



УДК 628.971 (045)

Ю. П. Мисюк, канд. техн наук
 Науково-дослідний інститут ДПСУ

ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ МІСТ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Вступ. Зовнішнє освітлення міста є важливою та невід'ємною складовою інженерно-транспортної інфраструктури міста. Правильно спроектоване освітлення площ і вулиць – це комфорт і безпека людей в темний час доби. Про важливість зовнішнього освітлення говорить факт наявності в Державних будівельних нормах України окремого розділу, присвяченого питанням нормування зовнішнього освітлення [1]. В останніх законах та нормативно-правових актах України на проблеми зовнішнього освітлення вказано як в контексті розробки невідкладних заходів по зменшенню дорожньо-транспортних пригод (ДТП), так і в складі розв'язання питань благоустрою територій [2].

Головною функцією зовнішнього освітлення є забезпечення життєдіяльності міста в темний період доби, або в умовах недостатньої видимості, а також створення комфортних і безпечних умов для учасників дорожнього руху.

Аналіз досліджень і публікацій. Відомо, що якісне зовнішнє освітлення підвищує продуктивність зорового апарату і істотно впливає на зниження кількості дорожньо-транспортних пригод. Встановлено, що загальна кількість ДТП може бути зменшена на 30%, а на дорогах державного значення і в зонах особливої небезпеки (наприклад, на перехрестях) – на 45% [3].

Такі ж результати отримані при дослідженнях взаємозв'язку зовнішнього вуличного освітлення і аварійності на дорогах, проведених за ініціативою Міжнародної комісії з освітлення (МКО). Подвоєння середньої яскравості дорожнього покриття значно знижує число ДТП в темний час доби. Це виразно продемонстрували експерименти, проведені за замовленням міністерства транспорту Німеччини на десяти ділянках доріг в шести великих містах. Кількість ДТП вдалося знизити на 28%. Аварій за участю пішоходів, велосипедистів і мотоциклістів стало менше на 68%, а нещасних випадків – на 45%.

Крім того, якісне зовнішнє освітлення сприяє:

- зменшенню обсягів споживання електроенергії (що вкрай актуально в умовах економічної кризи);
- зменшенню експлуатаційних витрат;
- покращенню екологічної ситуації (зменшення нагріву атмосфери, шкідливих викидів (утилізація відходів), ефекту світлового забруднення неба);
- підвищенню ділової, туристичної та інвестиційної активності.

Правильно спроектоване зовнішнє освітлення також сприяє запобіганню злочинним діям. Практика показує, що акти насильства і злочину проти власності в основному відбуваються в темних місцях, де злочинці почувають себе

найкомфортніше, оскільки в подібних умовах їх важко розгледіти і запам'ятати, а потенційні жертви практично безпорадні. Збільшення рівня горизонтальної освітленості, що супроводжується також підвищенням вертикальної освітленості, в пішохідних зонах сприяє кращому візуальному сприйняттю простору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що позитивним європейським досвідом є проектування систем зовнішнього освітлення з використанням німецького стандарту DIN 5044 [4, 5]. Основна мета німецького стандарту DIN 5044 – поліпшення зорових умов для усіх людей, що користуються вулицями і дорогами. Успішне виконання його рекомендацій забезпечує правильне сприйняття поверхні дороги і її меж, зон злиття і перетину доріг, напряму руху і можливих перешкод, розташування учасників руху і їх переміщень. Зрештою досягається режим безпечного безперервного міського руху.

Постановка завдання. Враховуючи, що понад 80% необхідної інформації водій отримує через зорове сприйняття, будь-яке поліпшення умов видимості дозволяє підвищити безпеку дорожнього руху. Водій повинен мати чітке уявлення про напрямок і характер вулиці чи дороги, наявність на ній перехресть, пішоходів і транспорту, можливих перешкод, уявлення про своє положення відносно загальної дорожньої ситуації. Забезпечення цих вимог потребує створення нових стандартів щодо підвищення ефективності зовнішнього освітлення міст, заснованих на принципах інформаційності та безпеки дорожнього руху.

Концептуальні засади проектування зовнішнього освітлення.

Через обмежений міський бюджет багато органів місцевої влади приймають рішення про відключення частини вуличного освітлення в нічний час. Жертвою подібної спроби заощадити іноді стають цілі вулиці, що опиняються в повній темряві в пізні години. Місцева влада зазвичай не усвідомлює наскільки дешево в реальності обходиться вуличне освітлення місту. До того ж дуже часто рішення про відключення вуличного освітлення в нічний час призводить до перебоїв в енергопостачанні. Детальне вивчення економіки вуличного освітлення показує, що в цілому воно зазвичай обходиться міському бюджету недорого, а витрати на його модернізацію швидко окупаються і дозволяють досягти більшої економії, ніж при нічних відключеннях старого обладнання.

Необхідно зазначити, що загальна сума вартості вуличного освітлення складається з витрат на створення і експлуатацію системи вуличного освітлення [6]. Капітальні витрати складаються з вартості світильників, елементів їх кріплення і опор, а також монтажних робіт. Експлуатаційні витрати складаються з вартості електроенергії, вартості поточного ремонту і обслуговування вуличних світильників, а також заміни ламп. Частка капітальних витрат в загальній щорічній вартості вуличного освітлення істотно нижча, ніж витрати на експлуатацію. Наведена вище загальна економічна оцінка не містить вартості збитків, нанесених в результаті аварій. Її можна вирахувати за статистикою подій в нічний час.

Рішення про часткове відключення вуличного освітлення часто приймається з метою зниження експлуатаційних витрат, під якими розуміють, в основному, вартість електроенергії. Насправді ж вуличні світильники споживають порівняно невеликий обсяг електроенергії і їх відключення не приносить бажаної помітної економії. Так, наприклад, в Німеччині потужність, споживана зовнішнім освітленням, складає лише 0,1% від загального енергоспоживання, а річні витрати – 0,7% від загальнонаціонального.

В окремих регіонах витрати на електроенергію є досить високими, що, в основному, пояснюється наявністю застарілих освітлювальних установок. Єдиним вирішенням цієї проблеми є модернізація освітлення, яка полягає в частковому або

повному оновленні використовуваного обладнання. Це – по-перше, заміна ламп на новіші моделі з підвищеною світловою віддачею, по-друге, встановлення світильників з оптимізованим світловим розподілом або перехід на енергозберігаючі системи.

Підвищена світлова віддача ламп дозволить збільшити відстань між опорами зовнішнього освітлення при збереженні заданого рівня освітленості. Крім того, якісні світильники і елементи кріплення, зроблені з сучасних матеріалів, вимагають простішого обслуговування і меншого контролю протягом усього терміну служби. Економія засобів відбувається за рахунок зниження як капітальних так і експлуатаційних витрат.

Крім того, досвід показує, що освітлення не може бути статтею економії бюджетних коштів, тому що збитки від ДТП значно перевищують витрати на освітлення.

Чим вище потенційна аварійність на певній ділянці дороги в темний час доби, тим більше вимагається штучного світла. Ризик виникнення ДТП високий на дорогах з інтенсивним нічним рухом, проте вірогідність зіткнень і наїздів ще вища в тих випадках, коли учасники руху переміщуються з різними швидкостями, тобто представлені автомобілістами, мотоциклістами і пішоходами одночасно. Безпека на вулиці безпосередньо пов'язана з цими чинниками, оскільки вона залежить від розмірів, взаємного розташування і швидкостей об'єктів, що рухаються. При визначенні рівня ризику, якому відповідає ділянка дороги, німецький стандарт DIN 5044 ґрунтується на двох різних групах критеріїв – інтенсивності й організації руху.

До першої групи відносяться:

- наявність або відсутність зустрічного руху (а також центральної резервної смуги);
- середня інтенсивність нічного руху;
- періоди підвищеної інтенсивності руху, представлені кількістю годин в рік, в межах яких перевищується середнє транспортне навантаження на дорогу.

Організація руху оцінюється за наступними ознаками:

- вид керування вуличним рухом, взаємна ізоляція різних видів учасників руху;
- розташування дороги в межах забудованої зони або поза нею;
- наявність доступу ззовні до довільних ділянок дороги;
- наявність або відсутність нерухомих автомобілів по краях дороги або на узбіччі, встановлених обмежень швидкості.

Для швидкісних шосе, головних і міських доріг стандартом DIN 5044 нормуються значення яскравості. Основний акцент робиться на освітленні проїжджої частини. На місцевих, допоміжних дорогах і вулицях житлових кварталів, відповідно до стандарту DIN 5044, повинна забезпечуватися нормована освітленість. Також рекомендується, щоб фасади прилеглих до дороги будівель були освітлені аналогічно поверхні дороги.

Окрім горизонтальної освітленості і рівномірності її розподілу, в якості міри вертикальної освітленості необхідно враховувати також середню напівциліндричну освітленість. Рівень освітленості пішохідних зон, міських площ і паркових доріжок повинен, як мінімум, відповідати нормі для місцевих доріг. У випадку можливого інтенсивного потоку пішоходів рекомендується мінімальна освітленість 10 лк.

Для забезпечення нормальних зорових умов потрібен достатній рівень навколишньої яскравості (освітленості). У німецькому стандарті DIN 5044 в якості опорних величин використовуються середня яскравість або середня освітленість. Освітленість є кількістю світла, що падає на одиницю площі поверхні дороги. Яскравість (вимірюється в кд/м²) характеризує частку світла, що відбивається від

дороги уздовж лінії зору спостерігача. Саме цей параметр визначає зорове відчуття, що виникає у людини. Яскравість нормується практично для усіх доріг з автомобільним рухом. Цей параметр залежить від розташування спостерігача, геометрії вуличного світильника, коефіцієнта відбиття дорожнього покриття, світлового потоку ламп і світлового розподілу світильників. Яскравість розраховують для ділянок дороги із стандартними параметрами.

Для вулиць місцевого значення і проїздів в житлових кварталах в якості норми застосовується освітленість, оскільки в цьому випадку не можна стандартизувати ні геометрію дороги, ні положення спостерігача. Для оцінки зовнішнього освітлення вибрана горизонтальна освітленість покриття тротуарів і проїжджої частини.

За наявності великого потоку пішоходів додатково нормуються вертикальна і середня напівциліндрична освітленість. Щоб необхідні параметри вуличного освітлення зберігалися впродовж тривалого часу без спеціальних робіт по обслуговуванню вуличних світильників, стандарт DIN 5044 рекомендує закладати в проекти коефіцієнт запасу, рівний 1,25. В цьому випадку обслуговування вуличних світильників робиться при зниженні яскравості або освітленості до 70% від первинного значення (що спостерігається при нових лампах і світильниках). Самого по собі правильного рівня освітленості або яскравості ще недостатньо для створення якісного освітлення. Для успішного виконання зорових завдань повинна також витримуватися висока рівномірність розподілу світла.

Система зовнішнього освітлення включає такі основні напрями: освітлення транспортних магістралей, освітлення житлових районів і пішохідних зон, освітлення міських вулиць і проїздів, освітлення пішохідних переходів.

Освітлення транспортних магістралей. Пріоритетний напрям в організації освітлення проїжджих частин вулиць – забезпечення безпеки на дорозі. В даному випадку світлотехнічними засобами вирішуються наступні завдання:

- досягнення рівня освітленості, необхідного для достовірного і своєчасного сприйняття дорожньої ситуації;
- забезпечення рівномірності освітлення;
- забезпечення допустимого рівня прямої і відбитої блискості;
- забезпечення необхідних спектральних характеристик джерел світла;
- позначення напрямку руху транспорту і пішоходів.

Окрім перерахованих загальних принципів, в процесі організації системи освітлення транспортних магістралей необхідно враховувати особливості різних дорожніх ситуацій. У тому випадку, коли освітлювальний пристрій розташовується на рівні очей, необхідно уникати засліплення пішохода і водія, чого можна досягти завдяки використанню екранізованих джерел світла.

Враховуючи збільшення кількості велосипедистів і фрискейтингістів у містах, важливо щоб освітлення дозволяло виразно розрізнити найдрібніші перешкоди на дорозі: незначні дефекти в дорожньому покритті, камені, гілки, сміття – усе те, що може призвести до травми власників цих специфічних транспортних засобів.

Слід пам'ятати і те, що, в порівнянні з водіями швидкохідного транспорту, пішоходи переміщуються набагато повільніше, що створює сприятливіші умови для адаптації зору при різкій зміні яскравості і знижує вірогідність аварійної ситуації.

Там, де освітлення повинне служити безпеці руху, з точки зору ефективності і економії, переважають консольні (встановлюються на опорах або на стінах і дахах будівель) і підвісні світильники (розміщуються згори на підвісці опор або на тросі). У тих випадках, коли на дорозі переважає пішохідний рух, частіше використовують торшерні світильники. Для освітлення великих транспортних розв'язок, автостоянок, а також магістралей, що проходять через промислові і складські зони, застосовують

прожектори. У особливу групу виділяються тунельні світильники, світловий розподіл яких не призводить до тимчасового засліплення водія, незважаючи на відносно низьке їх розміщення над рівнем дорожнього полотна. При розрахунку яскравості таких освітлювальних приладів враховується різниця в умовах освітлення поза тунелем і усередині нього.

Оптична схема дорожніх освітлювальних приладів повинна передбачати розподіл основного світлового потоку уздовж осі дороги. Конструкція корпусу повинна дозволити проводити заміну ламп та інші види технічного обслуговування без демонтажу світильника. Усі прилади цього типу необхідно робити в антивандальному виконанні, тобто з наявністю удароміцного корпусу і захистом від несанкціонованого доступу до функціональних блоків освітлювального пристрою.

Освітлення житлових районів і пішохідних зон. У житлових районах, де разом з пішохідними зонами є розвинена транспортна мережа, зовнішнє освітлення в темний час доби повинне виконувати наступні функції:

- забезпечення безпечного руху транспорту і пішоходів;
- безперешкодна орієнтація на місцевості;
- створення візуального і психологічного комфорту і надання архітектурному середовищу додаткових аспектів візуального сприйняття.

Найважливішою метою вуличного і дорожнього освітлення є створення умов безаварійного руху в зонах масової забудови. Під орієнтацією в житловій зоні мається на увазі можливість добре розрізняти будівлі, інженерно-технічні споруди, напрями руху та інші складові навколишнього оточення. Також важлива правильна організація світлових акцентів, що оптимізують сприйняття різної графічної інформації: рекламних елементів, вивісок з назвами вулиць, нумерацією будинків і т. д.

У зонах переміщення пішоходів середня горизонтальна освітленість повинна складати 5 лк (тобто 5 лм на м²). У місцях скупчення людей – 10 лк. У місцях перетину пішохідних зон і вулиць з помірним автомобільним рухом потрібно освітлення, аналогічне пішохідним переходам (вертикальна освітленість 40 лк).

Освітлення міських вулиць і проїздів. Дороги цієї категорії вимагають адаптації зорових умов в першу чергу до потреб автомобілістів. Це означає, що світло повинно допомагати водієві визначити і зрозуміти статус дороги, її напрям і межі. Окрім цього, чітко помітними мають бути дорожні знаки, інші автомобілі та учасники дорожнього руху, а також перешкоди на дорозі і можливі небезпеки з боку узбіччя.

Властивості дорожньої поверхні відіграють ключову роль в розрахунках яскравості. Це відбувається тому, що ми можемо розрізнити об'єкт, тільки якщо його яскравість адекватно контрастує з фоном, в ролі якого в даному випадку виступає покриття вулиці. Оскільки вища яскравість фону означає велику контрастну чутливість, основним завданням вуличного освітлення є виділення об'єктів на фоні дороги.

Розташування світильників в установці вуличного освітлення забезпечує візуальну орієнтацію. Зони підвищеної небезпеки, такі як примикання і перехрестя доріг та пішохідні переходи, будуть розрізнятися водіями раніше, якщо їх обладнати спеціальним освітленням або виділити світлом іншої колірної температури. Якщо уздовж дороги необхідним є перехід до меншого рівня освітленості, його необхідно зробити поступовим, таким чином полегшиться переадаптація ока до темнішого фону, яка відбувається довше, ніж зворотний процес.

Наскільки світлою сприймається дорога (її яскравість), залежить від розташування спостерігача, розміщення світильників, коефіцієнта відбиття її покриття, світлового потоку ламп і типу світлового розподілу світильників. Стандартні

визначення, класифікації і методи розрахунку усіх цих чинників містяться в документі DIN 5044 та інших стандартах.

Мінімальна яскравість покриття проїжджої частини лежить в межах від 0,3 до 2 кд/м². До інших параметрів, що впливають на якість вуличного освітлення, відносяться загальна і подовжня рівномірність розподілу яскравості, а також обмеження на засліплюючу дію.

Освітлення пішохідних переходів. Загальновідомо, що пішохідні переходи, навіть обладнані світлофорами, є зонами підвищеної небезпеки, яка збільшується у декілька разів в умовах поганої видимості – у сутінках або в нічний час доби. Обладнання пішохідного переходу спеціальним вуличним освітленням може істотно підвищити безпеку і знизити ризик для учасників руху.

При встановленні спеціального вуличного освітлення рекомендується враховувати ряд особливостей зорового сприйняття об'єктів в недостатньо освітлених місцях. Відомо, що світло, яке відрізняється по колірності від загального вуличного освітлення, має додаткову сигнальну дію. Колірну тональність освітлюваного простору визначає колірна температура джерела світла, тобто джерело світла в освітлювальному приладі на пішохідному переході повинно відрізнятися по колірній температурі від інших джерел світла, що освітлюють проїжджу частину, створюючи ділянку, що відрізняється по колірності.

Відомо, що водії краще розрізняють пішоходів, коли ті з'являються у якості світлих об'єктів на темному фоні (тобто при позитивному контрасті). Цього можна досягти, якщо вуличний світильник розташувати між водієм і пішоходом, причому так, щоб його світло падало у напрямі руху автомобіля. Залежно від типу світильників їх необхідно розташовувати на висоті від 50 до 100% стандартної опори. Подібні вимоги до додаткового зовнішнього освітлення пішохідних переходів викладені в німецькому стандарті DIN 5044.

Стандарт, прийнятий в Німеччині, вимагає, щоб середня вертикальна освітленість складала 40 лк у напрямку руху над віссю переходу. Нижня межа складає 5 лк в усіх точках додатково освітлюваної зони. Точка максимуму освітленості повинна припадати на пішохода, що знаходиться на середині переходу. Дотримання цих умов дозволить досягти позитивного контрасту на фоні дороги, освітленій згідно стандарту DIN 5044.

Для того щоб уникнути засліплення водіїв, що рухаються в зустрічному напрямі, яскравість світильників в їх сторону необхідно суворо обмежити. Увесь комплекс перерахованих вимог є здійсненим лише за допомогою спеціальних світильників, розроблених спеціально для освітлення пішохідних переходів.

Висновки.

Створення якісного зовнішнього освітлення міста пов'язано з кількісними і якісними показниками освітлення вулиць, доріг і магістралей міста, що закріплені в нормативних документах. Але ці норми застаріли й потребують змін і доповнень. В європейських нормативних документах кількісні показники освітлення збільшуються, з'являються нові якісні показники, що характеризують ефективність освітлення. Тому проблема створення нових стандартів щодо підвищення ефективності систем зовнішнього освітлення міст залишається актуальною і потребує подальшого вирішення.

Список літератури

1. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006-10-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
2. Розпорядження КМУ від 30.10. 2008 р. N 1384-р "Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху на 2009-2012 роки".

3. Рейцен Е.А. Влияние наружного освещения на безопасность дорожного движения / Е.А. Рейцен, О.Л. Гончар // Містобудування та територіальне планування. – 2001. – № 9. – С. 200–228.
4. DIN 5044 Stationary traffic lighting – Street lighting for automobile traffic Part 1: General requirements and recommendations.
5. Road Safety by Improved road lighting: road lighting measurements and analysis / Jelena Armas, Juhan Laugis // Режим доступу: http://matrix.ene.ttu.ee/files/kuressaare2007/Kuressaare2007_83Armas-Laugis.pdf
6. Пилипчук Р.В. Зовнішнє освітлення міста / Р.В. Пилипчук, Р.Ю. Яремук, В.В. Щиренко // Світло-люкс. – 2006. – №6. – С. 75–79.

НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Ю.П. Мисюк

Рассматриваются основы организации наружного освещения городов с целью обеспечения безопасности дорожного движения. Приведены концептуальные принципы проектирования системы наружного освещения для транспортных магистралей, жилых районов и пешеходных зон, городских улиц и проездов, пешеходных переходов.

OUTWARD ILLUMINATION OF CITIES AND SAFETY OF TRAVELLING MOTION

Iu.P. Mysiuk

Bases of organization of outward illumination of cities are examined with the purpose of providing of safety of travelling motion. Conceptual principles over of planning of the system of outward illumination are brought for transport highways, dwellings districts and pedestrian areas, municipal streets and passages, zebra crossing.