

УДК 629.33:629.3.048.8

О.Я. Ніконов, В.О. Сильченко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

## СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ГОЛОВНОГО СВІТЛА ФАР У СУЧАСНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

*Адаптивна система переднього освітлення стає все більш популярною сьогодні. При моделюванні системи управління стабілізацією важливо забезпечити її функціональність і порівняти реальний вихід системи. Транспортний засіб, обладнаний інтелектуальними фарами дає водієві оптимальне освітлення. Мета цієї статті полягає в представленні системи управління стабілізацією головного світла транспортного засобу, оснащеного системою головного освітлення, в нічний час або в умовах поганої видимості. Та порівняння адаптивної системи головного освітлення транспортних засобів з системами освітлення, які позбавлені можливості отримувати повну візуальну інформацію про узбіччя дороги, предмети на дорогі, які залишаються поза зоною ясної видимості.*

**Ключові слова:** транспортний засіб, система адаптивного освітлення, фари.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Жорстко закріплені фари, навіть якщо вони правильно відрегульовані, освітлюють обмежений простір попереду транспортного засобу і в набагато меншому ступені – простір по обом сторонам від напрямку руху машини. Статичні фари просто забезпечують певне освітлення поля зору для водіїв у нічний час, яке є недостатнім, щоб служити для доріг і перетинань. Виходячи з цього була запропонована передова система переднього освітлення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблема інтелектуалізації системи адаптивного головного світла транспортного засобу ретельно розглянута у дослідженнях, що присвячені розвитку адаптивної системи переднього освітлення [1]. Найбільш близьким до запропонованої системи є система керування системою автоматичної адаптації світлотіньової границі промінню фар ближнього світла [2], що представляє собою систему керування світлотіньовою межею за допомогою системи датчиків, які виявляють положення інших транспортних засобів, а також включених в електричну схему процесора і блока електронного керування (ECU) для автоматичної адаптації світлотіньової межі променя фар ближнього світла, що забезпечує зниження (запобігання) засліплення шляхом керованого освітлення поверхні дороги попереду транспортного засобу. При цьому перехід від променя фар дальнього світла до променя ближнього світла відбувається відносно швидко, що сприяє уникненню дискомфорту водія. Завдяки запропонованій системі датчики транспортного засобу збирають інформацію, після чого оброблена інформація поступає в електроні блоку освітлення.

До недоліків розглянутої системи керування системою автоматичної адаптації світлотіньової

границі проміння фар ближнього світла належить відсутність отримання водієм інформації про постійні зміни транспортного середовища, тобто відсутність можливості повністю оцінити інформацію про стан дороги та забезпечити оптимальне освітлення дороги.

**Постановка задачі.** Сучасний транспортний засіб повинен мати таку комп'ютерну систему, яка на основі механізму адаптації та самонавчання в автоматичному режимі враховує постійні зміни середовища руху транспортного засобу, опосередковано оцінює первинні характеристики, узагальнює отриману інформацію та забезпечує освітлення дороги. Об'єктом дослідження виступає процес інтелектуалізації транспортного засобу. Предметом дослідження є інформаційна технологія, її інформаційно-комунікаційна частина, яка забезпечує освітлення дороги попереду транспортного засобу. Мета цієї системи полягає в забезпеченні освітлення для водія транспортного засобу, щоб керувати безпечно в темряві. Для досягнення мети треба вирішити задачу надання водіям та особам, що приймають рішення з організації транспортних процесів, інформації про дорожні ситуації.

### Аналіз системи головного освітлення транспортного засобу

Фари транспортного засобу мають першочергову задачу оптимально освітлювати дорожнє полотно, щоб забезпечувати безпечний рух. Також фари є важливими для безпеки деталями транспортного засобу, для застосування яких вимагається офіційний дозвіл і на яких не допускаються недозволені маніпуляції. Вид і місце установки функцій освітлення на транспортному засобі, а також їх конструкція, джерела світла, колір і світлотехнічні параметри регламентуються законодавством.

Головним недоліком звичайних фар є те, що промінь світла, що випускається ними, жорстко до них прив'язаний і світить тільки прямо, тобто він нерухомий. При повороті на транспортному засобі зі звичайними фарами, поворот освітлюється не відразу, що несе певну небезпеку.

Зовсім інша картина виходить, коли в роботу вступає адаптивне освітлення. У цьому випадку фари містять рухливий елемент, що реагує на кут повороту рульового колеса, який повертається в ту ж сторону, що і транспортний засіб, і на кут, достатній, щоб освітити всю ділянку дороги. Також електроніка транспортного засобу контролює положення світлового променя по вертикалі і автоматично вирівнює його рівень.

Першим таке класичне пристрій, як система адаптивного освітлення придумав ні хто інший, як Фольксваген і назвав її *Advanced Frontlighting System (AFS)*. Але якщо проаналізувати історію фар, то першим був *Citroen*, який установив поворотні фари була взагалі технологічним проривом тих років.

Адаптивне світло представляє собою систему головного освітлення, яка автоматично змінює напрямок світлового потоку фар синхронно з напрямком руху транспортного засобу. Адаптивним світлом оснащуються деякі моделі автомобілів *Volkswagen Phaeton*, *Volkswagen Touareg*, *Volkswagen Passat* та тощо. Системи адаптивного освітлення випускаються й іншими компаніями, зокрема – компанією «Hella». Її система *adaptive forward lighting (AFL)* відрізняється від *AFS* тим, що в неї включена додаткова пара допоміжних фар, що включаються при різкому повороті керма і освітлюють праву і ліву сторони дороги по ходу транспортного засобу.

Обов'язково варто сказати, що адаптивні фари не тільки повертаються, але також ще оберігають водіїв зустрічного транспорту. Справа в тому, що як тільки датчики бачать зустрічний транспортний засіб, електроніка зменшує дальність світлового променя лівої фары (правої – в країнах з лівостороннім рухом), щоб не засліпити водія, звільняючи його від постійного перемикання між дальнім і ближнім світлом. Ще однією особливістю *AFS* деяких виробників є те, що чим вище швидкість, тим далі світять фари, але ширина променя зменшується, а також чим повільніше рухається транспортний засіб, тим більш широку зону (дорогу та узбіччя) освітлюють фари.

У порівнянні з цим, *Audi* вдалося піти ще далі і придумати те, що ще кілька років тому можна було вважати нереальним: інженери компанії змогли синхронізувати роботу навігаційної системи, фронтальної камери і фар. Це виглядає так: електроніка, що відповідає за роботу фар, отримує сигнал від камери та автомобільної навігаційної системи, яка знає в

якій точці карти знаходиться транспортний засіб, і завчасно готує фари для повороту в потрібну сторону. Такій системі поворотний механізм, як у *AFS*, не потрібен, що виключає збій в роботі [3].

На жаль, система «розумного» освітлення не встановлюється в базовій комплектації навіть на моделі преміум-класа. Максимальний кут, на який повертаються фари, варіюється від 15 до 25 градусів, причому зазвичай повертається ближня до повороту фара (якщо повертати направо, то і права фара повернеться слідом, а ліва залишиться нерухомою). В результаті цього, площа ділянки дороги, яку вдається освітлити, помітно зростає.

Принцип роботи системи адаптивного головного світла транспортного засобу полягає в тому, що сама фара залишається нерухомою, а повертається тільки світловий блок, що знаходиться всередині фары, за допомогою малого крокового електродвигуна. Останній отримує всю необхідну інформацію від бортового комп'ютера, який збирає її від різних датчиків, встановлених на транспортному засобі. Враховуються кут нахилу керма, швидкість руху транспортного засобу, робота системи стабілізації, датчик дощу, швидкість роботи щітки склоочисника.

Система адаптивного освітлення покликана суттєво покращити освітленість дороги в темний час доби за допомогою електроніки, яка відповідає за інтенсивність світлового променя і кут повороту фары.

Технічна сторона питання щодо поліпшення видимості:

- високі значення засліплення: за допомогою вимірювань було встановлено, що активний розподіл світла фары, розробленої для галогенових ламп, і тепер нелегально експлуатованої із ксеноновим джерелом світла, жодним чином не відповідає спочатку розрахованим значенням;

- в відбиваючих системах були отримані значення засліплюючого світла, які до 100 разів перевищували допустимі граничні значення;

- крім того, фари цих транспортних засобів не мали світлотіньової межі і були не регульовані, а також значення засліплюючого світла відповідають значенням для фар дальнього світла, що веде до підвищення небезпеки для інших учасників дорожнього руху.

Бі-ксенон означає, що дальнє і ближнє світло фар реалізується за допомогою одного проекційного модуля. І відповідно для нього необхідно тільки один пусковий пристрій. Це означає, що для установки потрібно мінімум місця, а по суті отримуєте два потужних світлових потоки в одному. Завдяки застосуванню рухомого екрану можна механічно перемикатися між розподілами світла для далекого і ближнього світла. При цьому, за винятком сервомеханіки екрану, немає необхідності в додаткових витратах на окрему фару з власною керуючою елект-

ронікою. До того ж потужність дальнього світла більше, і крайові ділянки дороги освітлюються значно краще [4].

### Аналіз процесу стабілізації рівня світла фар

Безпечний рух в темний час доби може здійснитися тільки з фарами, що мають правильний кут нахилу [1–3]. На підставі нормативно продиктованого в даний час в Європі ручного регулювання дальності освітлення галогенними фарами, коли водій має можливість за допомогою перемикача на панелі приладів відрегулювати нахил фар відповідно з поточним рівнем заряду батареї. Регулювання нахилу, як правило, виконується за допомогою електричного серводвигуна. Розроблені згодом автоматичні системи регулювання кута нахилу фар автоматично виставляють кут нахилу відповідно до положення транспортного засобу на дорозі. Подібні системи, як уже згадано, законодавчо приписані при використанні ксенонових фар.

При наявності ручного регулювання водій повинен сам регулювати перемикачем кут нахилу фар. Існують як пневматичні, так і електричні системи, при цьому проблема полягає в тому, що багато водіїв недостатньо інформовані про можливості регулювання і її функціями в своєму транспортному засобі, та при неправильному використанні можуть засліпити водіїв зустрічних транспортних засобів.

Інтелектуальний кроковий двигун (ISM) об'єднує в мехатронний модуль біполярний кроковий двигун і силові електронні пристрої, які зазвичай розміщуються в окремому блоці управління. Основним компонентом двигуна ISM є інтегрована мікросхема, яка реалізує комплексне включення кроковим двигуном, проводить діагностику та комунікацію з вищестоящою системою через комунікаційний модуль з інтегрованим інтерфейсом LIN-шини.

Важливими функціональними перевагами інтелектуального крокового двигуна є мікрокроковий режим керування (робота з низьким рівнем шуму і резонансу):

- можливість діагностики;
- поліпшена характеристика;
- напівавтономна обробка помилок;
- оптимізована система дрових з'єднань.

Нове покоління блоків керування коректора фар відрізняється наявністю додаткового виходу LIN-шини і, завдяки цьому, перетворюється в універсальний стандартний компонент. Величини ходу ресор від датчиків осей обробляються в блоці управління і за допомогою алгоритмів перераховуються в керуючі параметри регулювання нахилу фар. Модульна конструкція блоків управління дозволяє таким чином комбінувати окремі компоненти у відповідності з різними вимогами замовників, чим

досягається максимум синергії витрат і гнучкості. Завдяки інтерфейсу CAN-шини, блок керування через кодування або програмування специфічних параметрів може адаптуватися до різних моделей транспортних засобів.

У цілому ряді комплектацій транспортного засобу, що підвищують безпеку і комфорт, таких, наприклад, як активна ходова частина, регулювання рівня, а також автоматичне регулювання нахилу фар, необхідно визначати відповідне положення кузова транспортного засобу.

У індуктивному датчику положення кузова транспортного засобу принцип роботи наступний: на друкованій платі розміщуються декілька обтічних струмом котушок, що створюють електромагнітне поле, а над цією друкованою платою рухається з'єднаний з допомогою приводного важеля датчика металевий ротор, який впливає на електромагнітне поле. В залежності від положення важеля датчика зміна поля реєструється іншими знаходяться на друкованій платі датчика котушками й аналізується за допомогою спеціально розробленої для цього інтегральної схеми.

За допомогою цього датчика можлива обробка різних кутових діапазонів з постійною високою лінійністю. Індуктивний датчик осі передає як аналоговий сигнал, так і ШІМ-сигнал. Датчик працює з винятковою точністю і абсолютно незалежно від температури. При цьому нульове положення датчика індивідуально варіюється. Модернізацією цього датчика є новий індуктивний датчик, який передає з окружності періодичний, стислий на 75% ШІМ-сигнал. Завдяки цьому цей датчик використовується як ідентичний компонент на різних платформах. Різниця установочного положення і монтажних допусків при цьому компенсуються за допомогою електронної юстирування в окремому блоці керування.

Для автоматичного регулювання нахилу фар в компактних транспортних засобах на подальший етапі розвитку окремий блок керування був інтегрований в датчик осі.

Базою інтегрованого в датчик блоку керування коректора фар є індуктивний датчик положення кузова транспортного засобу. Механічні інтерфейси, такі, як кріплення і важіль датчика, відповідають аналогічними інтерфейсами датчиків осі.

Інтегрований датчик в блоці керування на задній осі реалізує завдання автоматичного регулювання нахилу фар не тільки в транспортних засобах з ксеноновими фарами, але, в якості заміни ручного регулювання, веде до значного підвищення комфорту і безпеки в транспортних засобах з галогеновими фарами.

У інших транспортних засобах фари повертаються в початкове положення і залишаються там.

Проте водій в будь-якому випадку інформується про наявність помилки через сигнальні лампи або через текстове повідомлення на панелі приладів [5].

## Висновки

Аналіз науково-технічної і патентної літератури з питань створення автоматичних та адаптивних систем керування головним світлом транспортного засобу дозволяє зробити висновок про те, що сучасні інформаційно-керуючі системи головного світла транспортного засобу можуть бути побудовані з використанням розвиненої математичної моделі об'єкту керування з урахуванням стохастичних характеристик зовнішніх збурень, що діють на об'єкт. Для параметричного синтезу таких систем необхідно застосовувати інваріантні інтелектуальні системи зі змінною структурою на основі теорії штучних нейронних мереж.

## Список літератури

1. Никонов О.Я. Построение архитектуры активной информационной системы интеллектуальных многоцелевых транспортных средств / О.Я. Никонов // Вестник НТУ «ХПИ». – Х.: НТУ «ХПИ», 2010. – № 38. – С. 20-25.

2. Никонов О.Я. Интегрированные информационно-управляющие телематические системы транспортных средств / О.Я. Никонов, В.Н. Шуляков // Автомобильный транспорт. – Х.: ХНАДУ, 2010. – № 27. – С. 83-87.

3. Никонов О.Я. Розроблення та впровадження Інтернет-технологій для підвищення ефективності використання транспортних засобів / О.Я. Никонов, В.О. Алексієв, Г.І. Середіна // Вісник Севастопольського національного технічного університету. – Севастополь: СевНТУ, 2013. – № 142. – С. 69-72.

4. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, Ю.В. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 400 с.

5. Аналіз систем регулювання рівня світла фар у сучасних інтелектуальних системах транспортного засобу / О.Я. Никонов, В.О. Баранова, Р.Т. Гудаєв, І.М. Прищепя // Електронне наукове фахове видання «Автомобіль і Електроніка. Сучасні технології». – 2015. – № 7. – С. 42-47.

Надійшла до редколегії 22.12.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Д.М. Клец, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків.

## СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГОЛОВНОГО СВЕТА ФАР В СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

О.Я. Никонов, В.О. Сильченко

*Адаптивная система головного освещения становится все более популярной сегодня. При моделировании системы управления стабилизацией важно обеспечить ее функциональность и сравнить реальный выход системы. Транспортное средство, оборудованное интеллектуальными фарами, дает водителю оптимальное освещение. Цель этой статьи заключается в представлении системы управления стабилизацией головного света транспортного средства, оснащенного адаптивной системой головного освещения, в ночное время или в условиях плохой видимости. И сравнения адаптивной системы головного освещения транспортных средств с системами освещения, которые лишены возможности получать полную визуальную информацию про обочины дороги, предметы на дорогах, которые остаются вне зоны ясной видимости.*

**Ключевые слова:** транспортное средство, система адаптивного освещения, фары.

## SYSTEM OF CONTROL OF THE ADAPTIVE FRONT-LIGHT IN MODERN INTELLIGENT SYSTEMS OF THE VEHICLE

O. Nikonov, V. Sylchenko

*Adaptive front lighting is becoming increasingly popular today. In the simulation system of stabilization is important to ensure its functionality and to compare the actual output of the system. The vehicle, equipped with intelligent headlights gives the driver an optimal lighting. The purpose of this article is to present system of stabilization of head light vehicle equipped with Front lighting at night or in poor visibility. And comparing Adaptive Front lighting System with vehicle lighting systems, which are deprived of the opportunity to receive full information about the visual side of the road, for expensive items that remain outside of clear visibility.*

**Keywords:** vehicle, adaptive front-light system, headlamp.