

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов

**МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ
В ЗАДАЧАХ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДТІ
ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ
ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2010

УДК 656.052.5+656.057.87+343.983.2

ББК 614.8:656.1+629.4.067

К 88

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 4 від 26.11.2009 р.)

Рецензенти:

В. А. Огородніков, доктор технічних наук, професор

В. Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор

Кужель, В. П.

К 88 Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 200 с.

ISBN 978-966-641-351-5

Монографія присвячена питанням поліпшення автотехнічної експертизи ДТП. Розроблено нову методику визначення дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби при освітленні автомобільними фарами на основі інформації удосконаленого протоколу огляду місця ДТП без використання спеціального обладнання та проведення натурних експериментів.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, аспірантів, які займаються дослідженнями безпечних режимів руху автомобілів в темну пору доби.

УДК 656.052.5+656.057.87+343.983.2

ББК 614.8:656.1+629.4.067

ISBN ISBN 978-966-641-351-5

© В. Кужель, А. Кашканов, В. Кашканов, 2010

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ’ЄКТІВ ТА ВИБОРУ БЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РУХУ АВТОМОБІЛІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ	7
1.1. Аналіз та причини виникнення дорожньо-транспортних пригод в темну пору доби.....	7
1.2. Вплив характеристик світлотехнічного обладнання на дальність видимості дорожніх об’єктів в темну пору доби в процесі експлуатації.....	11
1.3. Аналіз існуючих методів і засобів діагностування автомобільних фар.....	17
1.4. Вирішення задач автотехнічної експертизи за допомогою існуючих критеріїв безпеки для оцінки ефективності автомобільних фар	23
1.5. Обґрунтування вибору математичного апарату для визначення дальності видимості дорожніх об’єктів	32
1.6. Постановка завдань дослідження.....	39
РОЗДІЛ 2. ФОРМАЛІЗАЦІЯ МЕТОДОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ОЦІНКИ РОБОТИ СВІТЛОВИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	40
2.1. Дослідження особливостей проведення натурних експериментів та сприйняття дорожньої обстановки водієм.....	40
2.2. Аналіз світлорозподілу та світлових характеристик фар.	58
2.3. Структурно-логічна модель світлової системи.....	66
2.4. Оцінка основних факторів, що впливають на працездатність фар.....	70
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ’ЄКТІВ	74
3.1. Методика побудови моделей на базі теорії нечітких множин.....	74
3.2. Обґрунтування вибору комплексу параметрів для визначення дальності видимості дорожніх об’єктів в темну пору доби при експертизі ДТП.....	83

3.3. Математична модель визначення дальності видимості об'єктів в темну пору доби.....	101
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ, ЇХ АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ.....	110
4.1. Вибір і обґрунтування схем дорожніх експериментів та алгоритмів проведення досліджень.....	110
4.2. Розробка алгоритмів експериментального дослідження..	117
4.3. Результати експериментального дослідження.....	128
4.4. Параметрична ідентифікація дальності видимості дорожніх об'єктів та перевірка адекватності запропонованої моделі.....	138
РОЗДІЛ 5. МЕТОДИКА І ПРАКТИКА ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ ТА ВИБОРУ БЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ..	148
5.1. Методика визначення дальності видимості.....	148
5.2. Методика визначення рекомендованої швидкості руху в залежності від умов видимості.....	153
5.3. Застосування розробленої методики при розслідуванні механізму дорожньо-транспортної пригоди.....	155
5.4. Оцінка ефективності впровадження запропонованих методик.....	166
ВИСНОВКИ.....	167
ЛІТЕРАТУРА.....	169
ДОДАТКИ.....	179

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку суспільства, життя людей важко уявити без автомобілів. В свою чергу, швидкий розвиток автомобільної техніки призвів до виникнення нових проблем і труднощів, які пов'язані з необхідністю забезпечення її безпечної експлуатації.

Відомо, що близько 50 % дорожньо-транспортних пригод (ДТП) скоюються в темну пору доби, в той час, коли інтенсивність руху знижується в 3–10 разів, а число загиблих складає близько 60 % від загального числа травмованих. Найбільш вразливими учасниками дорожнього руху в цей період є пішоходи, наїзди на яких складають близько 40 % з розподілу загальної кількості ДТП за видами. Ці цифри підтверджуються статистичними даними щодо кількості ДТП за кордоном, а саме в США та Англії. За даними Шведського інституту дорожньої безпеки, третина усіх ДТП трапляється вночі і 21 % з них відноситься до наїзду на пішоходів. За даними Швейцарського дослідницького бюро – наїзди на пішоходів уночі відбуваються в 9 разів частіше, ніж вдень, а на велосипедистів і інші перешкоди – відповідно в 2 і 3 рази.

Деякі причини цього зрозумілі: недостатні індивідуальні навички керування автомобілем, перевищення допустимої швидкості руху, фізична втома та ін. Також основною причиною підвищення аварійності в нічний час є зменшення інформації про ситуацію на дорозі, що надходить до водія. Цьому сприяють наступні фактори:

- незадовільне освітлення проїзної частини, а для більшості доріг – повна його відсутність;
- незадовільний технічний стан системи освітлення транспортних засобів;
- підвищена втомлюваність водія вночі, засліпювання його світлом фар зустрічного автомобіля;
- відсутність фізіологічного методу для водіїв на перебудову свого режиму для роботи вночі;
- відсутність досвіду і професійних прийомів керування автомобілем, відсутність у свідомості водія повної реальної оцінки нічної дорожньої обстановки, аналогічної керуванню автомобілем вдень.

В свою чергу, якщо врахувати, що водій практично отримує тільки зорову (97–99 %) і слухову (1–3 %) інформацію про дорожню обста-

новку, то можна зробити висновок, що безпека руху автомобіля в темну пору доби напряму пов'язана з тим, що бачить водій під час руху.

Також слід зазначити, що в темну пору доби, коли безпечні режими руху визначаються допустимою швидкістю руху транспортного засобу, яку водій має обирати в залежності від дальності видимості у відповідності з п. 12.2 Правил дорожнього руху України, 70–80 % часу автомобілі рухаються у вільному режимі (заміські дороги), тобто з ввімкненим дальнім світлом фар.

Тому головними факторами зниження безпеки руху в нічний час є різке зниження видимості і осліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів. Одним з основних параметрів, що визначає ефективність світлових систем автомобілів є дальність видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби. Саме цей параметр визначається при розслідуванні механізму ДТП, а порівняння його значення з відстанню, на якій знаходився транспортний засіб (ТЗ) від місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху, дає висновок про технічну можливість водія уникнути пригоди.

Складність і неоднозначність визначення дальності видимості людиною постійно стимулюють вдосконалення системи освітлення автомобілів в напрямку вирішення проблеми створення вискоефективних фар. Але для вирішення цієї проблеми необхідне всебічне вивчення характеру розповсюдження і зорового сприйняття світла автомобільних фар, створення нових сучасних методик оцінювання їх ефективності в різноманітних умовах експлуатації, що дозволить створити математичні моделі і алгоритми функціонування для визначення ефективності сучасних систем освітлення.

Крім того, створення математичних моделей для визначення дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби дозволить вирішити надзвичайно важливі проблеми проведення автотехнічних експертиз ДТП та підвищення об'єктивності прийняття рішень експертом-автотехніком.

РОЗДІЛ 1
ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ
ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ ТА ВИБОРУ БЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ
РУХУ АВТОМОБІЛІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

**1.1. Аналіз та причини виникнення дорожньо-транспортних
пригод в темну пору доби**

В Україні за останні роки прослідковується тенденція до зростання загальної кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), а також кількості потерпілих, поранених та загиблих людей в залежності від багатьох факторів (табл. 1.1, див. додатки) [34, 100, 102].

Таблиця 1.1

**Динаміка дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків
в Україні**

Роки	Кількість, од					Питома вага загиблих у загальній кількості потерпілих, %.
	ДТП	Загиблих	Загиблих на 1000 ДТП	Поранених	Потерпілих (всього)	
2002	34488	5982	17,3	37916	43898	13,6
2003	42409	7149	16,9	47458	54607	13,1
2004	45593	6966	15,3	53638	60604	11,5
2005	46485	7229	15,5	56002	63231	11,4
2006	49491	7592	15,3	60018	67610	11,2

Наведемо розподіл ДТП за видами (рис. 1.1) – найбільша кількість ДТП припадає на наїзди на пішоходів і зіткнення. Отже, сучасний стан аварійності з такою категорією учасників дорожнього руху, як пішоходи, потребує поглибленого вивчення умов та причин цих ДТП з метою створення рекомендацій та сучасних заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху (див. додатки).

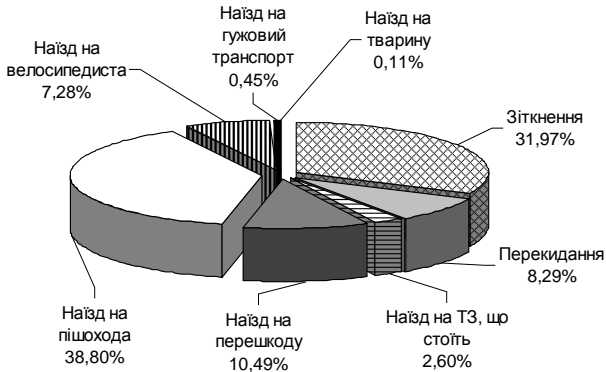


Рис 1.1. Розподіл ДТП за видами на 2007 р.

Так динаміка ДТП, що сталися у темну пору доби, за участю пішоходів, на відміну від тих, що сталися вдень, має тенденцію до збільшення їх кількості. Якщо, наприклад, у 1994 році їх було скоєно 3992, то у 2003 році – 5348, а в 2004 році – 4887.

За 10 років з вини пішоходів скоєно 101099 ДТП, в яких загинуло 14239 та поранено 89935 осіб. Кількість ДТП з вини пішоходів за 10 років складає 23,7 % від усіх скоєних ДТП (див. додатки).

Особливу увагу слід звернути на ДТП, в яких гинуть або травмуються діти. За останні 10 років було досягнуто зменшення кількості таких пригод (з 3429 у 1994 до 1861 ДТП у 2004 році). Але проблема дитячого дорожньо-транспортного травматизму і досі залишається актуальною.

Таким чином динаміка ДТП, що сталися в наслідок наїзду на пішоходів, незважаючи на тенденцію до зменшення у період з 1995 до 2000 року, починаючи з 2000 року збільшується. В середньому кількість ДТП щорічно зростала до 396 випадків в рік і у 2003 році становила 9662 випадки, й незначно збільшилась в 2004 році.

Відомо, що в темну пору скоюється чимала частина всіх ДТП (рис. 1.2). За статистичними даними Управління Державної автомобільної Інспекції Міністерства Внутрішніх справ України з загального числа ДТП біля 46–54 % пригод скоюються в темну пору доби, а число загиблих в цей період часу складає близько 60 % від загального числа травмованих.

Це в той час, коли інтенсивність руху в темну пору доби знижується в 3–10 разів в порівнянні з інтенсивністю в денний час [35].

Основні причини надзвичайно великої кількості ДТП в темну пору доби – зниження видимості, осліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів.

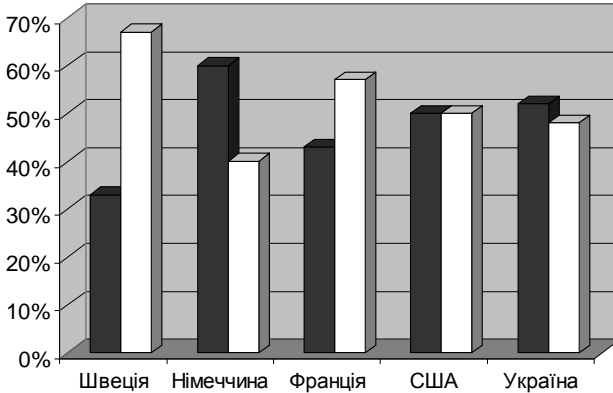


Рис 1.2. Порівняння кількості ДТП у різних країнах: ■ – в темну пору доби; □ – в світлу пору доби.

Ці цифри підтверджуються статистичними даними щодо кількості ДТП за кордоном, а саме в США та Англії. За даними Шведського інституту дорожньої безпеки, третина усіх ДТП трапляється вночі і 21 % з них відноситься до наїзду на пішоходів. За даними Швейцарського дослідницького бюро з попередження нещасних випадків [36] – наїзди на пішоходів уночі відбуваються в 9 разів частіше, ніж в світлу пору доби, а на велосипедистів і інші перешкоди – відповідно в 2 і 3 рази.

Порівнявши динаміку зміни кількості ДТП удень та в темну пору доби можна зробити висновок, що протягом 10 років кількість ДТП при денному освітленні зменшується, а в темну пору доби, навпаки – збільшується.

Якщо порівняти кількість ДТП, в яких постраждали пішоходи в темну пору доби, в залежності від наявності освітлення, то можна зробити висновок, що при наявності освітлення кількість цих ДТП

завжди в два рази менша, ніж у випадках, коли освітлення відсутнє або не увімкнене. Якщо кількість ДТП при увімкненому освітленні протягом 10 років є майже стабільною, у середньому до 1381 на рік, то кількість ДТП у випадках, коли освітлення відсутнє або не увімкнене, збільшилась за цей період майже у два рази і становила у 2004 році 3488 одиниць.

Також слід звернути увагу на такий аспект, як місце скоєння ДТП з пішоходами. Як правило, більша частка їх припадає на населені пункти, що пояснюється більшою щільністю населення. Так за одинадцять попередніх років в населених пунктах скоєно понад 88 тис. ДТП за участю і з вини пішоходів. Поза населеними пунктами їх скоєно майже в 6 разів менше – 15,5 тис. Але в нічний час число пригод з людськими жертвами складає: у містах у 2,5 рази, а на позаміських дорогах у 3 рази більше ніж в світлу пору доби (див. додатки) [6, 101].

Зазначимо, що основним критерієм при оцінці безпеки руху в темну пору доби є вибір швидкості руху, яка відповідає видимості. У Правилах дорожнього руху України (п. 12.2) [86] зазначено, що в темну пору доби і в умовах недостатньої видимості, швидкість руху повинна бути такою, щоб водій мав змогу зупинити транспортний засіб в межах відстані видимості дороги.

Таким чином, якщо врахувати, що водій практично отримує тільки зорову (97–99 %) і слухову (1–3 %) інформацію про оточуючу обстановку, то можна зробити висновок, що безпека руху автомобіля в темну пору доби напряму пов'язана з тим, що водій бачить під час руху. А на це в найбільшій степені впливає ефективність роботи фар автомобіля [72].

Безупинно зростаюча інтенсивність транспортних потоків створює особливі вимоги до працездатності і надійності систем, що забезпечують безпеку руху автомобілів. Традиційна система заходів – щорічні технічні огляди, регламентне технічне обслуговування і плановий контроль автомобілів в АТП, як показує досвід, недостатньо ефективні на сьогоднішній день.

Статистичні дані підтверджують, що значний відсоток ДТП відбувається через несправності системи освітлення.

Відомо, що основними несправностями світлових приладів системи освітлення є: неправильна установка фар, недостатня сила світла фар або освітленість, яку вони забезпечують, підвищена або занижена

напруга в бортовій мережі автомобіля, забруднення розсіювачів фар і ліхтарів, застосування лампочок і розсіювачів, що не відповідають даному типові світлового приладу, неправильне підключення ближнього світла (БС) і дальнього світла (ДС), неправильне застосування додаткових фар, несправності комутуючих пристроїв [4, 5, 35, 39].

Крім зазначених основних причин вночі діють ще ряд факторів, що збільшують небезпеку руху:

- фізіологічна непристосованість організму людини до праці вночі;
- відсутність фізіологічного методу для водіїв на перебудову свого режиму для роботи вночі;
- відсутність досвіду і професійних прийомів керування автомобілем уночі;
- відсутність у свідомості водія повної реальної оцінки нічної дорожньої обстановки, аналогічної керуванню автомобілем вдень. Вночі потрібна висока стійкість уваги, тому що величина психічних навантажень, які сприймає водій (в основному зорових) призводить до більш швидкого стомлення, ніж удень. 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 [72].

В результаті стомлення водія після 5 годин роботи вночі втрата видимості при зустрічному роз'їзді збільшується до 30 % [35, 72].

1.2. Вплив характеристик світлотехнічного обладнання на дальність видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби в процесі експлуатації

На сьогоднішній день необхідність забезпечення безпечної експлуатації автомобілів спричиняє труднощі пов'язані з сучасним швидким розвитком транспорту, постійним зростанням кількості автомобілів на дорогах. В свою чергу, подолання цих труднощів залежить від досконалості знань про експлуатаційні властивості автомобіля, вміння оцінити дорожню ситуацію і на цій основі визначити найбільш ефективні напрямки боротьби з аварійністю [71, 72].

Таким чином одним із основних напрямків робіт в області підвищення рівня безпеки дорожнього руху вночі є удосконалювання систем автомобільного освітлення.

Аналіз закономірностей функціонування зорового аналізатора водія, вивчення результатів досліджень систем автомобільного освітлення, проведених у нашій країні і за кордоном, а також власний досвід роботи щодо проведення дорожніх досліджень ефективності автомобільних фар дозволяють виділити ряд основних факторів, що характеризують систему освітлення з урахуванням вимог безпеки руху (БР):

- дальність видимості елементів дорожньої обстановки (варто розрізняти дальність видимості при напруженій увазі – при дослідженнях або в екстремальних ситуаціях, а також дальність видимості при розсіяній увазі – при тривалій їзді вночі);

- видимість (ступінь видимості) елементів дорожньої обстановки як відношення їх контрастів до граничного значення контрасту;

- кутова ширина пучка, що характеризує видимість дороги по ширині (узбіччя, дорожні заокруглення, перетинання і т.п.);

- сліпуча дія (засліпленість інших учасників руху), що обумовлена блискучістю і розмірами поверхонь фар, що світять;

- рівномірність освітлення (як по ширині, так і уздовж дороги).

Отже необхідно одержати кількісні оцінки зазначених факторів і проаналізувати існуючі показники ефективності і безпеки, які забезпечуються фарами, тому що до останнього часу аналіз таких показників був відсутній.

Збільшення дальності видимості дороги полегшує зорову задачу водія, тому що завдяки збільшенню часу пошуку зростає ймовірність своєчасного виявлення і розрізнення дорожніх об'єктів.

Необхідно відзначити, що у світлу пору доби зорові границі (гострота зору, контрастна чутливість і ін.) мають мінімальні значення, інформаційна ємність дороги і пришляхового простору максимальна (досягає декількох сотень тисяч біт), тому збільшення швидкості руху може відбуватися з обліком конкретної дорожньої обстановки до деякого безпечного рівня (до 75 біт/с).

Найголовніша особливість, яка ускладнює сприйняття дорожньої обстановки при освітленні фарами, полягає в тому, що збільшення швидкості руху автомобіля призводить до скорочення дальності видимості дороги й об'єктів на ній.

Наведемо емпіричну залежність, яка описує це явище [41]:

$$S_B = S_{60} - 0,4(v - 60), \quad (1.1)$$

де S_B – відстань видимості при освітленні фарами (при $v = 40 - 100$ км/год.), м; S_{60} – відстань видимості (при $v = 60$ км/год.), м.

В свою чергу багаторічні дорожні дослідження автомобільних фар підтвердили факт скорочення відстані видимості об'єктів при швидкості руху більш 40 км/год. Залежність, що описує це явище, вийшла іншою [72]:

$$S_B = S_{40} [1 - 0,002(v - 40)], \quad (1.2)$$

Похибка апроксимації цієї функції в діапазоні швидкостей руху 40–100 км/год. складає 15 %.

Необхідність збільшення розмірів зони, яка освітлюється фарами, до більшого значення, ніж зупиночний шлях $S_{зуп}$ зазначена в [44], де відзначається, що відстань видимості вночі повинна збільшуватися пропорційно швидкості руху автомобіля:

$$S_B = S_{зуп} + \Delta S = S_{зуп} + \mu_0 v, \quad (1.3)$$

де μ_0 – емпіричний коефіцієнт, значення якого запропоновано приймати рівним 0,2–0,5 [44].

Розглянемо більш детально причини зміни надійності та працездатності світлосигнальних приладів ТЗ в процесі експлуатації.

Під працездатністю світлових і світлосигнальних систем розуміють їх здатність виконувати задані функції, зберігаючи значення світлових характеристик і параметрів світлорозподілу в межах, встановлених вимогами ДСТУ і рекомендаціями КВТ ЄЕК ООН. Ці вимоги визначають умови досягнення безпеки, регламентують критерії оцінки технічного стану і точність методів перевірки світлових і світлосигнальних систем [20, 23, 42, 45].

Основний вузол фари – оптичний елемент містить у собі відбивач, розсіювач і патрон з лампою. Конструкція корпусу фари забезпечує можливість плавного регулювання напрямку світла окремо в горизонтальній і вертикальній площинах у межах кутів $\pm 4^\circ 30'$ за допомогою повороту регулювальними гвинтами оптичного елемента щодо корпусу [31, 35, 36, 72, 87, 96].

Відомо, що працездатність фар у процесі експлуатації автомобіля змінюється в значних межах.

Світлорозподіл фар залежить від шляхово-транспортних і атмосферно-кліматичних умов, режимів роботи, швидкості руху, завантаження автомобіля, тиску повітря в шинах коліс і стану ходової частини, від висоти центрів розсіювачів фар над дорогою, від напруги акумуляторної батареї, від технічного стану автомобіля, умов його руху і стану робочих елементів фари.

Напруга в електричній мережі автомобіля змінюється в залежності від стану акумуляторних батарей, від роботи генератора і реле-регулятора, від стану проводки (контактів у ланцюзі між батареєю і генератором, в інших ділянках ланцюга), від дротів, які застосовуються.

Проведені дослідження [102] дають змогу стверджувати, що при підвищенні напруги в межах від 12,2 до 15 В, що зустрічається на практиці, освітленість від світла фар збільшується майже в два рази (від 1,1 лк до 2,0 лк у режимі ближнього світла (БС) на відстані 40 м).

При цьому, якщо сила світла, рівна 1800 кд, при 12,5 В близька до сили світла стандартних фар (у напрямку очей водія зустрічного автомобіля), то при 15 В сила світла 3500 кд є вже неприпустимо високою, що перевищує, наприклад, європейські вимоги в 8 разів. Порівняння величини засліплюючої дії при правильній установці фар БС, які живляться струмом розрахункової напруги, з максимальною засліплюючою дією БС, що зустрічається в експлуатації, підтверджує, що ця величина змінюється майже в 20 разів.

На автомобілях, генератори яких працюють зі справними реле-регуляторами, відключення акумуляторної батареї не викликає перенапруги в ланцюзі світлових і сигнальних систем. Тобто, на основі вище викладеного можна зробити висновок, що контроль і регулювання напруги бортової мережі повинні передувати перевірці світлорозподілу фар.

У значній мірі на працездатність фар і приладів сигналізації впливає і навколишнє середовище. Відомо, що прозорість атмосфери класифікується за ГОСТ 16350-80 і є основним фактором, що впливає на світлорозподіл фар в умовах обмеженої видимості.

Поверхня проїзної частини і перешкоди на ній є головними об'єктами спостереження. Видимість поверхні проїзної частини й узбіччя забезпечується за рахунок контрасту яскравостей з навколишніми фонами – будівлями, деревами, нічним небом.

Видимість зазначених об'єктів і, насамперед, осьової лінії значно полегшує умови руху в дощову погоду, туман, а також при осліпленні, знижуючи ймовірність зіткнення з зустрічним автомобілем або перекидання при заїзді на узбіччя [75].

Слід зазначити, що перешкоди, які зустрічаються на дорозі, мають різноманітні форми і розміри і тому розрізняються водієм з різних відстаней. В свою чергу, правильно відрегульовані фари дозволяють вчасно розпізнавати можливі перешкоди на дорозі [31].

У роботі [41] проводились вимірювання світлотехнічних характеристик різних дорожніх покриттів для кутів падіння світла і спостережень, які характерні освітленню дороги світлом фар. В результаті вимірювань були визначені коефіцієнти яскравості дорожніх покриттів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**Коефіцієнти яскравості дорожніх покриттів
для кутів падіння світла і спостереження,
характерних для освітлення дороги світлом фар**

Вид покриття	Значення, у.о.
піщаний асфальтобетон	0,8
дрібнозернистий асфальтобетон	0,9
те ж, з підвищеним змістом щебеню	1,05
оброблений бітумом щебінь	1,2
те ж, запилений	1,55
цементобетон після одного року експлуатації	2,3
розсип щебеню з рожевого порфіру	2,5
те ж, з вапняку	3,5

Вимірювання дальності видимості показали, що при підвищенні відбивної здатності покриттів відстань видимості пішоходів зменшується. Це зниження викликано зменшенням контрасту яскравостей пішохода і дорожнього покриття.

Вимірюваннями, проведеними на вологому асфальтобетонному покритті безпосередньо після закінчення дощу, встановлено, що дальність видимості скорочується до 90 м через зменшення прозорості атмосфери [41].

Несправний технічний стан фар не дозволяє здійснювати рух у нічний час зі швидкостями більш 80–90 км/год. навіть на прямолінійних ділянках доріг. Отже, водії автомобілів, що рухаються з такими швидкостями, не можуть вчасно помітити на дорозі пішоходів, не говорячи вже про дрібні перешкоди і деформації проїзної частини [40]. Також на горизонтальній і вертикальній кривих відстань видимості перешкод значно зменшується, а тому і швидкості руху, які максимально допускаються, вночі змінюються в залежності від радіуса кривих.

Працездатність водія вночі в основному залежить від сили світла і правильності регулювання фар.

При збільшенні швидкості руху на 10 км/год. відстань видимості зменшується на 4 м [41].

Завантаження автомобіля також впливає на освітленість дороги фарами. Наприклад, завантаження легкових чи вантажних автомобілів виконується рівномірно щодо ресор і амортизаторів, щоб не чинити впливу на різкий підйом або опускання носової частини, а разом з нею і головних фар [102].

Крім розглянутих вище причин зниження освітленості дороги фарами в експлуатації, є ціла група причин, пов'язаних з погіршенням технічного стану фари і її робочих елементів – поверхонь відбивача, розсіювача, скла колби лампи накаливання і стану контактних елементів.

Якщо розглянуті вище причини були основними джерелами порушення регулювання світлорозподілу фар, то остання група причин разом з оптичними властивостями повітряного середовища значно послаблюють силу світла фари через забруднення розсіювачів, сильне потускнення відбивачів, сильне потемніння колб ламп внаслідок випаровування вольфрамових ниток, а також окислення, забруднення, порушення контактів у контактних елементах [48].

Таким чином, розглянувши різноманітні фактори впливу на працездатність фар і приладів сигналізації, можна зробити висновок, що важливо проводити якісне діагностування систем освітлення для вірного оцінювання ефективності фар, а саме для визначення дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби при освітлені автомобільними фарами. Отже розглянемо більш детально саме діагностування автомобільних фар.

1.3. Аналіз існуючих методів і засобів діагностування автомобільних фар

Систематичний контроль, який проводиться в нашій країні і за кордоном, показує, що 70–80 % ТЗ експлуатуються з розрегульованими (найчастіше зі зміщеним вгору променем) фарами. Тому водії часто бувають засліплені світлом фар зустрічних автомобілів. З іншого боку, коли ж фари світять «вниз», відбувається перевищення безпечної, допустимої за умовами видимості, швидкості, що нерідко закінчується ДТП [11, 12, 32, 73]. Правильне регулювання фар значно більше впливає на видимість дороги і безпеку нічного руху, чим тип світлорозподілу. Якщо, наприклад, фари з асиметричним європейським світлорозподілом підняти усього на чверть градуса в порівнянні з нормальним регулюванням, то вони вже будуть більш небезпечні, ніж фари з симетричним американським світлорозподілом. Таким чином, проблема якісного діагностування автомобільних фар є досить актуальною і створює нові задачі для наукових досліджень.

Відомо, що для підтримання працездатності систем автомобіля використовуються засоби технічної діагностики. Найбільшого поширення в практиці на сьогоднішній день одержали методи, що базуються на перевірці правильності установки фар у вертикальній і горизонтальній площинах, контролі повної сили світла і вимірюванні світлових характеристик дальнього і ближнього світла фар [5, 6].

Роботи з дослідження світлорозподілу і діагностування світлової системи в основному йдуть за трьома напрямками [13, 26–28, 74]:

- 1) аналітичне представлення світлорозподілу світлових і сигнальних систем при створенні їх нових конструкцій;
- 2) дослідження впливу експлуатаційних якостей світлових і сигнальних систем на безпеку руху автомобілів в умовах обмеженої видимості;
- 3) дослідження методів і технічних засобів діагностування і оцінювання ефективності світлових і сигнальних систем.

Найменш дослідженими, як показав аналіз, є задачі третього напрямку.

Освітлювальні технології в автомобілебудуванні зазнали кардинальних змін на протязі останніх років [1, 24–26], що спричиняє необхідність вдосконалення існуючих методів їх діагностування та визначення придатності цих методів в умовах сьогодення.

Проаналізуємо існуючі методи і засоби діагностування світлових систем автомобілів для визначення переваг і недоліків методів, які використовуються на сьогоднішній день, а також шляхів подальшого розвитку методів і засобів діагностування фар автомобілів.

Дослідженням питань діагностування, впливу зовнішніх факторів на зміну форми світлорозподілу фар займалися: В. Н. Чіколаєв, В. А. Тюрін, М. Я. Говорущенко, Р. О. Классон, Т. В. Канаєва, А. Б. Дьяков, А. В. Шумов, А. І. Рябчинський, В. П. Залуга, В. І. Коноплянко, К. М. Левітін, Е. П. Яшкова-Ржаксинська, Г. С. Виноградова, М. І. Буняєв та багато інших дослідників.

В їх роботах [10, 35, 36, 72, 87, 102, 104] описані методи контролю технічного стану світлової системи (табл. 1.3, 1.4).

Розглянемо основні з них [10].

Світлотіньовий метод. Основа методу полягає в тому, що за екраном, як класичним, так і за допомогою камерних і панельних пристроїв застосовують світлотіньовий принцип для контролю і регулювання напрямку світлового променя дальнього і ближнього світла фар у вертикальній площині. В свою чергу базування як поздовжньої осі автомобіля щодо екрана, так і осі камери або пристрою щодо автомобіля, у даному методі виконується візуально.

Оптичний метод. При його застосуванні використовують пристрої, що містять оптичну камеру і орієнтуючі пристрої.

Фотоелектричний метод. Заснований на використанні внутрішнього фотоелекту в напівпровідниках з р-п переходом, у яких зміна електричного опору виникає під дією енергії електромагнітного світлового випромінювання.

На принципі внутрішнього фотоелекту працюють усі фотоелектричні перетворювачі, які використовуються в люксометрах.

Центральний світлоприймач оцінює силу світла в центрі світлового пучка, а симетричні вертикальні і горизонтальні пари дозволяють виконувати перевірку і регулювання світла фар у тих же площинах [102].

Оптикофотоелектричний метод. В його основу покладено два принципи – оптичний і внутрішній. Фотоелект ефект реалізується оптичними камерами пристроїв разом з базошукачами (орієнтуючими пристроями).

Таблиця 1.3

**Аналіз основних методів і засобів діагностування
автомобільних фар**

Метод	Засоби діагностування	Спосіб орієнтації засобів	Характеристика метода		Оцінка метода	
			Параметри	Глибина діагнозу		
1	2	3	4	5	6	7
Світлопінний	Екрани настінні, пристрої різних типів, стенди з електроприводом	За допомогою вісню автомобіля	Кути встановлення світлового пучка, сила світла фари, світлові характеристики світлорозподілу	Кути у вертикальній ($\angle\alpha$), в горизонтальній ($\angle\beta$) площинах, $\sum I$ – повна сила світла, $MI_{\alpha,\beta}$ – світлові характеристики в заданих точках	$\angle\alpha = \pm (1^\circ \dots 15')$ $\angle\beta = \pm (1^\circ \dots 30')$	Простий, нетрудомісткий. Не враховує похибки світлорозподілу від технічного стану оптичного елемента
Оптичний	Пристрої: - переносні; - стаціонарні				$\angle\alpha = \pm 30'$ $\angle\beta = \pm 1^\circ$	Простий, компактний, нетрудомісткий. Неможливо визначити робочий ресурс і технічний стан окремих робочих елементів
Фотоелектричний	Екрани вимірювальні, пристрої комбінованих типів				$\angle\alpha = \pm (30' \dots 15')$ $\angle\beta = \pm (1^\circ \dots 30')$ $MI_x = \pm (10 \dots 20 \%)$	Трудомісткий. Неможливо оперативно визначити ефективність світлорозподілу в умовах АТП. Використовується для заводської діагностики

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7
Оптикофотоелектричний	Пристрій з відображенням, апарати спеціального призначення				$\angle \alpha = \pm 15'$ $\angle \beta = \pm (1^\circ \dots 30')$ $MI_x = \pm (10 \dots 20 \%)$	Високо-ефективний. Результати діагнозу не виводяться на друк, потребує аналізу великої кількості виміряних величин
Оптикофотоелектронний	Пристрій з еталон-маскою, автоматизована система	За напрямком руху			$MI_x,$ $\sum I_\phi = \pm 5 \%$ $\angle \alpha, \angle \beta = \pm 5'$	Високоефективний, нетрудомісткий. Висвітлює фізичний стан світлорозподілу і якість світлових характеристик в заданих точках

Оптикофотоелектронний метод. Він реалізований на базі двох принципів – оптичного і внутрішнього ефектів з використанням у принципових схемах – інтегральних мікросхемах, а також з паралельним включенням вихідних каналів технічних засобів, що використовуються, у систему ЕОМ. Метод має високу точність, його пристрої, крім забезпечення автоматизації процесу діагностування фар, можуть включатися в систему автоматизованого діагностичного центра, використовуючи при цьому постановки діагнозу ЕОМ.

Тобто, існуючі в даний час методи і засоби діагностування світлорозподілу щодо перевірки правильності установки світлового променя у вертикальній і горизонтальній площинах, за контролем повної сили світла і вимірюванням світлових характеристик дальнього і ближнього світла фар мають широке застосування на практиці, за винятком останнього методу. Однак вони малоінформативні, трудомісткі і мають невисоку точність.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильный справочник Bosch. Перевод с англ. Первое русское издание. – М. : ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с. – ISBN 5–85907–307–0.
2. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки : ГОСТ 51709 – 2001. – [Введ. 01.02.2001]. – М. : Издательство стандартов, 2001. – 39 с. – ISBN 5–7637–0076–7.
3. Авилов В. Т. О кибернетическом подходе к оценке акустических условий в салоне автомобиля / В. Т. Авилов // Автомобильная промышленность. – 1978. – № 1. – С. 16–18.
4. Афанасьев Л. Л. Автомобиль и водитель – проблема безопасности движения / Л. Л. Афанасьев, В. П. Зинченко, Р. В. Ротенберг // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 2. – С. 3–8.
5. Афанасьев Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – М. : Машиностроение, 1983. – 212 с.
6. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения : Учебник для вузов / В. Ф. Бабков. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.
7. Болдырев Н. Г. О связи порога контрастной чувствительности с остротой зрения, положенного в основу расчета дальности видимости объектов / Н. Г. Болдырев, О. Д. Бартенева // Тр. Главной геофизической обсерватории. – 1961. – Вып. 109. – С. 53–60.
8. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.
9. Боровский Б. Е. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б. Е. Боровский. – Л. : Лениздат, 1984. – 304 с.
10. Буняев Н. И. Разработка метода и средств диагностирования автомобильных фар : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.10 / Буняев Николай Иванович. – Харьков, 1989. – 195 с.
11. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1990. – 304 с.

12. Васильев А. П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях / А. П. Васильев. – М. : Транспорт, 1976. – 274 с.
13. Величковский Б. М. Информационные функции света / Б. М. Величковский, В. П. Зинченко // Светотехника. – 1974.– № 9. – С. 4–7.
14. Волков В. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля / В. П. Волков. – Харків : ХНАДУ, 2003. – 292 с.
15. Волошин Г. Я. Анализ дорожно-транспортных происшествий / Г. Я. Волошин, В. П. Мартынов, А. Г. Романов. – М. : Транспорт, 1987. – 240 с.
16. Галушко В. Г. Случайные процессы и их применение на автотранспорте / В. Г. Галушко. – К. : Вища школа, 1980. – 271 с.
17. Гершун А. А. Избранные труды по фотометрии и светотехнике / А. А. Гершун. – М. : Изд-во Физматгиз, 1958. – 342 с.
18. Глезер В. Д. Информация и зрение / В. Д. Глезер, И. И. Цуккерман. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 286 с.
19. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – Харьков : Вища школа, 1984. – 312 с.
20. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 272 с.
21. Говорущенко Н. Я. Основы эксплуатационной диагностики автомобилей / Н. Я. Говорущенко, А. В. Гогайзель, Б. И. Климец. – Харьков : ХГУ, 1967. – 132 с.
22. Говорущенко Н. Я. Системотехника проектирования транспортных машин / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : ХНАДУ, 2002. – 166 с. – ISBN 966–7839–23–0.
23. 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. 50–64.
24. Горнов В. О. Фары белого света с газоразрядными лампами для автомобилей / В. О. Горнов // Автостроение за рубежом. – 2001. – №5. – С. 16–17.
25. Горнов В. О. Новая модульная четырехфарная система с проекторной оптикой на автомобилях BMW 5-й серии / В. О. Горнов //

Автомобильная промышленность США. – 1996. – № 4–5. – С. 20–21.

26. Горнов В. О. Светодиоды и их применение в автомобильной светотехнике / В. О. Горнов, А. А. Мусатов // Автостроение за рубежом. – 2000. – № 1. – С. 11–12.

27. Грибанов А. И. Методы расчета видимости при направленном освещении / А. И. Грибанов. – М. – Л. : Госэнергоиздат, 1955. – 234 с.

28. Григорьев А. Л. Оценка эффективности обнаружения объектов наблюдателем на случайных неаддитивных фонах / А. Л. Григорьев // Межведомств. тем. сб. м., Моск. энерг. ин-т. – 1983. – № 12. – С. 24–28.

29. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория / А. И. Гришкевич. – Минск : Высшая школа, 1986. – 207 с.

30. Гуревич М. М. Фотометрия. – 2-е изд., перераб. и доп. / М. М. Гуревич. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 196 с.

31. Дашкевич Л. Л. Прибор для дорожных испытаний автомобильных светосигнальных огней / Л. Л. Дашкевич, К. М. Левитин, В. Б. Латова // Автотракторное электрооборудование. – 1979. – № 7. – С. 3–8.

32. 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. 23–24.

33. Доорс Дж. Пролог – язык программирования будущего / Дж. Доорс, А. Р. Рейблен, С. Вадера. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 236 с.

34. Дорожньо-транспортні пригоди в Україні (оперативна інформація за 12 місяців 1996 року). Матеріал підготовлений Управлінням Державної автомобільної Інспекції Міністерства внутрішніх справ України. – Київ, 1997. – 79 с.

35. Дьяков А. Б. Безопасность движения автомобилей ночью / А. Б. Дьяков. – М. : Транспорт, 1984. – 200 с.

36. Дьяков А. Б. Автомобильная светотехника и безопасность движения / А. Б. Дьяков. – М. : Транспорт, 1973. – 128 с.

37. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші.]. – Київ : Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.

38. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближённых решений / Лотфи Заде. – М. : Мир, 1976. – 167 с.
39. Зайцева Л. Н. Экономическая эффективность применения противотуманных фар / Л. Н. Зайцева, К. М. Левитин // Автотракторное оборудование. – 1971. – № 6. – С. 3–6.
40. Залуга В. П. Пассивная безопасность автомобильной дороги / В. П. Залуга, В. Я. Буйленко. – Москва : Транспорт, 1987. – 189 с.
41. Залуга В. П. Оборудование автомобильных дорог для безопасности движения ночью / В. П. Залуга. – М. : Транспорт, 1970. – 196 с.
42. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю : ДСТУ 3649 – 97. – [Чинний від 01.01.99]. – К. : Вид – во стандартів, 1997. – 18 с.
43. Згуровский М. З. Интегрированные системы оптимального управления и проектирования / М. З. Згуровский. – К. : Вища школа, 1990. – 350 с. – ISBN 5–11–001942–8.
44. Иларионов В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В. А. Иларионов. – М. : «Транспорт», 1989. – 254 с. – ISBN 5–277–00374–6.
45. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий / [Кривицкий А. М., Шапоров Ю. И., Фальковский В. В. и др.] : под общ. ред. : канд. техн. наук Кривицкого А. М. и канд. юрид. наук Шапорова Ю. И. – Мн. : Харвест, 2004. – 128 с. – ISBN 985–13–1859–0.
46. Кателініков Д. І. Розробка методу ідентифікації нелінійних об'єктів для прийняття рішень на базі нечіткої логіки : дис. ... канд. тех. наук : 05.13.06 / Кателініков Денис Іванович – Вінниця, 1998. – 197 с.
47. Кашканов А. А. Розробка методу оцінки експлуатаційних гальмових властивостей автомобіля в дорожніх умовах: дис. ... канд. тех. наук : 05.22.20 / Кашканов Андрій Альбертович. – Вінниця, 2000. – 180с.
48. Кашканов А. А. Принципи та моделі оцінки ефективності автомобільних фар / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2002. – № 2. – С. 139–143.

49. Кашканов А. А. Эффективность автомобильных фар: анализ, задания и пути решения / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Автомобильный транспорт: проблемы и перспективы: Материалы V – ой междунар. науч.-техн. конф., 9–14 сентября 2002 г. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2002. – С. 93–99.

50. Кашканов А. А. Вплив засліпленості водія на вибір безпечних режимів руху / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Вісник ВПШ. – 2003. – № 5. – С. 63–66.

51. Кашканов А. А. Исследование влияния расстояния между встречными автомобилями на изменение дальности видимости объекта в темное время суток / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Автомобильный транспорт: проблемы и перспективы: Материалы VI – ой междунар. науч.-техн. конф., 15–20 сентября 2003 г. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2003. – С. 109–112.

52. Кашканов А. А. Аналіз методів і засобів діагностування автомобільних фар / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2004. – № 7(77) (Частина 1). – С. 25–29.

53. Кашканов А. А. Математична модель кута повороту автомобільної поворотної фари / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов. Выпуск 16 – Харьков : ХНАДУ. – 2005. – С. 207–209.

54. Кашканов А. А. Структурна ідентифікація дальності видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар / А. А. Кашканов, В. П. Кужель, О. Г. Грисюк // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2005. – № 6(88). – С. 261–265.

55. Кашканов А. А. Дослідження зміни видимості дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2006. – № 7(101). – С. 108–110.

56. Кашканов А. А. Аналіз ефективності автомобільних фар під час розрізнення тест-об'єктів на дорозі в темну пору доби / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2007. – № 6(112). – С. 138–141.

57. Кашканов А. А. Вплив ефективності світлових систем автомобілів на видимість дорожніх об'єктів та безпечні швидкості руху / А. А. Кашканов, В. П. Кужель // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2008. – № 7(125) (Частина 2). – С. 209–213.

58. Кашканов А. А. Влияние фактора видимости на выбор безопасной скорости движения автомобиля ночью / А. А. Кашканов, В. Н. Ребедайло // Весник ХГАДТУ (Харьков, ХНАДУ). – 2002. – № 17. – С. 62–65.

59. Кгек И. Влияние освещения на производительность труда и пропускная способность органа зрения / И. Кгек, Е. Фойтова // Светотехника. – 1964. – № 10. – С. 18–25.

60. Клинковштейн Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клинковштейн. – М. : Транспорт, 1981. – 176 с.

61. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий. – М. : Прогресс, 1979. – 503 с.

62. Колмогоров А. Д. Три подхода к определению понятия "количество информации" / А. Д. Колмогоров // Проблемы передачи информации. – М., 1965. – Т. 1., Вып. 1. – С. 3–11.

63. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – М. : Транспорт, 1991. – 183 с.

64. Коршунов Ю. М. Математические основы кибернетики / Ю. М. Коршунов. – М. : Энергия, 1981. – 424с.

65. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.

66. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля / М. Ф. Кошарний. – К. : Вища школа, 1992. – 200 с.

67. Ксенофонтова В. А. Разработка метода определения скорости транспортного средства до столкновения в результате ДТП : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.20 / Ксенофонтова Виктория Анатольевна. – Севастополь, 2003. – 233 с.

68. Кужель В. П. Ефективність автомобільних фар та їх вплив на безпеку руху в умовах недостатньої видимості / В. П. Кужель // Тези студентських доповідей, рекомендованих до опублікування оргкомітетом XXXI науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниця та області : тези доп. – Вінниця, 2002. – С. 72.

69. Кужель В. П. Оцінка ефективності автомобільних фар за критеріями безпеки / В. П. Кужель // Тези студентських доповідей, рекомендованих до опублікування оргкомітетом XXXII науково-технічної

конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області : тези доп. – Вінниця, 2003. – С. 179.

70. Кужель В. П. Удосконалення методики визначення безпечної швидкості руху автомобілів в темну пору доби при експертизі ДТП / В. П. Кужель // Тези доповідей, рекомендованих до опублікування оргкомітетом інституту машинобудування та транспорту XXXVII науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (Секція автомобілебудування, експлуатації та транспортного менеджменту) : тези доп. – Вінниця, 2008. – С. 22–23.

71. Кужель В. П. Оцінка дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В. П. Кужель // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. – № 41. – С. 91–95.

72. Кужель В. П. Вплив контрасту об'єкту розрізнення з фоном на видимість дорожньої обстановки в світлі автомобільних фар / В. П. Кужель, В. Л. Крещенецький // Вісник СХУ ім. Володимира Даля. – 2009. – № 11(141). – С. 118–122.

73. Левитин К. М. Безопасность движения автомобилей в условиях ограниченной видимости, 2 - е изд. перераб. и доп. / К. М. Левитин. – М. : Транспорт, 1986. – 166 с.

74. Левитин К. М. Ночью – не днем / К. М. Левитин // За рулем. – 1986. – № 10. – С. 18–19.

75. Литвак В. И. Фотоэлектрические датчики в системах контроля, управления и регулирования / В. И. Литвак. – М., 1966. – 412 с.

76. Луизов А. В. Инерция зрения / А. В. Луизов. – М. : Оборонгиз, 1961. – 168с.

77. Лукьянов В. В. Безопасность дорожного движения / В. В. Лукьянов. – Москва : Транспорт, 1987. – 247 с.

78. Малышев Н. Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР / Н. Г. Малышев, Л. С. Бернштейн, А. В. Боженюк. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 136 с.

79. Мельников А. Ф. Исследования информативности автомобильных контрольных приборов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.10 “Эксплуатация автомобильного транспорта” / Мельников Александр Федорович. – М., 1980. – 20 с.
80. Методы и системы принятия решений. Системы, основанные на знаниях. / [Под ред. А. Н. Борисова]. – Рига : РПИ, 1989. – 175 с.
81. Мешков В. В. Осветительные установки / В. В. Мешков, М. М. Епанешников. – М. : Энергия, 1972. – 286 с.
82. Мешков В. В. Основы светотехники / В. В. Мешков. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – Ч. II. – 246 с.
83. Нефедов А. Ф. Планирование эксперимента и моделирование при исследовании эксплуатационных свойств автомобилей / А. Ф. Нефедов, Л. Н. Высочин. – Львов : Вища школа, 1976. – 160 с.
84. Огородников В. А. Энергия. Деформации. Разрушения (задачи автотехнической экспертизы) : Монография / В. А. Огородников, В. Б. Киселев, И. О Сивак. – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 204 с. – ISBN 966-641-117-2.
85. Островский М. А. Видимость как критерий оценки уличных осветительных установок / М. А. Островский // Светотехника за рубежом. – М., Информэлектро. – 1969. – С. 7–16.
86. Правила дорожного руху України. – Х. : Світлофор, 2008. – 64 с. – ISBN: 978-966-8959-66-0.
87. Практика диагностирования автомобилей: Учебное пособие / [Юрченко А. Н., Бажинов А. В., Варфоломеев В. Н., Гогайзель А. В., Климец Б. И.] : под ред. А. М. Юрченко. – К. : НМК ВО, 1993. – 216 с.
88. Ройтман Б. А. Диагностика системы освещения и сигнализации автомобиля / Б. А. Ройтман, В. Е. Ютт // Автоматика и электроника на автомобильном транспорте и строительстве. – М. : МАДИ. – 1970. – С. 42–49.
89. Рот М. Интеллектуальный автомат: компьютер в качестве эксперта / М. Рот. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 76 с.
90. Ротштейн А. П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / А. П. Ротштейн. – Винница : Континент – ПРИМ, 1996. – 132 с.
91. Ротштейн О. П. Ідентифікація нелінійних об'єктів нечіткими базами знань / О. П. Ротштейн, Д. І. Кательніков // Вісник ВПІ. – 1997. – № 4. – С. 98–103.

92. Ротштейн О. П. Идентификация коэффициента сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием на нечеткой логике / О. П. Ротштейн, В. М. Ребедайло, А. А. Кашканов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – № 2. – С. 23–29.

93. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : Універсум. – 1999. – 320 с. – ISBN 966–7199–49–5.

94. Ротштейн О. П. Оцінка якості дипломного проектування на основі нечіткої логіки / О. П. Ротштейн, Г. О. Черноволик, С. О. Єгоров // Вісник ВПП. – 1995. – № 4. – С. 52–58.

95. Ротштейн О. П. Метод побудови функцій належності нечітких множин / О. П. Ротштейн, Г. О. Черноволик, Є. П. Ларюшкин // Вісник ВПП. – 1996. – № 3. – С. 72–75.

96. Рябчинский А. И. Безопасность движения автомобильного транспорта в темное время суток / А. И. Рябчинский, В. Н. Иванов. – М. : Высшая школа, 1970. – 99 с.

97. Скофенко А. В. О построении функций принадлежности нечетких множеств, соответствующих количественным экспертным оценкам / А. В. Скофенко // Наукоеведение и информатика. – 1981. – Вып. 22. – С. 70–79.

98. Сытник В. Н. Разработка «развивающейся системы моделей дорожного движения» / В. Н. Сытник, Ю. Д. Артемов, А. Н. Кошей // Тр. МАДИ. – 1978. – Вып. 154. – С. 23–35.

99. Тимофеев Ю. Л. Электрооборудование автомобилей : Устранение и предупреждение неисправностей. – 4-е изд. / Ю. Л. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. – М. : Транспорт, 1998. – 301 с.

100. Шаша І. К. Наукові основи забезпечення безпеки на автомобільному транспорті України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / Шаша Ігор Костянтинович. – Х., 2007. – 37 с.

101. Шаша І. К. Побудова методики прийняття рішень в інтелектуальних системах аналізу на основі теорії нечіткої логіки та обмеженої інформації о причинах виникнення дорожньо-транспортних пригод / І. К. Шаша, Л. І. Шаша, І. В. Віктор, О. І. Шаша // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 2/2 (32). – С. 25–29.

102. Шаша И. К. Интегральная оценка пассивной безопасности легковых автомобилей / И. К. Шаша // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2008. – № 7 (125) (Частина 2). – С. 41–45.
103. Шумов А. В. Исследование влияния на безопасность движения эксплуатационных качеств фар : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.10 / Шумов Александр Владимирович. – Москва, 1966. – 186 с.
104. Яшкова – Ржаксинская Э. П. Исследование видимости в свете автомобильных фар ближнего света : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.10 / Яшкова – Ржаксинская Эльвира Павловна. – Москва, 1972. – 198 с.
105. Auxiliary brake light mounts at eye level. – Super – Service Station, 1982. – vol 106. – № 1. – P. 41–45.
106. Better vehicle lighting could reduce our accident rate. – Good Mot., 1976. – 36 № 1. – P. 3–6, 8.
107. Driving and fog on the M4. – Traffic Engineering and Control, 1977. – 18 № 1. – P. 31–34.
108. Miller C. A. The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some limits on our Capacity for Processing Information / C. A. Miller // Psychological Review. – 1956. – № 63. – P. 81–97.
109. Olson P. Improved lowbeam photometrics / P. Olson, M. Sivak. – Highway Safety Research Institute, University of Michigan Report NUMHSRI – 81 – 4, feb. 1981.
110. Rotshtein A. Design and tuning of fuzzy IF-THEN rules for medical diagnosis. In N.H. Teodorescu (ed): Fuzzy and Neural / A. Rotshtein – Fuzzy Systems in Medical and Biomedical Engineering, CRC Press, 1998. – P. 35–66.
111. Rotshtein A. Fuzzy Expert System for Identification of Car Wheels Adhesion Factor with a Road Surface / A. Rotshtein, A. Kashkanov. – Proceeding of the 6-th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, Aachen, Germany, 1998. – P. 1735–1740.
112. Rotshtein A. P. Design and Tuning of Fuzzy If - Then Rules for Automatic Classification / A. P. Rotshtein, D. I. Katelnikov // NAFIPS'98 – International Conf. «Annual Meeting of North American Fuzzy Information Processing Society» in Tampa. – USA . – 1998. – P. 50–55.
113. Zadeh L. Fuzzy sets / L. Zadeh // Information and Control, 1965. – № 8. – P. 338–353.
114. Zimmermann H.-J. Fuzzy Set Theory – and Its Applications / H.-J. Zimmermann. – Kluwer : Dordrecht. – 1991. – 315 p.

Наукове видання

**Кужель Володимир Петрович
Кашканов Андрій Альбертович
Кашканов Віталій Альбертович**

**МЕТОДИКА ЗМЕНШЕННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ
В ЗАДАЧАХ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДТІ
ПРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ
ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ**

Монографія

Редактор С. Могила

Оригінал-макет підготовлено В. Кужелем

Підписано до друку 25.03.2010 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 11,55.
Наклад 100 прим. Зам. № 2010-054

Вінницький національний технічний університет,
науково-методичний відділ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-81-59.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.