

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ КОНКУРС СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ РОБІТ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»,  
НАПРЯМ «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА КОМПЛЕКСУ  
«АВТОМОБІЛЬ – НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»**

**Шифр «Екобезпека ДВЗ»**

***ЛІЧИЛЬНИК ВИКИДІВ ДВЗ***

**2020**

## АНОТАЦІЯ

Обсяг роботи становить 26 сторінок друкованого тексту, містить 11 рисунків, 3 таблиці, використано 8 літературних джерел.

**Актуальність.** Існуюча система оплати за викиди автотранспортних засобів не створює економічних передумов для їх зменшення і, як наслідок, покращення якісних показників атмосферного повітря і навколишнього середовища в цілому. Тому, для зменшення негативного екологічного впливу автотранспорту, найоптимальнішим є запровадження плати за об'єм газового викиду ДВЗ. Об'єм викидів обліковується розробленим лічильником газових викидів ДВЗ.

**Мета роботи** – розробити лічильник газових викидів двигунів внутрішнього згорання.

**Задачі роботи.** Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- 1) розробити схему лічильника газових викидів ДВЗ.

**Загальна характеристика роботи.** На основі проведеного аналізу розроблено новий спосіб визначення об'єму викидів забруднюючих речовин та лічильник об'єму газових викидів двигунів внутрішнього згорання для його реалізації. Розроблено структурну схему лічильника із детальним описом всіх її складових частин та принципом роботи.

**Галузь застосування** – охорона навколишнього природного середовища в Україні, контроль та облік забруднення атмосферного повітря газовими викидами двигунів внутрішнього згорання.

**АВТОТРАНСПОРТ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ (ДВЗ), ВИКИДИ, ВІДПРАЦЬОВАНІ ГАЗИ.**

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ЛІЧИЛЬНИКА ВИКИДІВ ДВЗ.....	5
1.1 Вибір робочої формули.....	5
1.2 Розробка схеми лічильника газових викидів.....	6
1.3 Розробка структури блока управління лічильника.....	9
1.4 Розробка структури датчика імпульсної послідовності лічильника.....	19
1.5 Структурна схема розроблюваного лічильника.....	21
2 ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОДАТОК НА ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ АВТОТРАНСПОРТОМ В УКРАЇНІ.....	24
ВИСНОВКИ.....	26
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27
Додаток А. Блок-схема підпрограми роботи мікроконтролера з flash- пам'яттю.....	28
Додаток Б. Блок-схема алгоритму основного модуля керуючої програми лічильника.....	30

## ВСТУП

Автомобіль – одне з головних джерел забруднення природного середовища в Україні. При цьому особливо актуальна та обставина, що автомобіль перебуває в безпосередній близькості до людей, а це посилює його негативний вплив на людину, флору і фауну. Шкідливі викиди від роботи автотранспорту у декілька разів перевищують забруднення повітря промисловими підприємствами. З відпрацьованими газами (ВГ) до атмосфери потрапляють мільйони тон оксидів вуглецю та азоту, вуглеводнів, тисячі тон високотоксичних сполук свинцю. Важливим залишається і той факт, що транспортний сектор – основне джерело викидів парникових газів.

Своїм безпрецедентним поширенням по усьому світі автомобіль зобов'язаний головним чином двигуну внутрішнього згорання (ДВЗ), створеному більше 100 років тому, але дотепер що не має конкурентів. При порівняно невеликій масі він розвиває значну потужність, досить надійний, економічний, працює на порівняно недорогому паливі. ДВЗ забезпечує високі швидкості і достатні тягові властивості автомобіля в будь-яких умовах руху. Однак з роками, у міру росту автомобільного парку, усе більше став виявлятися істотний недолік ДВЗ – він виявився причиною значного забруднення атмосферного повітря, особливо у великих містах. При великому скупченні автомобілів кількість шкідливих речовин, що викидаються з відпрацьованими газами, стає недопустимо великою [1-3].

Розрахунок газових викидів автотранспорту згідно старих методик, які ще досі використовуються, не дають можливості проводити реальний облік. Тому виникла необхідність у розробленні пристрою, який дасть можливість здійснити такий облік.

В роботі на основі проведеного аналізу розроблений новий спосіб визначення об'єму викидів шкідливих речовин автотранспортом та лічильник для визначення об'єму газових викидів двигунів внутрішнього згорання для його реалізації.

# 1 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ЛІЧИЛЬНИКА ВИКИДІВ ДВЗ

## 1.1 Вибір робочої формули

В Україні існує єдиний фіксований податок на токсичність автотранспортного засобу, який залежить від потужності двигуна. Але даний підхід є необґрунтованим і несправедливим по відношенню до конкретного власника (це стосується приватного автотранспорту). За таких умов не враховується: по-перше, екологічні показники пального, яке використовується; по-друге, не береться до уваги інтенсивність використання автомобіля (не можна порівнювати авто пенсіонера і маршрутне авто, яке експлуатується 24 години на добу); по-третє, виникають розбіжності у зв'язку з різною зношеністю автомобіля, що в свою чергу впливає на величину викидів тощо. Існуюча система плати за викид не створює умови для зменшення викидів автотранспорту і покращення якісних показників навколишнього середовища.

В свою чергу існуючі нині методики визначення кількості шкідливих викидів комерційного автотранспорту мають ряд суттєвих недоліків. Головний із них – неможливість врахування реальної кількості спаленого двигуном пального (використовують нормативну витрату пального автомобілем даної марки на 1 км пройденого шляху, питому витрату пального, кг/100 км пробігу, час роботи двигуна тощо).

Наприклад, в основу методики розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом [4-7] покладено середній питомий викид автомобілів окремих груп (автобуси, вантажні та легкові автомобілі). Для автомобілів парку підприємства маса викидів за розрахунковий період  $t$  часу  $j$ -ї речовини ( $M_j^\tau$ ) при наявності в групі автомобілів з різними типами двигунів внутрішнього згоряння визначається за формулою:

$$M_j^\tau = \sum^i \sum^k m_{jik} \cdot L_{ik} \cdot \prod R_{jik}, \quad (1.1)$$

де  $t$  – кількість груп автомобілів;

$m_{jik}$  – питома вага викиду  $j$ -ї шкідливої речовини автомобілем  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу на розрахунковий період, г/кг;

$L_{ik}$  – пробіг автомобілів  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу на розрахунковий період, млн. км;

$R_{jik}$  – добуток коефіцієнтів впливу  $n$  факторів на викид  $j$ -ї шкідливої речовини автомобілями  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу.

Розраховані за даною методикою значення газових викидів (ГВ) шкідливих речовин мають лише наближене значення, адже не враховується робота двигуна на холостому ходу, а також об'єм ДВЗ.

Цей недолік легко вирішується у запропонованому методі визначення величини забруднень навколишнього середовища автотранспортом. Також значно спрощуються розрахунки.

Вміст шкідливих речовин ( $G$ ) у ГВ по  $j$ -м компонентам (г/год) відповідно до запропонованого методу розраховується за формулою:

$$G_j = \sum k \cdot N \cdot e_j \cdot B \cdot T_a, \quad (1.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує кількість спаленого пального за один умовний робочий такт двигуна;

$N$  – кількість умовних робочих тактів двигуна;

$e_j$  – питомий викид  $j$ -ої шкідливої речовини (г/кг спаленого пального);

$B$  – робочий об'єм циліндрів двигуна, л;

$T_a$  – коефіцієнт, що враховує термін експлуатації двигуна.

## 1.2 Розробка схеми лічильника газових викидів

Проектуємий лічильник призначений для роботи в складі бортової панелі автомобіля. Так як лічильник призначений для надійного підрахунку та зберігання еквівалентних газовим викидам ДВЗ величин, то до його параметрів висунуті високі вимоги, на які необхідно орієнтуватися при проектуванні. Для того, щоб задовольнити ці вимоги доцільно використати в даному пристрої мік-

ропроцесорну систему керування та підрахунку. Розглянемо детально, як побудована типова мікропроцесорна система [8]. На рис. 2.1 наведено її узагальнену структурну схему.

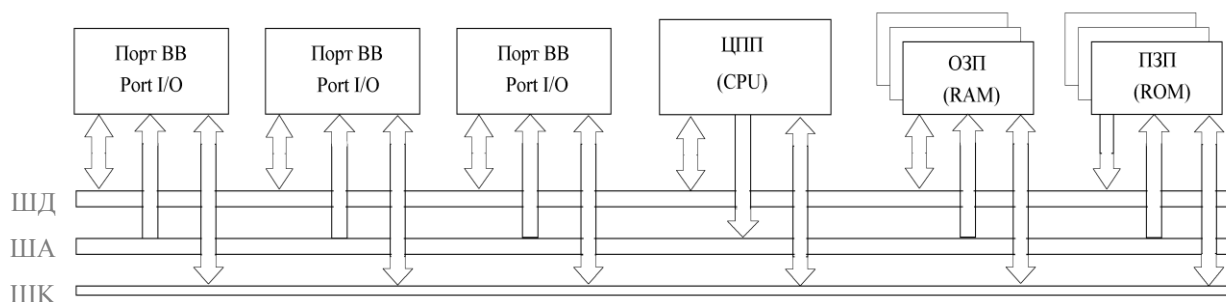


Рисунок 1.1 – Структурна схема типової мікропроцесорної системи:  
CPU (Central Processing Unit) – центральний процесор; RAM (Random Access Memory) – пристрій з довільним доступом, або (ОЗП); ROM (Read Only Memory) – пам’ять тільки для зчитування, або (ПЗП); Port I/O (Port Input/Output) – порт введення/виведення.

Головним керуючим елементом всієї мікропроцесорної системи є процесор. Інші ж пристрої, такі, як ОЗП, ПЗП та порти введення/виведення є підпорядкованими. Тому їх ще називають “периферійними пристроями”. Всі вузли мікропроцесорної системи з’єднані між собою за допомогою 3 основних шин:

- ШД – шина даних (DATA bus);
- ША – шина адреси (ADDR bus);
- ШК – шина керування (CONTROL bus).

Всі разом вони утворюють системну шину. Шина даних призначена для передачі даних від мікропроцесора до периферійних пристроїв, а також у зворотному напрямку. Розрядність шини даних визначається типом процесора, що використовується. В простих мікропроцесорах шина даних як правило має 8 розрядів. Шина адреси призначена для відображення адреси комірки пам’яті або порту введення/виведення, до якого в даний момент звертається процесор. В шину керування умовно об’єднують набір ліній, які передають різні керуючі сигнали від процесора до всіх периферійних пристроїв та назад. В будь-якій шині керування обов’язково присутні лінії, які передають наступні сигнали:

- RD (Read) – сигнал зчитування;
- WR (Write) – сигнал запису;
- MREQ – сигнал ініціалізації пристроїв пам'яті;
- IORQ – сигнал ініціалізації портів введення/виведення;
- READY – сигнал готовності;
- RESET – сигнал скидання.

Вихідні дані, які необхідні для розрахунку структурної схеми лічильника газових викидів ДВЗ:

- постійно, незалежно від режиму роботи, лічильник повинен слідкувати за роботою двигуна внутрішнього згорання (підраховувати кількість обертів колінчастого валу);
- лічильник повинен мати можливість в будь-який момент запам'ятати поточну суму обертів в одну із спеціальних комірок внутрішньої пам'яті;
- вся записана у внутрішню пам'ять пристрою інформація повинна зберігатися у ньому після відключення живлення;
- також схема повинна гарантувати повне зберігання всієї інформації навіть у випадку непередбаченого зникнення живлення;
- лічильник повинен мати цифровий індикатор (РКІ), на якому повинна відображатись інформація про суму тактів роботи двигуна (в еквівалентних одиницях);
- крім того, на індикаторі повинна відображатись інформація про зміну режиму роботи лічильника та повідомлення про помилки;
- лічильник повинен мати блок елементів контролю за електроживленням для регулювання подачі живлення від бортової мережі автомобіля та внутрішньої акумуляторної батареї, а також для своєчасної її підзарядки від бортової мережі;
- лічильник повинен мати черговий режим роботи, в якому він повинен переходити на понижене споживання електроенергії (при збереженні функції підрахунку суми тактів роботи двигуна та запису її у енергонезалежну пам'ять) – виключення індикатора;



- повинна бути передбачена можливість виходу з чергового режиму за допомогою кнопки управління;
- пристрій повинен мати гальванічну розв'язку силових та керуючих кіл для захисту мікропроцесорної частини від статичних розрядів;
- пристрій повинен мати досить надійну конструкції для запобігання пошкодженню його внутрішніх частин.

### **1.3 Розробка структури блока управління лічильника**

Основною блоку управління даним пристроєм є мікроконтролер.

Оптимальним варіантом при виборі мікроконтролера є представник сімейства однокристальних мікроконтролерів американської фірми ATMEL – AT89C2051. Мікросхема виконана в стандартному DIP-корпусі та має 20 виводів. Наведемо основні електричні параметри даного мікроконтролера:

- сумісний з приладами сімейства MCS-51;
- ємність перепрограмуємої Flash пам'яті: 2 Кб, 1000 циклів стирання/запису;
- діапазон робочих напруг від 2,7 В до 6 В;
- повністю статичний прилад – діапазон робочих частот від 0 Гц до 24 МГц;
- двохрівневе блокування пам'яті програм;
- внутрішня ОЗП ємністю 128 байтів;
- 15 програмуємих ліній введення/виведення;
- два 16-розрядних таймерів/лічильників подій;
- шість джерел сигналів переривань;
- програмуємий послідовний канал UART;
- виходи прямого керування СІД;
- вбудований аналоговий компаратор;
- пасивний (idle) та стоповий (power down) режими;
- промисловий (-40°C...85 °C) та комерційний (0°C...70 °C) діапазони темпе-

ратур;

- 20 вивідних корпуси PDIP та SOIC.

Перераховані вище характеристики, а також достатньо низька вартість (10 грн.) призвели до вибору саме такого мікроконтролера. На рисунку 1.2 наведена структурна схема мікроконтролера AT89C2051. Розглянемо основні елементи схеми.

Вбудована перепрограмована ПЗП об'ємом 2 кілобайта виконана за технологією електричностіраємого ПЗП (так звана “Флеш-пам’ять”). В дану пам’ять записується програма, яку мікроконтролер починає виконувати одразу після включення живлення.

Технологія флеш-пам’яті допускає перепрограмування, тобто повторний запис. Допускається 1000 циклів запису/стирання.

Для виключення несанкціонованого зчитування інформації, в мікросхемі передбачено двохрівневе блокування пам’яті програм. Для цього мікросхема має два біти захисту. Після запису першого біту блокується можливість перепрограмування ПЗП програм. При запису другого біту стає неможливим і зчитування. Біти захисту знищуються в процесі повного стирання ПЗП програм.

ПЗП даних використовується для зберігання оперативних даних. Він має 128 восьмирозрядних комірок пам’яті. Як у більшості однокристальних мікроЕОМ, в мікросхемі AT89C2051 використовується принцип суміщення ПЗП даних з регістрами загального призначення процесора та портами введення/виведення.

Порти P1 та P3 – два восьмирозрядних порти введення/виведення. Порт P3 неповний – лінія P3.6 використовується як вхід сигналу від вбудованого аналогового компаратора.

Арифметико-логічний пристрій замінює центральний процесор оскільки в даній мікросхемі регістри для тимчасового зберігання даних суміщені з комітками внутрішнього ПЗП.

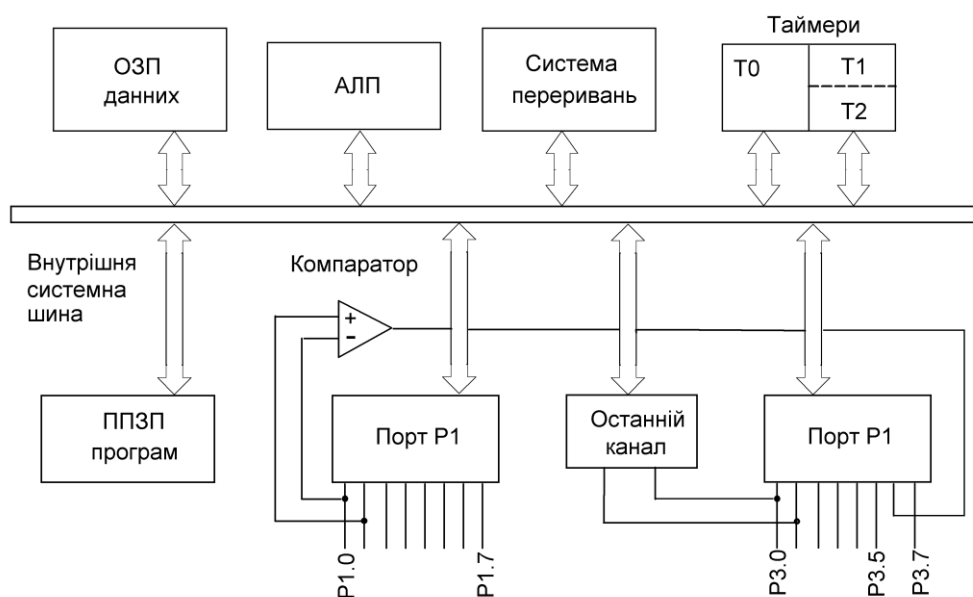


Рисунок 1.2 – Внутрішня структура мікроконтролера AT89C2051

В мікросхемі є два вбудованих 16-розрядних таймери/лічильника T1 і T2. Вони можуть використовуватись для задання будь-яких інтервалів часу. Кожен лічильник може працювати в двох режимах:

- режим відліку часових інтервалів (в даному випадку вони рахують імпульси внутрішнього тактового генератора);
- режим підрахунку зовнішніх імпульсів.

Послідовний канал спеціального типу використовується для послідовної передачі інформації по одній лінії. В результаті є можливість створення на базі AT89C2051 мікропроцесорних пристроїв, що управляються за допомогою комп'ютера по послідовному каналу.

Вбудований контролер переривань дає можливість опрацювати 6 джерел переривань:

- два джерела – це зовнішні входи для запитів на переривання;
- два джерела – це переривання від обох лічильників/таймерів T1 і T2 (запит переривання таймера надходить в той момент, коли відповідний лічильник/таймер дораховує до нуля – лічильник працює в режимі зворотного підрахунку.);
- два джерела – переривання від послідовного каналу введення/виведення

(один від передавача даного каналу та спрацьовує в той момент, коли процес відправлення чергового байту закінчився, і від приймача та спрацьовує, коли приймач прийняв черговий байт).

Звичайний компаратор аналогових сигналів, у якого на виході з'явиться сигнал логічної 1, коли напруга на вході “+” перевищить напругу на вході “-”.

Внутрішня системна шина за складом та призначенням повністю аналогічна системній шині стандартної мікропроцесорної системи.

На рисунку 1.3 вказана функціональна схема ще одного важливого елемента мікроконтролера – вбудований тактовий генератор. Для нормальної його роботи до виводів XTAL1 та XTAL2 необхідно підключити кварцовий резонатор, який визначає частоту тактового генератора та два узгоджуючих конденсатора.

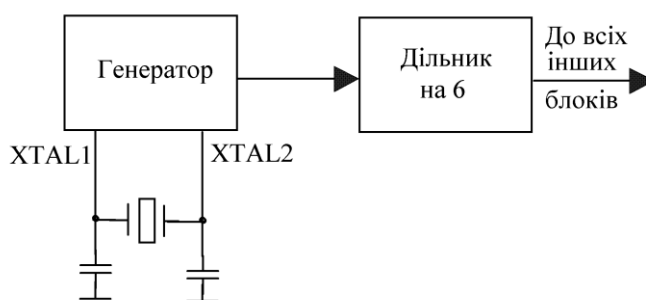


Рисунок 1.3 – Внутрішній генератор мікросхеми AT89C2051.

Мікросхема AT89C2051 відноситься до повностатичних систем. Це означає, що частота тактового генератора може вибиратися в самому широкому діапазоні. Максимально допустима частота тактового генератора рівна 24 МГц. Нижньої границі немає. Частоту тактового генератора можна понижати аж до повної її зупинки. При цьому зупиняються всі внутрішні процеси, в тому числі і процес виконання програм. Але з першим же тактовим імпульсом внутрішні процеси продовжуються. Даний мікропроцесор не використовує сигнал тактового генератора напряму. Цей сигнал спочатку надходить на внутрішній подільник, який ділить тактову частоту на шість. І вже цей поділений сигнал слугує для синхронізації всіх систем мікроконтролера. При максимально можливій частоті кварцу в 24 МГц, мікроконтролер фактично працює на частоті 4 МГц.

Але, не дивлячись на відносно невисоку швидкодію, для проектуємого пристрою AT89C2051 повністю підходить.

Розглянемо тепер детальніше призначення виводів мікросхеми AT89C2051. На рисунку 1.4 приведена цоколівка мікросхеми.

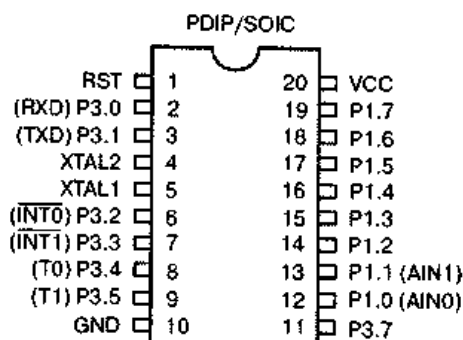


Рисунок 1.4 – Цоколівка мікросхеми AT89C2051

Напруга живлення ( $V_{cc}$ ) подається на вивід 20. Загальний провід (GND) – вивід 10. Виводи XTAL1 та XTAL2 призначені для підключення кварцового резонатора. Інші виводи мікросхеми – це розряди портів введення/виведення (P1 та P3). Кожна з ліній порту може працювати як вихід або як вхід без додаткових переключень. Досягається це використанням оригінальної схеми вихідного каскаду такої лінії. Дана схема наведена на рисунку 1.5.

Каскад складається з вузла виведення та вузла введення, з'єднаних разом та підключених до зовнішнього виводу мікросхеми. Вузол виведення виконаний на основі каскаду із загальним колектором. Навантаженням даного каскаду слугує внутрішній резистор  $R_n$ . Якщо транзистор відкритий, він замикає коло зовнішнього виводу на загальний провід і на виході встановлюється логічний нуль. Якщо транзистор вихідного каскаду закривається, то напруга живлення через резистор  $R_n$  надходить на вихід схеми, та на ньому встановлюється логічна одиниця. Для того, щоб перевести цей каскад в режим введення, достатньо залишити транзистор в закритому стані. Відповідний розряд порту введення підключений в ту ж саму точку. Зовнішній пристрій, який подає на лінію порту логічний сигнал, призначений для зчитування процесором також повинен бути побудований за схемою із загальним колектором.

Потужність вихідних ключів мікроконтролера AT89C2051 допускає пряме підключення світлодіодного індикатора до будь-якого виходу портів P0 або P1. Багато виводів мікросхеми AT89C2051 мають подвійну функцію. Крім свого основного призначення – слугувати виводами відповідного порту, вони мають альтернативну функцію. В таблиці 1.1 перераховані усі виводи, які мають альтернативні функції.

Таблиця 1.1 – Виводи AT89C2051, які мають подвійне призначення

Вивід мікросхеми	Лінія порту	Альтернативна функція
2	P3.0	RXD (вхід послідовного порту)
3	P3.1	TXD (вихід послідовного порту)
6	P3.2	INT0 (зовнішнє переривання)
7	P3.3	INT1 (зовнішнє переривання)
8	P3.4	T0 (таймер 0, зовнішнє введення)
9	P3.5	T1 (таймер 1, зовнішнє введення)
12	P1.0	AIN0 (прямий вхід компаратора)
13	P1.1	AIN1 (інверсний вхід компаратора)

Розглянемо детальніше перераховані вище додаткові функції виводів. Послідовний канал мікросхеми AT89C2051 підтримує декілька стандартів послідовної передачі даних. Один з цих стандартів сумісний з послідовним інтерфейсом RS232. За допомогою входів INT0 та INT1 сигнали від будь-яких зовнішніх пристроїв в мікропроцесорній системі можуть опрацьовуватись контролером в режимі переривання. Вхід T0 керує таймером T0, а вхід T1 – таймером T1, відповідно. В різних режимах роботи таймерів ці входи діють по різному.

В режимі підрахунку часу, коли таймер рахує імпульси внутрішнього генератора, вхід керування використовується як зовнішній вхід дозволу/заборони підрахунку. В даному режимі високий рівень сигналу на цьому вході дозволяє роботу таймера, а низький – забороняє. В режимі лічильника імпульсів виводи T0 та T1 служать входами імпульсів для підрахунку. Для нормальної роботи компаратора в вихідних каскадах двох цих виводів відсутній резистор навантаження  $R_n$ . Тому, при використанні входів за прямим призначенням потрібно пі-

дключати зовнішній резистор номіналом від 4,7 до 10 кОм. Подвійне використання виводів мікросхеми – дуже поширений прийом в мікропроцесорній техніці, який дозволяє виконувати більшу кількість функцій при мінімальній кількості виводів.

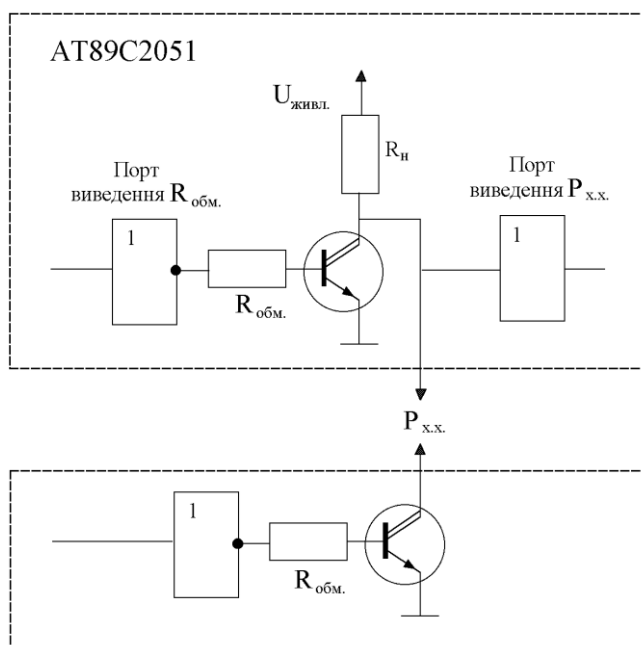


Рисунок 1.5 – Схема вихідного каскаду лінії введення/виведення

Для постійного зберігання інформації про напруження двигуна автомобіля в пам'яті лічильника вирішено використати мікросхему електричнозтираемого ПЗП. Це цілий клас спеціальних мікросхем пам'яті, призначених для довготривалого зберігання інформації в умовах відсутності електроживлення. Використовуючи західну термінологію, такі мікросхеми часто називають мікросхемами флеш-пам'яті. Сімейство таких мікросхем є ПЗП, що електрично перепрограмовуються. У них для зчитування та запису інформації використовується послідовна двохпровідна шина, яка використовує протокол обміну під назвою I<sup>2</sup>C. Дана шина та протокол розроблені фірмою PHILIPS. Приведемо основні переваги шини I<sup>2</sup>C:

- необхідно лише дві лінії – лінія даних (SDA) та лінія синхронізації (SCL);
- кожний пристрій, який підключений до шини, може бути програмно ад-

ресований за певною адресою;

- в стандартному режимі забезпечується передача послідовних 8-бітних даних зі швидкістю до 100 кбіт/с, та до 400 кбіт/с в “швидкому” режимі;
- вбудований у мікросхеми фільтр подавляє сплески, забезпечуючи цілісність даних;
- максимально допустима кількість мікросхем, під’єднаних до однієї шини, обмежується максимальною величиною ємності шини 400 пФ. На рисунку 1.6 зображено схему підключення пристроїв до I<sup>2</sup>C шини.

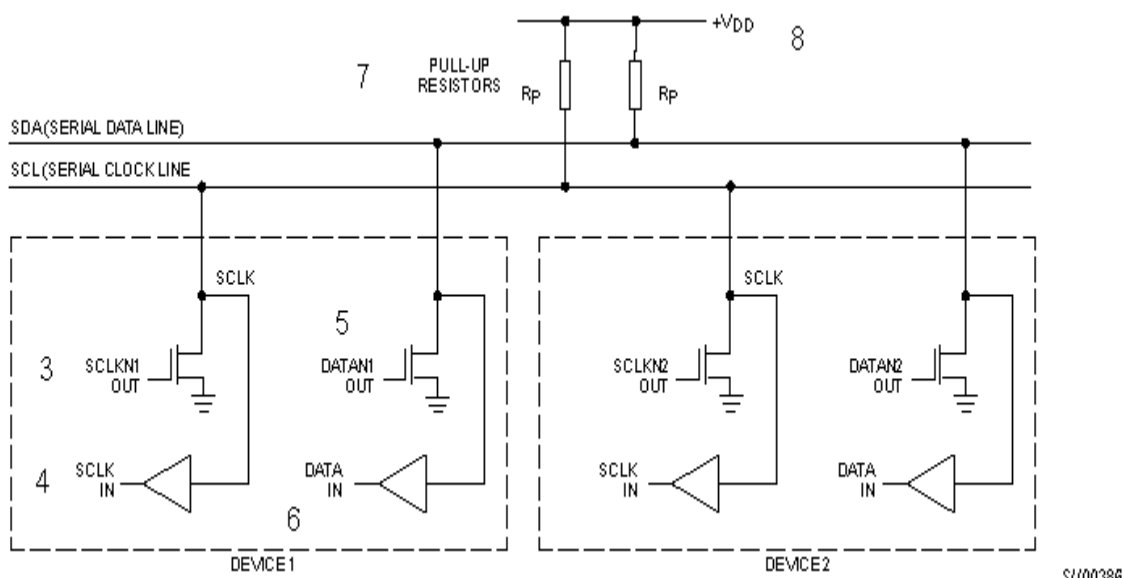


Рисунок 1.6 – Підключення I<sup>2</sup>C-пристроїв до шини: 1 – SDA (лінія даних); 2 – SCL (лінія синхронізації); 3 – вихід синхронізації; 4 – вхід синхронізації; 5 – вихід даних; 6 – вхід даних; 7 – підтягуючі резистори; 8 – напруга живлення.

Мікросхеми запам’ятовуючих пристроїв (ЗП) з послідовним інтерфейсом володіють рядом переваг у порівнянні із ЗП з паралельним інтерфейсом, якщо достатня понижена швидкість обміну інформацією. Окрім компактності розташування на друкованій платі, послідовні ЗП суттєво економлять лінії введення/виведення мікроконтролера. Користь послідовних ЗП ще більш зростає, якщо стоїть задача додати зовнішню пам’ять до мікроконтролера з малою кількістю виводів. Найкращим представником послідовних ЗП є CMOS EEPROM сімейства AT24 з I<sup>2</sup>C послідовним інтерфейсом.

Перерахуємо основні особливості даного сімейства:



- три діапазони напруг живлення – 2,7...5,5 В; 2,5...5,5 В; 1,8...3,6 В;
- 8-ми розрядна внутрішня організація;
- двопровідний послідовний інтерфейс;
- протокол двонаправленого обміну даними;
  - тактова частота 1000/400 кГц (при  $V_{cc} = 5$  В), та 100 кГц (в інших діапазонах напруг живлення);
  - сторінковий режим запису;
  - апаратний захист від запису;
  - максимальна тривалість циклу запису із внутрішнім тактуванням – 10 мс;
  - висока надійність (1000000 циклів запису, 100 років зберігання даних);
  - промислове та побутове виконання, можливість виконання для розширеного температурного діапазону та використання в автомобілях;
  - 8-выводні та 14-выводні корпуси PDIP, JEDEC SOIC, EIAI SOIC, LAP та dBGA.

Мікросхеми, які входять до сімейства AT24С, є послідовними ПЗП, що електрично зтираються та перепрограмуються від 1 до 1024 кБіт з 8-ми розрядною організацією. В режимі зчитувань одного байта, послідовності байтів аж до повного об'єму пам'яті, а в режимах програмування забезпечується запис як окремого байта, так і цілої сторінки або її частини. Об'єм сторінки складає від 4 до 256 байт (в залежності від типу мікросхеми). Вхід та вихід даних організується за допомогою простого двонаправленого інтерфейсу. Всі мікросхеми даного сімейства забезпечені засобами апаратного захисту даних. Крім того, є можливість каскадування даних мікросхем для збільшення допустимого об'єму пам'яті. Всі представники сімейства AT24С розроблялись для тих областей використання промислового та побутового діапазону температур, де важливі мале споживання та низька напруга живлення, та розміщені у 8-выводних, 14-выводних корпусах PDIP, JEDEC SOIC, EIAI SOIC, які займають незначну поверхню друкованої плати. Для проектуемого пристрою використаємо ІМС

AT24C01, яка являє собою постійний запам'ятовуючий пристрій, який забезпечує 1024 байтів зтираємої та перепрограмуємої пам'яті (EEPROM), яка організована як 128 слів по 8 біт. Мікросхема оптимізована для використання в багатьох індустріальних та комерційних проектах, де є важливим низька потужність та робоча напруга. AT24C01 використовується для економії місця у 8-ми вивідних корпусах (рис.1.7).

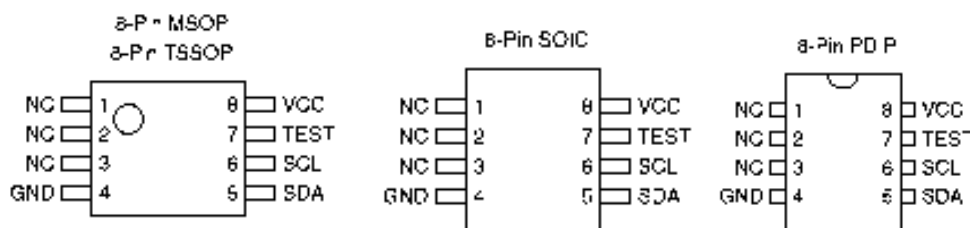


Рисунок 1.7 – Цоколівка двопровідної EEPROM серії 1 кБт (128x8) - AT24C01

Основні паспортні дані даної ІМС наступні:

1. Низька напруга та стандартна напруга роботи:
  - а) 5,0 ( $V_{cc}$  = від 4,5 до 5,5 В);
  - б) 2,7 ( $V_{cc}$  = від 2,7 до 5,5 В);
  - в) 2,5 ( $V_{cc}$  = від 2,5 до 5,5 В);
  - г) 1,8 ( $V_{cc}$  = від 1,8 до 5,5 В);
2. Внутрішня організація – 2048x8 (16кБ).
3. Послідовний двопровідний інтерфейс.
4. Двонаправлений протокол передачі даних.
5. Сумісність – 100 кГц (1,8 В, 2,5 В, 2,7 В) та 400 кГц (5 В).
6. 4-байтовий режим запису сторінки.
7. Самосинхронізуючий цикл запису (10 мс максимального).
8. Висока надійність (часовий ресурс – 1 млн. циклів запису, зберігання даних – 100 років, ESD захист – > 3,000 В).
9. Допустимі автомеханічна якість та великий діапазон температур.

Для бездоганної роботи ІМС даного сімейства необхідно дотримуватись основних експлуатаційних параметрів, які наведені в табл. 1.2

Таблиця 1.2 – Абсолютні максимальні номінальні значення

Параметр	Номінальні значення
Робоча температура	-55 °С до +125 °С
Температура зберігання	-65 °С до +150 °С
Напруга на будь-якому виводі відносно землі	-1,0 В до +7,0 В
Максимальна робоча напруга	6,25 В
Постійний струм на виході	5,0 мА

### 1.4 Розробка структури датчика імпульсної послідовності лічильника

Важливою складовою частиною, яка визначає надійність та точність мікропроцесорних керуючих пристроїв є датчі і першу чергу датчі неелектричних величин. Найбільшим попитом нині користується інтегральні датчі, в яких досягається висока чутливість до неелектричних сигналів за рахунок розміщення на кристалі власне датча, підсилювача обробки сигналу та схеми живлення. Особливе місце в ряду інтегральних датчів займають інтегральні датчі магнітного поля або магнітнокеруємі ІС. Чутливим елементом такого датча є елемент Холла. Фізичні ефекти, які проходять в елементі Холла показані на рисунку 1.8.

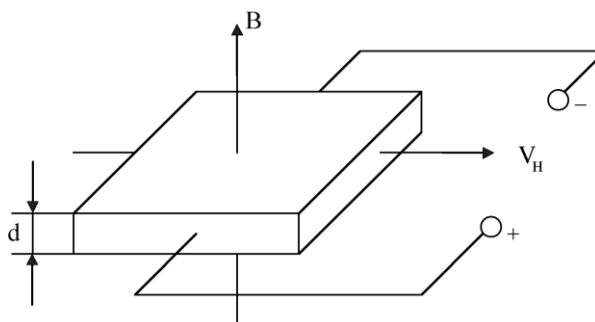


Рисунок 1.8 – Елемент Холла та схема вимірювання ЕРС Холла

Якщо напівпровідникову пластину з струмом  $I$  помістити в магнітне поле з індукцією  $B$ , то рухомі у напівпровіднику носії заряду будуть знаходитись під впливом дії сили у напрямку перпендикулярному магнітному полю та вектору швидкості носіїв. У рівноважному стані ця сила буде компенсуватись індукова-

ним електричним полем, що виникає в результаті перерозподілу зарядів у напівпровідниковій пластині. Це поле визначається по напрузі  $V_H$  яка виникає на протилежних сторонах пластини, яка носить назву електрорушійної сили Холла (ЕРС Холла). В таблиці 1.3 наведені функціональні характеристики магнітокеруємих мікросхем .

Стан виходу даних мікросхем змінюється під дією зовнішнього магнітного поля. Ці мікросхеми містять безпосередньо інтегральний давач Холла (ДХ), диференційний підсилювач (ДП), тригер Шмітта (ТШ), стабілізатор напруги (СН), вихідний n-p-n-транзистор та схему захисту вихідного транзистора від короткого замикання (СЗ). Всі мікросхеми мають пряму характеристику, тобто при подачі напруги живлення та відсутності магнітного поля вихідний транзистор закритий (на виході логічна “1”). Вихідний транзистор відкривається при дії на мікросхему магнітного поля з індукцією  $B_{cp}$ .

Таблиця 1.3 – Магнітокеруємі мікросхеми

Умовне позначення	Тип мікросхеми	Керуюче магнітне поле	Вихід
УР1101ХП29	Логічний вихід	Однополярне «S»	Відкритий колектор
УР1101ХП39	Логічний вихід	Однополярне «S»	Внутрішній $R_{нав}$
УР1101ХП49	Логічний вихід	Біполярне «N» і «S»	Відкритий колектор
УР1101ХП30	Аналоговий вихід	Біполярне «N» і «S»	Парафазний вихід

Навантаження може підключатися між виводами 3 і 1 або між виводом 3 і зовнішнім джерелом живлення. На рисунку 1.9 приведена блок-схема магнітокеруємих ІС з логічним виходом.

Магнітокеруємі ІС призначені для роботи з напругою живлення від +5 до +18 В, в діапазоні температур від - 40 до +100°С.

Типова схема включення магнітокеруємих мікросхем наведена на рисунку 1.10. Дані мікросхеми використовуються в якості давачів в системах:

- визначення швидкості на напрямку руху;
- безконтактного запалювання горючої суміші в ДВЗ;

- аварійній та охоронній сигналізації;
- спідометрах автомобілів і т.п.

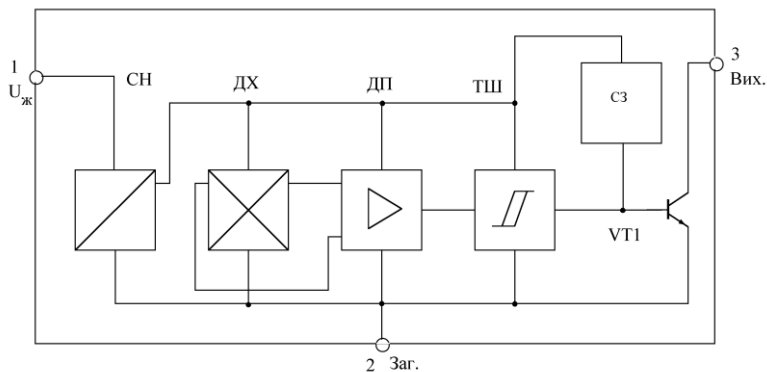


Рисунок 1.9 – Блок-схема магнітокеруємих ІС з логічним виходом

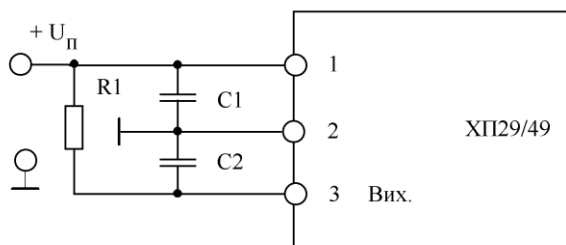


Рисунок 1.10 – Типова схема включення магнітокеруємих мікросхем

Мікросхема ХП29, ХП39, ХП49 випускаються у трьохвивідному транзисторному корпусі.

### 1.5 Структурна схема розроблюваного лічильника

Огляд літератури показує, що найбільш близькими до проектуємого лічильника є витратомір рідини та цифровий тахометр. Витратомір дозволяє контролювати кількість і швидкість подачі рідини (в т. ч. пального) в окремі моменти часу. Але даний пристрій має ряд суттєвих недоліків, що не дає змоги використовувати його в якості лічильника ГВ двигунів внутрішнього згорання: виникає досить велика похибка вимірювань при невеликих швидкостях руху рідини, на точність показів також впливає навколишнє середовище. В свою чергу цифровий тахометр призначений для вимірювання частоти обертання колінчастого вала чотирьохциліндрового автомобільного циліндрового двигуна. Його

використовують для регулювальних робіт на холостому ході і для оперативного контролю частоти обертання валу двигуна під час руху. Але даний пристрій також не в змозі повністю задовольнити вимоги, які висуваються до лічильника ГВ, адже за допомогою нього визначається лише частота обертання, а не загальна кількість обертів колінчастого валу. Сучасний автомобіль здійснює викид у навколишнє середовище за рахунок спалювання органічного палива в камерах згоряння двигуна і за рахунок випаровування електроліту із акумуляторних батарей. Розроблений пристрій, загальна структурна схема якого представлена на рисунку 1.11, призначений для здійснення обліку об'єму викиду від процесу спалювання органічного палива під час роботи ДВЗ.

В якості первинного перетворювача, який відслідковує роботу ДВЗ, використаний давач Холла, що працює по принципу перетворення енергії магнітного поля, яке створюється постійним магнітом, в електричний імпульс. Даний давач є досить високочастотним пристроєм, який дозволяє відслідковувати роботу двигуна, що працює зі швидкістю  $> 10000$  об./хв. Блок управління здійснює обробку, підрахунок, зберігання та вивід на індикатор результатів вимірювань. В даний блок входять: мікроконтролер та енергонезалежна Flash-пам'ять.

Принцип роботи мікроконтролера в даному блоці полягає в наступному:

- підрахунок імпульсної послідовності, створеної давачем Холла;
- періодичний запис підрахованих даних в енергонезалежну Flash-пам'ять для їх довготривалого зберігання;
- постійний вивід результатів суми на індикатор;
- у разі аварійної ситуації мікроконтролер дає можливість зчитування необхідної інформації з енергонезалежної Flash-пам'яті.

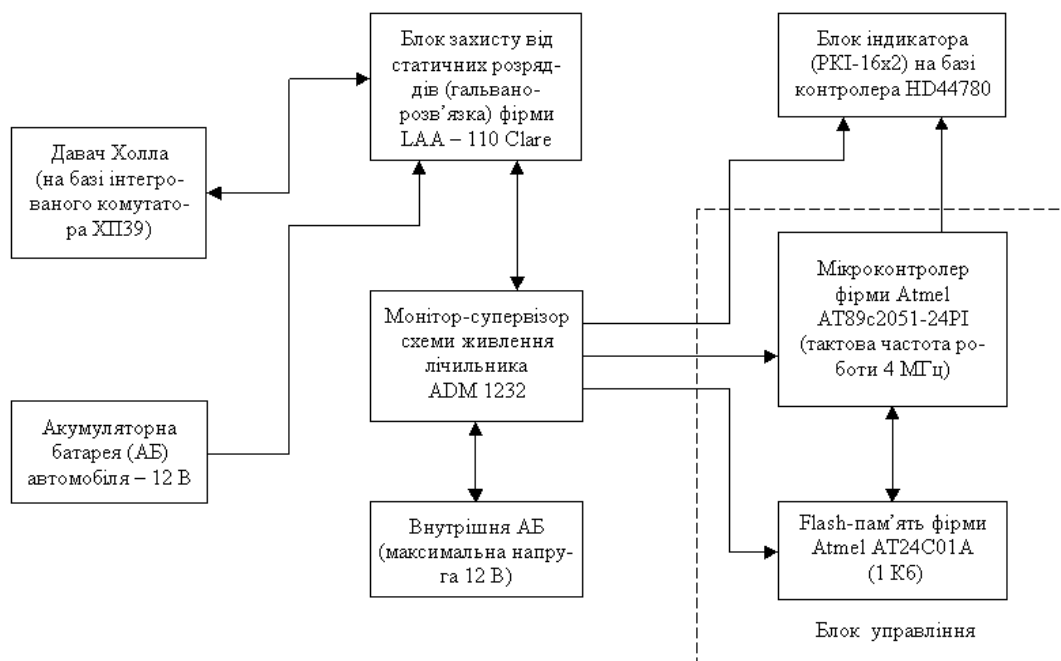


Рисунок 1.11 – Структурна схема лічильника об'єму газових викидів для двигунів внутрішнього згорання

Енергонезалежна Flash-пам'ять забезпечує надійне зберігання та вивід записаної інформації у випадку аварійного перезапуску мікроконтролера, яке можливе лише при зникненні живлення від акумуляторної батареї (АБ), що не можливо навмисно здійснити без пошкодження спеціалізованої плати. Мікроконтролер дає можливість, при необхідності, переводити блок управління в енергозберігаючий режим, який передбачає мікроспоживання від АБ, що, в свою чергу, дає можливість збільшити термін її використання.

На передній панелі приладів автомобіля встановлюється індикатор, на який виводиться число, що відповідає кількості умовних робочих тактів ДВЗ за визначений інтервал часу.

Блок-схема алгоритму основного модуля керуючої програми лічильника представлена в додатку А, а блок-схема підпрограми роботи мікроконтролера з flash-пам'яттю наведена у додатку Б.

## 2 ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОДАТОК НА ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ АВТОТРАНСПОРТОМ В УКРАЇНІ

Європейський Союз на рівні Співтовариства та держав-членів у своєму національному законодавстві щодо охорони довкілля застосовують принцип “ЗАБРУДНЮВАЧ ПЛАТИТЬ”, згідно з яким фізичні та юридичні особи, відповідальні за забруднення, повинні надати кошти на заходи, необхідні для уникнення чи зменшення забруднення.

Суть принципу “ЗАБРУДНЮВАЧ ПЛАТИТЬ” полягає в тому, що якщо особа забруднює повітря, воду, ґрунти та ін., то вона повинна бути відповідальною за видалення цього забруднення.

Законом України від 28.12.2014 р. № 71-VIII «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо податкової реформи», який набрав чинності з 01.01.2015 р., припинено оподаткування екологічним податком викиди забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення. Зокрема, з розділу VIII «Екологічний податок» Податкового кодексу виключено відповідні норми щодо визначення платників, податкових агентів, об'єкта та бази оподаткування, ставок, порядків обчислення, подання податкової звітності та сплати податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення.

Однак, **припинення екологічного оподаткування не відміняє забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами викидів ДВЗ.** Навпаки, забруднення повітря щороку збільшується за рахунок зростання автопарку.

Отже, для збереження якісних показників атмосферного повітря, яке є найважливішим природним ресурсом біосфери, виникає необхідність пошуку шляхів зменшення викидів ДВЗ пересувних джерел забруднення.

Використання лічильника викидів ДВЗ дозволить диференціювати автовласників в залежності від величини фактичного забруднення атмосфери викидами ДВЗ і створити економічні стимули для покращення екологічних показни-



ків автотранспорту. В разі впровадження плати за забруднення атмосферного повітря викидами ДВЗ по лічильнику, кошти отримані від автовласників можуть акумулюватись у бюджетах місцевих територіальних громад і витратитись на закупівлю і встановлення каталізаторів на маршрутних видах автотранспорту.

Запропоновані організаційно-економічні заходи дозволять досягнути комплексного соціально-екологічного ефекту за рахунок поліпшення якісних показників атмосферного повітря і зменшення кількості легеневих захворювань населення.

## ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено екологічний вплив газових викидів двигунів внутрішнього згорання та розроблені заходи для їх зменшення, а саме:

1) запропонований новий метод визначення об'єму газових викидів ДВЗ та лічильник для його реалізації;

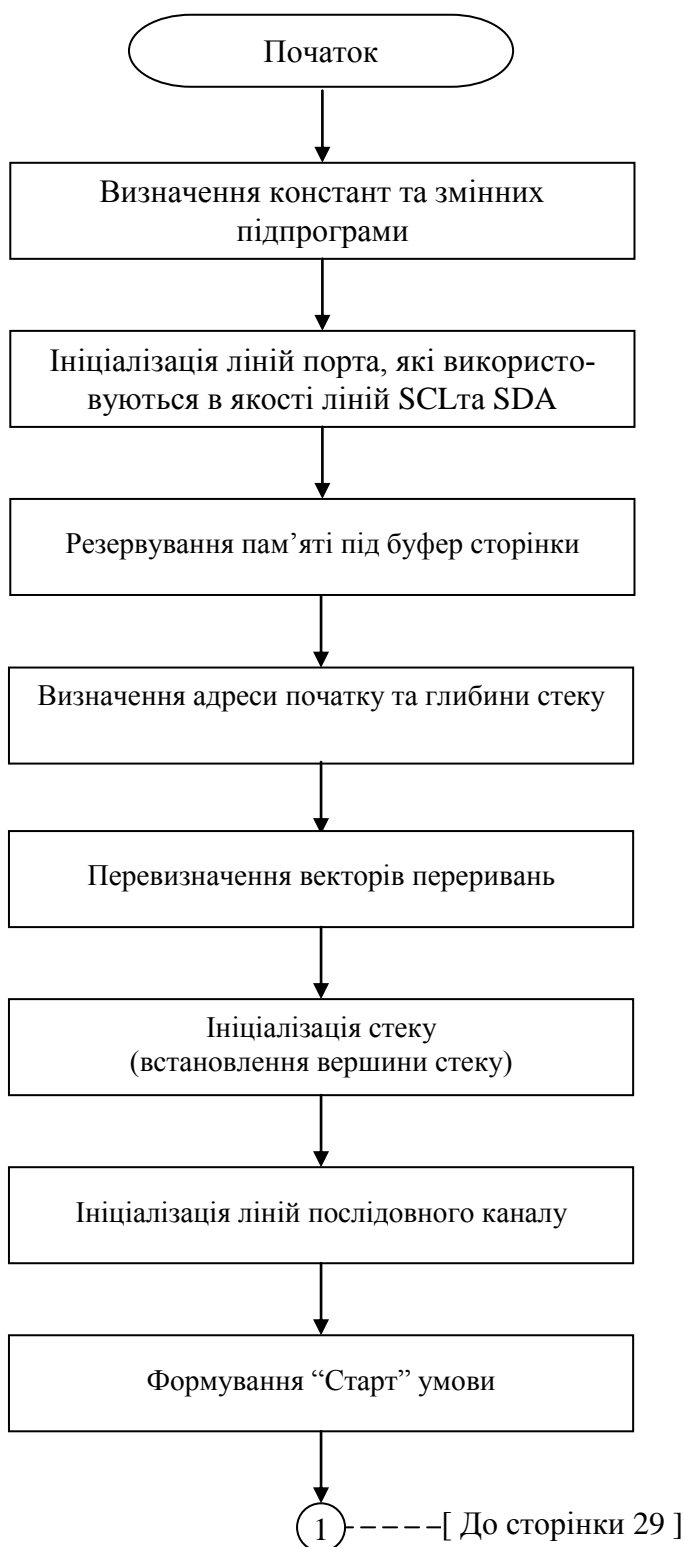
2) розроблено структурну схему лічильника газових викидів, в тому числі: розроблено структуру блока управління лічильника, вузол індикації лічильника, блок захисту мікропроцесорного вузла лічильника від статичних розрядів, вузол контролю електроживлення лічильника, а також структуру датчика імпульсної послідовності лічильника;

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автомобильные двигатели: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. “Автомобили и автомоб. хоз-во” / Н.Г. Банников. – Луганск: Изд-во Востоочноукр. гос. ун-та, 1999. – 224 с.
2. Екологія автомобільного транспорту: навч. посіб. / Ю. Ф. Гутаревич [та ін.] ; Національна транспортна академія. - К. : Основа, 2002. - 312 с.
3. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова.— Харків: Прапор, 2004.— 360 с.
4. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – К.: Знання, КОО, 2000. – 203 с.
5. Эффективность сжигания топлив и экология (энергоустановки и автомобили): Сб. науч. ст. НАН Украины. Ин-т проблем машиностроения / Отв. ред. Подгорный А.Н., Канило П.М. – Харьков, 1993. – 205 с.
6. Доценко И.И. Загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оксидом углерода за счет выхлопных газов автотранспорта, М.: Машиностроение, 1990, – 314 с.
7. Инструкция РД 238 УССР 840011-106-89. Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР от 01.01.1990. – К.: Изд-во Минтранса УССР, 1989. – 267 с.
8. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики – М.: Издательство ЭКОМ, 2002. – 400 с.

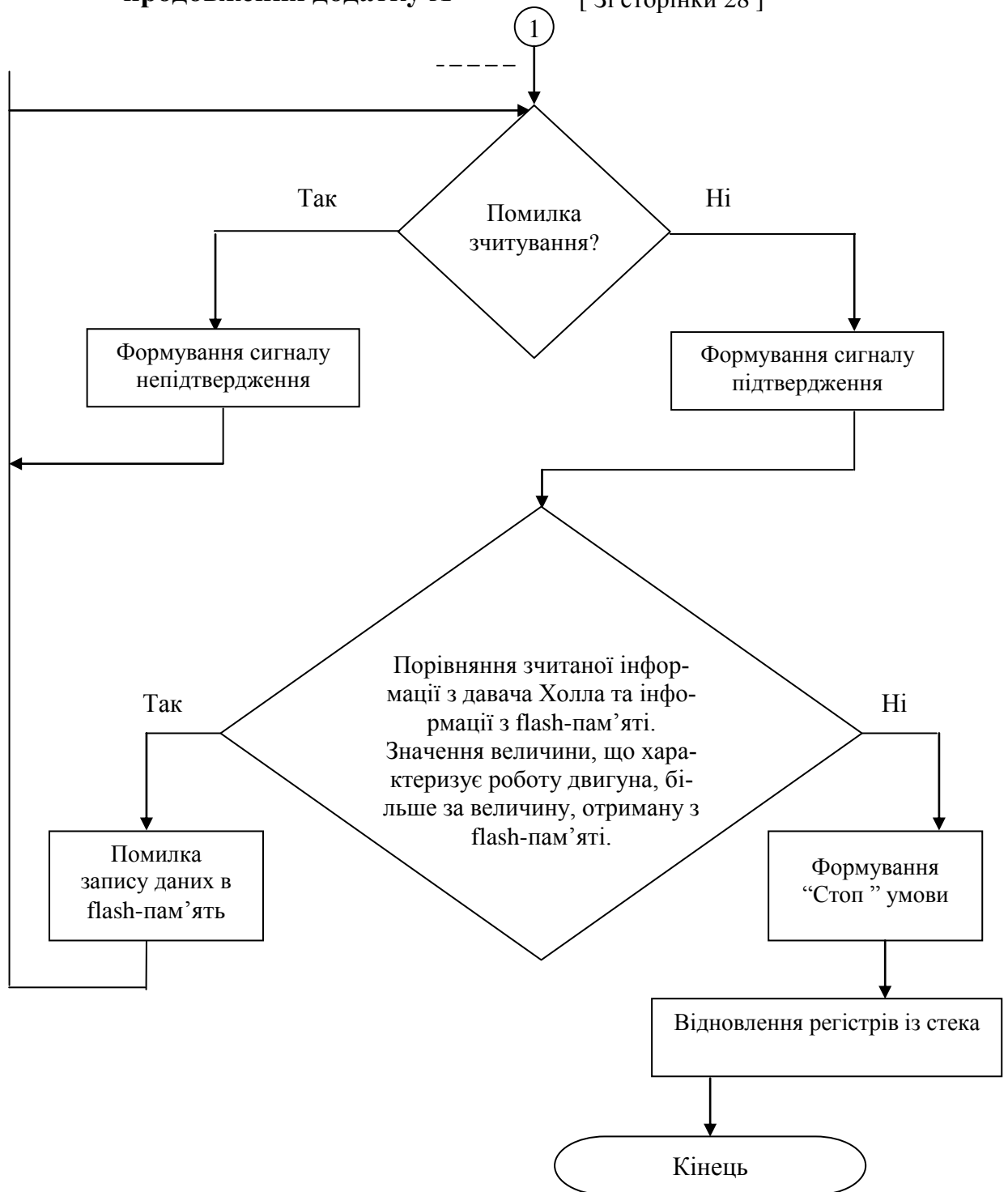
## Додаток А.

## Блок-схема підпрограми роботи мікроконтролера з flash-пам'яттю

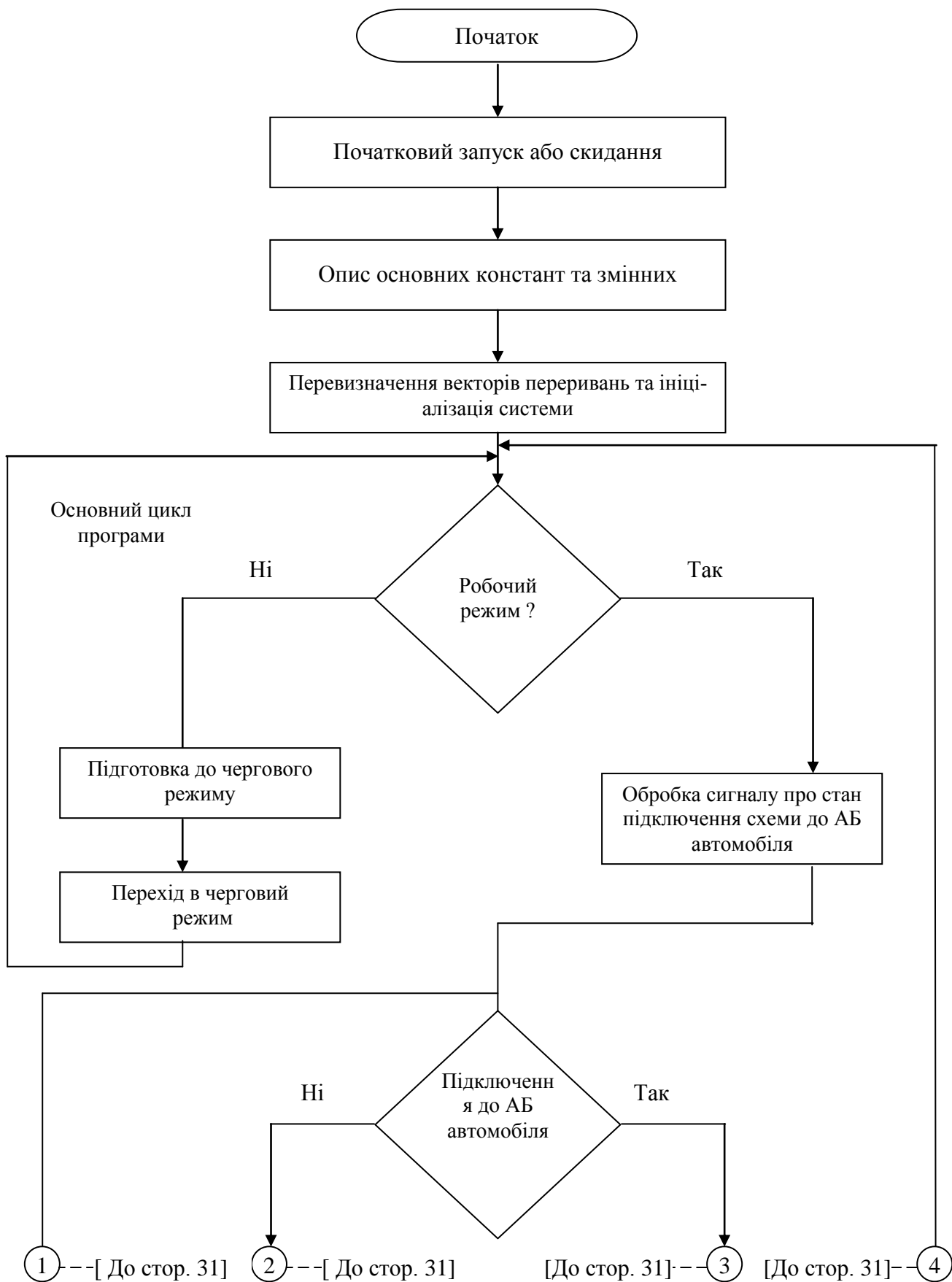


## продовження додатку А

[ Зі сторінки 28 ]



**Додаток Б.**  
**Блок-схема алгоритму основного модуля керуючої**  
**програми лічильника**



## продовження додатку Б

