
8. Мінакова В. О., Недашківський А. І. "Розробка мікроконтролерної системи управління охоронними об'єктами з використанням засобів Internet of Things". Матеріали науково-технічної конференції "Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання", Харків. 2019.-с.54-60
9. Шаповалова Л. Є. "Автоматизовані системи управління охоронними об'єктами на базі мікроелектронних компонентів". Матеріали міжнародної

науково-практичної конференції "Інноваційні технології в науці та освіті", Львів. 2017.-с.18-25

10. Бакум І. О., Бакум О. В., Світличний Ю. В. "Розробка мікроелектронної системи управління охоронними об'єктами на базі мікроконтролера Arduino".

Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання", Харків.2018.-с.81-100

11. Кузьменко М. М. "Мікроконтролерна система управління системою охорони приміщення". Матеріали науково-практичної конференції "Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія", Дніпро. 2020.-с.213-124

12. Хоменко О. В., Колодій І. В. "Мікроконтролерна система управління системою охорони приміщення на основі Wi-Fi модулю ESP8266". Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні проблеми і технології в електронному інженерії", Кременчук, 2019.-с.45-52

13. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98). — [Чинний від 1998-02-20]. – (НПАОП, ДНАОП (Державні Нормативні Акти з Охорони Праці)).

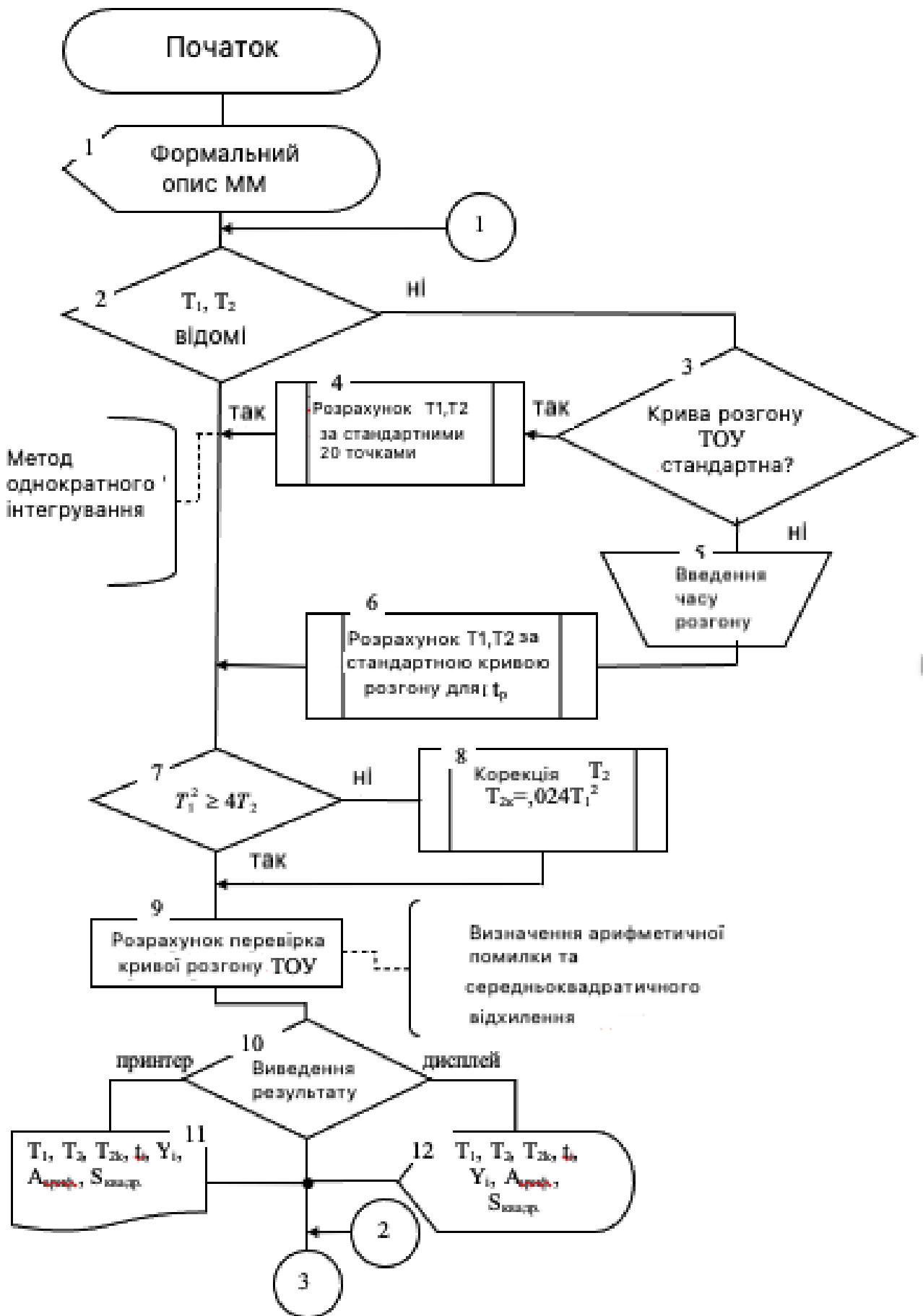
14. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – [Чинний від 2017-01-01]. – (ДСТУ (Державний Стандарт України)).

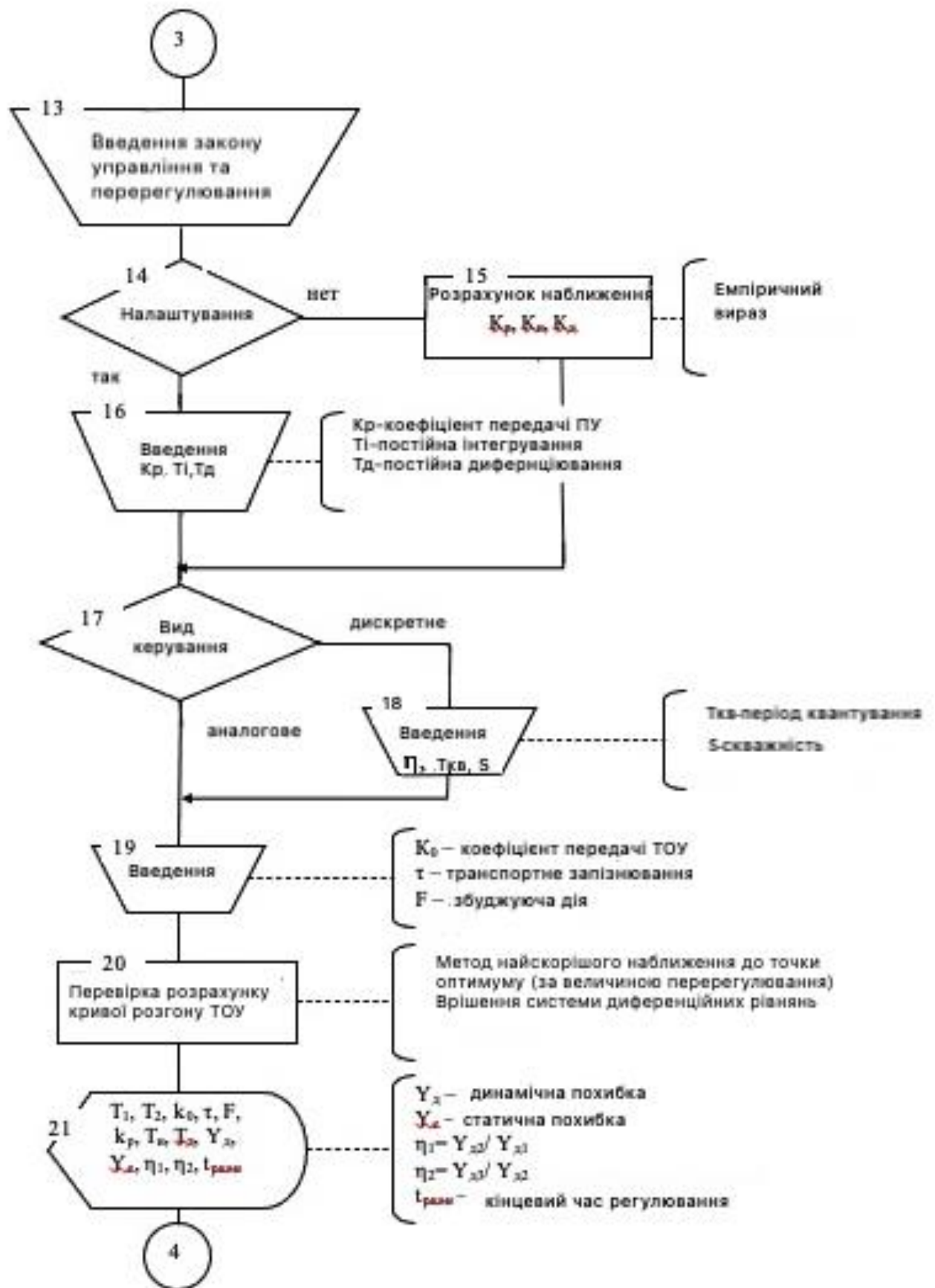
15. Ligazon.ua [Електронний ресурс]: Постанова №42 от 01.12.1999,

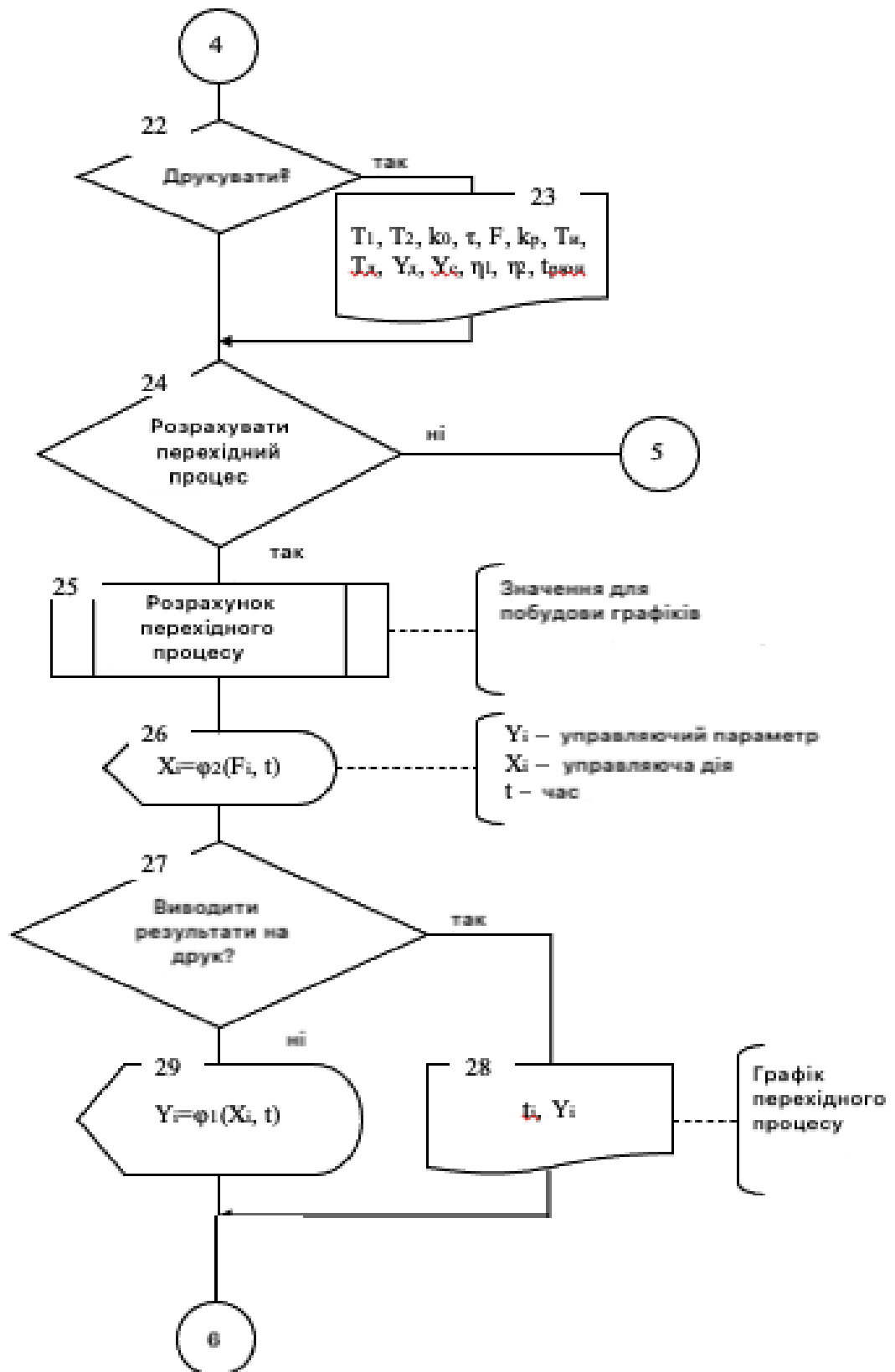
Категорія робіт - Режимдоступу:

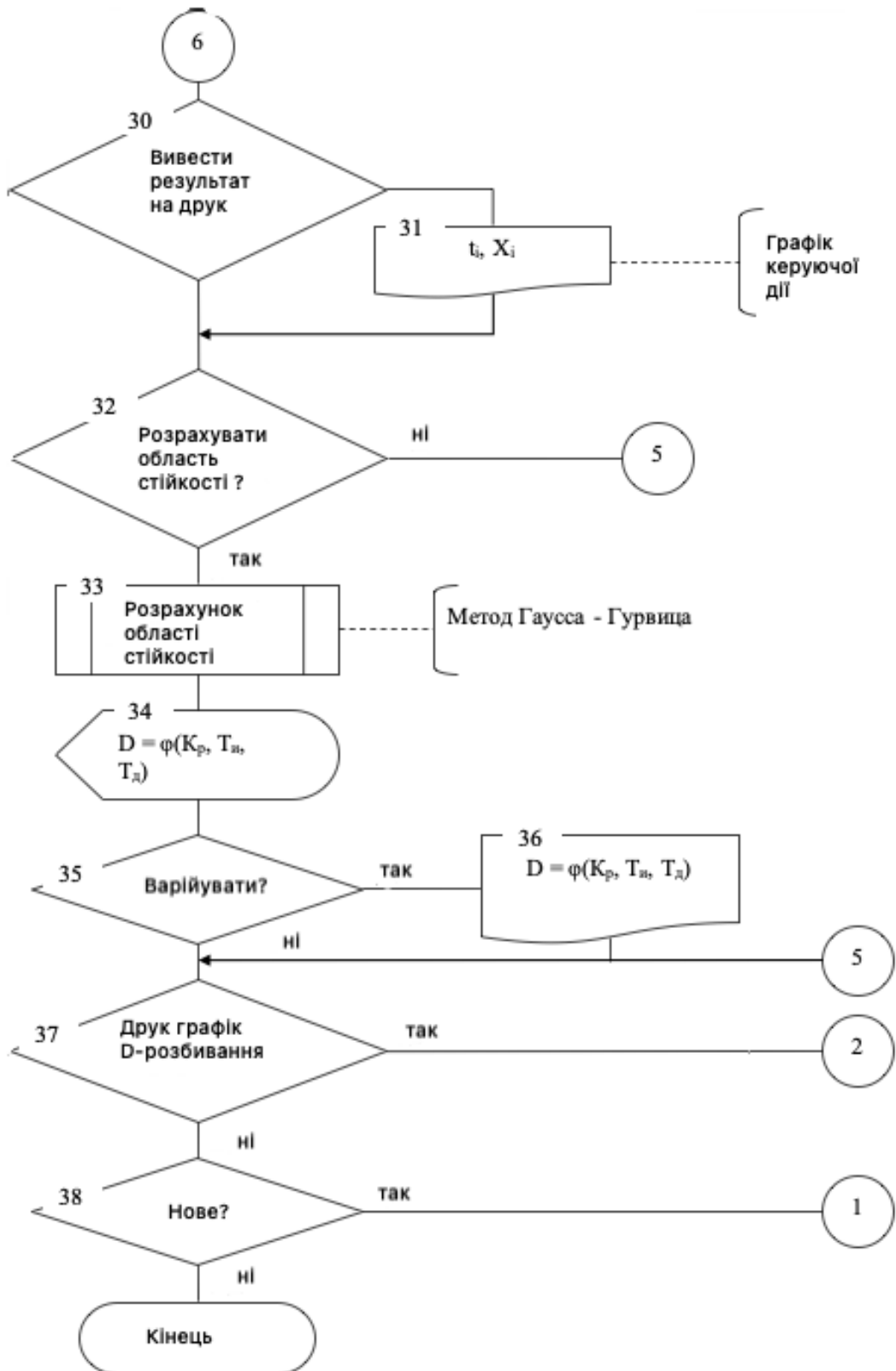
http://search.ligazon.ua/1_doc2.nsf/link1/TM009433.html. - Дата доступу:

квітень 2023









SCI-CONF.COM.UA

**MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE**



**PROCEEDINGS OF XI INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
JANUARY 29-31, 2023**

**LVIV
2023**

**MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE**

Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference

Lviv, Ukraine

29-31 January 2023

Lviv, Ukraine

2023

UDC 001.1

The 11th International scientific and practical conference “Modern research in world science” (January 29-31, 2023) SPC “Sci-conf.com.ua”, Lviv, Ukraine. 2023. 1579 p.

ISBN 978-966-8219-86-3

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern research in world science. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2023. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/xi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-world-science-29-31-01-2023-lviv-ukrayina-arhiv/>.

Editor**Komarytsky M.L.***Ph.D. in Economics, Associate Professor*

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: lviv@sci-conf.com.ua**homepage:** <https://sci-conf.com.ua>

©2023 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2023 Authors of the articles

МІКРОЕЛЕКТРОННА ОХОРОННА СИСТЕМА

Марченко Ілля Сергійович,
студент кафедри електроніки, інформаційних
системи та програмного забезпечення
Dyag468@gmail.com

Ніконова Зоя Андріївна,
к.т.н., доцент, професор кафедри
електроніки, інформаційних системи та
програмного забезпечення
nz.a@ukr.net

Ніконова Аліна Олександрівна,
к.т.н., доцент, доцент, кафедри
електроніки, інформаційних системи та
програмного забезпечення
nk_alina@ukr.net
Інженерний навчально-науковий інститут
ім. Ю. М. Потебні
Запорізький національний університет
м. Запоріжжя, Україна

Актуальність. Наявність на підприємстві чи приватному об'єкті інтегрованої охоронної системи – це природна необхідність і гарантія цілісності та безпеки об'єкта. Вона усуває складності, пов'язані з провідними пристроями виявлення вторгнень, і водночас підвищує безпеку за рахунок зручності та надійності. Мікроелектронні охоронні системи можуть містити також пожежні системи, облік доступу та інші рішення. До них відносяться:

- а) системи відеоспостереження, які призначені для забезпечення :
- цілодобового контролю за переміщенням людей у приміщеннях;
 - виявлення в зонах спостереження рухомих об'єктів, попередження про це персоналу;
 - ведення архіву відеозаписів подій;
 - перегляду та друку записаного відео;
- б) системи контролю доступу, що призначені для забезпечення:

- цілодобового контролю за входом та виходом в приміщення з обмеженим доступом;
- контролю входу на територію об'єкту та переміщенням персоналу до окремих частин;
- ведення архіву подій у системі.

До складу охоронної системи входять : датчики та радары різних типів - магнітні, акустичні, ультразвукові, оптичні; охоронні сигналізатори; програмне забезпечення; джерела безперебійного живлення та відеокамери, що слугують для визначення несанкціонованого проникнення в приміщення і видачі сигналу «Тривога» на пульт цілодобового спостереження [1].

Актуальною на сьогодні є проблема комплексної безпеки, що забезпечується інтеграцією рішень, починаючи від контролю доступу до запобігання вторгненням, від відеоспостереження до кібербезпеки. Розробка мікроелектронної системи охорони об'єктів та її впровадження дасть змогу вирішити комплексно такі завдання.

Мета. Розробити мікроелектронну систему автоматизованого управління охоронними об'єктами (МПСАУ), робота якої ґрунтується на використанні дворівневої мікропроцесорної системи з високими функціональними властивостями.

Матеріали та методи./Materials and methods. Сучасна система охоронної сигналізації являє собою складний, інтелектуальний комплекс, основою якого є мікропроцесорна система автоматизованого управління. Проектування звичайних систем зведено до формування статичної структури компонентів, які не здатні формувати захисні реакції адекватні до внутрішніх та зовнішніх факторів навколишнього середовища. Реальний інтелект системи залежить від її конструкції. Відомо, що не правильне розташування елементів системи, приведе до збою програми, можливого локального перегріву технічних засобів та виходу системи з ладу. Для збільшення її швидкодії необхідно використання більшої кількості структурних блоків, що зменшить інерційність системи. Отже

важливим фактором розробки мікроелектронних охоронних систем являється можливість компоновки елементів.

Надійність мікроелектронних систем багато в чому залежить від фізичних параметрів мікропроцесорів та рівня великих інтегральних схем. Мікропроцесори, які засновані на великих інтегральних схемах (ВІС), вміщують у собі : програмний лічильник, який призначений для зберігання адреси команди, що необхідно виконати; регістр команди, який приймає отриману із пам'яті програм команду і зберігає її протягом усього циклу виконання команди; вказівник останньої зайнятої комірки пам'яті; регістри загального призначення, які представляють собою надоперативну пам'ять мікропроцесора; акумулятор, який є джерелом та приймачем інформації; арифметичний логічний пристрій , який призначений для обробки даних; регістр, на якому формуються ознаки і результати операцій [2].

Порівняльний аналіз структури однорівневої та дворівневої мікропроцесорних систем показав, що остання має значно більші фізичні можливості з мінімальною кількістю апаратних засобів.

Результати та обговорення./Results and discussion. Основною метою проектування лобой динамічної системи є визначення мінімально достатніх параметрів інтелектуального ядра системи необхідних для вибору апаратних засобів. Авторами проведено розрахунок параметрів інтелектуального ядра МПСАУ і встановлено, що режим реального часу відбувається легко , оскільки періоди квантування $T_{кв}$, термін аналогово-цифрових перетворень – $t_{ан}$, а також ефективність мікропроцесорів всіх каналів об'єкта управління знаходяться в діапазоні параметрів сучасних вітчизняних та зарубіжних засобів обчислювальної техніки, мікропроцесорних інформаційних систем та систем управління.

Для створення працездатної МПСАУ необхідно розосередити енергоресурси її інтелектуального ядра між каналами об'єкта управління.

Для реалізації такої задачі авторами запропоновано три варіанти декомпозиції нижнього рівня. Варіант перший – трьохканальна структура [ГРІ

+ (Гр2+Гр3) + Гр4]. Об'єднання підканалів. Гр2 і Гр3 обумовлено їх близькими динамічними властивостями, оскільки підканали Гр2 потребують захисту від виробничих впливів, а фільтри значно збільшують їх інерційність та наближають їх властивості до підканалів Гр3, які не потребують фільтрації завдяки власній інерційності. Переваги такої системи обумовлено уніфікацією апаратних та програмних засобів інтерфейсів груп підканалів (висока інерційність груп). Недоліки – великий розкид по кількості підканалів в групах.

Варіант 2 – чотири підканали структури. Структура представлена чотирма однотипними групами, кожна з яких має по ¼ підканалів із кожної групи каналів і має вигляд: $\{4 \cdot [(1 \text{ із Гр1})+(1 \text{ із Гр2})+(4 \text{ із Гр3})+(1 \text{ із Гр4})]\}$. Перевагами такого групування обумовлені повною ідентичністю кожного із 4-х каналів дворівневої МПСАУ. В цьому випадку значно спрощується проблема всіх видів резервування. Недоліки – це ускладнення у вирішенні задачі вибору та режиму квантування, а також формування засобів інтерфейсу підканалів групи.

Варіант 3 - структура МПСАУ створена автономними однорідними групами каналів – (Гр1 + Гр2 + Гр3 + Гр4). Кожний канал верхнього рівня має мікроконтролер МК, що керує групою підканалів оперативного підсилювача, а вони разом з контролером створюють нижній рівень.

Контролер МК1 керує чотирма підканалами, що створюють групу Гр1. Відповідно: МК2 чотирма, група – Гр2; МК3 шістнадцятьма, група – Гр3; МК4 чотирма, група – Гр4.

Для зв'язку мікроЕОМ верхнього рівня з контролерами нижнього виділені 4 лінії зв'язку, 2 з них цифрові. Якщо мікроконтролер через одну з них працює з нижнім рівнем в основному режимі, то друга лінія може забезпечити через контрольно – диспетчерський пункт зв'язок у фоновому режимі з другим любим підканалом нижнього рівня. Отже ця система має значні переваги у порівнянні з попередніми варіантами.

Моделювання апаратних засобів МПСАУ з використання ЕОМ оптимізує процес та скорочує час її проектування.

Висновки./Conclusions. Запропонована структура дворівневої багатоканальної МПСАУ з двома цифровими підканалами, а також додано ще два аналогових канали, через які можна отримувати транзитну інформацію з нижнього рівня, обминаючи його контролери. Це дозволяє вирішити задачі недоступні для контролерів нижнього рівня (гаряче резервування, оптимізація технології та параметрів систем управління каналами). Надійність системи можна підвищити за рахунок вибору достатніх параметрів апаратних засобів МПСАУ.

Література./ References

1. Орнатський П.П. Автоматичні виміри та прилади (аналогові та цифрові). 5-е видання, перероблене та доповнене. – К.: Вища школа, 2019. – 504 с.
2. Сенін А.К. EEPROM на мільйон / А. К. Сенін. – КОМПЕЛ, 2021. – С.32-35.

CERTIFICATE

is awarded to

Marchenko Ilya

for being an active participant in
XI International Scientific and Practical Conference

**“MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)



LVIV

29-31 January 2023



sci-conf.com.ua