

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>

Russian journal of transport engineering

2019, №3, Том 6 / 2019, No 3, Vol 6 <https://t-s.today/issue-3-2019.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/39SATS319.pdf>

DOI: 10.15862/39SATS319 (<http://dx.doi.org/10.15862/39SATS319>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Пугин К.Г. Обеспечение светотехнических характеристик светлоты, яркости и резкости дорожной разметки // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №3, <https://t-s.today/PDF/39SATS319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/39SATS319

For citation:

Pugin K.G. (2019). Providing lighting characteristics of lightness, brightness and sharpness of road markings. *Russian journal of transport engineering*, [online] 3(6). Available at: <https://t-s.today/PDF/39SATS319.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/39SATS319

УДК 625.7/.87; 625.7/8:504

Пугин Константин Георгиевич

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия

ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет

имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, Россия

Профессор

Доктор технических наук, доцент

E-mail: 123zzz@rambler.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1768-8177>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=622336

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/F-8610-2019>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=55823720700>

Обеспечение светотехнических характеристик светлоты, яркости и резкости дорожной разметки

Аннотация. В настоящее время в качестве светотехнических характеристик дорожной разметки применяются показатели светоотражения и цветности. Показатель светоотражения при измерении рефлектотроном нормируется как абсолютная величина, вместе с тем восприятие водителем и другими участниками дорожного движения (пешеходами, инвалидами на колясках, велосипедистами) дорожной разметки проводится посредством зрения относительно окружающего фона. Между тем существует практически не применяемый нормативный документ ГОСТ 26824-86 Здания и сооружения. Методы измерения яркости, который устанавливает методы измерения яркости рабочих поверхностей в зданиях и сооружениях, дорожных покрытиях улиц, дорог и площадей, фасадов зданий и сооружений для определения соответствия ее установленным нормам. Предлагается ввести в нормативную базу для дорожной разметки показатели светлоты, контрастности и резкости.

Ключевые слова: дорожная разметка; материал; светлота; резкость; контрастность; определение; методы испытаний; цементобетонные дорожные покрытия; безопасность; черные линии

Введение

В настоящее время в качестве светотехнических характеристик дорожной разметки применяются показатели светоотражения и цветности.

Показатель светотражения при измерении рефлектометром нормируется как абсолютная величина, вместе с тем восприятие водителем и другими участниками дорожного движения (пешеходами, инвалидами на колясках, велосипедистами) дорожной разметки проводится посредством зрения относительно окружающего фона.

В работах Возного С.И. [1; 2] и Карпеева С.В. [2; 3] приведены примеры, свидетельствующие о малом уровне контрастности на цементобетонных дорожных покрытиях, особенно на юге США [1]. Разметка на них практически не видна. Обычный их вид приведен на рисунке 1.

На нем представлено оконтуривание полос дорожной разметки черными линиями при отсутствии видимости (контрастности) дорожной разметки на цементобетонных покрытиях. Фактически это является обеспечением контрастности и резкости дорожной разметки.

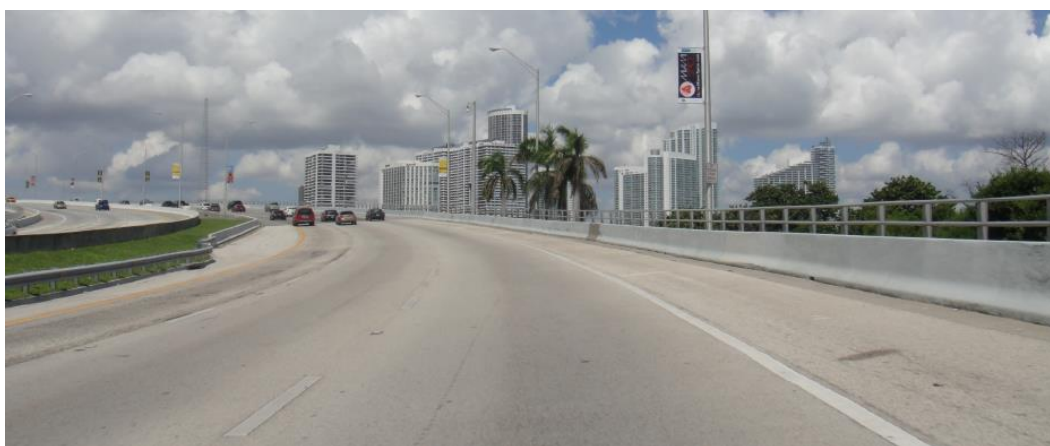


Рисунок 1. Оконтуривание полос дорожной разметки черными линиями при отсутствии видимости (контрастности) дорожной разметки на цементобетонных покрытиях [1]

Встречаются участки, где регулирование светотехнических характеристик производится путем повышения уровня контрастности за счет применения закрашивания черным цветом белых и черных линий или нанесения черных окантовочных линий (рисунок 2).

Пример использования в тоннелях дорожной разметки, освещения и катафотов, приведенный на рисунке 3, обосновывает необходимость введения показателя изменения светлоты дорожной разметки в туннелях. Заметно снижение светлоты дорожной разметки в зависимости от освещенности и расстояния.



Рисунок 2. Разметка, применение катафотов и освещение в тоннеле (г. Сан-Франциско [2])

Методы исследования

Проведем исследование необходимости введения показателей светлоты, контрастности и резкости дорожной разметки на других примерах.

Отсутствие контрастности дорожной разметки на цементобетонном покрытии также подтверждается рисунком 3.



Рисунок 3. Отсутствие контрастности дорожной разметки на цементобетонном покрытии (фото авторов)

Разница контрастности разметки на цементобетонных и асфальтобетонных дорожных покрытиях заметна при изучении рисунка 4.



Рисунок 4. Разница контрастности разметки на цементобетонных и асфальтобетонных дорожных покрытиях (фото авторов)

Повышение контрастности и резкости дорожной разметки на основе объемных рельефных шумовых полос дорожной разметки представлено на рисунке 5. Видны резкие короткие линии тени веред выступами шумовых полос.



Рисунок 5. Повышение контрастности и резкости разметки на основе объемных рельефных шумовых полос дорожной разметки (фото авторов)

Контрастность и резкость при выделении линий дорожной разметки обеспечивается также и применением катафотов [4; 5]. Совместное применение белых и контрастных черных полос дорожной разметки с катафотами и шумовыми полосами представлено на рисунке 6.

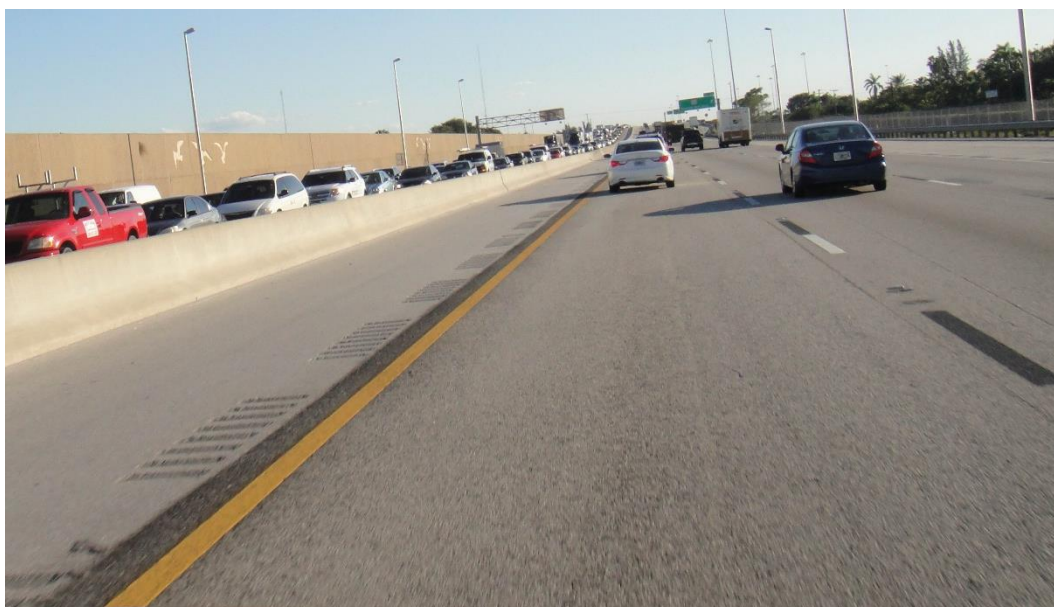


Рисунок 6. Совместное применение белых и контрастных черных полос дорожной разметки с катафотами и шумовыми полосами (фото авторов)

Достаточно простым, но эффективным выглядит оконтуривание черными кружками линий белой дорожной разметки на цементобетонных покрытиях автомобильных дорог, представленное на рисунке 7.



Рисунок 7. Оконтуривание черными кружками белой дорожной разметки (фото авторов)

В США массово встречаются примеры эксплуатации очень старой дорожной, но изношенной не более 50 % по площади, разметки на полимерной основе (термопластики, пластики химического отверждения, рисунок 8). На таких участках применяют совмещение старой дорожной разметки с применением катафотов, часто повреждаемых колесами транспортных средств [6].



Рисунок 8. Совмещение старой дорожной разметки с применением катафотов (фото авторов)

Внешний вид вырванного колесами транспортных средств со старого асфальтобетонного покрытия катафота представлен на рисунке 9.

Между тем существует практически не применяемый нормативный документ ГОСТ 26824-86 Здания и сооружения. Методы измерения яркости, который устанавливает методы измерения яркости рабочих поверхностей в зданиях и сооружениях, дорожных покрытиях улиц, дорог и площадей, фасадов зданий и сооружений для определения соответствия ее установленным нормам [2].

Согласно ГОСТ 26824-86 светлота – это уровень зрительного ощущения, производимого яркостью в зависимости от условий наблюдения.



Рисунок 9. Катафот, вырванный колесами транспортных средств со старого асфальтобетонного покрытия (фото авторов)

Видимость горизонтальной разметки характеризуется величиной коэффициента, равного отношению яркости поверхности к освещенности этой поверхности.

Общим недостатком рефлектометров является то, что они измеряют один параметр: коэффициент световозвращения в темное время суток и сухой погоде. Не возможно проверить данными приборами видимость разметки при остальных условиях, а именно коэффициент световозвращения в темное время суток при дожде и яркость разметки в дневное время при диффузном освещении. Таким образом, из четырех возможных вариантов внешних условий, при которых необходимо проверять условия видимости разметки в приборах реализуется только один, предусмотренной в ГОСТ Р 51256–99, и методики измерения коэффициента яркости при диффузном освещении согласно Изменению №1 к ГОСТу.

В нормативных документах, как российских, так и зарубежных видимость разметки оценивается по физическим характеристикам разметки, по степени белизны и яркости. Но человеческий глаз оценивает присутствие разметки не по физическим характеристикам (например, по степени яркости), а по степени контраста с окружающим фоном.

Имеется в виду известный факт, что белая полоса хорошо различима на темном фоне и практически не различима на светлом (белом) фоне. Выпадение осадков, туман, загрязнение дорожного покрытия, а также использование противогололедных материалов может сильно повлиять на цвет окружающего дорожного покрытия и тем самым изменить видимость горизонтальной разметки.

Необходимо заметить, что контрастность и резкость дорожной разметки по отношению к фону (дорожному покрытию) не регламентируется в существующих нормативах.

Тем не менее, оценить контрастность дорожной разметки относительно фона (дорожного покрытия) можно достаточно легко, применяя методы фотосъемки цифровым аппаратом и обработкой изображения на компьютере [4].

Разработана методика применения цифрового микроскопа DM 200-2 с видеокамерой с увеличением 200х

Технические характеристики цифрового микроскопа [3]:

1. Операционная система: Windows XP / Vista / Windows 7 и Mac OS.
2. PC-интерфейс: USB 2. 0. Размер матрицы: 2.0 Мпикс.
3. Разрешение 1600×1200, 1280×960, 640×480.

4. Цвет: YUV или 24-bit RGB.
5. Объектив: двойная линза Axis 27X & 100X.
6. Диапазон фокусировки: от 8 мм до 5300 мм.
7. Увеличение: от 10X до 200X.
8. Баланс белого: автоматический.
9. Выдержка: автоматическая.
10. Источник света: 8 регулируемых светодиодов.
11. Питание: 5V DV через USB-порт.
12. Размер: 120 мм×36 мм.

Внешний вид цифрового микроскопа с 200-кратным увеличением, управляемого от ноутбука, представлен на рисунке 10.



Рисунок 10. Цифровой микроскоп с 200-кратным увеличением [3]

Функции цифровой обработки, используемые в программном обеспечении цифрового микроскопа (измерения в камеральном режиме): линия; от линии к точке; расстояние между параллельными линиями; кривая; квадрат; многоугольник; эллипс; радиус круга; диаметр круга; три точки окружности; расстояние между двумя окружностями; угол; угол в четырех точках; добавление символа в окружности; добавление символа в квадрате; добавление текста; кривая линия; длина строки; величина угла; допустимое отклонение круга; правка; калибровка видео в реальном времени.

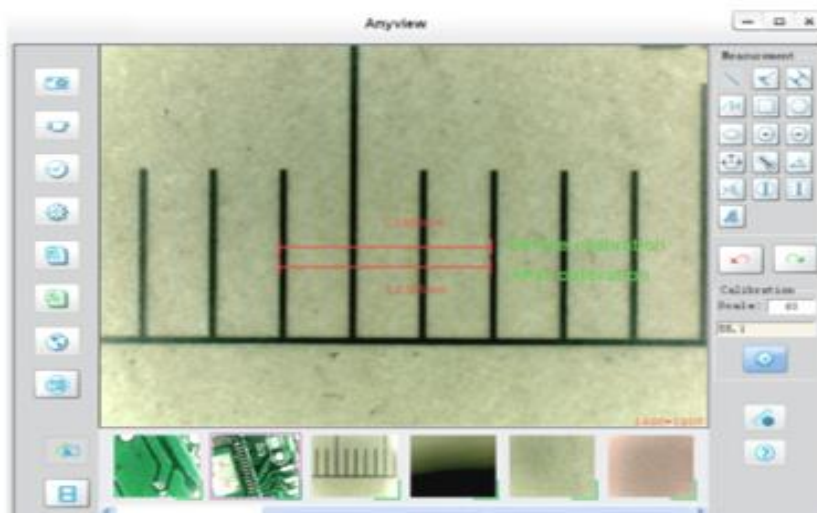
Сформулированы рекомендации по выбору увеличения исследуемого объекта в зависимости от его размеров (размеры в мм), представленные в таблице 1.

Таблица 1

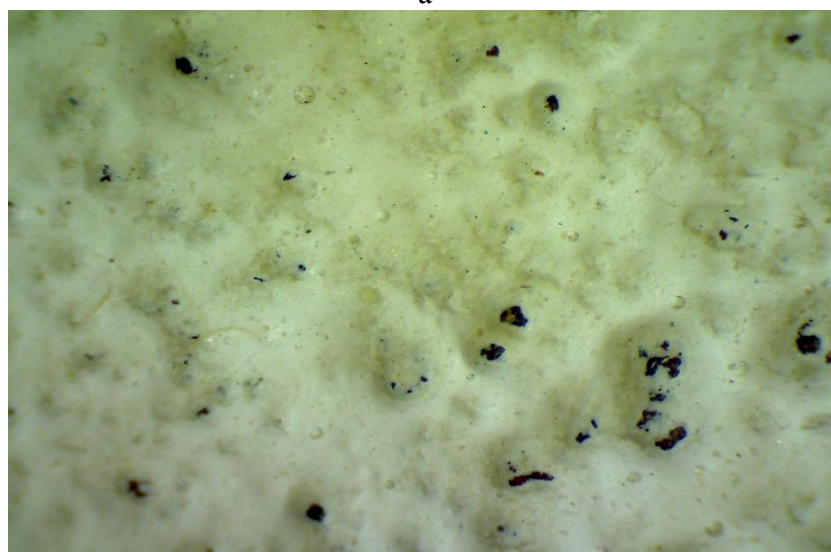
Соотношение увеличения и видимой области

Увеличение	10	20	30	50	100	150	200
Видимая область	50x38	25x19	17x13	10x7,5	5x3,8	3,3x2,5	2,5x1,9

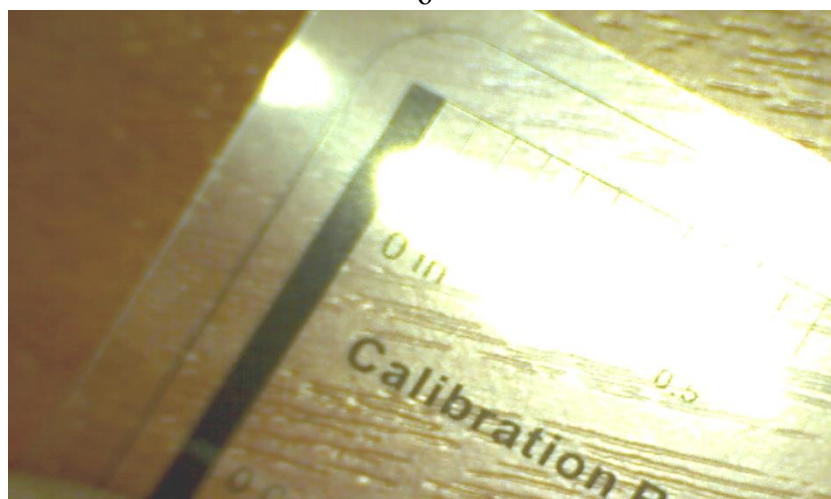
Типовые результаты калибровки и применения цифрового микроскопа для съемки поверхностей композитных материалов представлены на рисунке 11.



а



б



в

Рисунок 11. Типовые результаты калибровки и применения цифрового микроскопа для съемки поверхностей композитных материалов [3]

В процессе исследований совместно с С.В. Карпеевым [3; 4] разработан программный модуль анализа светотехнических новых показателей дорожной разметки (контрастности, светлоты, резкости) на основе расчета отношения яркостей выбранных участков дорожной разметки и окружающего дорожного покрытия (рисунок 12).



Рисунок 12. Внешний вид программы запуска программы анализа светотехнических показателей дорожной разметки

Программа предназначена для выполнения следующих функций:

Выбора файла фотографии в формате «jpg».

Открытия выбранного файла и отображения одного в экранной форме. Надо учесть, что при отображении файла на экране автоматически изменяется размер изображения, чтобы уместиться в размер экранной формы, вне зависимости от размера выбранного файла.

Выбора с помощью «мыши» компьютера двух областей на изображении из указанного файла (каждая область задаётся выбором двух точек прямоугольника: первая точка – это левый нижний угол, вторая точка – правый верхний угол), причём первая область светлая, вторая область темная.

Сравнения выбранных областей по яркости и вывода % отношения на экран.

Печати выбранной области изображения и значения % отношения яркости.

- А) Задание области выбора.
- Б) Число точек в области $N1, N2 = \text{mod}(X1 - X0) * \text{mod}(Y1 - Y0)$.
- В) Выбрать минимум из $N1, N2 = \min12$.
- Г) Из каждой области выбрать не менее 12 точек и вычислить среднеарифметическое.
- Д) Вычислить % отношение полученных двух чисел.

При отображении фотографии на экране монитора каждая точка изображения будет представлена в формате RGB.

Для более правильных вычислений желательно учитывать освещенность (попробовать использовать фотоэкспонометр) или при проведении фотографирования использовать эталонный образец, укладываемый рядом с выбранным участком разметки.

Пример.

Проведенные испытания образцов защитных пластиковых панелей (рисунок 13) вертикальной дорожной разметки подтвердили соответствие их характеристик требованиям ГОСТ Р 52575-2006 пункт 5.3.

Так как панели при их монтаже не подвергаются нагреванию, то требования пункта 5.3.3 и 5.3.4 ГОСТ Р 52575-2006 к данному материалу не применим. Значения координат цветности для панелей белого цвета по требованию ГОСТ Р 52575-2006 пункт 5.3 должны соответствовать значениям, указанным в таблице 3. Значения координат цветности для панелей черного цвета ни один из действующих нормативно-технических документов не устанавливает.



Рисунок 13. Защитные пластиковые панели вертикальной дорожной разметки

Таблица 3

Значения координат цветности для панелей белого цвета

Цвет	Обозначение координат цветности	Координаты угловых точек с первой по четвертую цветовую область дорожной разметки			
		1	2	3	4
Белый	X	0,355	0,305	0,285	0,335
	У	0,355	0,305	0,325	0,375

Для определения соответствия панелей значениям координат цветности были отобраны, в соответствии с требованием ГОСТ 18321-73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции, образцы материала. По методике и в соответствии с требованием ГОСТ Р 52576-2006 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Методы испытаний, были проведены замеры значений координат цветности. Результаты, полученные в ходе проведенных замеров, показали соответствие нового материала требованиям ГОСТ Р 53576-2006.

Выводы

Показатель светотражения при измерении рефлектотроном нормируется как абсолютная величина, вместе с тем восприятие водителем и другими участниками дорожного движения (пешеходами, инвалидами на колясках, велосипедистами) дорожной разметки проводится посредством зрения относительно окружающего фона.

Между тем существует практически не применяемый нормативный документ ГОСТ 26824-86 Здания и сооружения. Методы измерения яркости, который устанавливает методы измерения яркости рабочих поверхностей в зданиях и сооружениях, дорожных покрытиях улиц, дорог и площадей, фасадов зданий и сооружений для определения соответствия ее установленным нормам.

Предлагается ввести в нормативную базу для дорожной разметки показатели светлоты контрастности и резкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возный С.И. Технология долговечных композиционных разметочных материалов на полимерной основе. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Саратов. СГТУ. – 2012. – 125 с.
2. Возный, С.И. Состояние дорожной разметки на автомобильных дорогах США / А.В. Кочетков, С.В. Карпеев, С.И. Возный // Красная линия. Дороги. 2009. № 42/10. – С. 82–85.
3. Карпеев, С.В. Повышение безопасности дорожного движения на основе совершенствования методов нанесения и нормирования светотехнических и эксплуатационных показателей вертикальной разметки. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Волгоград. 2011. – 16 с.
4. Применение цифрового микроскопа при мониторинге качества напольных покрытий пешеходных мостовых сооружений / Кокодеева Н.Е., Трофименко Ю.А., Шашков И.Г., Янковский Л.В. // Строительные материалы. 2015. № 10. С. 75–79.
5. Долговечные материалы для дорожной разметки. Химия и технология. Научное издание / А.А. Артеменко, С.И. Возный, С.М. Евтеева, А.В. Кочетков. Саратов: Изд. «РАТА». 2011. 182 с.
6. Применение наполнителей в материалах для дорожной разметки на полимерной основе / С.И. Возный, С.М. Евтеева, В.В. Талалай, А.В. Кочетков // Пластические массы. – 2014. – № 5–6. – С. 37–40.
7. Разработка технологии, производства и применения композитных полимерных разметочных материалов / С.И. Возный, С.М. Евтеева, В.В. Талалай, А.В. Кочетков // Интернет-журнал «Науковедение». – 2012. – № 3. – С. 24.
8. Kumaran, S.K., Mohapatra, S., Dogra, D.P., Roy, P.P., Kim, B.-G., Computer vision-guided intelligent traffic signaling for isolated intersections, Expert Systems with Applications, 134, с. 267–278, 2019.
9. Lv, W., Zhou, X., Fang, Z., Huo, F., Li, X., Simulation study of vehicle travel time on route with signals considering comprehensive influencing factors, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2019.
10. Fricker, J.D., Zhang, Y., Modeling Pedestrian and Motorist Interaction at Semi-Controlled Crosswalks: The Effects of a Change from One-Way to Two-Way Street Operation, Transportation Research Record, 2019.

Pugin Konstantin Georgievich

Perm national research technical university, Perm, Russia

Perm state agrarian-technological university named after academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia

E-mail: 123zzz@rambler.ru

Providing lighting characteristics of lightness, brightness and sharpness of road markings

Abstract. Currently, as the lighting characteristics of road markings used indicators of reflection and color. The indicator of light reflection when measured by a reflectometer is normalized as an absolute value, however, the perception of the driver and other road users (pedestrians, wheelchair users, cyclists) of road markings is carried out by means of vision relative to the surrounding background. Meanwhile, there is virtually no applicable regulatory document GOST 26824-86 Buildings and structures. Methods of measuring brightness, which establishes methods for measuring the brightness of working surfaces in buildings and structures, road surfaces of streets, roads and squares, facades of buildings and structures to determine its compliance with established standards. It is proposed to introduce into the regulatory framework for road markings indicators of brightness, contrast and sharpness.

Keywords: road markings; material; lightness; sharpness; contrast; definition; test methods; cement concrete pavements; safety; black lines

REFERENCES

1. Voznyy S.I. (2012). Tekhnologiya dolgovechnykh kompozitsionnykh razmetochnykh materialov na polimernoy osnove. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. [Technology of durable polymer-based composite marking materials. The dissertation for the degree of candidate of technical sciences.] Saratov: Saratov State Technical University, p. 125.
2. Kochetkov A.V., Karpeev S.V., Voznyy S.I. (2009). The state of road markings on US roads. *Red Line. Roads*, 42/10, pp. 82–85 (in Russian).
3. Karpeev S.V. (2011). Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya na osnove sovershenstvovaniya metodov naneseniya i normirovaniya svetotekhnicheskikh i ehkspluatatsionnykh pokazateley vertikal'noy razmetki. [Improving road safety on the basis of improving methods for applying and standardizing lighting and operational indicators of vertical marking.] p. 16.
4. Kokodeeva N.E., Trofimenko Yu.A., Shashkov I.G., Yankovskiy L.V. (2015). The use of a digital microscope in monitoring the quality of floor coverings of pedestrian bridge structures. *Building Materials*, 10, pp. 75–79 (in Russian).
5. Artemenko A.A., Voznyy S.I., Evteeva S.M., Kochetkov A.V. (2011). Dolgovechnye materialy dlya dorozhnoy razmetki. Khimiya i tekhnologiya. Nauchnoe izdanie. [Durable road marking materials. Chemistry and technology. Scientific publication.] p. 182.
6. Voznyy S.I., Evteeva S.M., Talalay V.V., Kochetkov A.V. (2014). The use of fillers in materials for polymer-based road marking. *Plastics*, 5–6, pp. 37–40 (in Russian).
7. Voznyy S.I., Evteeva S.M., Talalay V.V., Kochetkov A.V. (2012). Working out technology, manufacture and application composit polymeric materials for a road marking. *Naukovedenie*, [online] 3(4). Available at: <https://naukovedenie.ru/sbornik12/12-14.pdf> (in Russian).
8. Kumaran S.K., Mohapatra S., Dogra D.P., Roy P.P., Kim B.-G. (2019). Computer vision-guided intelligent traffic signaling for isolated intersections. *Expert Systems with Applications*, 134, pp. 267–278.
9. Lv W., Zhou X., Fang Z., Huo F., Li X. (2019). Simulation study of vehicle travel time on route with signals considering comprehensive influencing factors. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*.
10. Fricker J.D., Zhang Y. (2019). Modeling Pedestrian and Motorist Interaction at Semi-Controlled Crosswalks: The Effects of a Change from One-Way to Two-Way Street Operation. *Transportation Research Record*.