

**Освещенность проезжей части и способы ее искусственного
регулирования**
Конопелько П.М.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В темное время суток происходит до 50% всех дорожно-транспортных происшествий, хотя интенсивность движения в эти часы не превышает 10—15% от среднесуточной. Средние скорости движения автомобилей в ночное время снижаются на 5—7 км/ч.

К мероприятиям, повышающим безопасность движения в ночное время, относятся: реконструкция дорог в плане и профиле для улучшения видимости в ночное время; устройство стационарного освещения; применение светлых дорожных покрытий; маркировка проезжей части; установка противоослепляющих щитов, направляющих устройств и озеленение дороги, способствующих ориентированию водителя в направлении дороги в ночное время; установка дорожных знаков с рефлектирующей поверхностью или специальной подсветкой. Одним из важнейших факторов безопасности движения в темное время суток является освещение так, как большинство той информации, которую воспринимают и используют водители, воспринимается ими через зрение. Поэтому условия видимости могут играть большую роль в обеспечении безопасного движения. В темноте глаза воспринимают контрасты, детали и движения вдоль дороги значительно хуже, чем в дневное время.

Поэтому в целях предотвращения дорожно-транспортных происшествий и обеспечения полного использования дорожных сооружений необходимо обеспечение хороших условий видимости в темное время суток на проезжей части.

1.Показатели и измерители освещения

Для обозначения качества освещения используются различные показатели и измерители в системе СИ. Основные термины и их обозначение приведены в таблице:

Показатель	Измеритель	Обозначение (русское/международное)
Сила света	кандела	кд/cd
Световой поток	люмен	лм/lm
Энергия света	люмен-секунда	лм·с/ lm·s
Освещенность	люкс	лк/lx
Яркость света	кандела на квадратный метр	кд/м ² / cd/m ²

Сила света — физическая величина, одна из основных световых фотометрических величин. Характеризует величину световой энергии, переносимой в некотором направлении в единицу времени. Количественно равна отношению светового потока, распространяющегося внутри элементарного телесного угла, к этому углу.

Единица измерения в Международной системе единиц (СИ): кандела (кд).

$$I_v = \frac{d\Phi_v}{d\Omega}.$$

2. Световой поток — физическая величина, характеризующая количество «световой» мощности в соответствующем потоке излучения. Иными словами, « световой поток является величиной, пропорциональной потоку излучения, оценённому в соответствии с относительной спектральной чувствительностью среднего человеческого глаза».

Обозначение: Единица измерения в Международной системе единиц (СИ): люмен.

3. Световая энергия — физическая величина, одна из основных световых фотометрических величин. Характеризует способность энергии, переносимой светом, вызывать у человека зрительные ощущения.

Люмен-секунда — единица световой энергии в СИ. Международное обозначение: lm•s, русское: лм•с.

Световая энергия в 1 лм•сек соответствует световому потоку 1 люмен, излучаемому или воспринимаемому за время в 1 секунду.

4. Освещённость — световая величина, равная отношению светового потока, падающего на малый участок поверхности, к его площади. Освещённость численно равна световому потоку, падающему на участок поверхности малой единичной площади:

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{d\sigma}.$$

Единицей измерения освещённости в Международной системе единиц (СИ) служит люкс (1 люкс = 1 люмену на квадратный метр).

5. Яркость света - это световой поток, посыпаемый в данном направлении, деленный на малый (элементарный) телесный угол вблизи этого направления и на проекцию площади источника на плоскость, перпендикулярную оси наблюдения. Иначе говоря - это отношение силы света, излучаемого поверхностью, к площади её проекции на плоскость, перпендикулярную оси наблюдения.

$$B(\theta) = \frac{dI(\theta)}{d\sigma \cos \theta}$$

В системе СИ измеряется в канделях на м². Ранее эта единица измерения имела стандартное название нит (1нт=1кд/1м²), но в настоящее время стандартами на единицы СИ применение этого наименования не предусмотрено.

2.Общие сведения об освещении улиц и дорог

Зрение человека способно адаптироваться к плохой видимости и позволяет различать объекты ночью при свете звезд, когда освещенность составляет всего 0,1 люкс. Не смотря на это, для комфорtnого перемещения человеку необходимо освещение дорог не менее 2 люкс. Поэтому и необходимо использование искусственных источников света.

Освещение дорог, улиц, городов, поселков и парков является функциональным. Его основное предназначение – обеспечить безопасность передвижения транспорта и людей.

Автомагистрали предназначены для дальних поездок. Поэтому здесь важно не только функциональное освещение, но и зрительный комфорт. Он достигается благодаря равномерному, не слепящему освещению дорог. Большое значение имеет так же способность источников света донести до водителя информацию о том, что ждет его впереди.

Очень важно при освещении дорог, чтобы свет сосредоточивался непосредственно на проезжей части, а не направлялся в небо. Небольшое количество света, направленное горизонтально, позволяет увидеть светильник издалека, обеспечивая тем самым ориентировку водителей на дороге. Но следует учитывать, что избыток света

создает свечение атмосферы, в результате чего блекнут звезды, и небо становится безжизненным.

Количество световых точек и их расположение, обычно, зависит от параметров определенной дороги, поэтому следует уделить вни-

мание эксплуатационным и энергетическим аспектам осветительных установок.

При освещении широких дорог, как правило, используют светильники мощностью 250-400 Ватт. Главные дороги являются наиболее опасной зоной, поэтому освещение должно по максиму выполнять функцию защиты от дорожно-транспортных происшествий. На главных дорогах следует использовать самые высококачественные осветительные установки. Важна также простота обслуживания и длительный срок их службы.

Освещение второстепенных дорог и улиц не столь важно как магистралей и главных дорог, но тоже необходимо и имеет значение, так как они составляют большую часть дорожной системы. Эти дороги располагаются в жилых и промышленных районах, сельской местности. Они характеризуются не оживленным движением. Освещение таких дорог необходимо для того, что бы люди чувствовали себя в безопасности от воров, разрушения и насилия в темное время суток. Мощность светильников обычно варьируется в районе 70—250 Ватт.

3. Требования к освещению улиц и дорог

Основным показателем качества освещения дороги является яркость покрытия в направлении наблюдателя, измеряемая в кандалах на квадратный метр ($\text{кд}/\text{м}^2$). Яркость покрытия определяется условиями зрительного восприятия водителя и зависит от горизонтальной освещенности (поверхностной плотности светового потока) проезжей части и отражающей способности покрытия дороги. Если известна отражающая характеристика покрытия, то качество освещения можно оценить измерением горизонтальной освещенности с последующим пересчетом

. В соответствии с этими нормами все городские дороги по освещенности разделены на три категории: (табл.).

Улицы, дороги и площади	Наибольшая интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях, ед/ч	Средняя яркость покрытия, кд/м ²	Средняя горизонтальная освещенность покрытия, лк
Магистральные дороги, магистральные улицы общегородского значения	Более 3000	1,6	20
	1000-3000	1,2	20
	500-1000	0,8	15
Магистральные улицы районного значения	Более 2000	1,0	15
	1000-2000	0,8	15
	500-1000	0,6	10
	Менее 500	0,4	10
Улицы и дороги местного значения	500 и более	0,4	6
	Менее 500	0,3	4
	Одиночные автомобили	0,2	4

Степень нормативной освещенности определяется не только категорией, но и максимальной часовой интенсивностью транспортных потоков (с учетом перспективы на 10 лет). Предусмотрены также нормы освещения непроезжих зон площадей, пешеходных путей, отделенных от проезжих частей, автостоянок и т.п. Так, освещенность посадочных площадок на остановках маршрутного транспорта должна быть не ниже 10 лк. Тротуары на магистральных дорогах магистральных улицах общегородского значения, отделенные от проезжей части, должны иметь освещенность не менее 4 лк.

При проектировании освещения и контроле его качества следует:

- обеспечивать нормируемые показатели светильных установок (среднюю яркость проезжей части, равномерность распределения яркости, коэффициент ослепленности с учетом различия условий видимости на разных геометрических элементах дорог);
- выделять расположение опасных зон – пересечений и приымканий, сужений дорог, остановок МПТ, пешеходных переходов,

узких мостов, изменяя цветность источников света, размещение или конструкцию опор и светильников. В местах особенно интенсивного движения пешеходов для лучшей ориентировки водителей необходимо увеличивать яркость проезжей части в 1,5–2 раза, что улучшает условия зрительного восприятия;

- ограничивать дезориентирующее и слепящее действие огней рекламы, светящихся надписей, прожекторов и т.д.;
- обеспечивать непрерывность освещения перед сложными и опасными участками дорог и не допускать чередования освещенных и неосвещенных полос;
- добиваться плавного уменьшения яркости проезжей части на выезде с освещенного участка дороги на неосвещенный, устраивая переходную зону, длина которой в зависимости от перепада яркостей изменяется от 50 до 250 м;
- избегать размещения осветительных опор на тех элементах дорог и пересечений, где их установка может стеснить движение и явиться причиной тяжелых последствий в случае внезапного съезда автомобиля с проезжей части.

Требования к качеству освещения устанавливаются :

- a) По коэффициенту ослепляемости .(Отношение яркости объекта к яркости фона менее 1.15)
- b) По равномерности яркости (Отношение максимальной яркости к минимальной не более 3 к 1).
- c) По равномерности освещенности (Отношение максимальной освещенности к средней не более 3 к 1).

4.Способы регулирования освещения на проезжей части

Для регулирования освещения на автомобильных дорогах и улицах применяются осветительные приборы (в основном лампы накаливания и газоразрядные).

При освещении улиц как линейного объекта наибольшая доля светового потока должна быть направлена по двум противоположным сторонам вдоль улицы, создавая при этом равномерное освещение на всем ее протяжении. Практика показывает, что для оптимального решения этой задачи необходимо иметь светильники, имеющие максимумы силы света, направленные примерно под уг-

лом 65–75° к вертикали в двух противоположных направлениях. Такая трансформация светового потока лампы возможна толы помощью зеркал и преломлятелей, которыми и снабжено большинство современных уличных светильников.

В отличие от всех других осветительных установок уровень освещения для дорог с асфальтобетонным покрытием нормируется не величиной освещенности, а величиной яркости поверхности дорожного покрытия в направлении наблюдателя, находящегося оси движения транспорта. Это объясняется тем, что асфальт в особенности мокрый, обладает резко выраженным зеркальным характером отражения, вследствие чего величина освещенности может характеризовать видимость. Для улиц и дорог, имеющих простейшие (грунтовые, щебеночные) или переходного типа (асфальтовые, укрепленные вяжущими) покрытия, допустимо характеризовать уровень освещения величиной освещенности. Поэтому устанавливают норму освещения улиц и других проездов с асфальтобетонным покрытием в виде величины средней яркости (в пределах от 1,6 до 0,2 кд/м²) в зависимости от категории улиц и плотности движения, а для улиц с простейшими переходного типа покрытиями – в виде величины средней горизонтальной освещенности (в пределах от 6 до 2 лк). Также предъявляют ряд качественных требований к устройству уличного освещения, в том числе определяют наименьшую допустимую высоту подвеса светильников в зависимости от их характеристик, мощности и типа ламп, а также соотношение наибольшей и наименьшей величин яркости и освещенности и т.д.

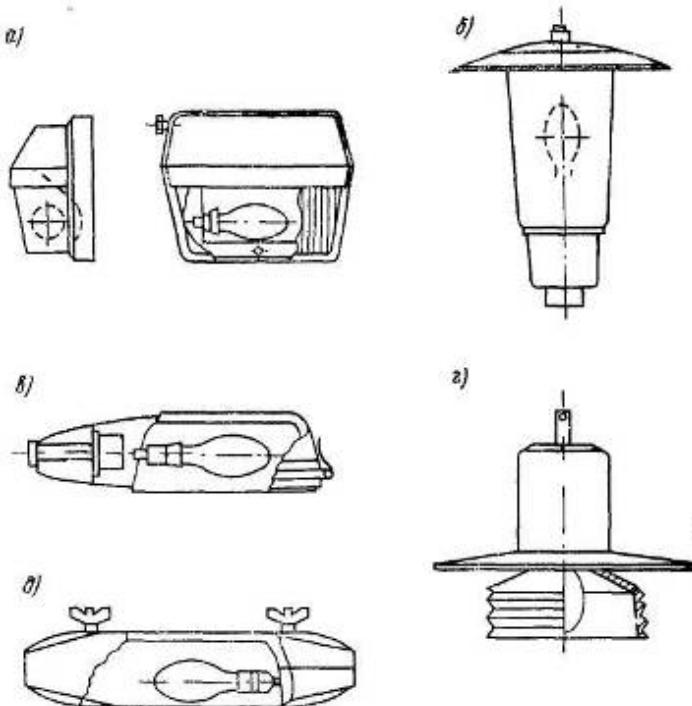


Рис. 4. 1. Схемы некоторых уличных светильников

а – РБУ; б – СВР; в – РКУ; г – СППР; д – РСУ

Для освещения улиц и дорог рекомендуется применять в основном газоразрядные источники света. В настоящее время в этой области наибольшее распространение получили лампы ДРЛ. Люминесцентные лампы применяют редко, преимущественно в южных курортных небольших городках, где не требуется большой яркости. Эксплуатация люминесцентных ламп в северных городах в зимнее время затруднительна. В заграничной практике наряду с лампами ДРЛ довольно широко применяют натриевые лампы низкого и высокого давления. В Москве и в некоторых других городах для освещения площадей используют ксеноновые лампы ДКсТ. Лампы накаливания в настоящее время применяют только в поселках или

на городских улицах местного значения; применение этих ламп вследствие их малой экономичности будет постепенно сокращаться. Для уличного освещения в настоящее время широко применяют светильники: РКУ – уличный консольный; РСУ – уличный подвесной; ИСУ – уличный с галогенной лампой накаливания; СППР – подвесной призматический; СВР – венчающий; РБУ – настенный. Наиболее распространенный способ установки уличных светильников – на специальных опорах или на опорах троллейбусной сети. Рационально применять для подвески светильников тросовые растяжки между домами, но этот прием пригоден в основном при кирпичной застройке; панельные дома обычно не рассчитаны на установку растяжек. На узких улицах, внутри кварталов, во дворах светильники иногда устанавливают на стенах зданий.

Опоры для уличных светильников изготавливают из стали, алюминия, железобетона, дерева. Деревянные опоры применяют только в поселках, на небольших улицах. Стальные опоры также не имеют распространения из-за дефицитности стали и большого веса. В некоторых странах получили распространение алюминиевые опоры. Фонарь уличного освещения представляет собой совокупность опоры, кронштейнов и светильников. Различают фонари венчающего и консольного типов, отличающиеся способом крепления светильников (рис.4. 2).

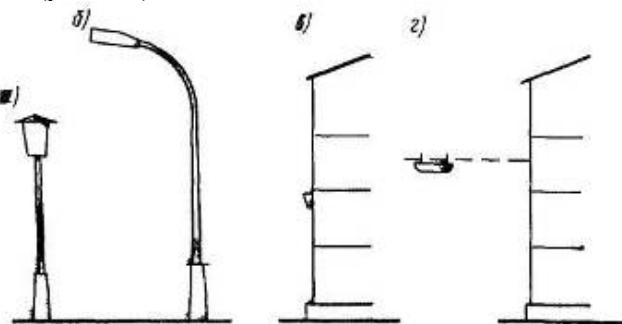


Рис. 4.2. Схемы установки уличных фонарей

а – венчающего; с – консольного; б – настенного; д – подвесного

Широкое распространение получили фонари, опора которых изгибается под углом 15° , и эта изогнутая часть служит консолью для крепления светильника. Большинство современных консольных светильников рассчитано на установку с таким наклоном. В некоторых из них имеется соответственно изогнутый патрубок. Такие светильники должны устанавливаться на горизонтальных консолях. Не допускается устанавливать светильники под углом $30\text{--}40^\circ$

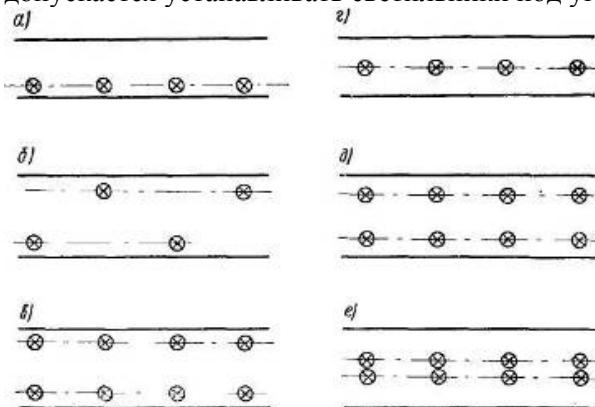


Рис. 4.3. Схемы размещения фонарей на улицах

а – односторонняя; б – двухрядная в шахматном порядке; в – двухрядная прямоугольная; г – осевая; д – двухрядная прямоугольная по осям движения; е – двухрядная прямоугольная по оси улицы

При установке светильников на тросовых растяжках часто возникает вибрация проводов и тросов, передающаяся в той или иной степени зданиям, к которым крепятся тросы. Во избежание этого явления тросы следует крепить к стенам зданий обязательно с помощью специальных амортизаторов.

В зависимости от ширины и категории улиц применяются следующие схемы расстановки фонарей: односторонняя, двухрядная в шахматном порядке, двухрядная прямоугольная, осевая, двухрядная прямоугольная по осям движения, двухрядная прямоугольная по оси улицы. Первые три схемы соответствуют случаям установки фонарей, а последние – подвеске светильников на тросах. Особое

внимание следует обращать на освещение перекрестков, переходов и закруглений дорог.

Устройство освещения автомобильных дорог вне населенных пунктов на большом протяжении является сложным и дорогостоящим мероприятием, хотя с позиций обеспечения безопасности движения крайне необходимым. Строительными нормами и правилами для улучшения зрительного восприятия водителей в темноте рекомендуется применять осветленные покрытия в наиболее опасных местах. Стационарное электрическое освещение согласно этим нормам должно проектироваться обязательно на участках, проходящих через населенные пункты, а при возможности использования существующих электрических распределительных сетей также на больших мостах, автобусных остановках, пересечениях дорог I и II категорий между собой и с железными дорогами, на пересечениях с круговым движением. Если расстояние между соседними освещаемыми участками менее 250 м, следует устраивать непрерывное освещение.

Особенно необходимым является качественное наружное освещение на дорогах, на которых должны обеспечиваться высокие скорости движения. В первую очередь это дороги, соединяющие аэропорты с городами, где наблюдается круглосуточное интенсивное движение пассажирских автомобилей. Зарубежный опыт убедительно показывает, что при этом существенно повышается скорость сообщения, и резко снижается опасность движения.

Заключение

Таким образом, освещение дорог должно быть безопасным, простым в эксплуатации и энергоэкономичным

Список литературы

Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович. - Мин.: БНТУ, 2005. - 485с.

Метеорология и климатология, энциклопедия
<http://students.russianplanet.ru>

Интернет-источники