

А. А. Кашканов, В.П. Кужель, О.Г. Грисюк

СТРУКТУРНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ В СВІТЛІ АВТОМОБІЛЬНИХ ФАР

Побудована і проаналізована структурна схема факторів та графічні залежності, які визначають ефективність роботи фар і дальність видимості дорожніх об'єктів.
Рис. 5, Дж. 3.

Вступ

Постійно зростаюча кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП), особливо в нічний час, вимагає комплексних сучасних досліджень. Враховуючи, що найголовнішим показником ефективності автомобільних фар і інтегральною характеристикою процесу зорового сприйняття водія є дальність видимості дорожніх об'єктів, доцільно сконцентрувати увагу на факторах, що чинять вплив на дальність видимості та визначають швидкість і рівень безпеки руху в темну пору доби [1].

Аналіз публікацій

Дослідженню впливу зовнішніх факторів на зміну форми світлорозподілу фар (появі багатофокусності), видимості і безпеки руху присвячені фундаментальні роботи ряду вчених: Виноградової Г.С., Дьякова А.Б., Залуги З.Л., Канаєвої Т.В., Коноплянко В.І., Левітіна К.М., Рябчинського А.І., Шумова А.В., Яшкової-Ржакеїнської Є.П. та багатьох інших [2]. Інтенсивно проводяться дослідження експлуатаційних аспектів підвищення видимості при освітленні фарами.

Аналіз опублікованих праць показує, що ефективність систем освітлення досліджується лабораторними методами і дорожніми експериментами. При цьому особлива увага приділяється дальності видимості елементів дорожньої обстановки і засліпленості водіїв зустрічними транспортними засобами, оскільки ці параметри є загальними показниками, які характеризують ефективність і безпеку, що забезпечують фари.

Ціль і постановка задачі

В загальному випадку складність визначення видимості об'єктів і складність створення математичних моделей пояснюється тим, що при визначенні такого поняття як видимість, необхідно враховувати і пов'язувати між собою велику кількість якісних і кількісних показників: параметри, що характеризують об'єкт розрізнення, засліплювальну дію блискучих джерел, світлотехнічні параметри світлового приладу, рівень зорового сприйняття водія. Ще більш складним випадком є зустрічний роз'їзд автомобілів, оскільки видимість дороги і об'єктів на ній буде залежати ще й від сили світла фар зустрічного автомобіля.

Таким чином, для успішної побудови математичної моделі ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар необхідно розробити схему залежності видимості дорожніх об'єктів від факторів впливу і проаналізувати взаємозалежності між ними.

Структуризація факторів впливу та аналіз взаємозалежностей

На працездатність фар впливає дві групи факторів: внутрішні, залежні від завантаження, технічного стану автомобіля і його підсистем та зовнішні, обумовлені умовами навколишнього середовища (рис. 1). В математичному вигляді це можна представити так [1]:

$$S_B = f(\delta, \rho, J_{\alpha\beta}, \alpha, \beta, K_{\text{фак}}, B_a, \gamma, S). \quad (1)$$

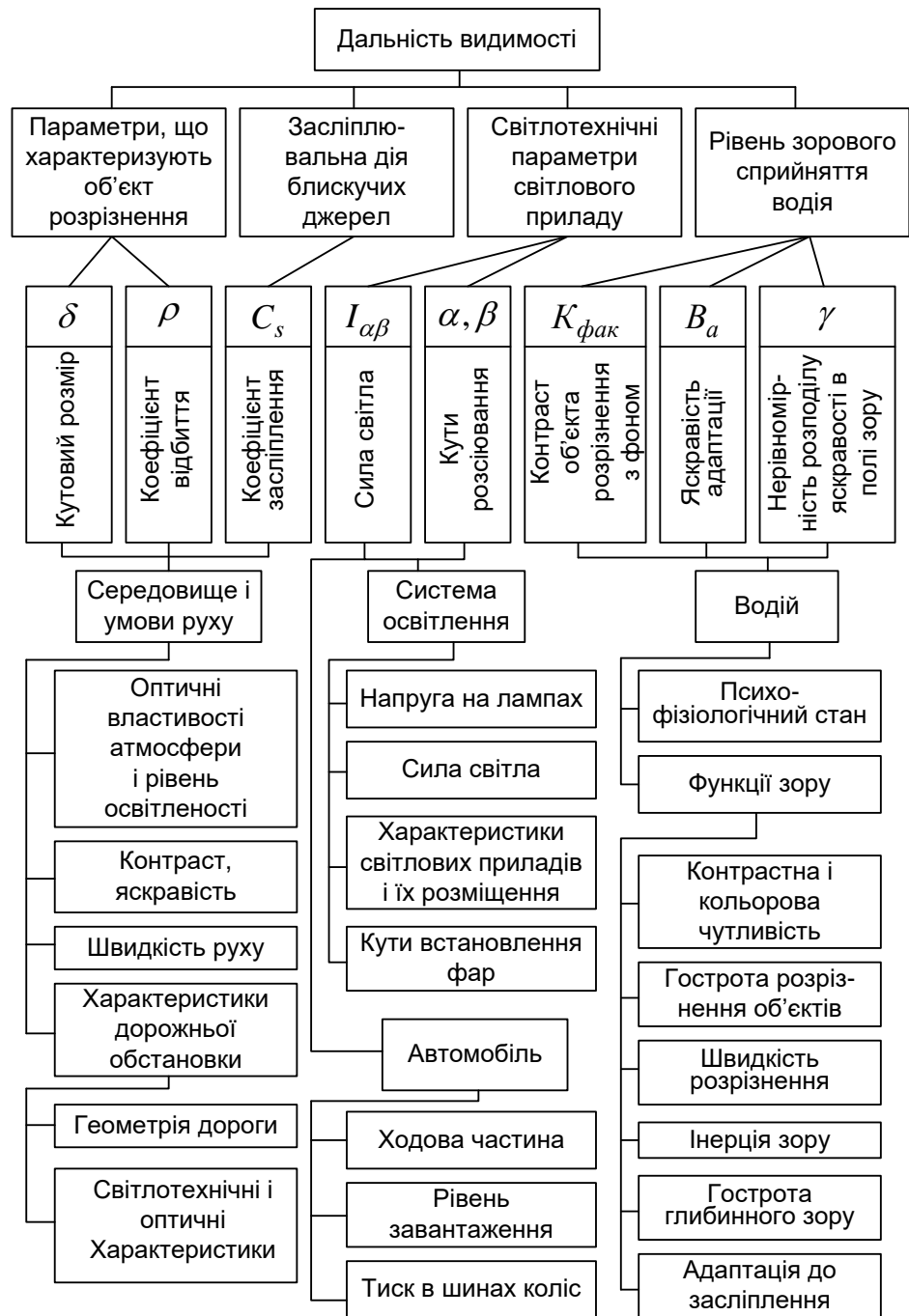


Рис. 1. Структурна схема якісних і кількісних показників впливу на дальність видимості

Як видно зі схеми (рис. 1), внутрішні і зовнішні фактори можна розділити на дві самостійні підгрупи: "автомобіль – фари" і "водій – середовище".

Особливий інтерес становить аналіз зниження працездатності елементів світлової системи. Відомо, що напруга бортової мережі автомобіля може змінюватися в припустимих межах $\pm \Delta U$.

В реальних умовах експлуатації фар сила світла визначається як функція багатьох змінних:

$$I_{\alpha\beta} = f(U_A, i_L, r_L, V_{T.H.}, K_{1...n}), \quad (2)$$

де $i_A = U_A / r_L$, $V_{T.H.}$ - яскравість тіла накалювання лампи, i_L, r_L - струм і опір лампи накалювання фари, U_A - напруга на затискачах фари, $K_{1...n}$ - коефіцієнт, що враховує втрати сили світла фари від потемніння колби лампи, дефектів і потускніння відбивача і розсіювача, збільшення опорів в елементах контактної-перемикаючої системи, зміни кута нахилу оптичного елемента фари й інших змін окремих систем автомобіля.

Принциповим є той факт, що в даний час оцінка системи освітлення з застосуванням коефіцієнта засліпленості (рис. 2, а) може бути лише порівняльною. Так, як для умов автомобільного освітлення абсолютні значення коефіцієнта засліпленості фактично не обумовлені і не нормовані, а допустиме значення ($C_s = 1,15$) визначено на основі досліджень засліпленості від освітлювальних приладів вулиць. Експериментальні дослідження показали, що засліпленість проявляється в збільшенні часу розрізнення і, як наслідок, в скороченні відстані видимості дорожніх об'єктів, причому час розрізнення зростає в декілька разів, якщо яскравість адаптації менша $0,25 \text{ кд/м}^2$ [1].

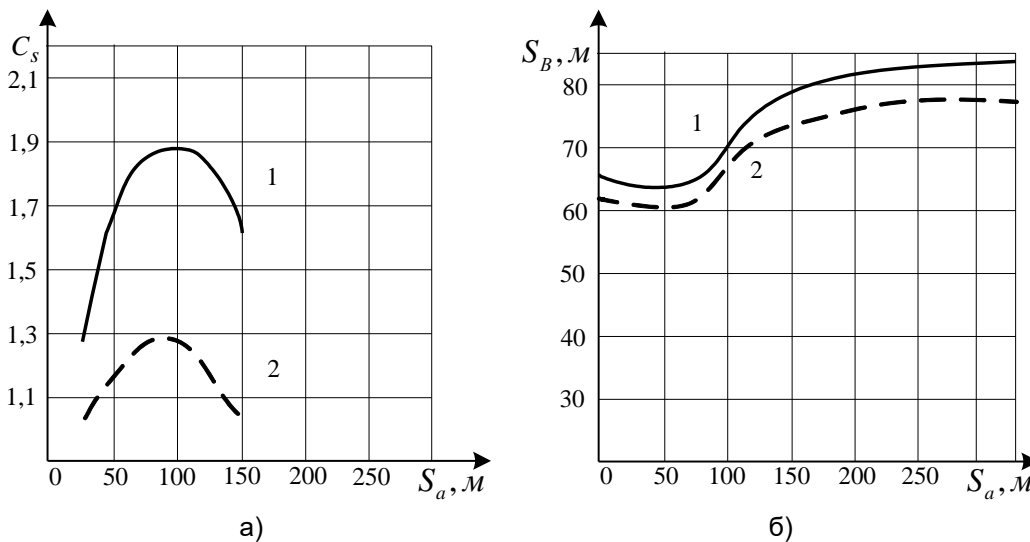


Рис. 2. а) - залежність коефіцієнту засліпленості C_s від відстані між зустрічними автомобілями S_a ; б) - залежність дальності видимості об'єкту S_B від відстані між зустрічними автомобілями S_a (1, 2 - американський і європейський світлорозподіли)

Проаналізувавши графічну залежність (рис. 2, б), слід зробити висновок, що з моменту зближення автомобілів на відстань 200-250 м під дією сліпучої блискучості фар починається процес скорочення дальності видимості об'єктів. На ділянці 0,2 км водії в тій чи іншій мірі втрачають видимість, при $S_a = 110$ м дальність видимості зменшується на 15%, при $S_a = 70$ м – на 23%. Подальше зближення автомобілів практично не впливає на зміну видимості [3].

Вплив критичної освітленості дорожнього об'єкта на відстань видимості до нього показано на рис. 3.

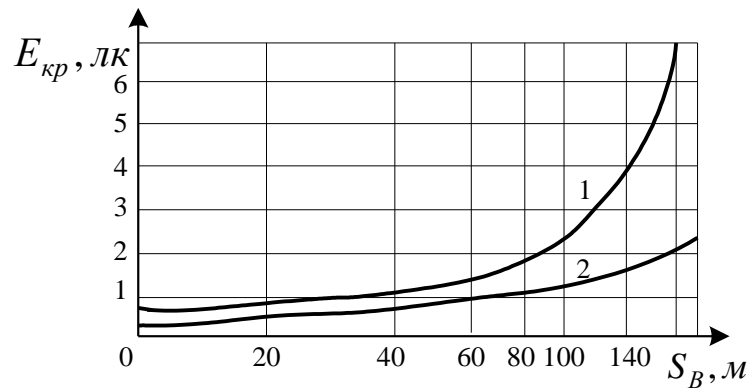


Рис. 3. Залежність критичної освітленості дорожнього об'єкта $E_{кр}$ від відстані до нього S_B : 1 - розрізнення тест-об'єктів з рухомого автомобіля, 2 – розрізнення пішоходів з рухомого автомобіля.

За експериментальними даними визначено, що рівень $E_{кр}$ зростає зі збільшенням відстані до об'єкту (крива 1) не лінійно, а за формулою:

$$E_{кр} = 10^{\frac{S_B - 40}{170}} \quad (3)$$

Дальність видимості об'єкту тим більше, чим вище рівень вертикальної освітленості його поверхні:

$$S_B = 170 \lg \cdot E_{кр} + 40 \quad (4)$$

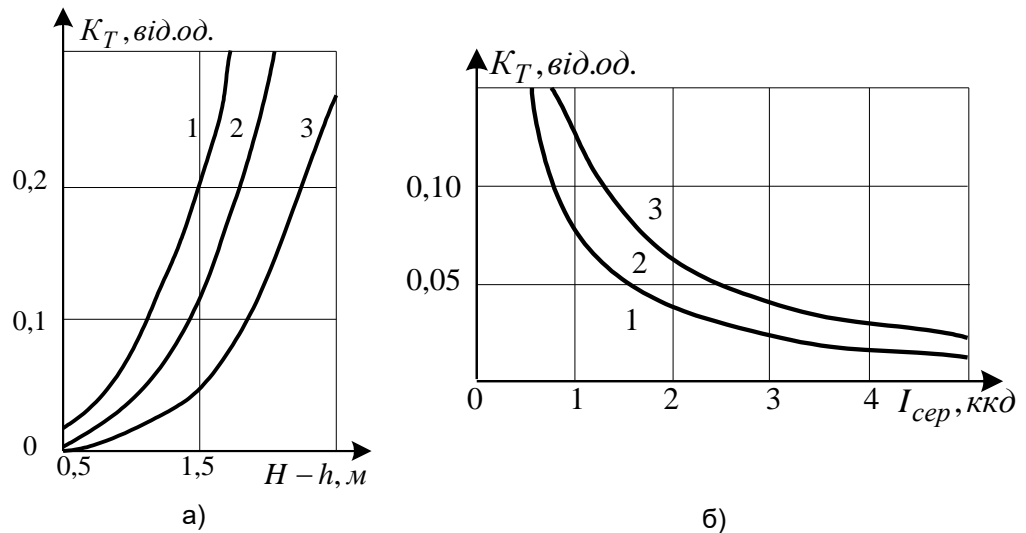


Рис. 4. а) - залежність контрасту яскравості K_T від взаємного розташування фари і очей водія ($H - h$) при висоті очей водія H , м:

1-1,5; 2 – 2; 3 – 2,5; $I = 6$ ккд; $I_{cee} = 1$ ккд; $S_i = 20$ м; $S_m = 100$ м; $\alpha_0 = 3^\circ 26'$;

б) - залежність контрасту яскравості K_T від середньої сили світла пучка фари $I_{сер}$, що випромінюється в напрямку вище об'єкту. Сила світла в напрямку об'єкту: 1 - $I_a = 2$ ккд; 2 - $I_a = 6$ ккд; 3 - $I_a = 10$ ккд; $\rho_\beta = 0,1$; $\eta_{(90^\circ - \beta)} = 1$;

Розрахунки показали, що контраст об'єкту і видимість за умов недостатньої

видимості суттєво залежать від відстані між висотою встановлення фар на автомобіля і висотою очей водія. При довільному розташуванні очей водія над дорогою (рис. 4, а) залишається загальна закономірність: чим ближче до дороги встановлена фара, тим вище контраст об'єктів, які вона освітлює. Обробка розрахункових даних показує, що оптимальна висота встановлення фар $h \leq (0,3 \div 0,4)H$.

Проаналізувавши графічну залежність (рис. 4, б) можна дати такі рекомендації: для ефективного світлорозподілу доцільно йти шляхом пропорційного збільшення сили світла в пучці фари; слід максимально обмежувати випромінювання в напрямках вище максимальної сили світла.

Суттєво впливають на швидкість та рівень безпеки руху вночі такі показники як яскравість об'єкта, кут зору, дальність зосередження уваги (рис. 5).

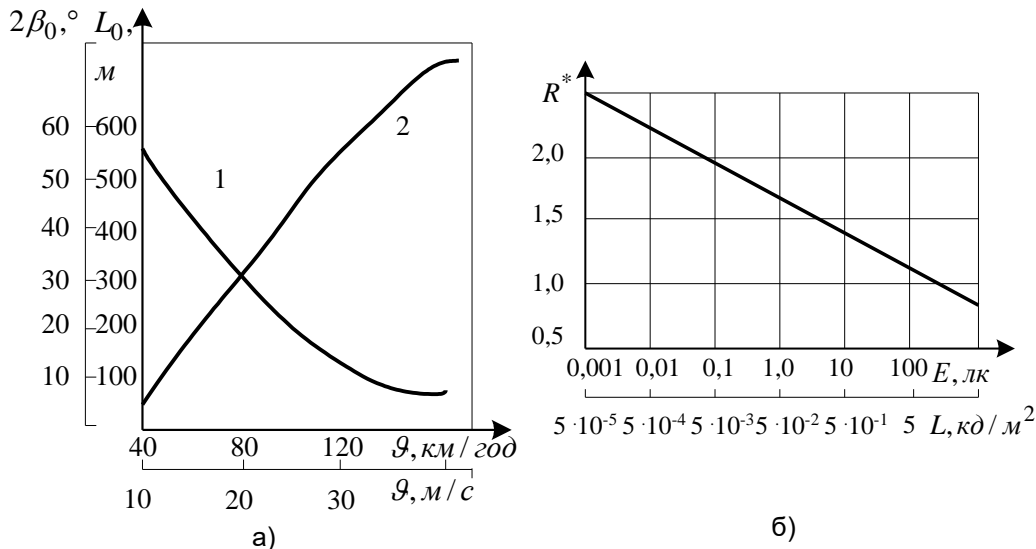


Рис. 5. а) - залежність кута зору (1) і дальності зосередження уваги (2) водія від швидкості руху; б) - вплив рівня освітленості і яскравості дороги на коефіцієнт аварійності R^* (відношення кількості ДТП вночі і вдень)

Висновки

З аналізу факторів, які впливають на працездатність фар і відстань видимості, випливає, що в підсистемі «автомобіль-фара» визначальною є технічна справність систем автомобіля, враховуючи бортову мережу, ходову частину, тиск повітря в шинах коліс і рівень завантаження, а в системі «водій-середовище» – психофізіологічний стан водія та умови руху. Ці фактори характеризуються великою кількістю якісних та кількісних параметрів і можуть бути успішно враховані при побудові математичної моделі ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар на базі теорії нечітких множин, нейронних мереж та генетичних алгоритмів.

Список літератури

1. Левитин К.М. Безопасность движения автомобилей в условиях ограниченной видимости, - 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. - 166 с.
2. Буняев Н.И. Разработка метода и средств диагностирования автомобильных фар: Дис... канд. тех. наук: 05.22.10 / Харьковский автомобильно-дорожный институт. - Харьков, 1989. – 195 с.
3. Вплив засліпленості водія на вибір безпечних режимів руху / А.А. Кашканов, В.П. Кужель // Вісник ВПІ. – 2003. – № 5. – С. 63–66.