

УДК 629.33:629.3.048.8

В.О. Сильченко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

## СИСТЕМА ПОВОРОТУ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ ОПТИЧНОГО ЕЛЕМЕНТУ СВІТЛА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Висока аварійність в темний час пояснюється рядом причин: різким погіршенням умов видимості, ослабленням уваги водіїв та пішоходів, збільшенням часу реакції водіїв, і головною причиною є низька ефективність автономної системи освітлення. Серед елементів електрообладнання транспортних засобів освітлювальні прилади, і в першу чергу, фари займають особливе місце, так як ефективність автономного освітлення в умовах зростання автомобілізації і зростаючої ролі перевезень по суті визначає безпеку руху в темний час доби. Адаптивна система переднього освітлення стає все більш популярною сьогодні. При моделюванні системи управління автовирівнювання дуже важливо забезпечити її функціональність і порівняти реальний вихід системи. Для моделювання системи використовувався пакет Mathlab-Simulink.

**Ключові слова:** адаптивна система головного освітлення, оптичний елемент фари, стабілізація і поворот проміння світла фар.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Стабілізатори головного світла транспортного засобу (ТЗ) представляють собою спеціальні системи автоматичного керування, які призначаються для повороту на ціль освітлення і збереження (стабілізації) заданого освітлення при коливанні ТЗ, що рухається.

Розвиток і широке застосування на сучасних систем стабілізації головного світла ТЗ обумовлені тим, що успішне виконання освітлення дороги при русі ТЗ стає можливе лише при сполученні максимальної швидкості, високої маневреності та безперервної ефективної дії [1–3].

Сучасні ТЗ, які не володіють сполученням вказаних якостей, недостатньо ефективні у освітленні дороги при русі, яка насичена великою кількістю поворотів, перехресть, пішоходів тощо. Саме тому основним засобом повороту світла є промінь світла, який повертається при русі. Тільки при порозі проміння світла з ходу можливе максимальне використання швидкісних і маневрених якостей ТЗ при русі.

Однак при русі забезпечити освітлення на поворотах та перехрестях, крім основної проїзної частини, що знаходиться попереду ТЗ ще й пішохідної зони, так би умовити тротуарів значно трудніше.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблема стабілізації головного світла транспортного засобу ретельно розглянута у дослідженнях, що присвячені розвитку адаптивної системи переднього освітлення [1].

Теоретичні основи, конкретні рішення представлені у наукових статтях іноземних науковців з розробки новітніх систем адаптивного головного світла ТЗ [2–3].

Узагальнення задач стабілізації головного світла транспортного засобу було виконано у вигляді

прототипів, симуляторів інтелектуальної системи адаптивного головного світла ТЗ.

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 ТЗ повинні мати такі стабілізатори головного світла ТЗ, які 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 повороту і стабілізації оптичного елемента ТЗ. Предметом дослідження є оптичний елемент ТЗ.

Робота спрямована на поліпшення стабілізації і повороту оптичного елемента фари.

Для досягнення цієї мети треба вирішити задачу надання водіям та особам, що приймають рішення з організації транспортних процесів, інформації про дорожні ситуації.

**Мета цієї системи** полягає в забезпеченні освітлення дороги для водія транспортним засобом (ТЗ), щоб керувати безпечно в темряві.

### Основний розділ

#### Функціональна схема стабілізатора освітлення транспортного засобу

Зниження ймовірності освітлення при поворотах при русі обумовлене наступним:

– безперервними коливаннями корпусу ТЗ, що підвищують розсіювання світла;

- погіршенням умов спостереження водіння;
- безперервною зміною дальності освітлення, при зміні дороги, або виявленні пішоходів та ТЗ;
- більш складними умовами роботи водія.

При русі внаслідок безперервних коливань корпусу, оптичні елементи ТЗ знижують точність кута повороту. Помилки повороту значно зменшують ймовірність освітлення дороги. Крім того, на розсіювання світла впливає запізнювання повороту проміння світла – час від моменту закінчення повороту і прийняття рішення на здійснення освітлення до моменту освітлення промінням із оптичного елемента фари. У час запізнювання повороту проміння світла на ціль вже не здійснюється, а коливання корпусу ще продовжується. Внаслідок цього в момент повороту напрям вісі фари відрізняється від напрямку, який задається водієм.

Експериментально досліджено, що ймовірність освітлення поворотів при русі без стабілізатора головного світла не перевищує 5–7%. Тому рухатись в ТЗ без стабілізатора головного світла нерационально. Саме тому ТЗ, які не мають систем стабілізації головного світла, під час їзди часто потрапляють в аварії. При цьому швидкість їзди зменшується практично вдвічі, а ймовірність попадання в аварії значно зростає [3].

При русі ТЗ знижується не тільки ймовірність повного освітлення дороги, але і темп освітлення, тому що збільшується час повороту, ускладнюється вибір рішення водія, при цьому водій значно швидше стомлюється. Все це вимагає застосування автоматизованих комплексів керування світлом, основою яких є системи стабілізації головного світла.

В результаті застосування систем стабілізації головного світла поліпшуються умови спостереження за дорогою з ТЗ, в кілька разів зростає дальність виявлення і розпізнавання дороги, пішоходів тощо, підвищується точність кута повороту освітлення дороги, пішоходів, перехресть, поворотів тощо, зменшується розсіювання світла.

На першому етапі поворот на ціль освітлення здійснювалось за допомогою автоматизованого приводу фари. В наш час системи повороту і стабілізації головного світла ТЗ виготовляються двох площинними: фара – в горизонтальній та у вертикальній площинах.

Стабілізатори головного світла представляють собою замкнені автоматичні системи керування по відхиленню вісі фари від заданого водієм напрямку.

Потрібний напрямок лінії освітлення вісі фари задається за допомогою датчика кута повороту рульового колеса (ДКПРК) та додатково у вертикальній площині використовується датчик нахилу кузова (ДНК), що дозволяє безперервно вимірювати кутове відхилення об'єкту стабілізації головного світла від заданого напрямку в просторі.

Якщо під впливом збурюючого моменту  $M_{зб}$ , обумовленого коливаннями корпусу ТЗ, об'єкти стабілізації головного світла відхиляються від заданого напрямку на деякий кут  $\theta$ , то на виході датчика кута з'явиться напруга  $U_k$ , пропорційна кутовому розходженню між напрямком на перешкоду освітлення та віссю фари. Ця напруга перетворюється підсилювачем П і подається до входу виконавчих двигунів системи.

Виконавчі двигуни створюють активний стабілізуючий момент  $M_c$ , який протидіє збурюючому моменту  $M_{зб}$  та зменшує кутове розходження  $\theta$ . Чим повніше момент стабілізації головного світла буде компенсувати збурюючий момент, тим менше буде відхилення лінії освітлення від заданого напрямку і точніше буде здійснюватись стабілізація головного світла (рис. 1).

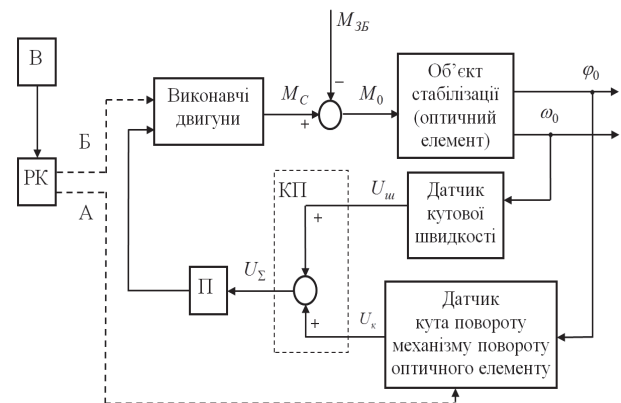


Рис. 1. Функціональна схема стабілізатора освітлення

Для підвищення точності стабілізації головного світла передавальні коефіцієнти П, а також потужність виконавчих двигунів системи доцільно підвищити. Але при цьому зростає коливальність процесів стабілізації головного світла, а при деяких їх значеннях виникають автоколивання, які приводять до значного розсіювання освітлення [2].

Коливальність процес стабілізації головного світла може бути зменшена за допомогою введення в систему від'ємного зворотних зв'язків по кутовій швидкості та куту повороту об'єкту стабілізації головного світла.

Ці зворотні зв'язки реалізуються за допомогою датчика кутової швидкості, датчиків кута повороту механізму повороту оптичного елемента у вертикальній та у горизонтальній площинах (ДКПМПОЕв та ДКПМПОЕг), який, так як і датчик кута повороту рульового колеса, встановлюється на об'єкті стабілізації головного світла та вимірює його абсолютну кут повороту. Напруга  $U_{ш}$  на виході датчика швидкості, пропорційна похідній від кута повороту механізму повороту оптичного елемента, підсумовується з напругою  $U_k$  датчика кута в контурі підсумовуван-

ня (КП). Сумарна напруга  $U_{\Sigma}=U_{\text{ш}}+U_{\text{к}}$  являє собою управляючий сигнал виконавчих приводів.

У системах стабілізації головного світла здійснюється не тільки зміною напрямку вісєй датчика кута (канал А), а як правило, передбачається режим повороту безпосередньо дією на входи виконавчих двигунів системи при відключених датчиках (канал Б). Системою стабілізації управляє водій (В), використовуючи з цією метою рульове колесо (РК).

### Модельовання електромеханічних процесів

Транспортний засіб оснащений переднім освітленням має важливе значення для безпеки дорожнього руху в нічний час. Це є предметом безперервних змін після прогресу в технології. З цих причин, в останні два роки автоматичне і адаптивне дальнє світло запропоновані з електронним управлінням на основі обробки зображень відеокамери. Але автоматичний контроль цих фар, а також реакції на інших учасників руху може мати широкі наслідки для комфорту і безпеки нічного водіння. Це може бути результатом недосконалості датчиків, алгоритму та пристроїв контролю зміни світлового променя. Це може привести до відсутності реакції світла і засліплення неправильно ідентифікованих об'єктів, наприклад велосипедистів, пішоходів і до погіршення освітлення відповідно на світловідбивачі (дорожні знаки).

Адаптивні системи переднього освітлення (AFS) призначені, в основному для переміщення променя вліво і вправо за напрямком вигину (режим "вигин" AFS), а також трохи збільшити нахил відсікання вирівнюванням більш високих швидкостей під час умов водіння на автомагістралі. Двома додатковими функціями AFS є режим "погана погода" активізується під час дощу, снігу або туману і режим "місто", який дозволяє освітлення меншої відстані, але більш широким кутом. AFS є складним і дорогим рішенням.

Для конструктивного рішення задач нелінійного та ситуаційного керування інтелектуальних мехатронних (телематичних) систем транспортного засобу (рис. 2) доцільно використовувати апарат штучних нейронних мереж (ШНМ) [1–3].

Достоїнством моделей, побудованих на основі ШНМ, є можливість одержання нової інформації про проблемну область у формі прогнозу. При цьому побудова і настроювання ШНМ здійснюється за допомогою їх навчання на основі наявної і доступної інформації. Нечіткі ШНМ або гібридні мережі покликані об'єднати в собі достоїнства ШНМ і систем нечіткої логіки. З одного боку, вони дозволяють розробляти і представляти моделі систем у формі нечітких правил, а з іншого боку, для побудови нечітких правил використовуються методи ШНМ. Для створення моделей з вищезазначеними інтелектуальними технологіями доцільно використовувати

математичний програмний продукт MATLAB (Simulink).



Рис. 2. Приклад інтеграції інтелектуальних мехатронних (телематичних) систем транспортного засобу

Створення нечіткої моделі в середовищі Simulink можна розділити на 4 етапи. Перший етап: збір даних про роботу базової Simulink-моделі і створення файлу даних для навчання нечіткої структури. Другий етап: завдання властивостей нечіткої системи (тип системи нечіткого виводу, кількість вхідних та вихідних змінних, метод дефаззифікації). Третій етап: тренування (навчання) моделі. Четвертий етап: використання розробленої нечіткої моделі в блоці фаззи-контролера в середовищі Simulink. На рис. 3 наведено приклад синтезу гібридного нейрофаззи контролера в середовищі MATLAB (Simulink).

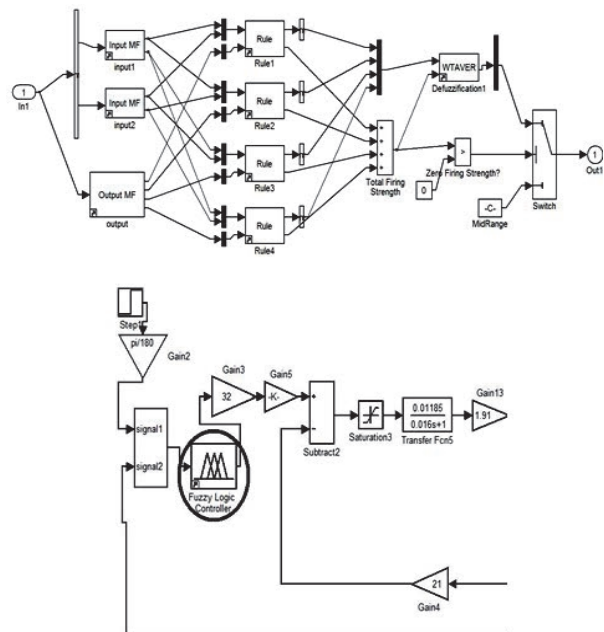


Рис. 3. Приклад синтезу гібридного нейрофаззи контролера в середовищі MATLAB (Simulink)

Використання нечітких (гібридних) регуляторів доцільно при проектуванні та дослідженні електронних систем керування агрегатами, механізмами та вузлами транспортних засобів, електромобілів, гібридних транспортних засобів, а також при розробці нових методів діагностування та прогнозування технічного стану засобів транспорту, що забезпечують високу ефективність їх використання та надійність роботи.

## Висновки

Нові адаптивні системи освітлення можуть бути кроком вперед на шляху поліпшення освітлення дорожнього полотна в нічний час. Основною новою правилами є «активне, виборче уникнення засліплення» замість справжнього променя ближнього світла «фіксованою тінью» зоною. Як наслідок, надмірне яскраве ближнє світло в даний час спостерігається, а також використання дальнього світла набагато менше.

Загальні використання адаптивних систем можуть бути справжнім проривом у філософії освітлення дороги і може призвести до серйозних наслідків щодо кращого освітлення дороги, поліпшенню стратегії нічного водіння і всіх поведінок учасників дорожнього руху. Подання адаптивних систем означає згоду змінити визначенні вимоги законодавства

у напрямку частковій заміні людського сприйняття високого рівня машинного зору.

## Список літератури

1. *Моделирование электромеханических процессов в современных интеллектуальных системах автомобиля / О.Я. Никонов, В.О. Баранова, С.И. Толстяк, С.С. Тимченко // Автомобиль і Електроніка. Сучасні технології: електронне наукове фахове видання. – 2014. – № 6. – С. 97-100.*
2. *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.*
3. *Баранова В.О. Система поворота і стабілізації головного світла транспортного засобу / В.О. Баранова // Автомобиль і Електроніка. Сучасні технології: електронне наукове фахове видання. – 2016. – № 9. – С. 58-61.*

Надійшла до редколегії 8.11.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.Я. Никонов, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків.

## СИСТЕМА ПОВОРОТА И СТАБИЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА ГОЛОВНОГО СВЕТА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В.О. Сильченко

*Высокая аварийность в темное время объясняется рядом причин: резким ухудшением условий видимости, ослаблением внимания водителей и пешеходов, увеличением времени реакции водителей, и главной причиной является низкая эффективность автономной системы освещения. Среди элементов электрооборудования транспортных средств осветительные приборы, и в первую очередь, фары занимают особое место, так как эффективность автономного освещения в условиях роста автомобилизации и возрастающей роли перевозок по сути определяет безопасность движения в темное время суток. Адаптивная система переднего освещения становится все более популярной сегодня. При моделировании системы управления автовывравнивания очень важно обеспечить ее функциональность и сравнить реальный выход системы. Для моделирования системы использовался пакет Matlab-Simulink.*

**Ключевые слова:** адаптивная система переднего освещения, оптический элемент фары, стабилизация и поворот луча света фар.

## SYSTEM OF INDICATORS AND STABILIZATION OF THE OPTICAL OF THE ELEMENT OF THE HEAD LIGHT OF THE VEHICLE

V.O. Sylchenko

*The high accident rate in the dark for several reasons: a sharp deterioration in visibility conditions, weakening of attention of drivers and pedestrians, increasing reaction time of drivers, and the main reason is the low efficiency of the autonomous lighting system. Among the elements of electric vehicle lighting, and above all, the headlights have a special place, because the efficiency of a stand-alone lighting conditions motorization growth and the increasing role of transport in fact determines the driving safety at night. Adaptive front lighting system is becoming increasingly popular today. In the simulation control system Auto-Align is very important to ensure its functionality and compare the real output of the system. Matlab-Simulink is a program that can be used for modeling the system.*

**Keywords:** adaptive front lighting system, the optical component of the headlamp, the stabilization and rotation beam headlights.