АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ ПІДЗЕМНОГО УКРИТТЯ

[1]Дзюбенко О. А., доцент, [2]Михайлов М. В., учень
[1]ХНАДУ, кафедра автомобільної електроніки; [2]Комунальний заклад «Харківський ліцей № 47 Харківської міської ради»

Вступ. Підземні укриття є об'єктами з обмеженим природним повітрообміном, де параметри мікроклімату можуть швидко виходити за межі допустимих норм. Забезпечення безпечного перебування людей потребує створення адаптивної системи вентиляції, яка здатна в реальному часі реагувати на зміну концентрації вуглекислого газу, легких органічних сполук та вологості. Автоматизація таких систем є актуальним завданням для забезпечення енергоефективності та надійності колективного захисту.

Мета роботи. Розробка автоматизованої системи контролю та керування вентиляційним обладнанням підземного укриття на базі сучасних датчиків та мікроконтролерного керування для оптимізації параметрів повітряного середовища.

Матеріали і результати досліджень. Для комплексного моніторингу стану повітря в системі використано цифрові модулі ENS160 та AHT21. Модуль ENS160 дозволяє визначати еквівалент CO2 та загальний вміст летких органічних сполук (TVOC), а AHT21 забезпечує високоточне вимірювання температури та відносної вологості. Основні технічні характеристики обраних модулів наведено у таблиці 1. Обробку даних та формування сигналів керування здійснює мікроконтролер STM32F401, який обрано через його високу продуктивність та низьке енергоспоживання [1].

Таблиця 1 – Основні показники складу повітря в укриттях

Показник	Норма	Примітка
Кисень (O_2)	не менше 18% (об.)	нижче 17% – небезпечно для життя
Вуглекислий газ (CO_2)	не більше 1% (10 000 ppm), бажано ≤ 0,5% (5000 ppm)	понад 2% викликає головний біль, понад 5% – отруєння
Оксид вуглецю (CO)	≤ 0,02 мг/л (20 мг/м³)	утворюється при горінні, курінні
Окисли азоту (NO_2, NO)	≤ 0,002 мг/л	
Температура	+15…+25 °C	допускається до +30°C при короткочасному перебуванні
Вологість	40–75%	при тривалому перебуванні - оптимум 50–60%
Швидкість руху повітря	≤ 0,3 м/с	щоб не відчувалося протягів
Пил, дим, запахи	відсутні або в межах ГДК	потрібна фільтрація

Логіка роботи пристрою базується на пріоритетності безпеки перебування людей в укритті. Взаємозв'язок між зчитуванням даних та керуванням виконавчим механізмом відображено на структурній схемі (рис. 1).

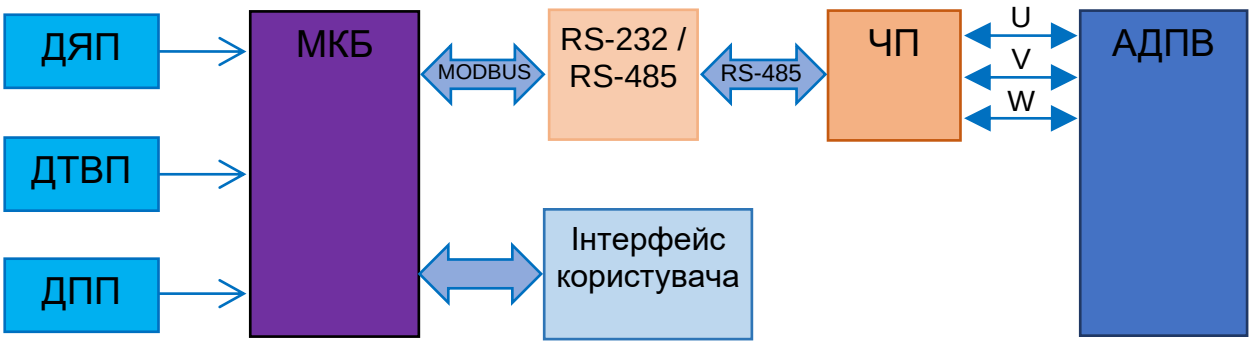


Рисунок 1 – Структурна схема системи керування вентиляцією

Як видно з рисунку, мікроконтролер виступає центральним вузлом, що об’єднує інформаційну частину (сенсори) та силову частину (перетворювач частоти). Така архітектура дозволяє мінімізувати затримки в реагуванні на критичне зростання рівня CO2.

Основним виконавчим механізмом системи є асинхронний двигун вентилятора, підключений через частотний перетворювач. Взаємодія між контролером та перетворювачем організована за допомогою інтерфейсу RS-485 із використанням протоколу Modbus RTU. Це рішення гарантує високу завадостійкість передачі даних у специфічних умовах підземних споруд, де можливі електромагнітні наведення від силового обладнання [2].

Система функціонує за циклічним алгоритмом, побудованим на засадах теорії автоматичного керування [3] який включає наступні етапи:

1) безперервний аналіз даних з сенсорів ENS160 та AHT21;
2) динамічна зміна швидкості обертання вентилятора через частотний перетворювач залежно від рівня забруднення повітря;
3) автоматичний перехід у режим фільтровентиляції у разі виявлення зовнішніх забруднювачів;
4) перехід у режим енергозбереження після нормалізації всіх показників мікроклімату.

Такий підхід дозволяє підтримувати задані параметри середовища при мінімальних витратах електроенергії та зменшенні механічного зносу обладнання завдяки відсутності різких пусків двигуна.

Висновки. Запропонована структура автоматизованої системи забезпечує стабільний контроль якості повітря та відповідає сучасним вимогам до систем автоматизації. Використання мікроконтролера STM32 та протоколу Modbus RTU дозволяє створити надійну, масштабовану систему, яка може бути інтегрована в загальну мережу моніторингу безпеки об'єктів цивільного захисту.

Перелік посилань

1. Технічна документація мікроконтролерів серії STM32F401 [Електронний ресурс].
2. Маляр В. С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012.
3. Попович М. Г., Лозинський О. Ю. Теорія автоматичного керування. — К.: Либідь, 2008.