

УДК 656:057.87+343.983.2

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ СВІТЛОВИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

І. К. Шаха

Доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри
Кафедра тактико-спеціальної підготовки, полковник
міліції

Харківський Національний університет внутрішніх справ
пр. 50- річчя СРСР, 27, м. Харків, Україна, 61080
Контактний тел.: 097-943-65-64

Г. М. Маренко

Кандидат технічних наук, начальник кафедри*
Контактний тел.: 050-401-68-96

Р. О. Кайдалов

Кандидат технічних наук, заступник начальника кафедри,
майор*
Контактний тел.: 067-68-23-984

*Кафедра експлуатації та ремонту автомобілів та бойових
машин
Академія внутрішніх військ МВС України
площа Повстання, 3, м. Харків, Україна, 61010

В статті розглянуто особливості методики натурних експериментів оцінки роботи світлових систем транспортних машин. Визначено специфіку сприйняття водієм якісної і кількісної інформації про умови експлуатації

Ключові слова: світлові системи, транспортні машини, натурні експерименти

В статье рассмотрены особенности методики натурных экспериментов оценки работы световых систем транспортных машин. Определена специфика восприятия водителем качественной и количественной информации об условиях эксплуатации

Ключевые слова: световые системы, транспортные машины, натурные эксперименты

The features of method of model experiments of estimation of work of the light systems of transport machines are considered in the article. Certainly specific of perception of high-quality and quantitative information a driver oh external environments

Key words: light systems, transport machines, experiments of estimation

Вступ

Сучасний автомобіль, як і всі інші види механічного транспорту, являє собою складний комплекс різних агрегатів, механічних пристроїв, від узгодженої роботи яких залежать його важливі експлуатаційні властивості, зокрема, стійкість, керованість, маневреність і динамічність. Експлуатація автомобілів відбувається як в світлу так і в темну пору доби. Тому від роботи світлових систем транспортної машини, особливо у темну пору доби, буде залежати безпека дорожнього руху.

Постановка проблеми

Основна задача 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. Таким чином, специфіка методології обумовлена різноманіттям природних факторів складної системи ВАДС, що визначають якість і кількість зорової інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз показав, що методи досліджень транспортних машин, а точніше, приладів, які забезпечують їх активну безпеку в темну пору доби, не стандартизовані і нечисленні [1, 2].

Як правило, більшість водіїв-учасників експериментів обстежуються з використанням відеотестера „Титмус” фірми „Оптон” (Австрія) і системи „Сова-2”, за допомогою якої оцінюють адаптаційну здатність водіїв, важливу для керування в темну пору доби з можливістю засліплення [3, 4].

Ціль та задача дослідження

Для підвищення ефективності та якості оцінки роботи світлових систем автомобілів в дорожніх умовах в першу чергу необхідно проаналізувати вимоги до світлорозподілу фар.

Зазначимо, що об'єктами досліджень є елементи інформаційної системи ВАДС. Можна зробити висновок, що на різних етапах експерименту дослідженням піддаються всі підсистеми системи ВАДС: водій (зо-

рові 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 кожну окрему підсистему системи ВАДС.

Виклад основного матеріалу. Система ВАДС

Водій. Дослідження, в яких задіяний водій, пов'язані з продуктивністю процесу зорового сприйняття дорожньої обстановки. Тому необхідно оперувати поняттям статистично середній водій-спостерігач у відношенні зорових функцій, тобто водій з нормальним зором. При цьому поняття нормального зору для водія - це не тільки гострота зору, рівна одиниці. Слід наголосити, що велика різноманітність зорових задач водія вимагає „нормальності” таких функцій, як контрастна чутливість, гострота глибинного зору, швидкість розрізнення, кольорова чутливість. Дані функції повинні бути досліджені в широкому діапазоні яскравостей.

Під час обґрунтування таких параметрів, як характер і обсяг експериментальних досліджень нами враховано, що основним методом вирішення проблем сприйняття зорової інформації в залежності від світлових і метеорологічних умов є дорожній експеримент, що проводиться в обстановці, яка максимально наближена до реальних умов праці водія. За таких умов можна зробити висновок про необхідність врахування деяких особливостей 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 настанову до дії доцільно давати тільки при вивченні екстремальних можливостей сенсорної системи водія;

2) експериментальне устаткування й апаратура, що застосовуються в автомобілях-лабораторіях, повинні якнайменше змінювати внутрішню обстановку й умови роботи водія. З огляду на цю обставину, перевага надається портативним приладам.

Таким чином в дослідженнях, у яких вимірювальним приладом є людське око, в нашому випадку очі водія, досить задовільною являється точність 10-20%. В інших випадках буває досить визначити порядок величини, яка досліджується.

Автомобіль. Зазначимо, що будь-які дослідження, в тому числі дослідження автомобілів, розрізняють за об'єктами досліджень, призначенням, способами проведення і т.д. (ДСТУ 16504-81). Багато видів досліджень стандартизовані, і програми їх виконання визначені державними і галузевими стандартами і нормами. При цьому більшість видів дорожніх досліджень автомобіля рекомендують проводити в сприятливих метеорологічних умовах (тобто в теплу погоду, коли атмосфера прозора, опадів немає і т.п.). Але ДТП, що сталися в темну пору доби, можуть відбуватися 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 розташування робочого місця водія над дорогою, огля-

довість автомобіля, світлотехнічні параметри і розташування світлосигнальних ліхтарів і ін. впливають на якість і кількість зорової інформації вдень і вночі. Дослідження показують, що в темну пору доби до цих факторів варто додати і такі, як світлорозподіл фар, їх розташування і регулювання на автомобілі, характеристики підвіски і шин (і їх експлуатаційний стан).

Наведемо основні вимоги до автомобіля, який використовується при дослідженнях світлових приладів. Найголовнішою вимогою до автомобіля, на якому досліджують світлові прилади, 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). Це призводить до необхідності фіксувати напругу в процесі дорожніх досліджень. При цьому вимірювання напруги потрібно проводити безпосередньо на контактах ламп. Наявність даних про напругу на лампах на етапах фотометричних і дорожніх досліджень дозволяє порівнювати і перераховувати результати експериментів, тобто вірно їх аналізувати і трактувати.

Також особлива увага приділяється технічному стану коліс, шин і елементів підвіски, тому що їх несправності призводять до зміни положення автомобіля на дорозі і відповідно до зміни орієнтації його світлових приладів.

Дорога. Так, як видимість і зорове сприйняття водія оцінювалися в залежності від світлової обстановки, то при виборі дороги для досліджень основну увагу слід приділяти визначенню коефіцієнта яскравості дорожніх покриттів. Отже дорожні експерименти проводяться або на дорогах з порівняно світлими цементобетонними покриттями ($\tau = 2,3$), або на дорогах з порівняно темними асфальтобетонними покриттями ($\tau = 1$).

Середовище. Відомо, що методи досліджень видимості обов'язково пов'язані з вимірюванням параметрів середовища, що впливають на візуальні інформаційні процеси в системі ВАДС. Це 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, які вимірюються у світлових приладах. Дослідження видимості елементів дорожньої обстановки, як правило, повинно мати відповідне метрологічне забезпечення. Отже для одержання об'єктивних оцінок видимості об'єктів, дороги, фар, ліхтарів необхідно мати адекватні фотометричні характеристики цих елементів, а також енергетичні характеристики фізичного середовища руху.

Зазначимо, що в основі світлових вимірювань лежать два методи: візуальний і фотоелектричний. При візуальному методі приймачем світлового випромінювання служить око людини. Більш точними є вимірювання світлових параметрів з використанням приладів, що реалізують фотоелектричний метод. Принцип роботи таких приладів побудований на основі відомих співвідношень, що пов'язують фотометричні параметри [5]. При проведенні автотехнічних експертиз ДТП, та натурних експериментів в темну пору 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 [1, 4], потрібно розглядати з трьох позицій: функціональної, морфологічної і інформаційної. В свою чергу дослідження інформаційного аспекту питання починаються з аналізу неформалізованих методів (і результатів) оцінки особливостей сприйняття водієм зорової інформації, які не замінюють формально-логічні методи, не суперечать їм.

Під час дослідження у дорожньому русі «людського фактора» і зокрема питань сприйняття водієм дорожньої обстановки, 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 дорожньої обстановки, дотепер створено не було. Відомо, що джерелом інформації, на основі якої визначається поведінка водія, є сама дорога.

Зазначимо, що перше місце серед всіх об'єктів дорожньої обстановки, які привертають увагу водія, займають транспортні засоби. Їх відстеженню приділяється 40-60% часу. Друге місце за часом у цьому ієрархічному ряді припадає на оцінку шляхово-транспортної ситуації безпосередньо перед автомобілем (25 - 35%). Третє місце забирає час на орієнтування на проїзній частині (5 - 25%). Отже кількість об'єктів уваги водія не перевищує трьох: пішоходи, зустрічні і автомобілі, що рухаються в одному напрямку, проїзна частина.

Аналіз світлорозподілу та світлових характеристик фар

У «Правилах...» і рекомендаціях ЄЕК ООН, у документах Міжнародної організації по стандартизації, а також у відповідних їм вітчизняних нормативних документах сформульовані конкретні вимоги до світлових і сигнальних систем для забезпечення безпечної роботи автомобілів.

Зазначимо, що критеріями оцінки ефективності світлорозподілу фар в умовах обмеженої видимості є оптимальні світлові характеристики при дальньому і ближньому світлі фар, які забезпечують необхідну видимість робочої зони дорожнього полотна з урахуванням припустимих швидкостей на різних профілях 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 і ін.). Основою їх є результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень.

Так, наприклад, норми середньої горизонтальної освітленості на різних категоріях доріг складають 2...3 лк. Це підвищує умови видимості водіїв і дозволяє забезпечити максимальну безпеку руху автомобілів вночі. Рівень освітлення проїзної 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/м².

При автомобільному освітленні (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 автомобілів (при зустрічному роз'їзді) видимість визначається сліпучою дією фар зустрічних автомобілів. Дальність видимості об'єктів на дорозі (геометрична видимість) служить основною характеристикою умов видимості, тому що з нею пов'язані найважливіші параметри руху - швидкість і зупиночний шлях автомобіля.

Слід зазначити, що для забезпечення надійних умов видимості дороги автомобілі обладнуються 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 різку 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. При перевірці відповідності фар вимогам (Правила №1 КВТ ЄЕК ООН) сполучають контрольні точки і зони світлового пучка з перспективою дороги, яка зображена на вимірювальному екрані (рис. 1 і рис. 2).

Отже, точка B50 характеризує розташування очей водія зустрічного автомобіля, що знаходиться на відстані 50 м від фари, тобто збігається з однією з найбільш небезпечних щодо засліплення точок траєкторії переміщення очей водія при роз'їзді автомобілів. Сила світла в цьому напрямку не повинна перевищувати 200 кд.

Зона II характеризує простір вище світлотіньової границі, в свою чергу сила світла в будь-якій її точці не повинна перевищувати 440 кд.

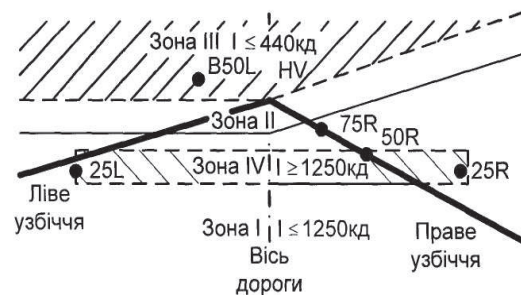


Рис. 1. Перспективне зображення дороги з контрольними точками і зонами, в яких регламентована сила світла автомобільних фар

Точки 50R і 75R розташовані на правому узбіччі дороги на відстані відповідно 50 і 75 м від автомобіля. Тому 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 точці зони повинна бути не менше 1250 кд. В результаті отримано порівняння характеристики фар зі звичайними (R2) і галогенними (H4) лампами.

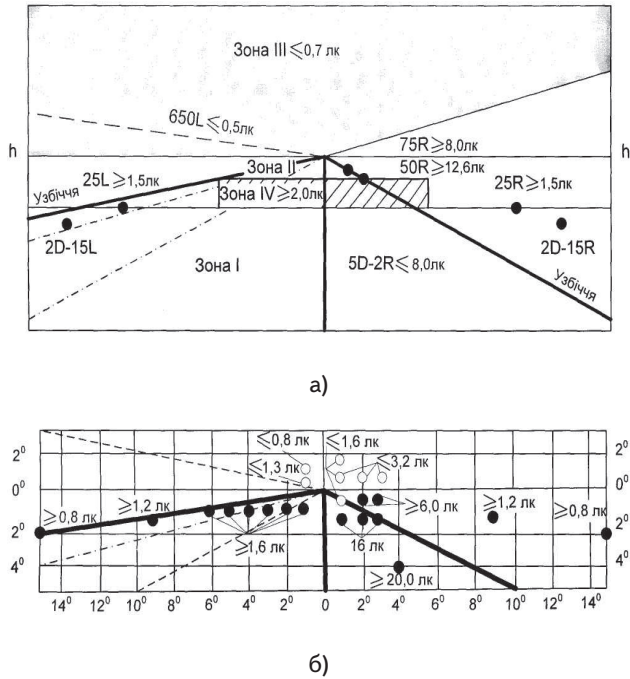


Рис. 2. Перспектива дороги з двома смугами руху (а) і вимірювальний екран (б): ° - точки, у яких обмежується верхня границя сили світла; • - точки, у яких обмежується нижня границя сили світла

Можна зробити висновок, що про видимість дороги й об'єктів на ній при ввімкненому ближньому світлі фар з достатнім ступенем точності судять за двома основними параметрами, які залежать від світлорозподілу, рівня яскравості фону і засліплюючої дії.

Фари дальнього світла. За конструктивними особливостями фари дальнього світла з європейською й американською системами не мають принципових відмінностей. Найчастіше дальнє світло сполучається з чотирма фарами). Оптичний елемент такої фари складається з параболічного відбивача з кутом обхвату більше 180°, нитки накалювання дальнього світла (U - і П - подібної форми), розташованої у фокусі відбивача, і розсіювача, який перекриває світловий отвір відбивача. При подібній світлооптичній схемі всі промені, що випромінюються від тіла накалювання, потрапивши на поверхню відбивача, відбиваються у напрямках, які рівнобіжні оптичній вісі, утворюючи вузький рівнобіжний пучок великої сили світла з незначним кутом розсіювання. Далі пройшовши через розсіювач, частини світлового пучка внаслідок наявності на внутрішній поверхні призми для відхилення і розсіювальних лінз перерозподіляються і створюють на дорозі досить вузький пучок значної сили світла, 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. 2 а).

Отже, точка Н - точка (місце) сходження перспективних ліній, що імітують основні елементи дороги, характеризує напрямок граничної дальності видимості дороги водієм. У цьому напрямку передбачається найбільша сила світла (близько 30000 кд), виходячи з закону квадратів відстаней і вимог рівномірності розподілу яскравості в центральному полі зору водія.

Силу світла в цьому напрямку варто збільшувати як найбільше (але не більше 150000 кд від двох фар).

Група точок Н - 2,5L, Н - 2,5R, Н - 5L і Н - 5R характеризує видимість узбіч дороги і пришляхової смуги на лінії об'їзду.

Варто враховувати також, що при ввімкненому дальньому світлі не повинно бути різких перепадів сил світла в малих тілесних кутах. За цими двома причинами сила світла в зазначених напрямках повинна бути великою.

Група точок 0,5D - 12L, 0,5D - 12R і 3D - 12R, 3D - 12L характеризує видимість узбіч і пришляхової смуги на досить великій відстані праворуч і ліворуч у діапазоні 20-75 м попереду автомобіля.

Фари з галогенними лампами. Галогенна лампа являє собою різновид ламп накалювання, основною відмінною рисою якої є наявність галогену в колбі лампи. Зазначимо, що з погляду діагностики фари з галогенними лампами не мають принципових відмінностей від звичайних фар.

Висновки

Авторами статті обґрунтовано теоретичні передумови підвищення ефективності та якості оцінки роботи світлових систем транспортних засобів. Проаналізовано особливості проведення натурних експериментів та особливості сприйняття дорожньої обстановки водієм. Проведено аналіз вимог до світлорозподілу фар та виконана оцінка факторів впливу на працездатність та ефективність автомобільних фар.

Після проведення аналізу вимог до світлорозподілу та світлових характеристик фар з різними типами встановлених ламп та на різних режимах роботи слід перейти до розробки структурно-логічної моделі системи фари.

Література

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