

УДК 656.057.87+343.983.2

І. К. Шаша, Г. М. Маренко, Р. О. Кайдалов

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОВЕДЕННЯ НАТУРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ СВІТЛОВИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ТА СПРИЙНЯТТЯ ДОРОЖНЬОЇ ОБСТАНОВКИ ВОДИЄМ

*Розглянуто особливості методики проведення натурних експериментів з оцінювання роботи світлових систем транспортних машин. Визначено специфіку сприйняття водієм якісної і кількісної інформації щодо дорожньої обстановки.*

**Постановка проблеми.** Основна мета експериментальних досліджень видимості в системі “водій – автомобіль – дорога – середовище” (ВАДС) полягає в одержанні даних, що адекватно відображають процес сприйняття водієм зорової інформації в різних світлових і метеорологічних умовах. Специфіка методології обумовлена різноманіттям природних факторів складної системи ВАДС, що визначають якість і кількість зорової інформації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існуючі методи досліджень приладів транспортних машин, які забезпечують активну безпеку руху в темний час доби, не стандартизовані і нечисленні [1, 2]. Як правило, більшість учасників експериментів обстежували з використанням відеотестера “Титмус” фірми “Оптон” (Австрія) і системи “Сова-2”, за допомогою якої оцінювали адаптаційну здатність водіїв до можливості засліплення в темний час доби [3, 4].

**Мета статті.** Для підвищення ефективності та якості оцінювання роботи світлових систем автомобілів у дорожніх умовах перш за все необхідно проаналізувати вимоги до світлорозподілу фар. Об’єктами дослідження є елементи інформаційної системи ВАДС. На різних етапах експерименту досліджують всі підсистеми ВАДС: водій (зорові і психологічні параметри), автомобіль (параметри руху, фотометричні характеристики світлових приладів), дорога (фотометричні характеристики різних елементів дорожньої обстановки), фізичне середовище руху (стан прозорості атмосфери, рівень природної освітленості). Отже, потрібно детально дослідити кожен окрему підсистему системи ВАДС.

**Виклад основного матеріалу.** *Водій.* Досліджують процес зорового сприйняття дорожньої обстановки. У цьому випадку необхідно оперувати поняттям “середньостатистичний водій” стосовно зорових функцій, тобто водій з нормальним зором. Слід пам’ятати, що нормальний зір для водія – це не тільки гострота зору, яка дорівнює одиниці. Різноманітність зорових задач водія вимагає “нормальності” таких функцій, як контрастна чутливість, гострота глибинного зору, швидкість розрізнення, кольорова чутливість. Дані функції необхідно дослідити в широкому діапазоні яскравості.

Під час обґрунтування характеру і обсягу експериментальних досліджень нами враховано, що основним методом вирішення проблем сприйняття зорової інформації за будь-яких світлових і метеорологічних умов є проведення дорожнього експерименту в обстановці, яка максимально наближена до реальної. За таких умов необхідно враховувати деякі особливості дорожніх психофізіологічних досліджень:

1) інструкції, що фіксують увагу водія на сприйнятті окремих елементів дорожньої обстановки, спотворюють не тільки характеристики виділених інструкцією об’єктів, але і весь процес сприйняття, тому рекомендації до дій доцільно давати тільки після дослідження екстремальних можливостей сенсорної системи водія;

2) експериментальне устаткування й апаратура, що застосовуються в автомобілях-лабораторіях, повинні якнайменше змінювати внутрішню обстановку й умови роботи водія, тому бажано використовувати портативні прилади.

У дослідженнях, де вимірювальним приладом є очі водія, задовільною вважається точність 10...20 %. В інших випадках буває достатньо визначити лише порядок величини, яку досліджують.

*Автомобіль.* Багато видів досліджень і програми їх виконання визначені державними (ДСТУ 16504-81) та галузевими стандартами і нормами. Більшість видів дорожніх досліджень автомобіля рекомендують проводити в сприятливих метеорологічних умовах, в теплу погоду, коли атмосфера прозора, опадів немає. Проте ДТП у темний час доби можуть бути скоєні і не за сприятливих метеорологічних умов.

Відомо, що зорове сприйняття дорожньої обстановки істотно залежить від типу і конструкції транспортних засобів. Наприклад, такі фактори, як висота робочого місця водія над дорогою, оглядовість автомобіля, світлотехнічні параметри і розташування світлосигнальних ліхтарів і ін. впливають на якість і

кількість зорової інформації вдень і вночі. Дослідження показують, що в темний час доби до цих факторів варто додати світлорозподіл фар, їх розташування і регулювання на автомобілі, характеристики підвіски і шин, їх експлуатаційний стан.

Наведемо основні вимоги до автомобіля, який використовується у дослідженнях світлових приладів. Найголовнішою є наявність справної (бажано нової) системи електропостачання (акумуляторної батареї, генератора і реле-регулятора). Напруга в мережі сучасного автомобіля (13,8...14,6 В) значно вище розрахункової напруги на лампах фар і ліхтарів (12,8...13,5 В), що призводить до необхідності фіксувати її в процесі дорожніх досліджень. Вимірювання потрібно проводити безпосередньо на контактах ламп. Наявність даних про напругу на лампах на етапах фотометричних і дорожніх досліджень дозволяє порівнювати результати експериментів, аналізувати їх і робити вірні висновки.

Особливу увагу приділяють технічному стану коліс, шин і елементів підвіски, тому що їх несправності призводять до зміни положення автомобіля на дорозі та орієнтації його світлових приладів.

*Дорога.* Видимість і зорове сприйняття водія оцінюють залежно від світлової обстановки, тому при виборі дороги для досліджень основну увагу слід приділяти визначенню коефіцієнта яскравості дорожніх покриттів. Отже, дорожні експерименти проводять на дорогах з порівняно світлими цементобетонними покриттями ( $\tau = 2,3$ ) або на дорогах з порівняно темними асфальтобетонними покриттями ( $\tau = 1$ ).

*Середовище.* Методи досліджень видимості обов'язково пов'язані з вимірюванням параметрів середовища, що впливають на візуальні інформаційні процеси в системі ВАДС. Такими є світлотехнічні параметри – освітленість або яскравість поверхні дороги й об'єктів і оптичні параметри – коефіцієнт послаблення атмосфери, коефіцієнт розсіювання туману, метеорологічна дальність видимості (МДВ).

Проаналізуємо основні параметри світлових приладів, які вимірюють. Дослідження видимості елементів дорожньої обстановки, як правило, повинно мати відповідне метрологічне забезпечення. Отже, для об'єктивного оцінювання видимості об'єктів, дороги, фар, ліхтарів необхідно забезпечити адекватні фотометричні характеристики цих елементів, а також енергетичні характеристики фізичного середовища руху.

Зазначимо, що в основу світлових вимірювань покладено два методи: візуальний і фотоелектричний. У першому методі приймачем світлового випромінювання є око людини. Більш точні вимірювання світлових параметрів отримують за допомогою приладів, що реалізують фотоелектричний метод. Принцип роботи таких приладів побудований на відомих співвідношеннях фотометричних параметрів [5]. У проведенні автотехнічних експертиз ДТП та натурних експериментів в темний час доби, як правило, використовують візуальний метод визначення дальності видимості об'єктів на дорозі.

*Особливості сприйняття водієм зорової інформації.* Систему ВАДС, як і будь-яку складну систему, потрібно розглядати з трьох позицій: функціональної, морфологічної і інформаційної. В свою чергу дослідження інформаційного аспекту питання починаються з аналізу неформалізованих методів (і результатів) оцінювання особливостей сприйняття водієм зорової інформації, які не замінюють формально-логічні методи та не суперечать їм.

Слід відзначити, що умови спостереження і якість освітлення істотно впливають на кількість інформації, яку сприймає водій (це відповідає й інтуїтивним уявленням). Однак інформаційної моделі сприйняття дорожньої обстановки, яка хоча б приблизно враховувала світлотехнічні фактори, дотепер не створено. Відомо, що джерелом інформації, яка визначає дії водія, є сама дорога.

Зазначимо, що перше місце серед всіх об'єктів дорожньої обстановки, які привертають увагу водія, належить транспортним засобам. Їх відстеженню приділяється 40...60 % часу. Друге місце належить оцінюванню шляхово-транспортної ситуації безпосередньо перед автомобілем (25...35 %). Третє місце – орієнтуванню на проїжджій частині (5...25 %). Отже, кількість об'єктів уваги водія не перевищує трьох: пішоходи, зустрічні автомобілі і ті, що рухаються в одному напрямку, проїжджа частина.

*Аналіз світлорозподілу та світлових характеристик фар.* У рекомендаціях ЄЕК ООН, документах Міжнародної організації зі стандартизації, а також у відповідних вітчизняних нормативних документах сформульовані конкретні вимоги до світлових і сигнальних систем щодо безпечної роботи автомобілів.

Критеріями ефективності світлорозподілу фар в умовах обмеженої видимості є оптимальні світлові характеристики дальнього і ближнього світла фар, які забезпечують необхідну видимість робочої зони дорожнього полотна з урахуванням припустимих швидкостей для різних профілей доріг. Величина критеріїв світлових характеристик, як і інших параметрів світлорозподілу, визначається безпосередньо з вимог до технічного стану і методів перевірки світлових і світлосигнальних систем (ДСТУ 3649-97, ГОСТ 3544-75, ГОСТ 25478-82). Основою їх є результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень.

Так, наприклад, норми середньої горизонтальної освітленості на дорогах різних категорій складають 2...3 лк, що покращує умови видимості для водіїв і забезпечує максимальну безпеку руху вночі. Рівень освітлення проїжджої частини доріг регламентується величиною середньої яскравості покриття відповідно до ВСН 22-75. Для швидкісних доріг незалежно від інтенсивності руху середня яскравість покриття приймається 1,6 кд/м<sup>2</sup>.

У разі увімкненого автомобільного освітлення (навіть в умовах вільного руху) робота зорового аналізатора водія може ускладнюватись через нерівномірний розподіл яскравості в полі зору, динамічність руху автомобіля, дорожні і метеорологічні умови, що впливають на прозорість атмосфери і лобового скла.

В умовах складного руху автомобіля (наприклад, у випадку зустрічного роз'їзду) видимість визначається сліпучою дією фар зустрічних автомобілів.

Дальність видимості об'єктів на дорозі (геометрична видимість) є основною характеристикою умов видимості, тому що з нею пов'язані найважливіші параметри руху – швидкість і шлях автомобіля до його повної зупинки.

Для забезпечення надійних умов видимості дороги автомобілі обладнують фарами чотирьох типів: ближнього світла, дальнього світла, протитуманного світла з широким кутом світлового потоку, швидкісного світла (прожектори дальньої дії).

**Фари ближнього світла.** Світловий пучок ближнього світла завдяки особливостям світлооптичної схеми має різко виражений асиметричний характер і чітку світлотіньову границю, права частина якої піднімається під кутом 15°. Розподіл ближнього світла європейської асиметричної системи регламентується величиною освітленості в контрольних точках і зонах європейського екрана. У процесі перевірки відповідності фар чинним вимогам (Правило № 1 КВТ СЕК ООН) сполучають контрольні точки і зони світлового пучка з перспективою дороги, яка зображена на вимірювальному екрані (рис. 1, 2).

Точка В50 характеризує розташування очей водія зустрічного автомобіля, що знаходиться на відстані 50 м від фари, тобто вона збігається з однією з найбільш небезпечних щодо засліплення точок траєкторії переміщення очей водія під час роз'їзду автомобілів. Сила світла в цьому напрямку не повинна перевищувати 200 кд. Зона II характеризує простір вище світлотіньової границі. Сила світла в будь-якій її точці не повинна перевищувати 440 кд. Точки 50R і 75R розташовані на правому узбіччі дороги на відстанях відповідно 50 і 75 м від автомобіля.

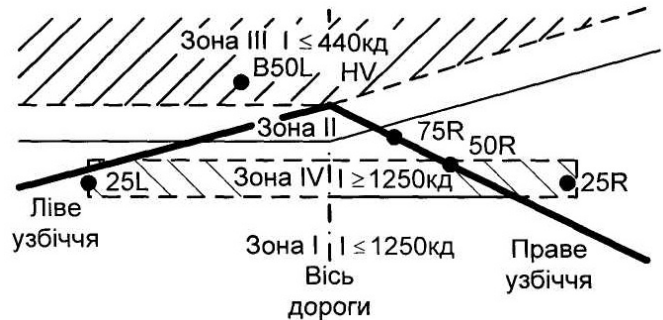


Рис. 1. Перспективне зображення дороги з контрольними точками і зонами, в яких сила світла автомобільних фар регламентована

Виходячи з вимоги рівномірності розподілу яскравості в полі зору, сила світла в них повинна бути найбільшою (не менше 3750 кд). Зона IV відповідає ділянці дороги, яка розташована на відстані від 25 до 50 м перед автомобілем по всій ширині дороги. Сила світла в будь-якій її точці повинна бути не менше 1250 кд. В результаті маємо порівняння характеристик фар зі звичайними (R2) і галогенними (H4) лампами.

Отже, про видимість дороги й об'єктів на ній при увімкненому ближньому світлі фар з достатнім ступенем точності судять за двома основними параметрами, які залежать від світлорозподілу, рівня яскравості фону і сліпучої дії.

**Фари дальнього світла.** За конструктивними особливостями фари дальнього світла європейської та американської систем не мають принципових відмінностей. Найчастіше дальнє світло сполучається з ближнім в одній фарі (крім системи освітлення з

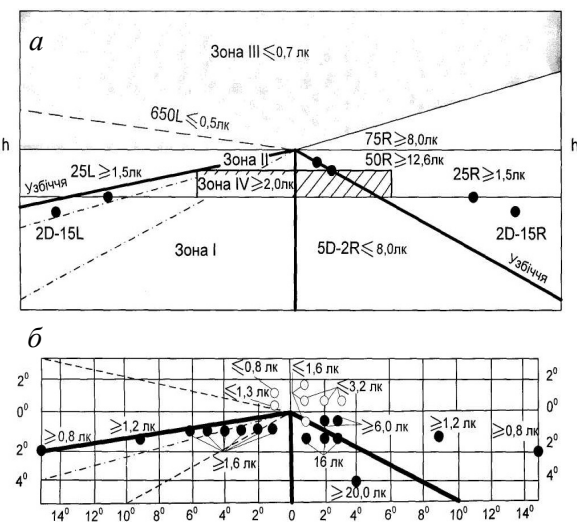


Рис. 2. Перспективне зображення дороги з двома смугами руху (а) і вимірювальний екран (б): ○ – точки, в яких обмежується верхня границя сили світла; ● – точки, в яких обмежується нижня границя сили світла

чотирма фарами). Оптичний елемент такої фари складається з параболічного відбивача з кутом обхвату більше  $180^\circ$ , нитки розжарювання дальнього світла (U- або П-подібної форми), розташованої у фокусі відбивача, і розсіювача, який перекидає світловий отвір відбивача. За такої схеми всі промені, що випромінюються від тіла розжарювання, потрапивши на поверхню відбивача, відбиваються у напрямках, які рівнобіжні оптичній осі, утворюючи вузький рівнобіжний пучок світла великої сили з незначним кутом розсіювання. Далі, пройшовши через розсіювач, частини світлового пучка за допомогою наявних на внутрішній поверхні призми відхилення і розсіювальних лінз перерозподіляються і створюють на дорозі достатньо вузький пучок світла великої сили, що забезпечує задовільну (більше 100 м) дальність видимості.

Проаналізуємо вимоги до дальнього світла. Сполучимо контрольні точки вимірювального екрана з перспективою дороги, яка зображена на рис. 2а. Точка Н – місце сходження перспективних ліній, що імітують основні елементи дороги, характеризує напрямок максимальної видимості дороги водієм. У цьому напрямку за законом квадратів відстаней і вимогою рівномірності розподілу яскравості в центральному полі зору водія передбачається найбільша сила світла (близько 30 000 кд). Силу світла в цьому напрямку варто збільшувати, але не більше 150 000 кд від двох фар.

Групи точок Н...2,5L, Н...2,5R, Н...5L і Н...5R характеризують видимість узбіч дороги і пришляхової смуги на лінії об'їзду.

Варто враховувати, що при ввімкненому дальньому світлі не повинно бути різких перепадів світла в малих тілесних кутах.

Групи точок 0,5D...12L, 0,5D...12R і 3D...12R, 3D...12L характеризують видимість узбіч і пришляхової смуги на достатньо великій відстані (20...75 м) праворуч і ліворуч попереду автомобіля.

*Фари з галогенними лампами.* Галогенна лампа є різновидом лампи накалювання, основною відмінністю якої є наявність галогену в колбі лампи. Зазначимо, що діагностика фар з галогенними лампами не відрізняється від діагностики звичайних фар.

#### **Висновки**

Автором обґрунтовано теоретичні передумови підвищення ефективності та якості оцінювання роботи світлових систем транспортних засобів. Проаналізовано особливості проведення натурних експериментів та сприйняття дорожньої обстановки водієм. Проведено аналіз вимог до світлорозподілу фар, оцінено фактори, які впливають на працездатність та ефективність автомобільних фар.

Після аналізу вимог до світлорозподілу та світлових характеристик фар з різними типами ламп та на різних режимах роботи доцільно перейти до розроблення структурно-логічної моделі системи фар.

#### **Список використаних джерел**

1. Васильев А. П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях / А. П. Васильев. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
2. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / П. В. Галаса, В. Б. Кисельов, А. С. Куйбіда та ін. – К.: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
3. Гольберг М. А., Определение дальности видимости дорожных объектов в тумане при освещении автомобильными фарами / М. А. Гольберг, Б. М. Волынский, К. М. Левитин // Тр. НИИ автоприборов. – 1977. – Вып. 43. – С. 50.
4. Кашканов А. А. Эффективность автомобильных фар: анализ, задание и пути решения / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Автомобильный транспорт: проблемы и перспективы [Материалы V-ой Междунар. научно-техн. конф., 9 – 14 сент. 2002 г.] – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. – С. 93 – 99.
5. Дашкевич Л. Л. Оценка ослепленности, создаваемой автомобильными фарами, по измерению порогового контраста / Л. Л. Дашкевич, К. М. Левитин, Л. Л. Новаковский // Автомобильная промышленность. – 1978. – № 12. – С. 23 – 26.

*Стаття надійшла до редакції 14.10.2009 р.*