

В. П. Кужель, В. Л. Крещенецький

ВПЛИВ КОНТРАСТУ ОБ'ЄКТУ РОЗРІЗНЕННЯ З ФОНОМ НА ВИДИМОСТЬ ДОРОЖНЬОЇ ОБСТАНОВКИ В СВІТЛІ АВТОМОБІЛЬНИХ ФАР

Досліджено вплив контрасту об'єкту розрізнення з фоном на дальність видимості таких об'єктів дорожньої обстановки, як пішохід у світлому, у темному одязі, а також у одязі зі світловідбиваючими елементами. Рис. 4, табл. 1, дж. 4.

Вступ

Відомо, що при освітленні автомобільними фарами всі об'єкти на значній відстані здаються срібно-сірими, саме тому правомірно вважати контраст об'єкту розрізнення з фоном найбільш важливим фактором, який визначає умови видимості і безпеку руху.

В свою чергу, проаналізувавши кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в темну та світлу пору доби (рис. 1) слід зазначити, що близько 50% ДТП, скоюються саме в темну пору доби, коли інтенсивність руху суттєво знижується. Найбільш вразливими учасниками дорожнього руху в цей період є пішоходи, наїзди на яких складають 38,8% з розподілу загальної кількості ДТП за видами [1]. Головними факторами зниження безпеки руху в нічний час є різке зниження видимості і осліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів. Крім зазначених основних причин вночі діють ще ряд факторів, для яких вирішальним фактором є значення контрасту об'єкту розрізнення з фоном: 1) фізіологічна непристосованість організму людини до праці вночі; 2) відсутність фізіологічного методу для водіїв на перебудову свого режиму для роботи вночі; 3) відсутність досвіду і професійних прийомів керування автомобілем уночі; 4) відсутність у свідомості водія повної реальної оцінки нічної дорожньої обстановки, аналогічної керуванню автомобілем вдень.

Високі значення контрастів об'єкту розрізнення з фоном забезпечують відповідну стійкість уваги, тому що об'єм психічних навантажень, які сприймає водій призводить до швидкого стомлення. Якщо в денні 6 – 8 годин роботи у водія не виявляються об'єктивні ознаки стомлення, то за 4 – 5 годин роботи вночі вони виявляються повною мірою [2].

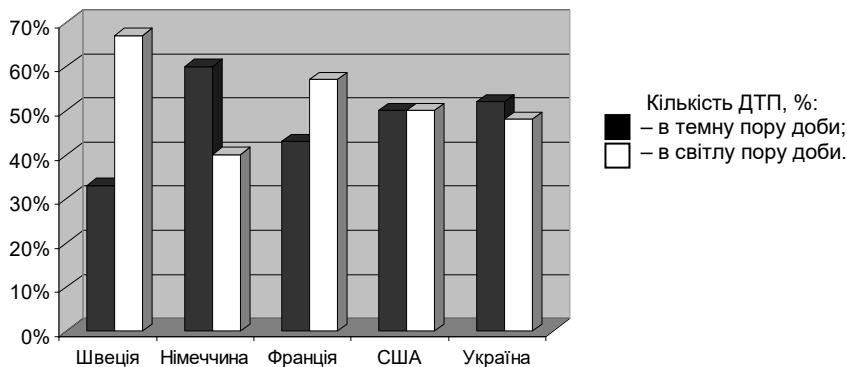


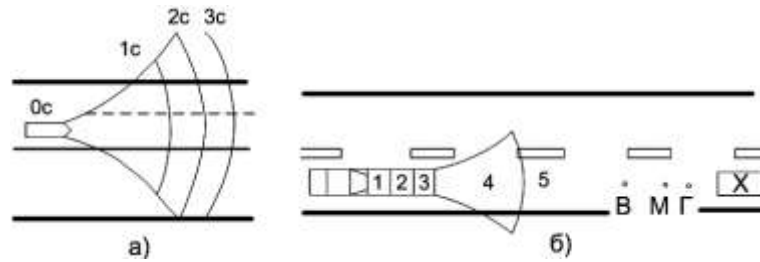
Рис. 1. Порівняння кількості ДТП у різних країнах

Мета та постановка завдань досліджень

Мета – дослідження впливу контрасту об'єкту розрізнення з фоном на дальність видимості об'єктів дорожньої обстановки. Для цього необхідно вирішити такі завдання – визначити та проаналізувати значення дальності видимості для таких об'єктів розрізнення, як пішохід у темному, у світлому одязі, а також у одязі зі світловідбиваючими елементами і значення показника контрасту об'єкту розрізнення з фоном для розглянутих тест-об'єктів.

Основна частина

При дослідженнях, які пов'язані з продуктивністю процесу зорового сприйняття дорожньої обстановки, необхідно оперувати поняттям статистично середній водій-спостерігач у відношенні зорових функцій, тобто водій з нормальним зором. Водій здобуває інформацію з зони, названої Г. Форбесом, Р. Ванстремом зоною здійснення дії (рис. 2) [2].



а) просторові зони для водія автомобіля, що рухається, за 1, 2, 3 с;
 б) загальна модель сприйняття водія: X - дорожній об'єкт; В, М, Г - точки характерних дій водія (виявлення об'єкту, момент натискання на важіль гальм, початок гальмування).

Рис. 2. Схема моделі зорового сприйняття водієм дорожньої обстановки

Візуальна інформація, необхідна водієві для керування автомобілем, формується не тільки геометричними (кутовими, лінійними), але і світлотехнічними параметрами дорожньої обстановки й інших елементів системи "водій-автомобіль-дорога-середовище".

Підсистему „водій” в інформаційному відношенні характеризують зорові функції. Це насамперед світлова чутливість, контрастна чутливість і гострота зору [3]. У фізіологічній оптиці розрізняють абсолютний і диференційний порогові чутливості ока. Абсолютний поріг світлової чутливості в різних людей лежить у межах від $9,6 \cdot 10^{-7}$ до $9,6 \cdot 10^{-6}$ кд/м². Діапазон яскравостей, що сприймає око, має порядок 10^{10} кд/м². Однак у такому широкому діапазоні око не може працювати без переадаптації. Пояснюється це тим, що чутливість ока не залишається сталою при зміні рівня яскравості фону.

В свою чергу можливість зорового виявлення одноколірного з фоном об'єкта або розрізнення його форми визначається розходженням яскравості об'єкта і фону. Таким чином контраст об'єкту розрізнення з фоном - це контраст яскравості об'єкта з фоном, що забезпечує задану ймовірність виявлення об'єкту і визначається параметрами об'єкта (кутовий розмір і форма), кількісною характеристикою освітлення (яскравість фону) і умовами зорової роботи (час спостереження) (1):

$$K = \left| \frac{\Delta L}{L_{\delta}} \right| = f(\delta, L_{\delta}, t, P), \quad (1)$$

де ΔL - різниця яскравостей об'єкту і фону, кд/м²; L_{δ} - яскравість адаптації (середня яскравість фону), кд/м²; δ - кутовий розмір об'єкта розрізнення (об'єктами розрізнення обрані пішоходи, які в свою чергу є об'єктами малих кутових розмірів), хв.; t - час спостереження об'єкту, с (0,4...3,6 с); P - ймовірність зорового виявлення об'єкту.

Слід зазначити, що контраст об'єкта розрізнення з фоном вважається великим, при значенні K більше 0,5 (об'єкт і фон різко відрізняються за яскравістю), середнім - при K від 0,2 до 0,5 (об'єкт і фон помітно відрізняються за яскравістю), низьким - при K менше 0,2 (об'єкт і фон мало відрізняються за яскравістю). В залежності від значення яскравості поля адаптації розрізняють денний, сутінковий і нічний зір. У водіїв при освітленні дороги автомобільними фарами працює саме сутінковий зір.

Для дослідження впливу контрасту об'єкту розрізнення з фоном на дальність видимості дорожньої обстановки були проведені натурні експерименти з автомобілем Chery Amulet (A15). Під час експериментів в автомобілі знаходились три спостерігача з гостротою зору 0,9...1,0 у.о. Допоміжні засоби: люксметр Ю116, рулетка, жилет з світловідбиваючими елементами, світловідбивач, крейда, пронумеровані фішки, ліхтар.

Кожен експеримент проводився двічі у прямому та зворотному напрямках дороги, а значення дальності видимості вимірювались по 3 рази, за наступним алгоритмом: 1) автомобіль зі швидкістю 3 - 4 км/год наближається до розташованого на дорозі тест-об'єкту. Коли перешкода розрізняється (дальність силуетної видимості - відстань в метрах, на якій розрізняються обриси (силует) предмету, без окремих деталей; дальність конкретної видимості - відстань в метрах, на якій розрізняються окремі деталі на предметі, їх розміри й забарвлення [4]) автомобіль зупиняють і заміряють відстань між його передньою частиною і перешкодою; 2) експерименти виконуються для тест-об'єктів (пішоходів) у світлому та

темному одязі, у одязі зі світловідбиваючими елементами (рис. 3, а, б, в); 3) за допомогою люксметра визначається освітленість дороги та об'єкту розрізнення на ній.

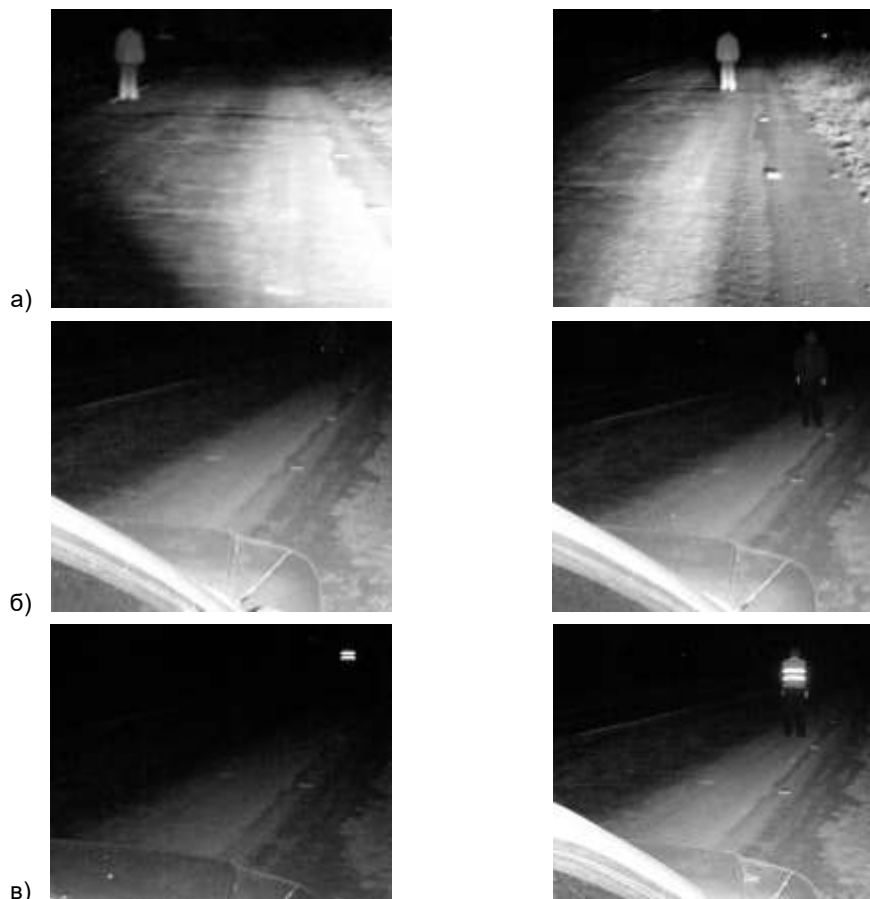


Рис. 3. Проведення експериментів з визначення величини дальності видимості (силуєтної та конкретної), показника контрасту об'єкту розрізнення з фоном, враховуючи колір та особливості одягу пішохода, тип і стан дорожнього покриття

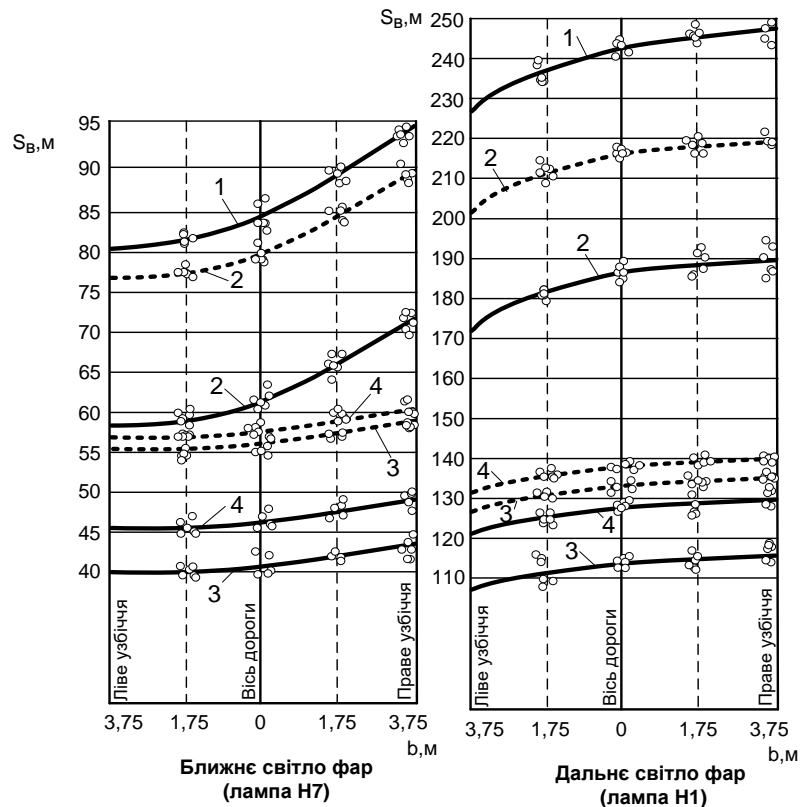
Орієнтовні значення параметру контрасту об'єкту розрізнення з фоном в залежності від об'єктів розрізнення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення параметру контрасту об'єкту розрізнення з фоном

Дорожнє покриття		Показник K (силуєтна видимість)			
тип	стан	пішохід у світлому одязі	пішохід у темному одязі	пішохід у світлому одязі зі світловідбиваючими елементами	пішохід у темному одязі зі світловідбиваючими елементами
Асфальто-бетонне, цементобетонне	Сухе	0,8	0,1	0,9	0,4
	Мокре	0,72	0,07	0,82	0,25
	Вкрите снігом	0,08	0,75	0,35	0,88
Ґрунтова дорога	Сухе	0,7	0,2	0,84	0,3
	Мокре	0,75	0,5	0,87	0,48
	Вкрите снігом	0,08	0,75	0,35	0,89

Для наочності наведемо результати дорожніх випробувань автомобіля Chery Amulet, а саме побудовану залежність дальності видимості від характеристик об'єкта розрізнення та його розташування на дорозі, яку представлено на рис. 4.



1 - світловідбивач (прозорість атмосфери); 2 - тест-об'єкт (пішохід) у світлому одязі;
3 - тест-об'єкт (пішохід) у темному одязі; 4 - тест-об'єкт (пішохід) у одязі зі світловідбиваючими елементами; ———— - дальність конкретної видимості; ······ - дальність силуетної видимості.

Рис. 4. Експериментальна залежність дальності видимості від характеристик об'єкта розрізнення для фар з лампами H7, H1 (Chery Amulet (A15))

Висновки. Проаналізувавши параметри зміни зорових функцій (контрастної чутливості й ін.) можна зробити наступні висновки: 1) всі функції зору поліпшуються зі збільшенням яскравості адаптації в зв'язку зі зменшенням відносного значення зорових порогів; 2) в першому наближенні ріст основних функцій зору пропорційний логарифмові яскравості фона, отже, оцінку умов видимості, а також оцінку ефективності освітлювальних автомобільно-дорожніх приладів варто проводити за логарифмічною шкалою яскравостей; 3) експериментально встановлено, що ймовірність попадання в ДТП пішоходів у світлому одязі на фоні сухого асфальтобетонного покриття на 30% нижча ніж у пішохода в темному одязі, а світловідбиваючі елементи підвищують на 9% шанси розрізнення перешкод; 4) визначені діапазони орієнтовних значень показника контрасту об'єкту розрізнення з фоном.

Список літератури

1. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші.]. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
2. Левитин К. М. Безопасность движения автомобилей в условиях ограниченной видимости, 2 - е изд. перераб. и доп. / К. М. Левитин. – М.: Транспорт, 1986. – 166 с.
3. Мешков В. В. Основы светотехники / В. В. Мешков. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – Ч. II. – 246 с.
4. Боровский Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б. Е. Боровский. – Л.: Лениздат, 1984. – 304с.