

УДК 625.746.5

Гостєв Ю. Г., <https://orcid.org/0000-0002-0351-9591>

Кострульова Т. Є., <https://orcid.org/0000-0002-9554-1285>

Шпінь Д. М., <https://orcid.org/0000-0003-0779-5558>

Хом'як В. І., <https://orcid.org/0000-0002-5331-8368>

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОПОВЕРТАЛЬНИХ ТА КОЛОРИМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

Анотація

Вступ. Дорожні знаки формують каркас системи прийняття рішення водієм в процесі керування транспортним засобом, у місцях злиття, розділення та перетину транспортних та пішохідних потоків. Найголовніше у дорожніх знаках — їх яскравість та здатність до світлоповертання у нічний час доби; знаки повинні мати чіткий зворотній зв'язок. Чим більш повно і чітко поінформований водій про умови і необхідні режими руху, тим більш точними і безпомилковими є його дії.

Проблематика. За результатами аналізу статистики ДТП здебільшого аварії трапляються через неможливість водієм адекватно оцінити ситуацію в умовах недостатньої видимості дорожньої розмітки, знаків і незадовільного освітлення.

За результатами досліджень встановлено, що покращення видимості розмітки і знаків може забезпечити зниження аварійності на (10–30) %.

Згідно статистики, близько 27 % аварій відбуваються через неуважність водія або втрату концентрації. В Україні подібні дослідження майже не проводяться, але за даними працівників поліції, в аваріях в місті 50 % водіїв також називають причиною зіткнення втомленість або втрату концентрації.

Актуальною задачею для нівелювання вищенаведених факторів є застосування якісно-інформативних дорожніх знаків, що дозволять привернути увагу водія до елементів дорожньої ситуації (наявність пішохідних переходів, можливі ускладнення умов руху, траєкторія руху власного транспортного засобу тощо). Для отримання якісних знаків, перш за все необхідно дотримуватись усіх правил технології їх виготовлення.

Мета. Дослідити світлоповертальні та колориметричні характеристики дорожніх знаків залежно від технології їх виготовлення.

Матеріали та методи. Лабораторні дослідження з визначення впливу технології виготовлення знаків на питомий коефіцієнт сили світла, координати кольоровості, коефіцієнт яскравості.

Результати. Наведено результати лабораторних випробувань зразків дорожніх знаків, виготовлених різними технологіями з визначення питомого коефіцієнта сили світла, координат кольоровості, коефіцієнта яскравості.

Висновки. За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що виробникам знаків необхідно дуже ретельно працювати над підбором чорнил для цифрового друку з метою досягнення зображення з високою кольоростійкістю. Виробникам рекомендується мати у своєму розпорядженні необхідні прилади для контролю кольору на етапі виготовлення.

Також, можна відмітити, що питомий коефіцієнт сили світла зображення знаків не білих кольорів, виготовлених методом цифрового друку має менші значення ніж у знаків, виготовлених іншими технологіями. Виробникам потрібно звертати на це увагу і працювати над можливістю досягати більших значень світлоповертання.

Ключові слова: дорожній знак, коефіцієнт яскравості, координати кольоровості, питомий коефіцієнт сили світла.

Вступ

Дорожні знаки — розповсюджений та ефективний засіб регулювання дорожнього руху, що дозволяє оперативно реагувати на зміну дорожніх умов, інтенсивності руху транспортних засобів, пішоходів, складу транспортного потоку тощо [1]. Водії, які не знайомі з дорогою, за допомогою знаків отримують необхідну інформацію про дорожні умови, встановлені обмеження і режими руху, розташування різноманітних об'єктів тощо.

За висновками науковців, спеціалістів і експертів з безпеки дорожнього руху дорожні знаки відносяться до найбільш дійових засобів з організації безпеки руху на автомобільних дорогах, вулицях [2–7].

Із загальної кількості, близько, 1,1 млн на автомобільних дорогах загального користування України щорічно додатково встановлюють і міняють 100–150 тис. дорожніх знаків.

На сьогоднішній день на автомобільних дорогах загального користування України встановлені дорожні знаки, виготовлені у свій час згідно з чинними НД та ТУ. На більшості місцевих доріг стоять дорожні знаки, з простроченим гарантійним строком експлуатації, а також реставровані знаки, зняті з доріг державного значення.

Однією з проблем українських доріг є невідповідність дорожніх знаків діючому стандарту ДСТУ 4100 [8]. Часто невідповідність дорожніх знаків державному стандарту включає відсутність або недостатність світлоповертальних властивостей покриття знаків (плівки), недотримання гарантійного строку 7–10 років, втрата кольорів (контрастності) під час експлуатації, корозія покриття і металевої основи дорожніх знаків, передчасне руйнування елементів кріплення, відсутність маркування виробника.

За результатами проведеного у 2021 році фахівцями ДП «ДерждорНДІ» моніторингу дорожніх знаків на автомобільних дорогах загального користування у 15 областях України встановлено, що 38 % обстежених знаків не відповідають вимогам ДСТУ 4100 за світлоповертальними характеристиками. Причиною недостатньої якості світлоповертальних властивостей дорожніх знаків може бути — використання плівок без світлоповертання, а також виготовлення знаків з порушенням технології (з різних типів плівок).

Дотримання правильної технології при виготовленні є важливою задачею, оскільки це безпосередньо впливає на якість дорожніх знаків.

Основна частина

Процес виготовлення дорожніх знаків — це робота, що вимагає не лише спеціального обладнання, а й матеріалів, до яких висуваються певні вимоги. Основні етапи виготовлення дорожніх знаків:

– для виготовлення дорожніх знаків беруть основу із металу, товщина якого становить близько 1 мм. У якості такої сировини може виступати оцинкований метал, що забезпечує стійкість продукції до корозійних процесів. Вирізають необхідну форму знака: у вигляді квадрата, кола, трикутника тощо. Відбувається відбортування продукції;

– на зовнішню поверхню наклеюють особливу плівку, створену на основі полімерних з'єднань, що мають світлоповертальні характеристики. На плівку заздалегідь друкують або наклеюють зображення дорожнього знака;

– зверху наноситься спеціальне покриття, що забезпечує надійне запобігання плівки від різних погодних явищ та негативного впливу навколишнього середовища.

Є декілька технологій виготовлення дорожніх знаків:

- аплікація світлоповертальними плівками;
- аплікація світлофільтруючими плівками;
- цифровий друк;
- шовкотрафаретний друк.

Нанесення світлоповертальної поверхні методом аплікації

Для виробництва знаків спочатку робиться розкрій в програмі «COREL DRAW» та готується макет для плотерної порізки. Готовий макет відправляється на ріжучий плотер, де станок вирізає усі потрібні елементи. Після чого макетники вибирають елементи та наносять їх на поверхню вже готової заготовки за допомогою ручного інструмента для нанесення плівки.

Аплікація світлоповертальними плівками. Зображення дорожнього знака отримують шляхом наклеювання на плівку білого кольору плівки іншого кольору тієї ж серії. Не допускається застосування плівок інших типів, серій, виробників за такого методу виготовлення дорожніх знаків.

Аплікація світлофільтруючими плівками. Зображення дорожнього знака отримують шляхом наклеювання на світлоповертальну плівку (основу) спеціальної світлофільтруючої плівки відповідних кольорів.

Нанесення світлоповертальної поверхні методом цифрового друку

Підготовка макету до друку: підбирається колір згідно ДСТУ 4100 та проводиться розкрій знака на рулон світлоповертальної плівки. Для цифрового друку використовується тільки світлоповертальна плівка. Готові файли з розкроями відправляються на друкарський станок який друкує спеціальними чорнилами. Після друку плівка обов'язково ламінується за температури (40–60) °С. Якщо цього не зробити фарба не буде відбивати світло. Після ламінації готову плівку (маску) наносять на металеву заготовку за допомогою ручного інструмента для нанесення плівки.

Нанесення світлоповертальної поверхні методом шовкотрафаретного друку

На початковому етапі плівка готується для друку, на ріжучому плотері нарізається білий фон. Після чого робиться форма для друку із шовкопалотна, через яку фарба наноситься на маску. Перед друком маску потрібно очистити від пилу та зняти статичний струм за допомогою антистатичного пістолета. Після очистки станок для шовкодруку наносить на маску фарбу через спеціальну форму. Віддруковану маску сушать за температури 40 °С. Після чого наноситься ще один шар фарби (у разі необхідності) або якщо знак має декілька кольорів. Після повного застигання фарби готову маску наносять на металеву заготовку.

Постійне збільшення номенклатури дорожніх знаків, варіювання типорозмірів та посилення вимог до якості матеріалів змушують постійно підлаштовуватись під мінливі обставини. Досягти цього дозволяє цифровий друк зображень на світлоповертальній плівці, який на сьогоднішній день майже витіснив метод шовкотрафаретного друку. І це не дивно, враховуючи значне підвищення мобільності та продуктивності при здешевленні процесу виробництва, яке він забезпечує. Крім того, цифровий друк — альтернатива та технології аплікації, яка має масу недоліків, таких як багатшаровість зображення, висока трудомісткість процесу виготовлення та витрати часу. Автоматизація виробництва виключає ручні операції (різання внутрішніх зображень, літер, їх аплікація тощо) і дозволяє ефективно перерозподіляти трудові ресурси, розширювати виробничі потужності та суттєво економити час [9]. Якщо в дорожньому знаку використовується одночасно кілька кольорів, нанесення символів того чи іншого кольору шляхом аплікації або трафаретного друку відчутно збільшує час, необхідний для виготовлення виробу. Технологія

цифрового друку дозволяє відтворювати символи всіх кольорів на світлоповертальній плівці одночасно. При виготовленні дорожнього знака надвеликого формату (наприклад, для розміщення над багатосмуговою автострадою) спосіб аплікації стає надмірно трудомістким. У свою чергу такі знаки в більшості випадків потребують індивідуального проектування, через що шовкотрафаретний друк стає економічно не вигідним рішенням, оскільки в силу технологічних особливостей рентабельний тільки при виготовленні тиражної продукції.

Зацікавила ідея провести дослідження, співставити отримані результати показників для різних технологій виготовлення та дійти висновку щодо технології, за якою виготовляються найбільш якісні дорожні знаки.

Відповідно до [10] контроль якості дорожніх знаків поділяється на:

- випробування застосовуваної для виготовлення дорожнього знака світлоповертальної плівки;
- випробування елементів конструкції дорожніх знаків;
- випробування дорожніх знаків;
- контроль установки дорожніх знаків

У цій статті якість знаків досліджувалась за допомогою лабораторних випробувань найбільш значущих характеристик.

Для проведення досліджень було спеціально виготовлено 9 зразків (3 різних виробника виготовили знак 5.38.1 «Пішохідний перехід» різними технологіями з використанням світлоповертальної плівки класів I-б та II-б).

Далі проводились лабораторні випробування з визначення таких показників:

- питомий коефіцієнт сили світла;
- координати кольоровості;
- коефіцієнт яскравості.

Питомий коефіцієнт сили світла визначали ретрорефлектометром Road Vista 932 за кутів освітлення $\beta = 5^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ та кутів спостереження $\alpha = 12', 20', 2^\circ$. Координати кольоровості та коефіцієнт яскравості визначали приладом спектрофотометр YS4580. Вимірювання проводили у трьох рівномірно розподілених точках для кожного кольору окремо.

Усі показники перевірялись на відповідність вимогам ДСТУ 4100. Вимоги до питомого коефіцієнта сили світла для знаків, виготовлених із світлоповертальної плівки I, II класів наведені у **табл. 1**.

Таблиця 1

Вимоги до питомого коефіцієнта сили світла для знаків, виготовлених зі світлоповертальної плівки I, II класів

Кут спостереження α	Кут освітлення β	Питомий коефіцієнт сили світла, $\text{кд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, не менше ніж			
		I клас		II клас	
		Білий колір	Синій колір	Білий колір	Синій колір
1	2	3	4	5	6
12'	5°	70	4	250	20
	30°	30	1,7	150	11
	40°	10	-	110	8
20'	5°	50	2	180	14
	30°	24	1	100	8
	40°	9	-	95	7

Кінець таблиці 1

1	2	3	4	5	6
2°	5°	5	-	5	-
	30°	2,5	-	2,5	-
	40°	1,5	-	1,5	-

Вимоги до координат кольоровості наведені у **табл. 2**.

Таблиця 2

Вимоги до координат кольоровості

Колір	Координати кольоровості для кутових точок							
	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Координати кольоровості x та y точок перетину граничних ліній колірних областей світлоповертального матеріалу I класу з високою кольоростійкістю								
Білий	0,305	0,315	0,335	0,345	0,325	0,355	0,295	0,325
Синій	0,130	0,086	0,160	0,086	0,160	0,120	0,130	0,120
Координати кольоровості x та y точок перетину граничних ліній колірних областей світлоповертального матеріалу II класу з високою кольоростійкістю								
Білий	0,305	0,315	0,335	0,345	0,325	0,355	0,295	0,325
Синій	0,130	0,090	0,160	0,090	0,160	0,140	0,130	0,140
Координати кольоровості x та y точок перетину граничних ліній колірних областей світлоповертального матеріалу I, II класів із середньою кольоростійкістю								
Білий	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Синій	0,078	0,171	0,150	0,220	0,210	0,160	0,137	0,038

Вимоги до коефіцієнта яскравості наведені у **табл. 3**.

Таблиця 3

Вимоги до коефіцієнта яскравості

Колір	Коефіцієнт яскравості для I класу світлоповертального матеріалу	Коефіцієнт яскравості для II класу світлоповертального матеріалу
Білий	≥ 0,35	≥ 0,27
Синій	≥ 0,01	≥ 0,01

У **табл. 4** представлені результати усереднених показників.

За питомим коефіцієнтом сили світла зображення усіх знаків відповідають вимогам ДСТУ 4100 по обох кольорах. Однак, слід зазначити, що зображення білого кольору при різних технологіях мають приблизно однакові показники, а зображення синього кольору для різних технологій мають відмінності. Для зразків виробників № 1, № 2 (I клас) найбільші значення питомого коефіцієнта сили світла у знаків, виготовлених методом аплікації зі світлоповертальними плівками, найнижчі у знаків, виготовлених методом цифрового друку. Для зразків виробника № 3 шовкотрафаретний друк зміг забезпечити найвищі значення питомого коефіцієнта сили світла.

Координати кольоровості усіх зразків, окрім координат синього кольору зразка № 6 (виготовлений методом цифрового друку), знаходяться в колірних областях світлоповертального матеріалу з високою кольоростійкістю. Як видно, використані чорнила для цифрового друку не змогли досягти необхідного синього кольору.

Таблиця 4

Результати усереднених показників

Показник	Виробник № 1 (I клас)			Виробник № 2 (I клас)			Виробник № 3 (II клас)					
	Технологія виготовлення											
	Апликація (світлопо-вертальні плівки)	Апликація (світлопо-вертальна основа+ світлофільтр)	Цифровий друк	Апликація (світлопо-вертальні плівки)	Апликація (світлопо-вертальна основа+ світлофільтр)	Цифровий друк	Апликація (світлопо-вертальна основа+ світлофільтр)	Цифровий друк	Шовко-трафаретний друк			
Питомий коефіцієнт сили світла, $\text{кд}\cdot\text{лк}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$	Кут освітлення β	Кут спостереження α	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5	Зразок № 6	Зразок № 7	Зразок № 8	Зразок № 9	
			Білий колір	574	593	584	115	105	106	657	660	654
Синій колір	12°	20°	30°	228	205	205	53,60	54,30	49,10	367	349	402
			40°	83,60	76,80	95,10	31,30	36,10	30,20	268	248	285
			5°	311	315	307	104	106	100	443	434	383
			30°	170	168	157	55,8	55,60	52,40	271	214	246
			40°	36,10	35,50	83,70	28,40	30,0	28,50	230	198	204
			5°	13,30	13,40	11,50	16,40	15,60	7,44	7,04	5,88	7,20
			30°	7,44	7,24	7,33	11,40	11,90	6,18	3,10	5,04	3,41
			40°	4,27	3,22	6,55	9,14	9,26	4,92	4,23	5,93	4,01
			5°	65,2	53,20	24,8	18,1	17,90	13,30	27,40	37,80	54,40
			30°	25,3	19,40	9,82	10,4	9,40	6,90	15,30	15,70	30,70
			40°	9,29	4,22	3,30	7,25	6,90	4,49	11,30	9,76	20,20
			5°	31,7	27,80	15,4	15,0	12,60	12,00	18,60	29,90	37,90
30°	18,6	14,30	7,40	9,31	9,05	7,23	9,31	11,10	18,40			
40°	5,58	4,70	2,23	5,84	4,21	4,40	6,96	7,22	15,50			
Координати кольоровості												
Білий колір	x	y										
			0,311	0,313	0,311	0,300	0,301	0,305	0,313	0,312	0,312	
Синій колір	x	y										
			0,333	0,332	0,331	0,320	0,322	0,325	0,333	0,332	0,332	
Коефіцієнт яскравості	x	y										
			0,148	0,156	0,158	0,142	0,149	0,149	0,144	0,158	0,141	
Білий колір	x	y										
			0,113	0,116	0,117	0,115	0,117	0,170	0,099	0,139	0,109	
Синій колір	x	y										
			51,28	49,85	49,75	52,21	56,00	57,27	51,29	48,40	48,62	
			4,44	4,91	3,35	4,94	6,11	7,51	3,43	4,89	3,40	

Коефіцієнт яскравості усіх зразків відповідає вимогам ДСТУ 4100 за обома кольорами. Різниця у коефіцієнтах яскравості білого кольору незначна. Найнижчі значення коефіцієнтів яскравості зразків виробника № 1 — у зразка № 3 (виготовлений методом цифрового друку), виробника № 2 — у зразка № 4 (виготовлений методом аплікації світлоповертальними плівками), виробника № 3 — у зразка № 9 (виготовлений методом шовкотрафаретного друку).

Висновки

На сьогоднішній день технологія цифрового друку дорожніх знаків майже витіснила інші технології (аплікацію світлоповертальними та світлофільтруючими плівками та шовкотрафаретний друк). Цифровий друк має багато переваг: економія часу на виготовлення, зменшення трудомісткості виробничого процесу, одношаровість зображення знаків тощо. Однак, за результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що виробникам знаків необхідно дуже ретельно працювати над підбором чорнил для цифрового друку з метою досягнення зображення з високою кольоростійкістю. Рекомендуємо виробникам мати у своєму розпорядженні необхідні прилади для контролю кольору на етапі виготовлення. Також, можна відмітити, що питомий коефіцієнт сили світла зображення знаків не білих кольорів, виготовлених методом цифрового друку має менші значення ніж у знаків, виготовлених іншими технологіями. Виробникам потрібно звертати на це увагу і працювати над можливістю досягати більших значень світлоповертання.

Список літератури

1. Гусев С.А., Васильев Д.А., Котова В.С. Дорожные знаки уменьшенных типоразмеров в системе обеспечения безопасности дорожного движения. *Техническое регулирование в транспортном строительстве*. Київ, 2018. № 1 (27). С 12–23.
2. Majid Khalilikhah, Kevin Heaslip. The effects of damage on sign visibility: An assist in traffic sign replacement. *Journal of traffic and transportation engineering*. Arlington, 2016. № 3 (6). P. 571–581.
3. Majid Khalilikhah, Kevin Heaslip, Ziqi Song. Can daytime digital imaging be used for traffic sign retroreflectivity compliance. Measurement. Netherlands, 2015. № 75. P.147-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.07.049>.
4. Кормилицына Л.В., Дуров Г.Р. Влияние дорожных знаков и разметки на безопасность дорожного движения. *Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения*. Хабаровск, 2017. С. 188–191.
5. Марченко Э.В., Скудина А.А. Влияние видимости дорожной разметки и знаков на безопасность движения. *Сборник материалов II Международной научно-практической конференции*. Кемерово, 2017. С. 189–192.
6. Chiung-Yao Fang, Sei-Wang Chen, Chiou-Shann Fuh. *Road-sign detection and tracking*. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. Japan, 2003. № 52 (5). P. 1329–1341. DOI: 10.1109/tvt.2003.810999.
7. Морозов Д.А. Высокоэффективный поиск и анализ дорожных знаков. *ScienceRise*. Украина, 2015. № 12/2 (17). С. 32–36. DOI: 10.15587/2313-8416.2015.56338.
8. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. Київ, 2021. 144 с. (Інформація та документація).
9. Евгений Люшин. Что нужно для выхода на рынок изготовления дорожных знаков. *Журнал CADMASTER*. Москва, 2019. № 3. С. 104–106.

10. Майсиенко В.О. Дифференциальный метод определения качества дорожных знаков. Сборник трудов конференции «Проблемы сертификации, управления качеством и документационного обеспечения управления». СибГУ им. М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2019. С. 48–52.

References

1. Gusev S.A., Vasilev D.A., Kotova V.S. Dorozhnyye znaki umenshennykh tiporazmerov v sisteme obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Road signs reduced sizes in the system to ensure road safety]. *Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitelstve*. 2018. № 1 (27). P. 12–23 [in Russian].
2. Majid Khalilikhah, Kevin Heaslip. The effects of damage on sign visibility: An assist in traffic sign replacement. *Journal of traffic and transportation engineering*. Arlington, 2016. № 3 (6). P. 571–581 [in English].
3. Majid Khalilikhah, Kevin Heaslip, ZiqiSong. Can daytime digital imaging be used for traffic sign retroreflectivity compliance. *Measurement*. Netherlands, 2015. № 75. P. 147–160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.07.049> [in English].
4. Kormilicyna L.V., Durov G.R. Vliyaniye dorozhnykh znakov i razmetki na bezopasnost dorozhnogo dvizheniya [Influence of road signs and markings on road safety]. *Dalnij Vostok. Avtomobilnye dorogi i bezopasnost dvizheniya*. Habarovsk, 2017. P. 188–191 [in Russian].
5. Marchenko Je.V., Skudina A.A. Vliyaniye vidimosti dorozhnoy razmetki i znakov na bezopasnost dvizheniya [The impact of visibility of road markings and signs on traffic safety]. *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Kemerovo, 2017. P. 189–192 [in Russian].
6. Chiung-Yao Fang, Sei-Wang Chen, Chiou-Shann Fuh. Road-sign detection and tracking. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. Japan, 2003. № 52 (5). P. 1329–1341. DOI: 10.1109/tvt.2003.810999 [in English].
7. Morozov D.A. Vysokoeffektivnyy poisk i analiz dorozhnykh znakov [Highly effective search and analysis of road signs]. *ScienceRise*. Ukraine, 2015. № 12/2 (17). P. 32–36. DOI: 10.15587/2313-8416.2015.56338 [in Russian].
8. DSTU 4100:2021. Bezpeka dorozhnoho rukhu. Znaky dorozhni. Zahalni tekhnichni umovy. Pravyla zastosuvannia [State Standard of Ukraine (DSTU 4100:2021) Road safety. Road signs. General technical conditions. Rules of application]. Kyiv, 2021. 144 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
9. Evgeny Lyushin. Chto nuzhno dlya vykhoda na rynek izgotovleniya dorozhnykh znakov [What it takes to enter the market of making road signs]. *CADMASTER magazine*. Moscow, 2019. № 3. P. 104–106 [in Russian].
10. Maysienko V.O. Differentsialnyy metod opredeleniya kachestva dorozhnykh znakov [Differential method for determining the quality of road signs]. *Collection of Proceedings of the Conference “Problems of Certification, Quality Management and Documentary Management Support”*. M.F. Reshetnev Siberian State University. Krasnoyarsk, 2019. P. 48–52 [in Russian].

Yurii Hostev, <https://orcid.org/0000-0002-0351-9591>

Tetiana Kostrulova, <https://orcid.org/0000-0002-9554-1285>

Denis Shpin, <https://orcid.org/0000-0003-0779-5558>

Valeriia Khomiak, <https://orcid.org/0000-0002-5331-8368>

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

STUDY OF RETROREFLECTIVE AND COLORIMETRIC CHARACTERISTICS OF ROAD SIGNS DEPENDING ON THE TECHNOLOGY OF THEIR MANUFACTURE

Abstract

Introduction. Road signs form the framework of the driver's decision-making system in the process of vehicle driving, at the junction, separation and intersection of traffic and pedestrian flows. The most important in road signs are their luminance factor and retro reflectivity at nighttime; signs must have clear feedback. The more fully and clearly driver is informed about the conditions and needed modes of traffic, the more accurate and error-free are his actions.

Problem statement. According to the analysis of accident rate statistics, most traffic accidents occur due to the inability of the driver to evaluate adequately the situation in conditions of insufficient visibility of road markings, signs and unsatisfactory lighting.

According to researches, it has been determined, that improving the visibility of markings and signs can reduce traffic accidents by 10-30%.

According to statistics, about 27% of traffic accidents occur due to driver inattention or loss of concentration. In Ukraine, such studies are almost non-existent, but according to traffic police data, in traffic accidents in the cities 50% of drivers consider also the cause of the collision tiredness or loss of concentration.

An urgent task to eliminate the factors mentioned above is the use of high-quality informative road signs that will draw the driver's attention to the elements of the road situation (the presence of pedestrian crossings, possible complications of traffic conditions, trajectory of own vehicle move, etc.). For mounting quality signs, first of all, it is need to follow all the rules of technology of their production.

Purpose. To study the retroreflective and colorimetric characteristics of road signs depending on the technology of their manufacture.

Materials and methods. Laboratory studies for determination the influence of the technology of signs manufacturing on the specific luminous intensity factor, chromaticity coordinates, luminance factor.

Results. The results of laboratory tests of road signs samples manufactured by different technologies for determination of specific luminous intensity factor, chromaticity coordinates, luminance factor are presented.

Conclusions. Based on the results of studies, it can be concluded that the manufacturers of road signs need to work very carefully on the selection of inks for digital printing in order to achieve an image with high color endurance. Manufacturers are advised to have the needed devices to control the color at the stage of manufacture. Also, it can be noted that the specific luminous intensity factor of the road sign image of non-white characters made by digital printing is less important than the signs made by other technologies. Manufacturers need to draw attention to this and work over the possibility of achieving higher values of retro reflectivity.

Keywords: road sign, luminance factor, chromaticity coordinates, specific luminous intensity factor.