

УДК 629.1.06

## **Мікроконтролерна система керування головного світла автомобіля**

*Тищенко О.В., Бевза О.М.*

В даній статті описана електронна адаптивна система керування головного світла автомобіля.

З моменту появи перших автомобілів виникла потреба в гарній видимості під час поїздки. Навіть в нинішній час система освітлення далека від ідеалу, тому імениті фірми займаються пошуком оптимальних рішень. Наприклад, саме так виникла система адаптивного головного освітлення AFS (Adaptive Front-lighting System).

При управлінні автомобілем, що обладнаний звичайною системою головного світла, в нічний час або в умовах поганої видимості водій позбавлений можливості отримувати повну візуальну інформацію. Узбіччя дороги, предмети на ній залишаються поза зоною видимості. Раптово вибігша на дорогу тварина або поява великого предмету (гілка, стовбур дерева) можуть привести до аварійної ситуації. Однак, жорстко закріплені фари, навіть якщо вони правильно відрегульовані, висвітлюють обмежений простір попереду автомобіля і в набагато меншому ступені - простір на всі боки від напрямку руху машини.

На рис.1. показано два автомобіля, що рухаються по дорозі один з яких обладнаний системою адаптивного головного світла, а інший обладнаний традиційною системою головного світла без адаптивних фар. Систему адаптивного головного світла можна порівняти з ліхтариком, яким користується пішохід. Якщо ліхтарик жорстко закріпити на одязі або головному уборі пішохода, висвітлюватися буде тільки простір куди направлений погляд людини. Це аналог традиційної системи головного освітлення. Якщо взяти ліхтарик в руку, то він буде висвітлювати шлях, по якому рухається пішохід, в тому числі повороти, вигини стежки, потенційно небезпечні і погано помітні в темряві об'єкти. Це аналог адаптивної системи світла автомобіля. Фахівцями страхових європейських агентств відзначається, що автомобілі, обладнані адаптивною системою освітлення, потрапляють в аварійні ситуації на 40% рідше, ніж автомобілі з прямолінійним, традиційним світлом.

Як видно, освітлення дороги безпосередньо впливає на безпеку всіх учасників руху, тому дана тема є досить актуальною.

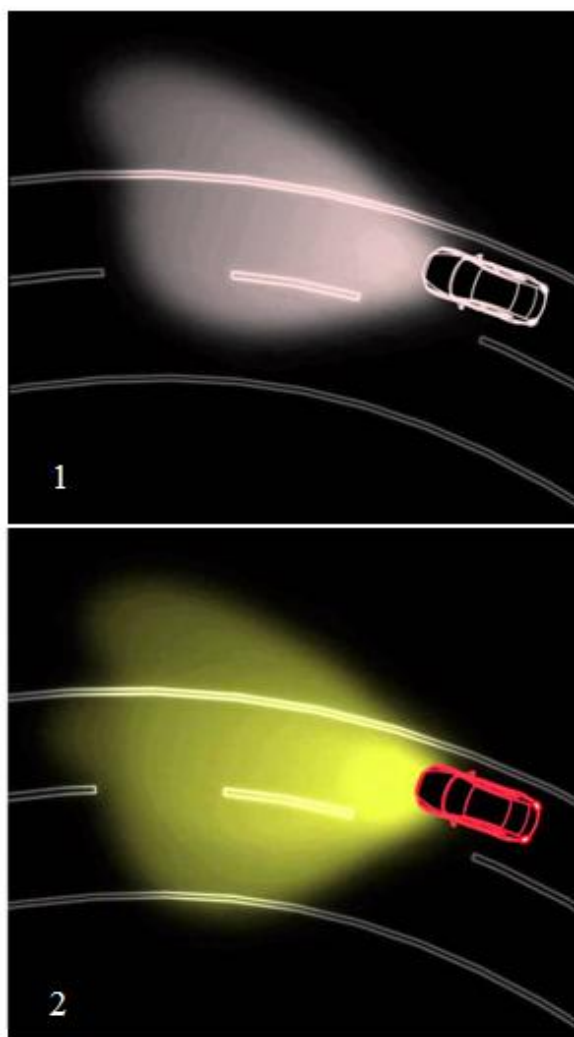


Рис. 1. Рух автомобіля по дорозі:

1 – без встановленої AFS,

2 – зі встановленою AFS.

В сучасній системі адаптивного головного світла може бути реалізовано до шести режимів:

1. Адаптивне освітлення поворотів (рис. 2. (1)). Реалізується на швидкості до 120 км/год. При зміні кута повороту рульового колеса змінюється кут повороту фар автомобіля.
2. Ілюмінація в несприятливу погоду. Даний режим підключається при наявності за бортом туману, дощу або снігу. За зниження кількості відблисків, що виникають в умовах підвищеної вологості, відповідає знижена дальність ілюмінації (рис. 2. (2)).
3. Режим міського світла (рис. 2. (3)). Він реалізується на швидкості до 55 км/год. Характеризується невеликою дальністю, горизонтальним світлотіньовим кордоном і широким поширенням світлового променя. В режимі міського світла задіюються додаткові лампи в фарах. Що дозволяють виявляти пішоходів на узбіччі дороги під час руху і поворотах.
4. Світло путівця. Застосовується поза містом на швидкості від 55 км/год до 100 км/год. Працює як звичайне світло, основна відмінність якого – певне зміщення світлового променя в праву частину (рис. 2. (4)).
5. Освітлення автомагістралі. Реалізується на швидкості від 100 км/год. В даному режим світло ближніх фар має більшу дальність, що дозволяє безпечно рухатися прямолінійно і в поворотах на високій швидкості (рис. 2. (5)).
6. Режим дальнього світла. Працює як звичайне дальнє світло, але при цьому не потрібно перемикається на ближнє. Тут є два способи управління світловими променями: адаптивна або вертикальна світлотіньова границя. Обидва способи управління дальнім світлом припускають наявність відеокамери.

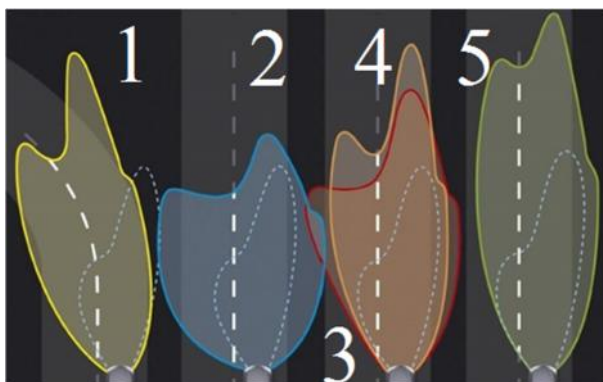


Рис. 2. Режими системи AFS:

- 1 – адаптивне освітлення поворотів,
- 2 – ілюмінація в несприятливу погоду,
- 3 – (ємне розсіяння світла) міський режим,
- 4 – світло путівця,
- 5 – режим освітлення при переміщенні по автомагістралі.

Режим дальнього світла при адаптивному освітленні реалізується на будь-якій швидкості, при виявленні транспортних засобів камера подає сигнал в електронний блок керування. Система регулює фари так, що світловий промінь закінчується до транспортного засобу (рис.3).



Рис. 3. Режим дальнього світла при

адаптивному світлотіньовому кордоні із застосуванням відеокамери.

Більш досконалим рішенням є дальнє світло фар з вертикальною світлотіньовий кордоном (рис. 4). Якщо система виявляє зустрічний або попутний автомобіль. Вона автоматично затінює виявлене транспортний засіб і супроводжує його в русі.



Рис. 4. Режим дальнього світла при вертикальному світлотіньовому кордоні із застосуванням відеокамери

Розглянемо принцип роботи системи AFS при режимі адаптивного освітлення поворотів. В даному режимі головні фари автомобіля змінюють своє положення в горизонтальній площині в залежності від кута повороту рульового колеса та швидкості автомобіля. При цьому, кожна фара повертається під відповідним кутом ( $-15^{\circ} \dots 10^{\circ}$ ). Зовнішня фара повертається на менший кут, а внутрішня – на більший (рис. 5.).

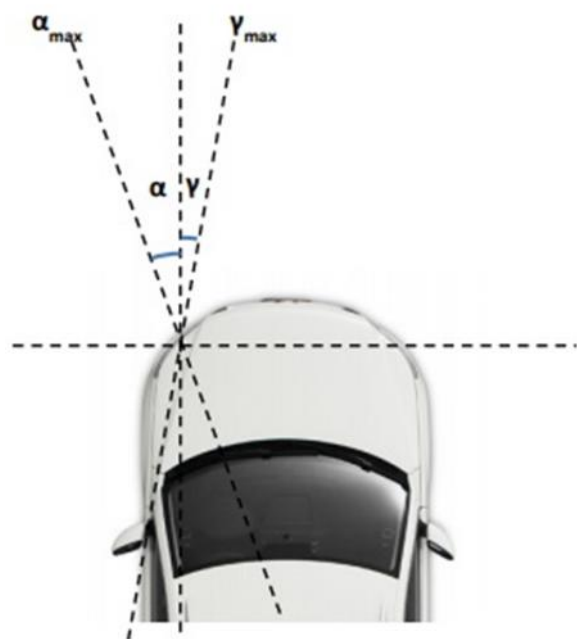


Рис. 5. Кут повороту головних фар

$\alpha$  – зовнішня фара,

$\beta$  – внутрішня фара

На рис. 6. показана структурна схема мікроконтролерної системи керування освітлення автомобіля.

"Мозком" системи служить апаратно-обчислювальна платформа Arduino Uno, на яку на вхід подається напруга до 9В, наприклад через понижуючий перетворювач напруги від акумулятора автомобіля. Після отримання сигналу від одного із датчиків – мікроконтролер платформи Arduino Nano формує відповідний вихідний сигнал на одному із ШІМ портів. Для того, щоб біксенонові фари автомобіля рухалися по відповідній траєкторії використовується два шагових двигуна, які підключені до виходів драйвера двигунів L298N. В свою чергу драйвер двигунів з'єднаний напрямку до акумулятора автомобіля і,

який має змогу пропускати через себе досить високий струм. Таким чином можливо керувати шаговими двигунами за допомогою слабких сигналів мікроконтролера.



Рис. 6. Структурна схема системи керування головного освітлення автомобіля

Робота даного режиму системи адаптивного освітлення залежить від двох змінних параметрів: кут повороту рульового колеса автомобіля –  $\beta$  та швидкості автомобіля  $v$ .

Припустимо, що даний режим реалізується до швидкості 120 км/год і при максимальному куті повороту рульового колеса  $\beta = 15^\circ$ . Сімейство характеристик залежності кута повороту фар від кута повороту рульового колеса при різних швидкостях автомобіля показано на рис. 7.

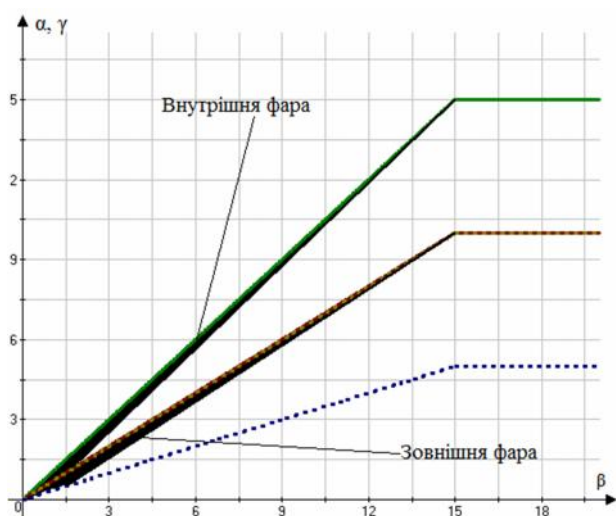


Рис. 7. Графік залежності кута повороту внутрішньої фари ( $\alpha$ ) та зовнішньої ( $\gamma$ ) від кута повороту рульового колеса ( $\beta$ )

Чорним кольором замальована робоча область, на який кут реально може повернути автомобіль при певній швидкості. Так, наприклад за швидкості  $v = 0$  і при куті повороту рульового колеса  $\beta = 15^\circ$ , кут повороту фар становить максимальний кут  $\alpha = 15^\circ$ . За швидкості  $v = 120$  км/год, зазвичай рульове колесо повертається на дуже невеликий кут, наприклад  $\beta = 1,5^\circ$ , тоді кут повороту фар буде також невеликим  $\alpha = 1^\circ$ .

Як видно з графіку кут повороту головних фар залежить від двох змінних:

$$\alpha(\beta, v) = \frac{\beta}{k_1(v)};$$

відповідно, для зовнішньої фари:

$$\gamma(\beta, v) = \frac{\beta}{k_2(v)}$$

де  $k(v)$  – коефіцієнт, який залежить від швидкості автомобіля.

$$k(v) = x^{\frac{v}{A_1}} + A_2$$

$A_1, A_2, x$  – сталі значення.

З графіку на рис. 7 можна знайти максимальне та мінімальне значення коефіцієнта  $k$ . За допомогою програмного забезпечення MathCAD знаходимо всі сталі значення та будемо графік залежності  $k(v)$  (рис. 8).

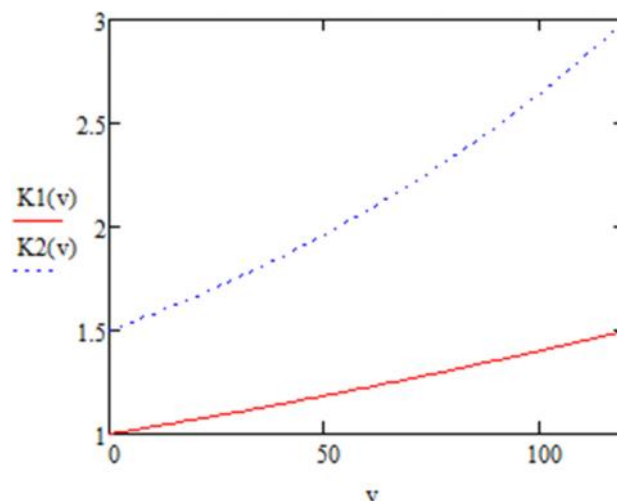


Рис. 8. Графік залежності коефіцієнта  $k$  від швидкості автомобіля  $v$

## Висновки

Система керування головного світла автомобіля є важливою складовою частиною сучасного автомобіля. Дана система є фактором безпеки для всіх учасників руху на дорозі. На сьогоднішній день існують декілька режимів системи AFS. Найпопулярніший із них – режим адаптивного освітлення поворотів, так як цей режим є найбільш

універсальним при різних умовах пересування.

### Література

1. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники / Ю.В. Новиков, П.К. Скоробагатов – М.: ИУИТ; БИНОМ, 2009 – 336 с.
2. Соснин Д.А., Автотроника. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей, Москва, 2010.
3. Невзоров В.Н. Микропроцессоры в конструкции и технологии электронно-вычислительных средств: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. 119 с.
4. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. — 4-е перераб. и доп. изд. — М.:

Высшая школа, 1987. — С. 401-407. — 479 с. — 50 000 экз.

5. Система адаптивного освещения [Электронный ресурс]: (Системы современного автомобиля)/ Суслинников А. – 2017. – Режим доступа до статті: [http://systemsauto.ru/electric/Adaptive\\_Front\\_lighting\\_System.html](http://systemsauto.ru/electric/Adaptive_Front_lighting_System.html) . – Назва з екрана.
6. Что такое адаптивные фары? Принцип работы и предназначение системы адаптивного освещения [Электронный ресурс]: ("Automotolife")/ Кондес А. – 2017. – Режим доступа до статті: [https://automotolife.com/services/что-такое-adaptivnye-fary/#\\_AFS](https://automotolife.com/services/что-такое-adaptivnye-fary/#_AFS). – Назва з екрана.