

УДК 006.9:004.415.2(047)(476)

**ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ
ДОРОГИ СОВРЕМЕННЫХ ПИЛОТИРУЕМЫХ И БЕСПИЛОТНЫХ
МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Сернов С. П.¹, Балохонов Д. В.¹, Колонтаева Т. В.¹,
Тадэуш Н. Н.¹, Федорцев Р. В.¹, Коничева Л. М.²**

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

²ОАО «РУДЕНСК», Руденск, Беларусь

Аннотация. Появившиеся недавно современные механические транспортные средства (включая электро-мобили, беспилотные автомобили, средства персональной мобильности и др.) используют устройства освещения дороги нетрадиционным и нерегламентированным образом. Поэтому при сертификации устройств и систем освещения дороги для них имеются определенные особенности, которые описаны в данной работе.

Ключевые слова: устройства и системы освещения дороги, сертификация, испытания на износ.

**MODERN MANNED AND UNMANNED MECHANICAL VEHICLES ROAD
ILLUMINATION DEVICES AND SYSTEMS CERTIFICATION PECULIARITIES**

**Sernov S. P.¹, Balokhonov D.V.¹, Kolontaeva T.V.¹,
Tadeush N.N.¹, Fiodartsau R.V.¹, Konicheva L.M.²**

¹Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

²JSC Rudensk. Rudensk, Belrus

Abstract. There appeared a lot of new types of mechanical vehicles (electromobiles, unmanned vehicles, means of personal mobility etc.) that use road lighting devices and systems in unconventional ways. This is the reason these devices have certification peculiarities that are discussed in the work

Keywords: road illumination devices, certification, wear tests.

*Адрес для переписки: Д. В. Балохонов, пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: balokhonov@bntu.by*

С развитием систем искусственного интеллекта и изменением общественных привычек людей изменяются и устройства освещения дороги механических транспортных средств.

В настоящее время наблюдаются следующие основные мировые тенденции в применении устройств освещения дороги механических транспортных средств.

Увеличение доли беспилотных механических транспортных средств на дорогах общего пользования. Особенно это характерно для развитых стран. Ранее беспилотные транспортные средства (беспилотные грузовики) применялись в основном на высокоскоростных трассах, имеющих простую форму и минимальное число поворотов и съездов. В таких условиях взаимодействие с пешеходами не было необходимо, а алгоритм поведения водителей-людей на этих трассах незначительно отличался от программ беспилотных грузовиков.

В настоящее время беспилотные транспортные средства передвигаются в том числе в условиях городского движения, которое имеет значительно большую неопределенность за счет наличия множества транспортных средств, управляемых людьми, и большого числа пешеходов.

В таких условиях роль устройств освещения дороги для беспилотных транспортных средств состоит не в обеспечении видимости для водителя (его заменяет система управления, которая полагается в том числе на радарные или лидарные

комплексы, а не на видимый свет), а в обеспечении заметности беспилотного транспортного средства для остальных людей-участников движения. Из-за этого, в частности, появился новый класс устройств освещения дороги – проекторы (например, проекторы указателя поворота и проекторы заднего хода).

Нельзя сказать, что проекционная технология является только что созданной, так как уже несколько лет назад появились проекционные адаптивные системы головного освещения. Кроме создания удовлетворяющего Правилам ООН распределения силы света, они способны проецировать на дорожное покрытие произвольные изображения, так как они используют в качестве источника света мощную пиксельную матрицу или мощные светодиоды совместно с цифровыми микрозеркальными устройствами. Например, такое головное освещение способно спроецировать на дорогу перед остановившимся транспортным средством изображение пешеходной «зебры», которое укажет пешеходу возможность и направление для перехода.

Однако характеристики проекторов пока что не регламентированы и находятся в процессе согласования, причем обсуждение характеристик проекторов указателей поворота для внесения в Правила ООН № 148 началось в октябре–ноябре 2024 г. (инициатор: WP.29-GRE Европейской экономической комиссии) Эти устройства проецируют сигналы соответствующего цвета и формы на дорожное покрытие рядом с транспортным средством.

Хотя характеристики проекторов пока находятся в стадии обсуждения, уже ясно, что основными проблемами при их применении будет ослепление (в случае высоких грузовых транспортных средств), цветопередача (человеческое зрение компенсирует цвета при цветном освещении, так что вскоре после включения цветная проекция указателя поворота перестает восприниматься цветной в темное время суток и при наличии окрашенного уличного освещения) и форма проекции, которая должна быть отлично различимой на любом дорожном покрытии как с близкого, так и с дальнего (более десяти метров) расстояния. Метрологическое обеспечение для сертификации таких устройств освещения дороги должно, по аналогии с системами головного освещения, включать в себя как методы измерения освещенности и распределения освещенности, так и методы контроля формы проекции, например, как это осуществляется для контроля светотеневой границы при сертификации систем головного освещения.

Взрывообразное развитие средств персональной мобильности. Эта тенденция очень характерна для больших городов. Характеристики устройств освещения дороги для средств персональной мобильности практически не регламентированы, что приводит к повышенному количеству столкновений между ними и с пешеходами, особенно в темное время. В отдельных странах эту проблему решают комплексно, например, в Республике Беларусь мощные и скоростные (максимальная скорость сверх 35 км/ч) средства персональной мобильности приравниваются к мопедам, и их будет необходимо оснащать соответствующими по классу устройствами освещения дороги. В остальных странах пока не предложено никаких решений в этой области.

Широкое применение электромобилей. Электромобили в силу принципов работы и конструкции являются более экономичными и энергоэффективными транспортными средствами, что делает их удобными для городских улиц. Электромобили имеют более широкие возможности для использования светодиодных устройств освещения дороги, что выражается в появлении комбинированных передних и задних огней, буквально ооконтуривающих транспортное средство при работе. В соответствии с Правилами ООН, такие огни рассматриваются как комбинация основных (размещенных в углах корпуса в регламентированных Правилами местах) и зависимых

(размещенных практически в произвольных местах на корпусе) огней. При этом остро встает вопрос о максимальной силе света и распределении силы света таких комбинированных огней при сертификации: основной огонь, который обязан работать в любом случае, может дополняться или не дополняться зависимым огнем. Например, если рассмотреть комбинацию заднего габаритного огня (основного) с габаритным огнем, расположенным в заднем спойлере или на крышке багажника электромобиля (зависимым), то при открытой крышке багажника зависимый огонь не будет добавлять свою силу света к основному (например, на стоянке), а в движении при закрытом багажнике сила света комбинации может превысить безопасный с точки зрения ослепления максимум. Правила ООН № 148, регламентирующие эти огни, не содержат указаний на значения максимальной силы света условий ее измерения в случае комбинированных огней. Если пользоваться правилом «что не запрещено – разрешено», то вполне возможно ослепление водителей транспортных средств двойной максимальной силой света даже от габаритных огней.

Также при сертификации таких комбинаций возникает вопрос об оптическом центре: разнесенные огни комбинации нельзя считать точечным источником света ни на каком расстоянии, и поэтому непонятно, в каком направлении должен наблюдаться главный максимум распределения силы света комбинации. В настоящее время этот вопрос пытаются решить, запрашивая производителя комбинации о местонахождении оптического центра.

Таким образом, при сертификации современных устройств и систем освещения дороги механических транспортных средств имеются следующие особенности:

Появление новых типов устройств освещения дороги требует немедленной разработки для них регламентирующих стандартов.

Метрологическое обеспечение для сертификации устройств и систем освещения дороги должно включать как методы и методики измерения распределения силы света, освещенности и координат цветности, так и методы для измерения качества светотеневой границы, что делает процедуру сертификации сложнее.

Процедуры сертификации должны обеспечить надежную сертификацию комбинированных огней из-за их протяженности и высокой суммарной силы света.