

**О. А. Тригуб, к.т.н., доцент,**

e-mail: toa\_oks@ukr.net

**Л. А. Тарандушка, к.т.н., доцент,**

e-mail: Tarandushkal@ukr.net

**Б. Ю. Бичок, студент**

e-mail: i2@crus.org.ua

Черкаський державний технологічний університет  
б-р Шевченка, 460, Черкаси, Україна

## АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ РОБОТИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ

*Представлено комутаційну схему компонентів системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля (САВКА) з електронним блоком керування на базі Arduino Uno. Ця схема забезпечує повністю автономну, незалежну від двигуна внутрішнього згоряння вентиляцію кузова автомобіля та усуває вплив людського фактора. Проведено підбір компонентів схеми. Розроблено лінійний алгоритм для написання керуючої програми системою автоматичної вентиляції кузова автомобіля, що забезпечує її енергетичну економічність та ефективність відводу акумульованого тепла з салону в будь-який час доби.*

**Ключові слова:** системи вентиляції повітря, акумулювання теплової енергії, комфорт та безпека автомобіля.

**Вступ.** В попередній статті авторів [1] розглянуто проблему смертності дітей та домашніх тварин, залишених у салоні автомобіля на парковці під палючим сонцем. Явище акумулювання тепла в салоні автомобіля є досить актуальним з точки зору підвищення комфорту та безпеки автомобіля. Але дослідження, спрямовані на усунення такого явища, не проводились. Отже, смертність дітей або тварин змушує більш прискіпливо відноситись до створення умов, в яких, навіть за неobecності батьків, залишена дитина в салоні автомобіля буде в умовній безпеці та не загине внаслідок гіпертермії.

Салон автомобіля є своєрідним парником, до якого надходить тепло від навколишнього середовища. В результаті цього повітря салону нагрівається та акумулюється, не оновлюючись свіжим та прохолодним повітрям ззовні. Наявність, наприклад, автономної вентиляції салону сприяє тепловідведенню від його елементів, коли автомобіль перебуває тривалий час на стоянці.

**Аналіз останніх досліджень.** В роботі [1] запропоновано створити САВКА, яка працює автономно від двигуна внутрішнього згоряння і не залежить від людського фактора. Задача САВКА – забезпечити оптимальний температурний режим автомобіля, який перебуває на стоянці, шляхом примусової вентиляції салону. Крім цього, САВКА ство-

рює умови, сприятливі для безпечного перебування дітей або тварин в салоні автомобіля.

Конструктивно САВКА (рис. 1) – це система повітряних шляхів, через які свіже повітря з навколишнього середовища подається в салон автомобіля, забезпечуючи не загрозливий для життя оптимальний температурний режим. Наповнення салону автомобіля свіжим повітрям здійснюється за допомогою вентиляторів, що розташовані в багажному відділенні. Відведення повітря салону забезпечують додаткові вентилятори, які вмонтовані в передній частині автомобіля (в моторному відсіку). Ввімкнення вентиляторів здійснюється автоматично при спрацюванні теплового реле, налаштованого на оптимальний температурний режим в салоні транспортного засобу. Роботу вентиляторів забезпечує автономна система енергопостачання (АСЕП), яка живиться від окремої акумуляторної батареї (АКБ). АКБ, в свою чергу, заряджається енергією сонця від сонячної панелі, встановленої на даху автомобіля. Рекомендовано застосовувати гнучку сонячну батарею, щоб не змінювати аеродинамічні показники автомобіля.

В такий спосіб повністю забезпечується автономний режим роботи запропонованої системи без використання штатної АКБ автомобіля. Основним критерієм ввімкнення системи САВКА є оптимальна температура в салоні автомобіля.

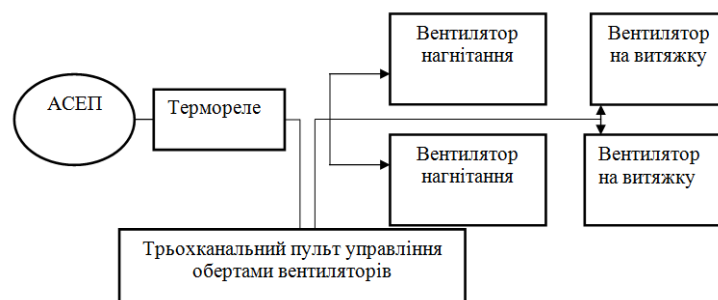


Рис. 1. Блок-схема роботи системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля

Разом з тим технічне рішення авторів є лише концептуальним і потребує вдосконалення. Зокрема важливим є питання комплектації САВКА та алгоритмізації роботи її компонентів задля ефективного відведення акумульованого тепла з салону.

**Мета роботи.** Розробити комутаційну схему й універсальний алгоритм роботи САВКА, який забезпечуватиме ефективне відведення акумульованого тепла з салону будь-якого транспортного засобу.

**Виклад основного матеріалу.** Для забезпечення ефективної роботи САВКА треба виключити людський фактор впливу. Для цього можна застосувати варіант виконання системи, що базується на електронних компонентах з використанням електронного блока керування. Як електронний блок керування пропонується використання Arduino Uno (рис. 2), основні характеристики занесено в табл. 1 [2].

Таблиця 1

Основні характеристики Arduino Uno

№	Назва	Характеристика
1	Мікроконтролер	ATmega328
2	Робоча напруга	5 В
3	Напруга живлення (рекомендована)	7-12В
4	Напруга живлення (гранична)	6-20В
5	Цифрові входи / виходи	14 шт.
6	Аналогові входи	6 шт.

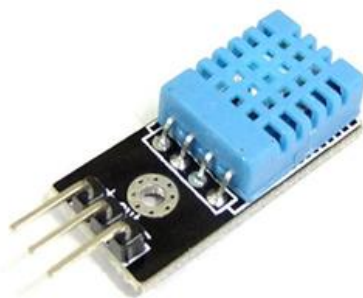


Рис. 2. Загальний вигляд плати Arduino Uno

Цей блок дає можливість підключитися до 14 різноманітних електронних датчиків, що, в свою чергу, може розширити функціональність системи САВКА.

Сприймання значень температури всередині салону та передача їх на електронний

блок керування забезпечуються шістьма електронними термодатчиками (рис. 3), які являють собою плату з трьома виводами: два контакти живлення та контакт передачі електронних даних. Діапазон вимірюваних температур – від  $-35^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ .



**Рис. 3. Електронний термодатчик**

Для виконання функції ввімкнення нагнітаючих та відбірних вентиляторів необхід-

но використовувати реле ввімкнення та вимкнення споживачів (рис. 4).



**Рис. 4. Реле ввімкнення та вимкнення споживачів**

Це реле являє собою електронну плату з використанням потужних пускових реле для забезпечення працездатності та безвідмовного функціонування САВКА.

Живлення системи забезпечується сонячною панеллю (рис. 5), вихідна потужність якої становить 200 Вт.



**Рис. 5. Сонячна панель**

Для зберігання та накопичення енергії пропонується використання акумуляторної батареї. З цією метою можна використовувати штатну акумуляторну батарею автомобіля, але задля уникнення непередбачуваних ситу-

ації краще використовувати окрему батарею для живлення САВКА. Найкращим варіантом для накопичення та зберігання електроенергії, безумовно, є літій-іонні акумулятори, побудовані на елементах живлення 18650 (рис. 6).



Рис. 6. Загальний вигляд літій-іонної акумуляторної батареї та її складові елементи 18650

Використання цього типу акумуляторів дає змогу отримати силу струму близько 120 А при напрузі в 12 В. Це значення сили струму може бути отримане завдяки схемі підключення  $4_{пс} \cdot N_{пр}$ , що означає комутацію елементів живлення 18650 по чотири штуки послідовно ( $4_{пс}$ ) для забезпечення напруги в 12 В, та подальшому паралельному з'єднанню їх у кількості  $N_{пр}$  для підтримки сумарної сили струму в акумуляторі. Основною перева-

гою використання цього типу АКБ є відсутність можливості сульфатації пластин, як в свинцево-кислотних АКБ. При відмові навіть 20 % елементів живлення потужність батареї зменшується менш ніж на 8 % [3].

Для комутації сонячної панелі з акумуляторною батареєю обов'язкове використання модуля зарядження-розрядження батарей (рис. 7).



Рис. 7. Блок контролю зарядження-розрядження АКБ

Цей блок контролює процеси зарядження та розрядження АКБ споживачами, забезпечує правильну роботу і довговічність батареї, компенсує та вирівнює ступінь заряду банок АКБ.

Таким чином, загальне компонування САВКА міститиме компоненти, зазначені в табл. 2.

Таблиця 2

#### Перелік основних компонентів управління САВКА

№	Компонент	Кількість
1.	Електронний блок керування Arduino Uno	1 шт.
2.	Електронний термодатчик	6 шт.
3.	Реле ввімкнення – вимкнення споживачів	1 шт.
4.	Сонячна панель	1 шт.
5.	Акумуляторна батарея, побудована з елементів живлення 16850	1 шт.
6.	Блок контролю зарядження-розрядження АКБ	1 шт.

Наступним кроком для оптимізації та алгоритмізації роботи САВКА є правильна комутація складових компонентів. Розроблена комутаційна схема САВКА наведена на рис. 9.

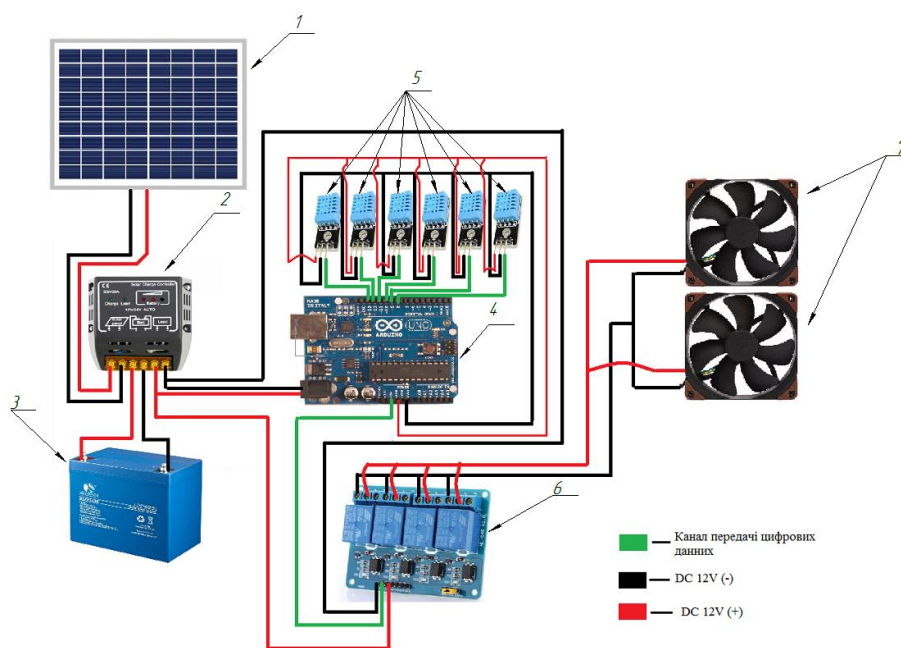
Схема працює таким чином: сонячні промені, що потрапляють на сонячну панель (1), створюють постійний електричний струм (12 V DC). Далі струм прямує на модуль контролю зарядження-розрядження АКБ (2). В разі, коли АКБ (3) розряджена, починається її дозарядження, у випадку 100 % зарядження струм відразу передається на контакти підключення споживачів. З контактів підключення споживачів струм прямує на живлення електронного блока керування (4) та живлення плати реле ввімкнення-вимкнення споживачів (6). До блока електронного керування підключено шість електронних термодатчиків (5), які послідовно підключені до контактів живлення на електронному блоці керування. Також кожний датчик підключений до окремого інформаційного

роз'єму, що, в свою чергу, дає змогу сприймати з кожного датчика унікальне значення температури і в подальшому обробляти ці значення для корегування режиму роботи САВКА.

Після обробки даних з датчиків по інформаційному каналу зв'язку плати реле з електронним блоком керування передається керуючий сигнал, що визначає режим роботи системи. Залежно від середньої температури з шести датчиків у кузові необхідне реле замикається і вмикає, в свою чергу, вентилятори САВКА (7).

Електронний блок керування САВКА потребує керуючої програми, алгоритм роботи якої визначатиме ефективність роботи системи в різних температурних режимах.

Керуюча програма являє собою покрокове виконання команд. Головною задачею цієї програми буде інформаційне комутування усіх електронних компонентів, що задіяні в схемі (рис. 8).



**Рис. 8. Комутаційна схема компонентів САВКА:** 1 – сонячна панель; 2 – модуль контролю зарядження-розрядження АКБ; 3 – АКБ; 4 – електронний блок керування Arduino Uno; 5 – електронні термодатчики 6 шт.; 6 – реле ввімкнення-вимкнення споживачів; 7 – вентилятори системи САВКА

Основні кроки – це:

- 1) збір інформації з датчиків температури;
- 2) передача їх на електронний блок керування (ЕБК);
- 3) обробка отриманих даних ЕБК;
- 4) порівняння значень з максимально допустимою температурою;
- 5) вибір режиму роботи системи.

Алгоритм розпочинається з введення максимально допустимого значення температури всередині кузова. Ця умова в подальшому буде регулювати потужність ввімкнення вентиляторів.

Після того як електронний блок керування отримає значення максимальної температури, електронний блок починає працювати в штатному режимі. Отримує це

значення блок керування при завантаженні на нього необхідної керуючої програми.

Програма працює за таким алгоритмом (рис. 9):

1. Отримання інформації щодо ввімкнення запалювання автомобіля:

- Так (мається на увазі наявність у салоні водія, автомобіль в дорозі) – САВКА працює в режимі ручного керування і пасажери мають змогу корегувати продуктивність роботи системи. Функція автономності САВКА відключена, алгоритм завершений;

- Ні (автомобіль на паркуванні) – система працює в автономному режимі. Перехід до наступного кроку.

2. Збір показників з термодатчиків  $t_i$ .

3. Обробка отриманих даних ЕБК.

4. Визначення середнього значення показників термодатчиків  $t_i$ ,  $t_{сер}$  температури в кузові.

5. Порівняння даних з максимальною температурою. Умова порівняння ( $10\%T < t_{сер} \leq 25\%T$ ): чи середнє значення температури лежить в діапазоні від 10 до 25 % від максимальної?

- Так – САВКА автоматично вмикається на 25 % від максимальної потужності. Алгоритм закінчений;

- Ні – Перевірка наступної умови ( $25\%T < t_{сер} \leq 60\%T$ ): чи середнє значення температури лежить в діапазоні від 25 до 60 % від максимальної?

- Так – САВКА автоматично вмикається на 50 % потужності;

- Ні – перевірка третьої умови ( $60\%T < t_{сер} \leq T$ ): чи середнє значення температури більше 60 % від максимально допустимого значення? САВКА вмикається автоматично на 100 % потужності.

6. Кінець алгоритму.

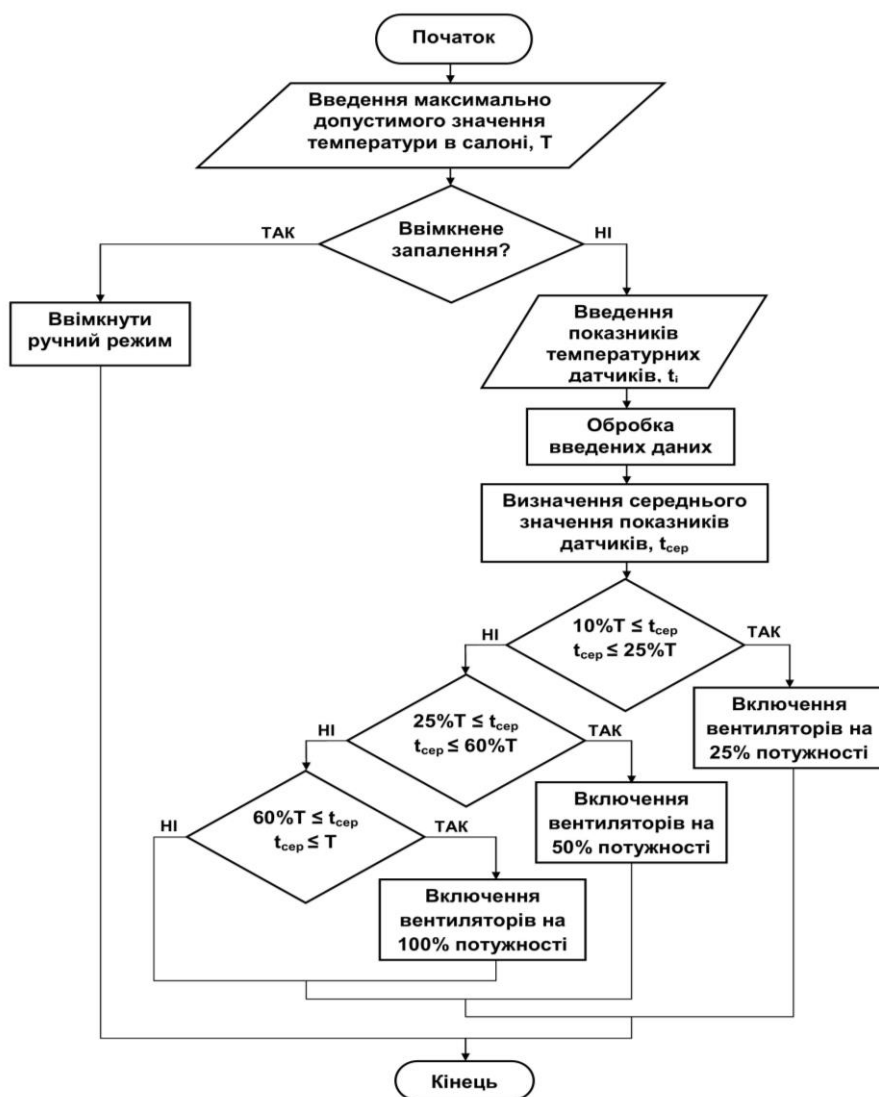


Рис. 9. Лінійний алгоритм роботи системи САВКА

Цей алгоритм дає можливість адаптувати САВКА до різних умов використання, зокрема усуває людський фактор під час знаходження автомобіля на паркуванні, залишаючи при цьому можливість керувати системою, коли водій за кермом. При різному рівні надходження тепла в салон система вмикається на необхідну потужність. Це дозволить підвищити ефективність відводу тепла опівдні та не призведе до надмірних енерговитрат АСЕП в ранішню і вечірню пору.

#### Висновки:

1. Розроблено комутаційну схему, яка може бути застосована при серійному виготовленні системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля. Представлена схема дозволяє не лише ефективно відводити тепло із салону автомобіля, але й запобігати його акумулюванню, що забезпечить комфортні умови для перебування залишених у салоні дітей і тварин, коли автомобіль припаркований на відкритому сонці.

2. Розроблено лінійний алгоритм для написання та налагодження програмного забезпечення системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля. Алгоритм припускає повністю автоматичну роботу системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля, повністю усуваючи людський фактор.

3. Наявність багатоканального електронного блока керування дає можливість пода-

льшої модернізації й удосконалення системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля.

#### Список літератури

1. Тригуб О. А., Балута М. М., Шльончак І. А. Автоматична система усунення акумулюючого тепла в салоні автомобіля. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2015. № 3. С. 162–167.
2. Arduino Starter Kit (ASK) manual: a complete beginners guide to the Arduino. *Earthshine Design*. March 2010. 105 p.
3. LIR18650 Datasheet. Li-ion Battery. EEMB Co. Ltd. Edition. NOV. 2010. 9 p.

#### References

1. Tryhub, O. A., Baluta, M. M., Shlionchak, I. A. (2015) Automatic system for eliminating the accumulated heat in the car interior. *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo technolichnogo universitetu. Seria: Tehnich-ni nauky*, No. 3, pp.162–167 [in Ukrainian].
2. Arduino Starter Kit (ASK) manual: a complete beginners guide to the Arduino (2010) *Earthshine Design*, March, 105 p.
3. LIR18650 Datasheet. Li-ion Battery (2010) EEMB Co. Ltd. Edition, NOV., 9 p.

**O. A. Trigub**, *Ph.D., associate professor*,  
e-mail: toa\_oks@ukr.net

**L. A. Tarandushka**, *Ph.D., associate professor*,  
e-mail: Tarandushkal@ukr.net

**B.Y. Bichok**, *student*  
e-mail: i2@crus.org.ua

Cherkasy State Technological University  
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, Ukraine

#### ALGORITHMIZATION OF THE PROCESSES OF THE SYSTEM OF AUTOMATIC VENTILATION OF THE CAR BODY

*The switching scheme of components of the car body ventilation system with an electronic control unit based on Arduino Uno is presented. This scheme provides a fully autonomous ventilation of the car body, independent of engine, and eliminates the influence of the human factor. The design of components of the scheme is selected. The linear algorithm for the program of control by the system of automatic ventilation of the car body is developed which ensures its energy efficiency and efficiency of accumulated heat removal from the cabin at any time of the day. The presented scheme allows to prevent heat accumulation, which will provide comfortable conditions for staying of children and animals in the cabin when the car is parked under the sun.*

**Key words:** *air ventilation systems, accumulation of thermal energy, comfort and safety of the car.*