

[Баранов Ю.Е., Бутенко Э.В., Виноградов В.С. и др.]. – М.: Воениздат, 1989. – 379 с.

10. Наказ Міністра оборони України від 16.12.2011 року № 772 «Про затвердження Керівництва з забезпечення військових частин парковим обладнанням для технічного обслуговування ОБТ».

11. Мастерская технического обслуживания МТО-А-80. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1985. – 189 с.

12. Мастерская технического обслуживания МТО-80. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1982. – 217 с.

13. Объект 447А (437А). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 2. – М.: Воениздат, 1985. – 742 с.

14. Танк БМ1 «Булат». Инструкция по эксплуатации. АМ ИЭ, 1998. – 356 с.

15. Центр дослідження армії, конверсії та роззброєння / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cacds.org.ua/ru/activities/>.

Рецензент: к.т.н., доц. Б.П. Матушко, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВОЗДУХОМ ОСНОВНЫХ ОБРАЗЦОВ ТАНКОВ (Т-64БВ, Т-64БМ)

Ю.И. Довгопол, Р.В. Долгов, А.Т. Кадьяляк, С.С. Степанов, Н.В. Чёрный

Рассмотрены проблемные вопросы существующего состояния обслуживания системы питания двигателя воздуха основных образцов танков (Т-64БВ, Т-64БМ) и взгляды на пути повышения эффективности технического обслуживания воздухоочистителя мобильным стендом с помощью современного ассортимента моющих средств.

Ключевые слова: система питания двигателя воздухом, техническое обслуживание, моющие средства, парковое оборудование, технический сервис, эксплуатация, техническое обеспечение.

MEANS OF INCREASING EFFICIENCY OF MAIN TANK MODELS' (T-64 BV, T-64 BM) ENGINE AIR FEED SYSTEM MAINTENANCE

Y. Dovgopoli, R. Dolgov, A. Kadylyak, S. Stepanov, N. Chorny

As a result of the maintenance of armored artillery armament and equipment in the area of the antiterrorist operation, it was established that the maintenance tasks were solved being limited in forces and means. Personnel conducted the minimum amount of operations, technical maintenance 1 and 2 (TO-1 and TO-2) were not performed in full, level of personnel training is low. In addition, it is noted that the existing maintenance system requires significant improvement.

Thus, the imperfect existing maintenance system, failure to meet a certain amount of maintenance work and poor knowledge of operation regulations for the armored armament material negatively affected, and in some cases, were the main cause of engine failure. Confirmation to this is the data taken from general analysis of the technical state of samples of armored vehicles and equipment during the practical task accomplishment in the area of antiterrorist operation. Therefore, the reasons for the failure of T-64BV (T-64BM) tanks in 34% of cases were malfunction of the air supply system.

In order to prevent the causes of tank engine failure, increase their reliability, it is necessary to outline the prospects of the development of air cleaner stands and the direction of increasing the efficiency of technical maintenance of the air supply system of tank engines.

For advanced air cleaner stands, it is advisable to use a modular structure, based on existing stands for use both in stationary and field conditions, using modern industrial materials. The modular structure of a perspective rinse air cleaner should have the following unified components, namely: an electric power supply, a heater, a pump and a bath with a lid.

The main directions of increasing the efficiency of operation of engine power supply maintenance by air tanks include the concentration of the research organizations of the Armed Forces of Ukraine on the military-technical direction for conducting systematic research with the aim of improving technical maintenance of the air supply system of tank engines using modern air cleaner stands, scientific-technical support for the purpose of scientific substantiation of ways to improve the system of maintenance of engine air supply system.

Keywords: engine air feed system, technical maintenance, detergents, park equipment, technical service, operations, technical support.

УДК 629.113.001.1(075)

В.Д. Залипка, Ф.П. Макогонюк, Р.І. Процюк

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ КОРИГУВАННЯ СВІТЛА ФАР НА ВІЙСЬКОВІЙ АВТОМОБІЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ

Запропоновано теоретичні засади та практичні аспекти застосування системи коригування світла фар на військовій автомобільній техніці. Виконаний аналіз відомих підходів щодо побудови систем коригування світла фар. Визначено структуру системи, проведено її математичний аналіз та складені відповідні алгоритми роботи.

Ключові слова: військова автомобільна техніка, система коригування світла фар, мікроконтролер, алгоритм.

Постановка проблеми

На сучасному етапі розвитку військової автомобільної техніки (ВАТ) виробники все більшу увагу приділяють можливості виконувати бойові завдання в умовах поганої видимості та вночі. Широкого розвитку набувають системи пасивної й активної безпеки, системи сигналізації та попередження, контролю стану водія, адаптації автомобіля до умов руху. На якісне виконання завдань згідно зі своїм призначенням та на безпеку руху в нічний час доби істотно впливають умови освітлення дороги. Адаптивні системи освітлення дозволяють повертати фари тільки в горизонтальній площині. Під час руху ВАТ по дорогах з ухилом та на дорогах у гірській місцевості необхідно повертати фари, як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах. Сучасні мікроконтролери дозволяють виконувати регулювання фар автоматично, без участі людини, що не дозволяє водію відволікатися від процесу керування та покращує оглядовість під час руху як для нього, так і для членів екіпажу. Застосування системи коригування світла фар на ВАТ особливо є актуальним для підрозділів Збройних Сил України (ЗСУ), яким часто в ході проведення Антитерористичної операції доводиться вести бойові дії в нічний час.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні зразки ВАТ являють собою складну систему, оснащену електронними та автоматичними системами, які призначені для покращення маневреності їх руху, екологічності, стійкості, комфорту водія та членів екіпажу, їх безпеки. Якісне освітлення ВАТ дорожнього полотна в темний час доби є однією з найважливіших вимог безпеки і повинно відповідати будь-якій ситуації на дорогах. Системи головного освітлення ВАТ повинні враховувати особливі режими освітлення на розвилках і перехрестях, ґрунтових дорогах, у місті, при роз'їзді із зустрічними транспортними засобами та відповідно до конкретних обставин змінювати налаштування фар, щоб вони давали можливість оцінювати майбутню траєкторію руху.

Спроби повернути фари автомобіля слідом за кермом автомобілебудівні підприємства почали здійснювати одразу після появи самих фар. Адже це зручно – освітлювати ту частину дороги, куди їдеш. Однак механічний зв'язок фар і керма не дозволяв співвідносити кут повороту променів світла зі швидкістю руху. Ідея поворотного освітлення впроваджується на електронному рівні. Найпростіше рішення – додаткова бічна лампочка, яка спалахує при повороті керма або увімкненому покажчикові повороту на швидкості до 70 км/год. Наступний щабель – дійсно поворотні фари. У них прожектор ближнього-дальнього світла повертається з урахуванням швидкості руху і кута повороту керма. Поворотні фари з автоматичним керуванням мають режими ближнього та дальнього світла і постійно коригують своє положення

в залежності від швидкості руху автомобіля. Тобто при русі на високій швидкості положення фар змінюється швидше, а при більш повільному русі поворотний механізм знижує швидкість повороту фар. В результаті світловий пучок фар розподіляється відповідно до зміни сектора огляду водія при маневрах на будь-якій швидкості. Такими системами оснащуються в наш час більшість ВАТ провідних країн світу [1–4].

Подібні системи дають можливість використовувати різні функції фар і автоматично регулювати освітлення залежно від дорожньої ситуації. Останнє покоління керованих фар пов'язано з використанням світлодіодних ламп, які вмикаються в залежності від режиму руху. Цей напрям є перспективним, оскільки система автоматичного коригування світлом фар дає можливість зменшити навантаження на водія, підвищити комфортабельність та безпеку.

Тенденцією сьогодення є використання мікроконтролерної та мікропроцесорної техніки, яка забезпечує швидку, точну і надійну обробку даних і гнучкість за рахунок можливості програмування необхідних операцій. Основним пристроєм мікропроцесорної керуючої системи є програмований однокристальний мікроконтролер, побудований на базі сучасної мікропроцесорної техніки, який має розвинені інтерфейси, що дозволяють здійснювати не тільки обробку даних, але обмін інформацією, зчитування дачивів, передачу сигналів, зв'язок з електронним блоком керування ВАТ [5–7].

Мета статті

Враховуючи вищезазначене, метою статті є розкриття теоретичних та практичних аспектів застосування системи автоматичного коригування світла фар, яка забезпечує адаптацію світла фар відповідно до умов руху ВАТ, до яких відносяться: швидкість руху, напрямок руху, положення кузова щодо дороги.

Виклад основного матеріалу

Визначення структури системи, її математичний аналіз та алгоритми. Всі блоки системи складають структурну схему мікроконтролерної системи автоматичного коригування світла фар, зображеної на рис. 1. Алгоритми керування фарами можуть потребувати вимірювання не тільки положення, але і швидкості зміни положення зразка ВАТ.

В даному дослідженні використовується алгоритмічне оцінювання швидкостей за результатами вимірювання положень. Разом з дачачами положення кузова на формування вхідних сигналів подається вихід дачача положення керма, а також дачачі кутів повороту фар, які можуть повертатися в горизонтальному і вертикальному напрямках. Особливістю системи керування фарами у вертикальному напрямку є необхідність високої швидкодії системи при нерівній дорозі. Формування вхідних сигналів для зазначених

давачів є масштабовувальними і буферними підсилювачами, що погоджують сигнали давачів за рівнем і за потужністю з входами мікроконтролера. Сигнали з формування надходять на багатоканальний аналоговий цифровий перетворювач, вбудований у мікроконтролер. Система по горизонталі активується при увімкненні зовнішнього освітлення при $T = 1$, тобто при увімкненні ближнього-дальнього світла, і автоматично виходить в режим тестування, тестується контролер, а також всі давачі і навантаження системи. При $T = 0$ система керування поворотом фар не активується. Результати тестування передаються по CAN інтерфейсу на інформаційне табло зразка VAT для оповіщення водія. Якщо будь-який пристрій системи несправний, то виводиться інформація про несправності системи на інформаційне табло, інформуючи водія про виниклу несправність, і система не активується. Фари автомобіля забезпечуватимуть освітлення, порівняне зі стандартним освітленням фар автомобіля, не обладнаного поворотними фарами з автоматичним керуванням [1].

Після успішного проходження тестування система знаходиться в режимі визначення швидкості руху автомобіля. Система має два режими роботи і, як описувалося раніше, визначаючи швидкість (до 50 км/год. або вище) працює за двома алгоритмами. Якщо при визначенні швидкості автомобіль рухається повільніше $V < 50$ км/год., електроприводи, що відповідають за поворот фар, не задіюються. Вся робота системи

полягає у своєчасному увімкненні бокового освітлення. Включення оптичного елемента бокового світла відбувається, як було вже сказано, на швидкості до 50 км/год. при увімкненні покажчика повороту і при відхиленні керма. Сторона, до якої відбувається відхилення керма, повинна збігатися із стороною, на якій увімкнутий покажчик повороту. Тобто після опитування давача відхилення керма і розрахунку кута $U_k = U_{ki} - U_{ki} - 1$ визначасмо, яку лампу бокового освітлення потрібно задіяти: ліву (Лл) або праву (Лп). Вимкнення бокового освітлення відбувається при випрямленні траєкторії руху автомобіля. Тобто при поверненні керма в положення прямолінійного руху ($U_k = 0$) або при увімкненні покажчика повороту. Вимкнення оптичного елемента не відбувається при збереженні відхилення керма при збільшенні або зменшенні відхилення керма. При зменшенні відхилення керма вимкнення бокового освітлення не відбувається до того моменту, поки давач повороту автоматично не вимкнеться. Після вимкнення лампи бічного освітлення система переходить в режим визначення швидкості руху автомобіля. Після чого, якщо швидкість менше 50 км/год., алгоритм роботи системи повторюється знову [7, 8].

Якщо при визначенні швидкості автомобіля система зафіксувала рух зі швидкістю, що перевищує $V > 50$ км/год., то система починає працювати з прожекторами фар, бічне освітлення не активується.

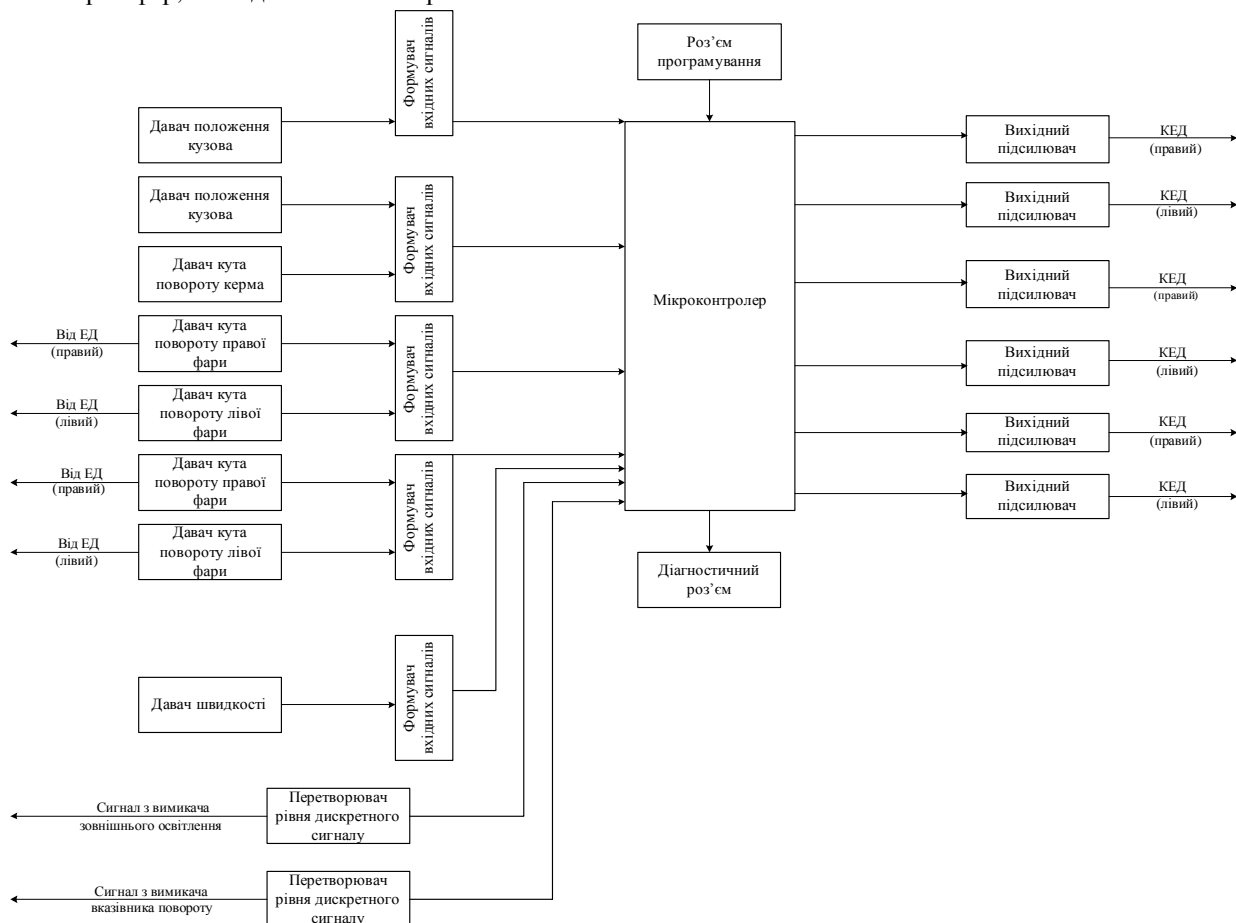


Рис. 1. Структурна схема пристрою мікроконтролерної системи автоматичного коригування світла фар

Перше, що система визначає, – це точна швидкість руху автомобіля, після чого, якщо вона залишається вище 50 км/год., визначається кут повороту керма. Далі точно певні величини надходять на мікроконтролер і обробляються ним, проводиться розрахунок кута, на який потрібно повернути прожектори фар: $U_{fg} = (U_{ki} - U_{ki} - 1) \cdot K$.

Приймаємо обмеження, що прожектори фар повертаються в межах 22 градусів, при повороті внутрішній прожектор повертається максимум на 7 градусів, а зовнішній прожектор на 15 градусів. Обчислений кут повороту фар подається у вигляді сигналу на електродвигуни, які повертають прожектори фар на потрібний кут: $A = U_{fg} \cdot U$. Давачі кута повороту фар, що стежать, на який кут повернені фари, передають інформацію мікроконтролеру про їхній стан. Таким чином, реалізується зворотний зв'язок. Мікроконтролер перевіряє, чи збігаються видані ним кути повороту фар з кутами, на який фари повернулись, і при розрахунку нового кута повороту прожекторів фар ведеться його коригування з урахуванням кута, на який фари вже були повернені. Якщо на мікроконтролер надходить інформація, що кут повороту фар, який зафіксували давачі кута повороту фар, збігається з кутом, який мікроконтролер розрахував раніше, привод фар фіксує їх у даному положенні, поки не надійдуть вказівки від мікроконтролера про зміну положення прожекторів фар і повороту їх на нові кути. Безперервно мікроконтролер веде розрахунок нових кутів, на які потрібно повернути фари, адже рух ВАТ характеризується постійною зміною швидкісного режиму і напрямку руху. Так само при русі на високій швидкості положення фар змінюється швидше, а при більш повільному русі поворотний механізм знижує швидкість повороту фар, мікроконтролер при розрахунку кута повороту прожекторів фар розраховує і швидкість повороту фар. В результаті світловий пучок фар розподіляється відповідно до зміни сектора огляду водія при маневрах на будь-якій швидкості.

Якщо швидкість падає і стає менше $V < 50$ км/год., а кермо знаходиться в близькій зоні до нуля, то система переходить до керування увімкненням бокового освітлення. Але якщо системою вже був здійснений поворот фар на будь-який кут, то система не може перейти до керування увімкненням бокового освітлення. Ця умова необхідна для того, щоб прожектори фар після відхилення встановлювалися в положення прямолінійного освітлення: $U_{fg} = 0$.

Тобто, якщо система починає керування прожекторами фар, то вона не може перейти в режим керування боковим освітленням до того моменту, поки прожектори фар не повернуться в початкове положення.

Якщо при визначенні швидкості виявиться, що швидкість автомобіля менше 50 км/год., алгоритм поведінки системи, описаний вище, повториться потрібну кількість разів, щоб система повернула фари в початкове положення. Після повернення фар в початкове положення і при відхиленні керма, близького до нульового значення, система переходить знову до визначення швидкості автомобіля. Після чого може почати керування боковим освітленням (якщо швидкість буде менше 50 км/год.) або повернутися до керування прожекторами фар (якщо швидкість перевищить 50 км/год.), алгоритм роботи системи наведено на рис. 2.

Сигнали з давачів проходять наступні етапи попередньої обробки: перевірку на достовірність, дискретну фільтрацію; перевірку на технологічні межі.

Перевірка на достовірність полягає в тому, що швидкість зміни сигналів з давачів не повинна перевищувати відомі граничні значення. Даний алгоритм може бути описаний такою послідовністю дій [3, 4]:

а) зчитується сигнал i -го давача $Z_i(k)$, де k – поточний дискретний момент часу. Якщо виконана умова

$$|z_i(k) - z_i(k-1)| < e_i, \quad (1)$$

то сигнал з давача вважається достовірним. Здійснюється перехід на пункт в) даного алгоритму. У перший момент часу при $k = 1$ перевірка на достовірність не проводиться, тому що тільки один звіт показав давачів;

б) проводиться збільшення лічильника недостовірних значень сигналів давачів

$$n_i = n_i + 1, \quad (2)$$

та видається повідомлення про несправність давача і здійснюється перехід на кінець алгоритму;

в) сигнал давача достовірний, тому приступаємо до дискретної фільтрації. Алгоритм фільтрації здійснюється відповідно до фільтрів низьких частот першого порядку, який описується рівнянням

$$T_i \frac{dy_i(t)}{dt} = -y_i(t) + x_i(t), \quad (3)$$

де T_i – стала часу фільтра;

$y_i(t)$ – вихід фільтра;

$x_i(t)$ – вхід фільтра.

Оскільки рівняння (3) реалізується в програмному забезпеченні, то його необхідно перетворити на дискретну форму. Для цього скористаємося методом інтегрування Ейлера, який означає постійну апроксимацію інтегрованої функції. У цьому випадку рівняння (3) набуде вигляду

$$y_i(k) = y_i(k-1) + \frac{h}{T_i} [-y_i(k-1) + x_i(k-1)], \quad (4)$$

де h – інтервал дискретизації.

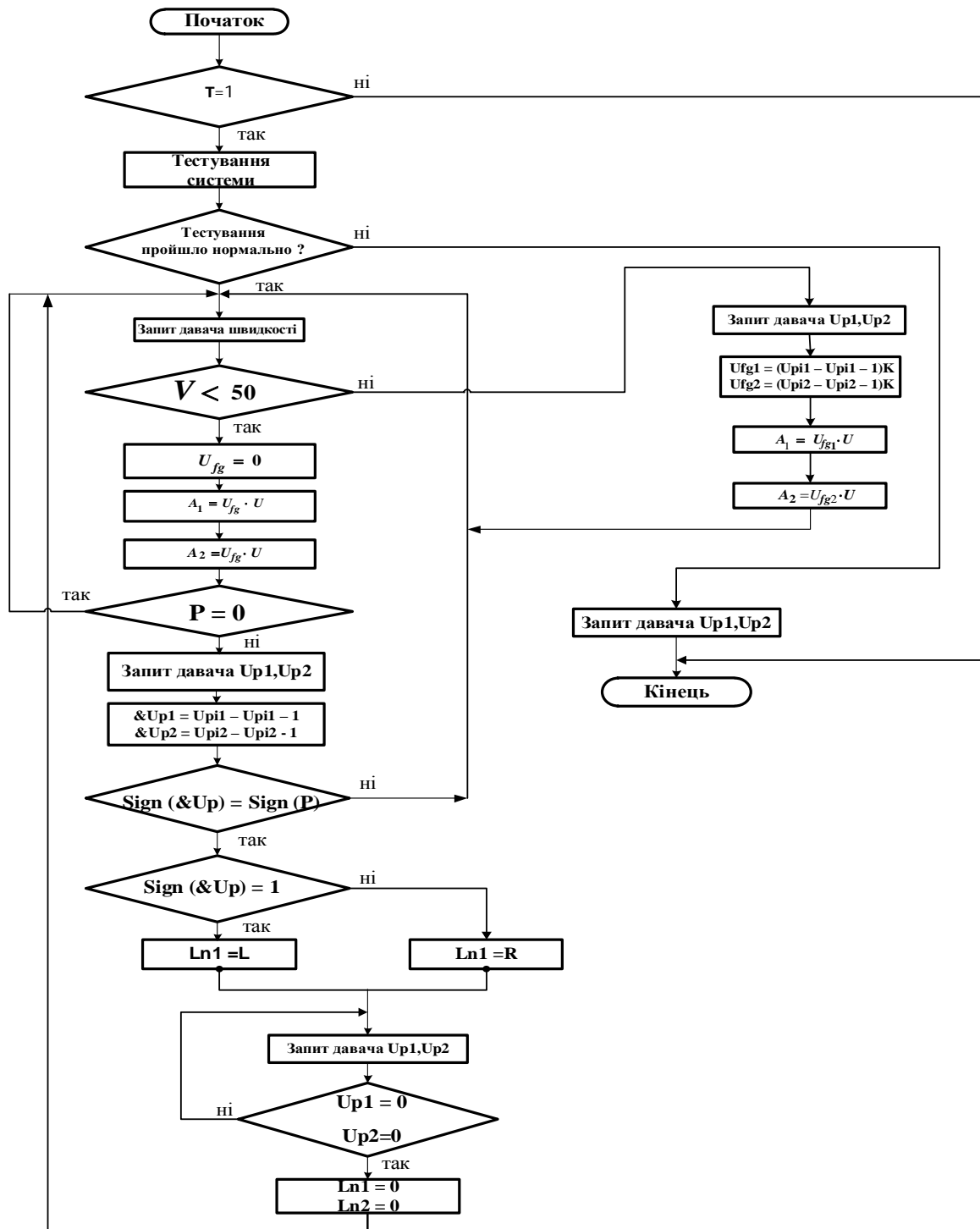


Рис. 2. Алгоритм роботи мікроконтролерної системи автоматичного коригування світла фар

Вираз (4) описує процес згладжування високо-частотних шумів вхідних сигналів. Високо-частотними є шуми, смуга пропускання яких вище значення $\frac{2}{T_i}$. При цьому для різних датчиків сталі часу можуть бути різними;

г) перевірка на вихід за технологічні межі означає перевірку виходу сигналів датчиків за мінімально і максимально допустимі значення. Ця перевірка здійснюється у відповідності з виразами

$$y_i(k) < y_i^{\max}, \quad (5)$$

$$y_i(k) > y_i^{\min}. \quad (6)$$

Якщо вирази (5), (6) не виконуються, то здійснюється сигналізація про вихід у неприпустимі експлуатаційні режими;

д) кінець алгоритму.

Оцінювання швидкостей зміни положень здійснюється відповідно до алгоритмів. Алгоритм оцінювання швидкості визначається виразами:

$$\begin{aligned} \frac{dx_{i1}(t)}{dt} &= x_{i2} + k_{i1}(z_i - x_{i1}), \\ \frac{dx_{i2}(t)}{dt} &= k_{i2}(z_i - x_{i1}), \end{aligned} \quad (7)$$

де $x_{i1}(t), x_{i2}(t)$ – перемінні стану спостерігачів похідних, $i = 1, 2, \dots, N_{\max}$;

$z_i = y$, $z_i = x_{i-12}$, $i = 2, 3, \dots, N_{\max}$ – вхідні сигнали спостерігачів;

k_{i1} , k_{i2} – параметри, які визначають за вимогами до швидкодії та якості придушення шумів. Відомо, що в лінійних системах збільшення швидкодії призводить до посилення шумів. У зв'язку з цим, коефіцієнти посилення спостерігача визначаються виразами:

$$\begin{aligned} k_{i1} &= k_{10} + L_i f(z_i - x_{i1}), \\ k_{i2} &= q k_{i1}, \end{aligned} \quad (8)$$

де L_i – позитивні сталі параметри;

$f(z_i - x_{i1})$ – позитивно визначені функції;

z_i – вхідна величина блока спостерігача;

k_{10} – позитивний постійний параметр;

q – позитивний постійний параметр;

x_{i1} – перша змінна блока спостерігача.

Припустимо тепер, що на вхід спостерігача діє випадковий сигнал, який має спектральну функцію

$$S(\omega) = \frac{2a\tau_k}{1 + \tau_k^2 \omega^2}, \quad (9)$$

де a – дисперсія випадкового шуму;

τ_k – час кореляції шуму;

ω – частота.

У цьому випадку, в області малих відхилень, коли величина помилки оцінювання досягає нуля

$$f(z_i - x_{i1}) \rightarrow 0, \quad (10)$$

отримаємо такі оцінки відношення дисперсій на вході і виходах блока спостерігача (11), (12):

$$\frac{D_{x_{i1}}}{D_{z_i}} = \frac{\tau_k(k_{10} + q) + \tau_k^2 q k_{10}}{1 + \tau_k k_{10} + \tau_k^2 q k_{10}}, \quad (11)$$

$$\frac{D_{x_{i2}}}{D_{z_i}} = \frac{\tau_k q^2 k_{10}}{1 + \tau_k k_{10} + \tau_k^2 q k_{10}}, \quad (12)$$

де $D_{x_{i1}}, D_{z_i}, D_{x_{i2}}$ – дисперсії вхідного і вихідного сигналів ланки спостерігача.

Отже, параметри оцінювача швидкостей визначаються наступним чином:

а) вихідними даними є час кореляції шуму давачів τ_k , дисперсія шуму давача a , необхідне співвідношення між дисперсіями вхідного і вихідного сигналів $\frac{D_{x_{i2}}}{D_{z_i}}$;

б) розраховуємо коефіцієнти посилення спостерігача. З визначення для величини q отримуємо співвідношення між коефіцієнтами посилення нелінійного рівняння

$$k_2 = q k_1. \quad (13)$$

Для завдання динамічних параметрів спостерігача вибираємо налаштування на технічний оптимальний (відсутність коливань при максимальній швидкодії), тобто кратні корені

$$k_2 = \frac{k_1^2}{4}. \quad (14)$$

Прирівнюючи (13) і (14), знаходимо q

$$q = \frac{k_1}{4}. \quad (15)$$

Підставляємо (15), значення часу кореляції шуму

τ_k і необхідного співвідношення дисперсій $\frac{D_{x_{i2}}}{D_{z_i}}$ у

формулу (12). В результаті отримуємо рівняння третього порядку щодо коефіцієнта, вирішуючи яке, отримуємо три корені. Два комплексних корені відкидаємо, а дійсний корінь, що залишився, є завжди позитивним і визначає значення коефіцієнта k_1 . Далі з виразу (14) визначаємо значення k_2 ;

в) коефіцієнт L_i вибирається виходячи зі значення дисперсії таким чином, що якщо помилка оцінювання вихідної координати перевищує амплітуду шумів, то добуток $L_i f(z_i - x_{i1})$ швидко наростає, а в іншому випадку – зменшується. Нехай нелінійна функція в (2.8) обрана як

$$L_i f(z_i - x_{i1}) = L_i (z_i - x_{i1})^2 = [l_i (z_i - x_{i1})]^2. \quad (16)$$

Тоді коефіцієнт L_i розраховується як

$$L_i = l^2 = \frac{1}{(3a)^2}. \quad (17)$$

Коефіцієнт 3 з'явився з правила «3-х сигма» – амплітуда нормального випадкового шуму з імовірністю 0,996 не перевищує трьох дисперсій цього шуму.

Нехай, наприклад, задані наступні вихідні дані:

$\tau_k = 10^{-3}$, $a = 0.01$; $\frac{D_{x_{i2}}}{D_{z_i}} = 3$. Застосовуючи викладе-

ну методику, одержуємо такі значення коефіцієнтів нелінійного рівняння: $k_1 = 36,78$, $k_2 = 338,19$. Тепер з виразу (17) обчислюємо

$$l = \frac{1}{3a} \approx 33, \quad L = 33^2 = 1089.$$

Давач швидкості автомобіля підключається через вхідний дільник, зібраний на резисторах R1, R2 (рис. 3). Для фільтрації височастотних перешкод

використовується ємність С1. Далі імпульсний сигнал слідує на формувач імпульсів, зібраний на мікросхемі 133ТЛ1, яка формує цифрові імпульси, що надходять на дискретний вхід порту мікроконтролера. Щоб захистити мікросхему від перенапруги, використовується діод VD1.

Сигнали з вимикачів зовнішнього освітлення і показників повороту підключаються до портів мікропроцесора також через дільники напруги R17, R18 і R19, R20, як і дільник R1, R2, вони використовуються для перетворення напруги на перемикачах до рівня ТТЛ (близько 5 В) для формування логічної «1». Опори цих дільників розраховуються за формулами

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}, \quad (18)$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_{17} + R_{18}}{R_{17}}, \quad (19)$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_{19} + R_{20}}{R_{19}}, \quad (20)$$

де U_1 – вхідна напруга 12 В;

U_2 – вихідна напруга логічного рівня 5 В.

Рівняння (18)–(20) визначають співвідношення для розрахунку трьох опорів. Решта опор обчислюються з вимог щодо обмеження струму. Максимальний струм входу мікропроцесора – близько 10 мА.

Щоб не перевантажувати вхід мікроконтролера, розрахуємо параметри дільника автоматичного регулювання фар напруги R1, R17 і R19 для робочого струму 5 мА:

$$R_1 = \frac{12 В}{5 мА} = 2,4 \text{ кОм},$$

$$R_{17} = \frac{12 В}{5 мА} = 2,4 \text{ кОм}, \quad R_{19} = \frac{12 В}{5 мА} = 2,4 \text{ кОм}.$$

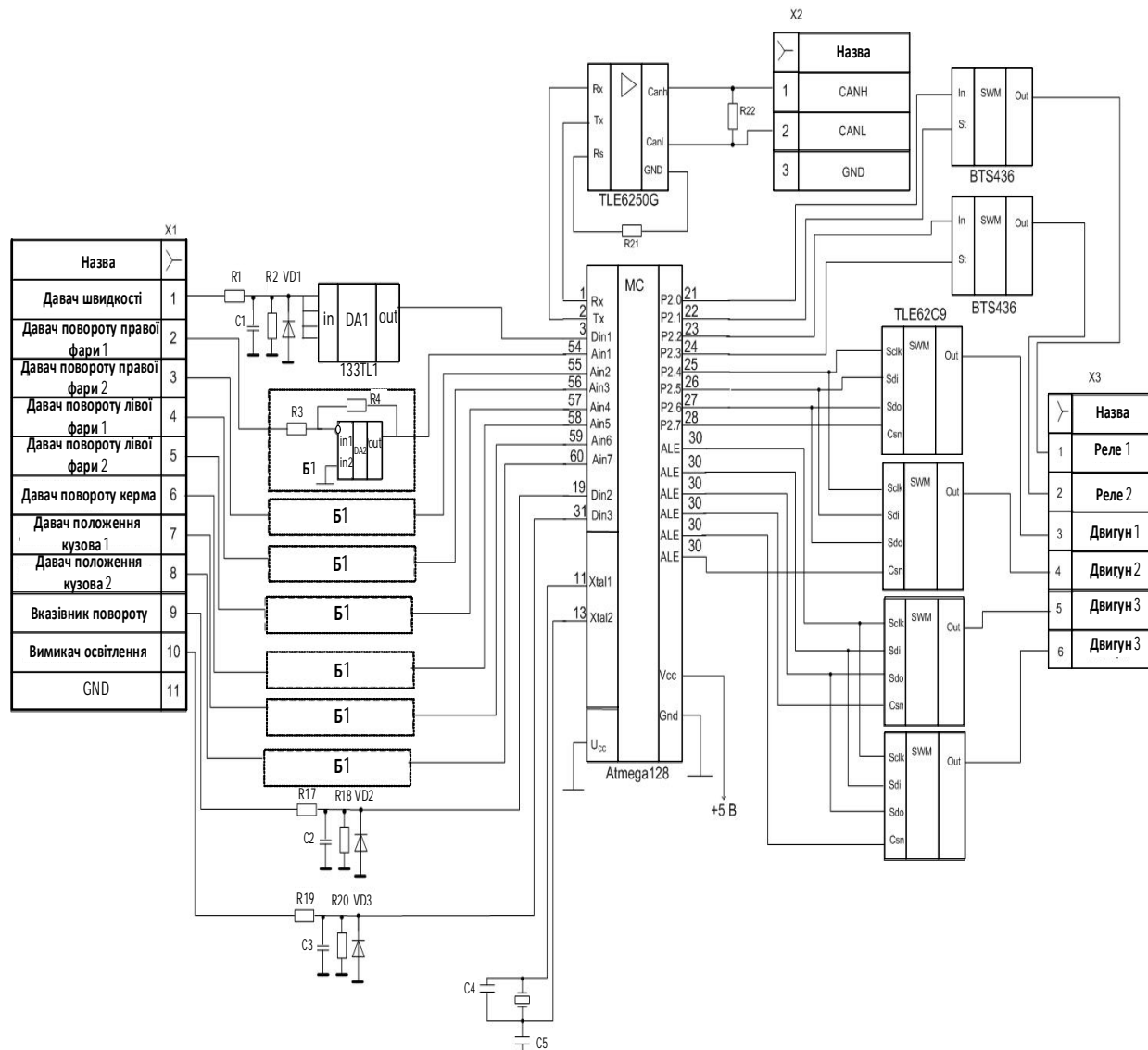


Рис. 3. Принципова схема системи автоматичного коригування світла фар

Висновки

У статті розкрито ідею, її теоретичні засади, а також практичні аспекти застосування системи коригування світла фар на ВАТ. Враховуючи переваги, які забезпечує ця система, її застосування є доцільним, тому що значну частину бойових завдань підрозділам ЗСУ доводиться виконувати в умовах поганої видимості або вночі.

Виконано аналіз відомих підходів щодо побудови систем коригування світла фар.

Визначено структуру системи, проведено її математичний аналіз та складені відповідні алгоритми. Виконано математичне моделювання, результати якого підтверджують ефективність запропонованої системи. Окреслені перспективи подальших досліджень.

Список літератури

1. Сажко В.А. Електронне та електричне обладнання автомобілів. – К.: Каравела, 2004. – 248 с.
2. Армійські автомобілі. Основи руху, будова, характеристики / [Б.Д. Білоус, П.П. Ткачук, Я.Ф. Андрусик та ін.]; під ред. Б.Д. Білоуса. – Львів: НУ Львівська політехніка, 2007. – 536 с.

3. Волков В.П. Теорія руху автомобіля: підручник / В.П. Волков, Г.Б. Вільський. – Суми: Університетська книга, 2010. – 320 с.

4. Котов О.В. Електронне та електричне обладнання автомобілів: лабораторний практикум; 2-ге вид.: випр. та допов. / О.В. Котов, Н.О. Ореховська, О.Т. Сміток. – О.: Наука і техніка, 2008. – 132 с.

5. Основи конструкції автомобіля. Навчальний посібник в електронному вигляді / Г.О. Ковальчук, В.П. Сахно. 2011. – 805 с.

6. *Omnidirectional Drive Systems [Електронний ресурс] / Ian Mackenzie // 2006 FIRST Robotics Conference. – 2006. – 35 с.*

7. Forkenbrok, O'Harra, Elsasser. *Demonstration of the Dynamic Test Developed for NHTSA's NCAP Rollover Rating System – Phase VIII of NHTSA's Light Vehicle Rollover Research Program. – 2004, DOT HS 809705.*

8. Furukawa Y., Nakaya H. *Effects of Steering Response Characteristics on Control Performance of the Driver – Vehicle System., Int. J. of Vehicle Design. 1986. Special Issue on Vehicle Safety.*

Рецензент: д.т.н., проф. Б.І. Сокіл, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КОРРЕКТИРОВАНИЯ СВЕТА ФАР НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

В.Д. Залыпка, Ф.П. Макогонюк, Р.И. Процюк

Предложены теоретические основы и практические аспекты применения системы корректировки света фар на военной автомобильной технике. Выполненный анализ известных подходов к построению систем корректировки света фар. Определена структура системы, проведен ее математический анализ и составлены соответствующие алгоритмы.

Ключевые слова: военная автомобильная техника, система корректировки света фар, микроконтроллер, алгоритм.

THEORETICAL PRINCIPLES AND PRACTICAL ASPECTS OF ADJUSTMENT OF HEADLIGHTS ON WHEEL VEHICLE MILITARY

W. Zalyпка, F. Makohonyuk, R. Protsiuk

The theoretical foundations and practical aspects of the application of the adjustment headlights military automotive technology. The analysis of known approaches to building systems adjusting headlights. The structure of the system, its mathematical analysis conducted and compiled the relevant algorithms. Systems of passive and active safety, signaling and warning systems, driver's state control, vehicle adaptation to traffic conditions acquire wide development. The quality of the road lighting conditions is significantly affected by the high-quality performance of tasks according to its purpose and on the safety of traffic at night. Adaptive lighting systems allow the lights to be rotated only in the horizontal plane. During the movement of military vehicles on roads with a slope and on roads in mountainous terrain, it is necessary to turn the lights, both in horizontal and in vertical planes. Modern microcontrollers allow you to adjust the headlights automatically, without the participation of a person, which prevents the driver from being distracted from the control process and improves visibility while driving both for him and for crew members. The application of the correction of headlamps on military automotive equipment is especially relevant for units of the Armed Forces of Ukraine, which often have to conduct hostilities at night in the course of an anti-terrorist operation. In this study, algorithmic velocity estimation is used for the measurement of positions. Together with the sensors, the body position on the formation of input signals is fed by the output of the steering wheel positioner, as well as the angles of rotation of the headlights, which can be rotated horizontally and vertically. The peculiarity of the headlight control system in the vertical direction is the need for high-speed system with uneven road. The formation of input signals for these sensors are scalable and buffer amplifiers, which coordinate the signals of the sensors by level and by power with the inputs of the microcontroller. Generation signals arrive at a multichannel analog digital converter built into the microcontroller.

Keywords: military automotive technology, system adjusting headlights, microcontroller, algorithm.