

ВРАХУВАННЯ ЗАДАЧ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НОВІЙ РЕДАКЦІЇ ДБН В.2.5-28 «ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»

¹⁾ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

²⁾ ТОВ «КиївПромЕлектроПроект», Україна

У статті аналізується проект нової редакції норм з природного і штучного освітлення, який зараз проходить обговорення. Основну увагу приділено розгляду питань, пов'язаних з економією енергії як безпосередньо на освітлення приміщень, територій та містобудівних об'єктів, так і на підтримання комфортних мікрокліматичних умов у будівлях завдяки оптимізації систем природного освітлення, сонцезахисту та площ світлових прорізів.

Постановка проблеми. За даними як вітчизняних, так і закордонних дослідників енергоефективність у будівництві значною мірою залежить від правильного вибору систем освітлення приміщень в будівлях, зовнішнього освітлення об'єктів, вулиць та майданів населених пунктів, стадіонів, підземних переходів тощо. Відомо, що витрати енергії на штучне освітлення односімейного будинку складають біля 10% від загального енергоспоживання, а у офісних будівлях вони досягають 20% [1].

Тепловтрати зимою через вікна досягають 22-25% від загальних тепловтрат через теплоізоляційну оболонку будівлі, а літній перегрів приміщень практично повністю обумовлений теплонадходженнями через світлопрозорі огороження, оскільки у ясний день сонячна радіація, що проникає через вікна, дає більше 85% теплонадходжень [2]. Враховуючи, що витрати на охолодження повітря приблизно втричі дорожчі ніж на його нагрівання, приведення параметрів мікроклімату до комфортних показників потребує значних коштів.

Природне та штучне освітлення повинне відповідати низці вимог: санітарно-гігієнічним, економічним, естетичним тощо. За останні роки з'явилося нове електрообладнання для штучного освітлення, в якому використовуються нові технології, в першу чергу, світлодіодні лампи з використанням енергозберігаючої LED технології, як вітчизняного так і закордонного виробництва. Ці технології використовуються як для внутрішнього та зовнішнього освітлення так і для реклами. Також в Україні набрали чинності нормативні документи, які вимагають управління та регулювання усіма засобами, як природного, так і штучного освітлення будівель з метою підвищення їхньої енергоефективності. Якщо у частині природного освітлення діючі норми [3] зазнали змін [4], то нормування штучного освітлення суттєво застаріло і не відповідає задачам

енергозбереження. Тому розроблення нової редакції ДБН В.2.5-28 є актуальною задачею.

Аналіз досліджень та публікацій. У спеціальній літературі досить широко обговорюються проблеми, пов'язані з проектуванням, розрахунком і нормуванням природного освітлення. Ґрунтовний аналіз розвитку архітектурної світлології в Україні і формулювання основних напрямків подальших досліджень у цій галузі зроблені в [5]. Аналізу змін [4] присвячена стаття [6].

Питанню використання енергозаощаджувальних джерел штучного освітлення, зокрема світлодіодів, їх впливу на здоров'я людини присвячені статті [7,8].

У Європі норми освітлення регламентуються: EN 12464-1:2002 [9] та EN 12464-2:2007 [10]. Ці норми замінили деталізовані національні стандарти єдиним документом, який дає тільки рамкові рекомендації щодо освітлення робочих місць. Усередині рекомендованих рамок проектувальники і користувачі можуть самі орієнтуватися відповідно до їх бажань і з урахуванням національних (місцевих) можливостей. Крім EN 12464, є кілька десятків спеціалізованих норм (наприклад, для дорожнього, вуличного та тунельного освітлення, для освітлення спортивних споруд тощо), а також багато національних норм і правил. Але у всіх нормативних документах регламентуються тотожні параметри. Нормовані величини відрізняються в різних країнах, але ці відмінності не носять принципового характеру.

Норми встановлюють вимоги до кількісних та якісних показників освітлення на площинах, на яких зорові завдання вирішуються постійно або епізодично. Додатково наводяться рекомендації щодо реалізації правильних і енергозберігаючих освітлювальних рішень.

Норми не пропонують проектувальникам і світлодизайнерам будь-яких конкретних «рецептів» і не обмежують їх в застосуванні нових засобів, технологій та інноваційних систем освітлення. У нормах підкреслено, що освітлення робочих місць може бути забезпечено як природним світлом, так і штучними джерелами світла або їх комбінацією.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз врахування задач енергозбереження у проекті нової редакції ДБН В.2.5-28.

Основна частина. При розробленні нормативних вимог до освітлення приміщень різного призначення у проекті нової редакції ДБН В.2.5-28 були проаналізовані санітарно-гігієнічні вимоги до якісних параметрів освітлення, так і технічні та економічні можливості їх досягнення. Запропонований більш диференційований підхід до рівнів освітлення робочих поверхонь в залежності від умов зорової роботи, знижені показники природного освітлення при суміщеному освітленні, розроблені деталізовані таблиці з розширеною номенклатурою приміщень у будинках громадського, житлового та комунального призначення.

У розділі «Природне освітлення» запропоновано нове світлокліматичне районування території України, яке враховує зміну кліматичних показників за останні 30 років. Це дозволить точніше враховувати особливості місцевого клімату при проектуванні природного освітлення.

Системи природного освітлення доповнені новими видами: транспортоване та акумульоване природне освітлення, які вже застосовується в архітектурних об'єктах багатьох країн світу. Вони дозволять забезпечити природним освітленням приміщення, розташовані далеко від зовнішньої оболонки, а значить збільшити ширину будинків та застосовувати акумульоване природне освітлення вночі.

Сформульовані вимоги по обладнанню світлових прорізів сонцезахисними пристроями в залежності від кліматичних умов. Нормативні вимоги з природного освітлення ув'язані з вимогами до інсоляції.

Розрахунок природного освітлення поки що залишився таким, який був впроваджений Зміною № 2 ДБН В.2.5-28-2006, але передбачається, що він буде суттєво удосконалений у майбутніх стандартах-настановах, які необхідно розробляти в доповнення до норм [11].

У розділі «Штучне освітлення» закріплені основні вимоги ЄС щодо енергетичної ефективності будівель (Директиви 2010/30/ЄС, 2012/27/ЄС, 2012/31/ЄС). Головна вимога цих документів – підвищення енергоефективності використання первинних енергоносіїв до 2020 року на 20% від рівня 1990 року.

ДБН В.2.5-28-2006 не відповідає цим вимогам, як за нормами використання штучних світлодіодних та інших джерел світлових приборів, так і за зв'язком з діючими нормативними документами з енергоефективності для будівель. Потенціал енергозбереження при реконструкції існуючого житлового фонду, бюджетних та цивільних будівель на штучне освітлення складає до 40% тільки на штучним освітленні. Нова редакція розділу «Штучне освітлення» повністю виключає застосування не енергоефективних джерел освітлення, встановлює зв'язок з нормативними документами по управлінню інженерними мережами за рівням автоматизації будівлі. Зміни, які внесені в нову редакцію розділу «Штучне освітлення» відповідають вимогам Директив ЄС. Ці вимоги відносяться і до інших розділів нової редакції ДБН В.2.5-28, щодо використання джерел для штучного та сумісного освітлення.

Окремо зупинимось на *зовнішньому освітленні вулиць і доріг відповідно до їх класифікації за ДБН 360-92***.

Пік загальної потужності люстри зовнішнього освітлення м. Києва припадав на 1996 рік і становив 27200 кВт. Проте у подальшому ця величина почала знижуватись, а кількість світлоточок – невпинно зростати, що свідчить про впровадження енергоекономічних типів світильників.

Можна прослідкувати, як, незважаючи на зменшення потужності світильників, їх світловіддача (лм/Вт) і їх термін служби зростає, починаючи від ламп розжарювання і до світлодіодних джерел світла.

Проте виникає питання, чому при підвищенні якості зовнішнього освітлення, яка повинна забезпечуватися відповідними нормативами, які весь час удосконалюються, кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) у темний час доби постійно зростає [12,13].

Слід зазначити, що моменти увімкнення і вимкнення зовнішнього освітлення встановлені, виходячи з можливості економії електроенергії і одночасного забезпечення відповідного рівня безпеки дорожнього руху.

Так, в Україні прийнято вмикати зовнішнє освітлення міст у вечірні сутінки при зниженні горизонтальної освітленості до 20 лк і вимикати в ранкові сутінки при 10 лк. Тобто, величина освітленості в ранкові сутінки менша, ніж у вечірні сутінки, тоді як за кордоном навпаки – в ранкові сутінки освітлення вимикають при більшій величині горизонтальної освітленості (у 1,5–2 рази), ніж його вмикають у вечірні сутінки. Це пов'язане з поняттями «темнова» і «світлова» адаптація.

Зважаючи на те, що за даними МКО кількість ДТП у темний час доби може бути скорочена на 30% за рахунок дотримання нормативів проектування зовнішнього освітлення і встановлення відповідних режимів його роботи, вважаємо за необхідне ввести наступну методику техніко-економічного розрахунку моментів увімкнення (вимкнення) зовнішнього освітлення міст [14].

В основу такої методики може бути покладений принцип визначення передбачуваного скорочення збитків народному господарству від ДТП і порівнянні їх з витратами на додаткове споживання електроенергії при більш ранньому увімкненні і пізнішому вимкненні зовнішнього освітлення.

Якщо позначити моменти увімкнення зовнішнього освітлення через t_1 , t_2 , t_3 , де t_1 – час, що пройшов після заходу Сонця у хвиликах, і вибрати ці моменти так, щоб t_1 відповідало рівню природної горизонтальної освітленості 30 лк, t_2 – 20 лк і t_3 – 10 лк, то неважко вивести формулу розрахунку оптимального моменту увімкнення зовнішнього освітлення у вечірні сутінки. Так як моменти часу t_1 змінюються протягом року, необхідно орієнтуватись на середню добу. Наприклад, для населеного пункту, що знаходиться приблизно на широті 50° (Київ, Львів, Івано-Франківськ), моменти часу t_1 , t_2 , t_3 , віднесені до середньої доби, відповідно дорівнюють 22,7 хв., 25,5 хв., 29,5 хв.

Припустимо, освітлення у місті увімкнули при горизонтальній освітленості 10 лк (t_3), а ми хочемо перейти на увімкнення при 20 лк (t_2), то доцільність цього заходу буде обумовлена, якщо задовольняється умова:

$$C \leq S_{\Delta t} \cdot K \cdot P,$$

де C – вартість додатково витраченої протягом року електроенергії в гривнях, визначається за формулою:

$$C=6,08\cdot\Delta t\cdot w\cdot d,$$

де 6,08 – перевідний коефіцієнт хвилин в години (для високосного року дорівнює 6,1); Δt – різниця між існуючим моментом увімкнення освітлення і запропонованим, хв. (у даному прикладі $\Delta t = 29,5-25,5=4$ хв.); w – встановлена потужність на зовнішнє освітлення в місті, кВт; d – вартість 1 кВт·год. електроенергії, прийнята для даного населеного пункту; $S_{\Delta t}$ – збитки від ДТП (у грн.), що мали місце у вечірні сутінки в проміжку часу Δt за рік, що передуює переходу на раніше увімкнення освітлення; K – коефіцієнт прогнозу, середній за 3–5 років, що враховує тенденцію до зменшення (збільшення) кількості ДТП в проміжку часу Δt ; P – ймовірність зменшення річної кількості ДТП в проміжку часу Δt при введенні більш раннього увімкнення освітлення, приймається рівною в середньому 0,3.

Перевірка, проведена за даною формулою, показує, що увімкнення освітлення необхідно проводити при рівні горизонтальної освітленості 20 лк для міст з населенням до 500 тис. чол., а для міст з населенням понад 1,5 млн. чол., виявляється доцільним увімкнення освітлення при 30 лк.

Взагалі, при чотирипровідній системі мереж зовнішнього освітлення на основі вищевикладеного для магістральних вулиць значних і найзначніших міст доцільно застосовувати наступну послідовність увімкнення (вимкнення) світильників:

1. Увімкнення світильників, розміщених у найнебезпечніших місцях, у вечірні сутінки при $E_{кр}=32$ лк;
2. Увімкнення всіх світильників при $E=25$ лк;
3. Вимкнення 2/3 або 50% світильників в черговому режимі (світильники в небезпечних місцях повинні залишатися увімкненими);
4. Вимкнення 2/3 або 50% світильників при $E_{кр}=46$ лк;
5. Вимкнення всіх світильників при $E=60$ лк.

Цей принцип і був закладений у проект нової редакції ДБН В.2.5-28. Він дозволить суттєво знизити витрати енергії на освітлення вулиць і доріг і запобігти значній кількості ДТП.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Прийняття нової редакції ДБН В.2.5-28 дозволить оптимізувати витрати енергії на освітлення приміщень та територій у вечірній та нічний час, знизити навантаження на системи кліматизації будівель, гармонізувати національні норми з нормами ЄС.

Негайною задачею є розроблення державної програми зі створення системного комплексу нормативних документів рівня стандартів та стандартів-настанов з проектування, розрахунку, монтажу та технічного обслуговування систем природного, суміщеного і штучного освітлення.

Література

1. Сеппанен О. Требования к энергоэффективности зданий в странах ЕС / О. Сеппанен // Энергосбережение. – 2010. – № 7. – С. 42-51.
2. Как приходит и уходит тепло из дома [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tehnoluch.com/library/losssofheat/>
3. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. [Чинні з 2006-10-01] / Держбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 76 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. Зміна № 2 [Чинні з 2012-09-01] / Мінрегіон України. – К. : Укрархбудінформ, 2012. – 32 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Пугачов Є. В. Розвиток архітектурної світлології в Україні / Є. В. Пугачов // Вісник Нац. ун-ту водн. госп. – Рівне : НУВГ, 2007. – Вип. 4(40). – С. 319–325.
6. Подгорный А. Л. Геометрические основы изменения № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «Естественное и искусственное освещение» / А. Л. Подгорный, Е. В. Пугачев, О. В. Сергейчук и др. // Прикл. геометрия та інж. графика : міжвід. наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2012.– Вип.90. – С. 272-280.
7. Айзенберг Ю. Б. Энергоэффективное освещение. Проблемы и решения. / Ю. Б. Айзенберг, О. В. Малохова // Энергосовет. – 2010. – № 6 (11). – С. 20-26.
8. Дейнего В. Выбор концепции построения безопасной и энергосберегающей системы освещения / В. Дейнего // «КАБЕЛЬ-news», № 2, 2012, С. 50-64 – [Електронний ресурс] – Режим доступа: www.kabel-news.ru.
9. DIN EN 12464-1, Ausgabe 2003-03. Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Deutsche Fassung EN 12464-1:2002. – 44 p.– (Національний стандарт Німеччини).
10. DIN EN 12464-2, Ausgabe 2007-10. Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien; Deutsche Fassung EN 12464-2:2007.– (Національний стандарт Німеччини).
11. Сергейчук О. В. Пропозиції з розроблення комплексу нормативних документів з освітлення / О.В. Сергейчук // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. праць. – Вип. 77. – К.:ДП НДІБК, 2013. – С. 288-292.
12. Рейцен Е. А. Обеспечение безопасности дорожного движения в больших городах при искусственном освещении / Е. А. Рейцен, И. И. Казимилова // Проблемы больших городов. Вып. 9. – М.: МГНЦНТИ, 1989. – 24 с.
13. Рейцен Е. А. Наружное освещение города и безопасность дорожного движения / Світло люкс. – № 2, 2002. – С.38-40.
14. Рейцен Є. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник / Є.О. Рейцен. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2014. – 454 с.

**УЧЕТ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В НОВОЙ РЕДАКЦИИ ДБН В.2.5-28
«ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»
*О. В. Сергейчук, Е. А. Рейцен, В. С. Громадский***

В статье анализируется проект новой редакции норм по естественному и искусственному освещению, который сейчас проходит обсуждение. Основное внимание уделено рассмотрению вопросов, связанных с экономией энергии как непосредственно на освещение помещений, территорий и градостроительных объектов, так и на поддержание комфортных микроклиматических условий в зданиях благодаря оптимизации систем естественного освещения, солнцезащиты и площадей световых проемов.

**NEW EDITORIAL DBN V. 2.5-28 «NATURAL AND ARTIFICIAL
LIGHTING" TAKE INTO ACCOUNT ENERGY EFFICIENCY
*O. Sergeychuk, E. Reytsen, V. Gromadsky***

The article researches in new editorial norms on natural and artificial lighting, that currently under consideration. The purpose is to study the issues directly related to energy economy of lighting in premises, territories and town-planning projects. As well as, maintaining buildings comfort of microclimatic conditions, due to optimization of the natural lighting, solar shading systems and the areas of the translucent enclosing structures.