

УДК 628.971

Ю. О. Васильєва, канд. техн. наук.,

О. М. Ляшенко

*Харківська національна академія міського господарства*

Каф. Світлотехніки та джерел світла

Тел. (057) 707-32-42

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯ ЛЬДОВИХ АРЕН ДЛЯ ГРИ У ХОКЕЙ**

**Вступ.** На сьогоднішній день проектування освітлення сучасного стадіону перетворюється в вирішення задачі оптимізації, а саме мінімізації кількості прожекторів і встановленої потужності.

Створення раціонального і високоякісного освітлення спортивних об'єктів є складним завданням, яке потребує, в першу чергу, забезпечення оптимальних зорових умов для спортсменів, глядачів і суддів, а також вимог для ведення телевізійних трансляцій з місць змагань.

Для спортсменів система освітлення має забезпечувати умови для швидкого та надійного розрізнення об'єктів спостереження (м'яч, шайба, снаряд і т.ін.), які зазвичай швидко рухаються на фоні змінної яскравості, при цьому кутові розміри об'єкта спостереження можуть змінюватись в широких межах, а сам спостерігач також часто швидко переміщується в довільних напрямках. Для миттєвого вибору правильного рішення спортсмену необхідно не лише фіксувати місцезнаходження об'єкта спостереження, але й оцінити характер його руху, зокрема, напрям обертання м'яча, його траєкторію тощо, а також мати можливість координувати свої дії з положеннями та діями інших спортсменів в межах ігрового поля.

Для систем спортивного освітлення регламентуються такі основні параметри [1-3, 8-10]:

- рівень і нерівномірність розподілу горизонтальної і вертикальної освітленості;
- обмеження засліплюючої дії і пульсації освітленості;
- спектральний склад випромінювання джерела світла.

Освітленість береться як основний кількісний показник, який забезпечує необхідний рівень видимості. Для більшості видів спорту регламентується мінімальна горизонтальна освітленість як параметр, який досить просто і надійно характеризує освітлювальну установку (ОУ). Її забезпечення в заданих межах при вірно вибраній системі освітлення і типах ОП дозволяє отримати необхідні рівні освітленості у вертикальних площинах.

Урахування зазначених вище факторів при великій кількості світлових приладів освітлювальної системи ускладнили багатоваріантні розрахунки систем освітлення спортивних споруд традиційними інженерними методами і значно подовжили термін проектування і визначення параметрів освітлювальних установок. Звісно, в цих умовах застосування сучасних комп'ютерних програм є необхідним для швидкого створення якісного освітлення, гнучкого трансформування систем на етапі проектування для

отримання найкращого в кожному конкретному випадку інженерного рішення – надійного, безпечного, комфортного для глядачів, гравців, телезйомки і прийняттого для реального виконання монтажу й наступного обслуговування.

**Ціль роботи.** Ключовим критерієм вибору світлотехнічних програм є точність розрахункових значень, яка повинна задовольняти світлотехнічним критеріям і не вносити додаткової похибки [4]. Однак для вірного вибору і найбільш раціонального використання розрахункової програми проектувальнику необхідно чітко уявляти специфіку того чи іншого виду спорту і пов'язані з ним деякі характерні проблеми створення якісної і надійної системи освітлення, яка відповідає вимогам державних і міжнародних стандартів зі спортивного освітлення [1-3, 8-10].

У даній статті будуть сформульовані основні положення роботи зі світлотехнічними комп'ютерними програмами і надані практичні рекомендації з їх застосування в проектній практиці при розробці освітлення спортивних споруд на прикладі освітлення льодових арен для гри у хокей із урахуванням їх специфіки.

**Комп'ютерне проектування.** Комп'ютерне світлотехнічне проектування має суттєві відмінності від стандартної методики проектування, основаної на інженерних методах розрахунку світлотехнічних параметрів. Основним інструментом в даному випадку є світлотехнічна програма (розрахункове середовище, що використовує метод Radiosity), а не комплекс спрощених методів розрахунку. Розрахунок світлотехнічних показників освітленості за методом Radiosity виконується на основі методів кінцевих елементів, що і формує головну відмінність розрахункових методик. На відміну від інженерних методів розрахунку ОУ при застосуванні світлотехнічних програм використовується інший підхід до світлотехнічного проектування. Існує трьохетапна структура. Першим етапом є геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється. Мається на увазі набір методик твердотільного тривимірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій і іншої інформації.

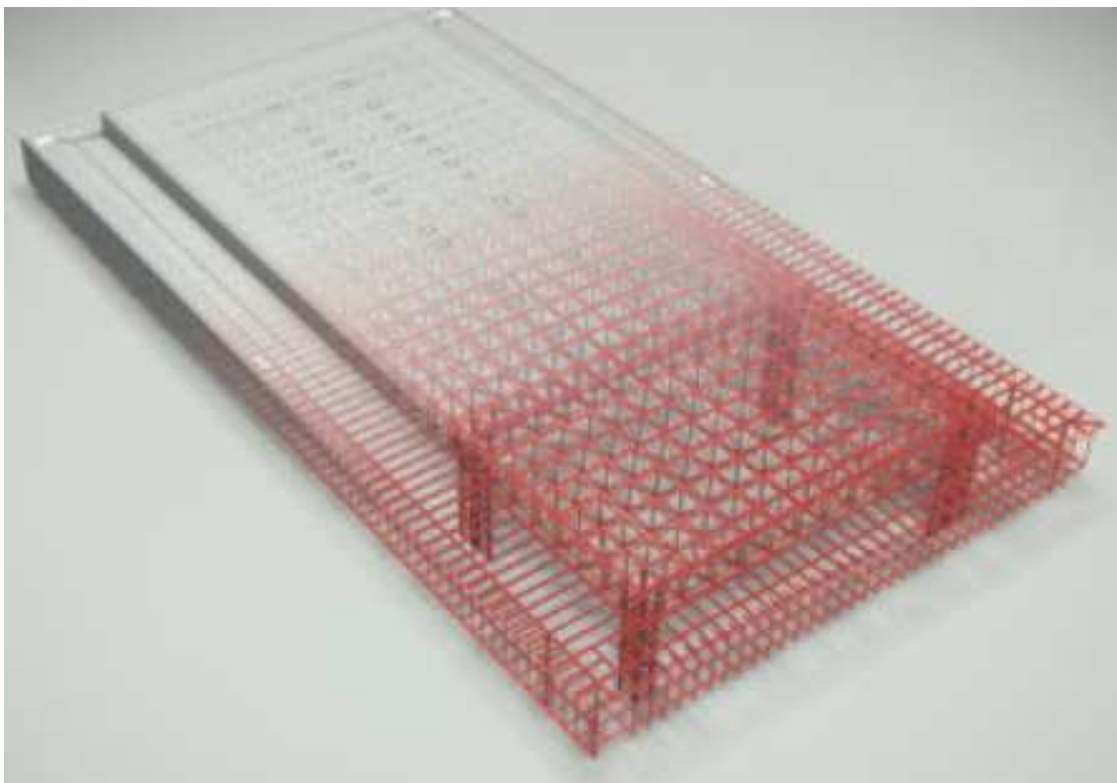


Рис. 1 – Геометрична модель об'єкта сцени

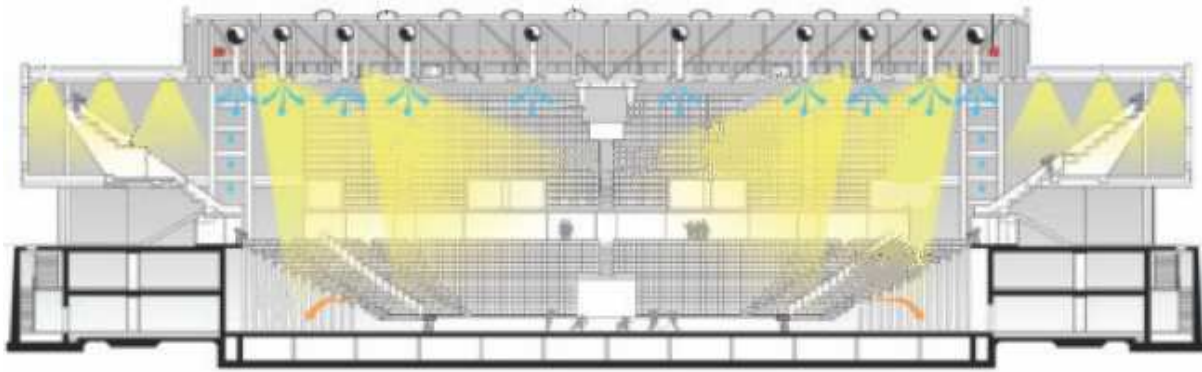


Рис. 2 – Концепція формування світлового середовища льодової ари

Другим етапом є світлотехнічний розрахунок з вибором світлового обладнання. На цьому етапі, в залежності від розрахункової програми, підбираються оптимальні розрахункові параметри: крок розрахункової сітки, метод розрахунку, точність та ін.



Рис. 3 – Типові освітлювальні прожектори

Третій етап – це генерація фотореалістичних зображень і виведення на друк розрахункової документації по проекту. Звісно при проведенні проектних робіт постає необхідність переходу з етапу на етап і в зворотньому порядку для досягнення оптимальних кількісних, якісних і естетичних критеріїв ОУ.

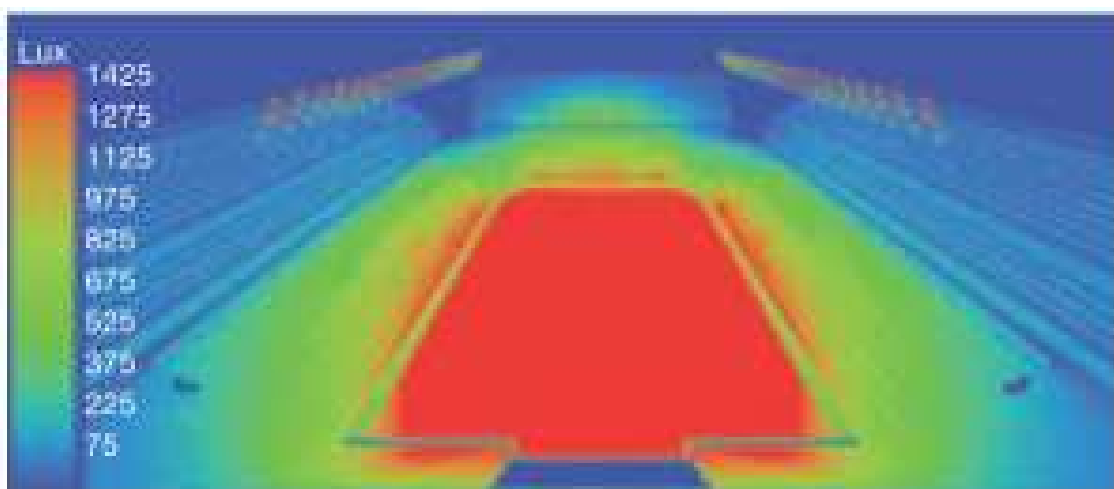


Рис. 4 – Рівні горизонтальної освітленості

**Особливості освітлення льодової арени для гри у хокей.** При проектуванні освітлення певної спортивної споруди необхідно враховувати особливості виду спорту, для якого вона призначена.

Особливості цього виду спорту визначають деякі особливості облаштування штучного освітлення. Хокеїсти грають специфічним снарядом – шайбою, яка виготовлена з пластика або вулканізованої гуми. Колір ігрової шайби – чорний. У час гри шайба після кидка хокеїста може летіти із швидкістю до 160 км/год, що представляє небезпеку як для гравців, так і для глядачів. Тому гральне поле оточують бортами заввишки до 1,2 м, які потім нарощують спеціальним захисним склом, а трибуни, розташовані за воротами, загороджують спеціальною захисною сіткою.

Усі ці конструкції, борти і огорожі, створюють перешкоди для проходження світла і при неправильному розміщенні світлових приладів можуть створювати тіні на майданчику, знижуючи видимість шайби. Для усунення тіней від бортів значна частина освітлювального обладнання має бути розміщена усередині або на межі уявного циліндричного об'єму, зовнішні поверхні якого проходять по периметру грального майданчика.

Щоб забезпечити видимість маленького об'єкту (шайби), що переміщується з високою швидкістю, необхідно, перш за все, забезпечити високий контраст об'єкту з фоном і високий рівень горизонтальної освітленості льодової арени. В силу складного зорового завдання, нормовані рівні горизонтальної освітленості і вимоги до рівномірності освітлення хокейного майданчика повинні бути вище, ніж для футбольного поля.

Але в європейському стандарті по спортивному освітленню DIN EN 12193 запропоновані рівні горизонтальної освітленості для хокею практично такі ж, як для футболу. Збільшена лише освітленість для тренувань (див. таблицю. 1). В той же час, по складності зорової роботи хокей відноситься до класу "С", як швидша гра, де об'єкт розрізнення має дуже маленькі кутові розміри, на відміну від футболу, який відноситься до класу "В".

**Таблиця 1**

**Рекомендовані характеристики освітлення майданчиків для гри в хокей з шайбою**

Клас гри	Середня горизонтальна освітленість, лк	Рівномірність	Кольорова температура, К	Індекс кольоропередачі
III Національний чемпіонат	750	0,7	>4000	>65
II Клубні змагання	500	0,7	>4000	>65
I тренування	300	0,7	>4000	>20

Друга особливість цього виду спорту полягає у тому, що гра відбувається на льодовому майданчику, а поверхня льоду відбиває світло, що падає на неї, як дзеркало. Яскраві відблиски, що створюються дзеркальними відображеннями джерел світла і світлових приладів, можуть знижувати видимість шайби, маскуючи її, і засліплювати гравців і глядачів (явище відбитої блискості). Боротьба з даним явищем можлива і здійснюється за рахунок правильного розміщення світлових приладів відносно грального майданчика і трибун. За допомогою нескладних геометричних побудов

визначається просторова зона, у якій допустимо розташовувати світлові прилади, не створюючи відблисків на льодовому майданчику. Міра успішності усунення відбитої блискості багато в чому залежить від можливої висоти розміщення прожекторів. У невисоких залах (з висотою установки 8-10 м) ця задача, як правило, нерозв'язна. Тільки у залах з висотою установки світлових приладів більше 16 м можна створити високоякісне освітлення хокейного майданчика, повністю виключаючи відбиту блискість для глядачів на трибунах і для телеглядачів, що спостерігають за грою за допомогою телекамер, встановлених на трибунах.

Із загальноприйнятої практики виходить, що для мінімізації прямої сліпучої дії освітлювальної установки оптичні осі прожекторів не можна відхиляти від вертикалі на кут, що перевищує  $60^\circ$ . Дотримання цієї рекомендації дозволить створити комфортні умови як для хокеїстів, так і для глядачів.

**Освітлення для телевізійних трансляцій.** Сучасні телевізійні трансляції перетворюють спортивні змагання в захоплююче "шоу". Це досягається за рахунок використання для зйомки більшої кількості телекамер, розташованих навколо ігрового майданчика [10].

Система освітлення в цьому випадку повинна забезпечувати високі рівні вертикальної освітленості, а також високу рівномірність освітлення, в полі зору усіх телевізійних камер. Особливо високі вимоги до освітлення виникають у зв'язку з використанням камер прискореної (і надприскореної) зйомки, які дозволяють повторити ігровий епізод в уповільненому темпі. Середнє значення вертикальної освітленості у полі зору телекамери прискореної зйомки повинне складати 2 000 лк.

Щоб виконати ці вимоги, необхідно мати можливість розмістити прожектори в просторі за межами гравального майданчика. Таким чином, для освітлення хокейного майданчика необхідно мати два концентричних пояси розміщення прожекторів : над і зовні гравального майданчика.

Якість телевізійної "картинки" залежить також від моделюючого ефекту, що створюється системою освітлення. З одного боку, необхідно "пом'якшити" тіні від гравців на льодову поверхню і для цього прожектори мають бути рівномірно розподілені уподовж монтажних містків. З іншого боку, абсолютно безтіньове освітлення призводить до того, що сцена на "картинці" стає "плоскою". Уникнути цього недоліку можна, якщо об'єднувати прожектори в невеликі просторові групи.

**Висновки.** Завдання проектування спортивного освітлення сучасного стадіону перетворюється в рішення задачі оптимізації при багаточисельних обмеженнях на параметри освітлювальної установки. Завдання піддається вирішенню лише в ході ітераційного процесу взаємодії проектувальника і комп'ютера. Ступінь оптимальності знайдених рішень у меншій мірі залежить від технічних засобів освітлення (джерел світла, світлових приладів, ПРА) і в більшому ступені визначається вмінням інженера-світлотехніка і можливостями, які надають інструменти проектування, тобто комп'ютерні програми.

### Література

1. Light and lighting – Sports lighting. DIN EN 12193 : European Committee for Standardization : approv. 25.10.2007 : act. 01.04.2008. – Wien. : Austrian Standards Institute, 2008. – 40 p. – ISBN 978-0-580-58697-2.
2. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди : ДБН В.2.2 – 13 – 2003 : Держбуд України : затв. 10.11.03 : чинний з 01.03.2004. – К. : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 102 с.
3. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5 – 28 – 2006 : Держбуд України : затв. 15.05.06 : чинний з 1.10.2006. – К. : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2006. – 76 с.
4. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с. – ISBN 5-87789-051-4.

5. Царьков В. М. Освещение спортивных сооружений / В. М. Царьков. – М. : Энергия, 1971. – 72 с.
  6. Освещение спортивных сооружений / В. М. Царьков, Т. И. Гарифулина. – М. : Дом света, 2000. – 36 с.
  7. The IESNA Lighting Handbook. Ninth Edition. – New York. : IESNA Publications Department, 2002. – 1100 p. – ISBN 0-87995-150-8.
  8. Commission Internationale de l'Éclairage. Lighting for ice sports, CIE no. 45. – Paris : Bureau Central de la CIE, 1979. – 23 p. – ISBN 978-92-9034-045-4.
  9. Commission Internationale de l'Éclairage. Guide for the Lighting of Sports Events for Colour Television and Film Systems, CIE no. 83. – Paris : Bureau Central de la CIE, 1989. – 19 p. – ISBN 978-3-900734-20-6.
  10. Commission Internationale de l'Éclairage. Practical Design Guidelines for the Lighting of Sport Events for Colour Television and Filming, CIE no. 169. – Paris : Bureau Central de la CIE, 2005. – 79 p. – ISBN 978-3-901906-44-2.
- 
- 

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ЛЕДОВЫХ АРЕН ДЛЯ ИГРЫ В ХОККЕЙ

Ю. О. Васильева, Е. Н. Ляшенко

*В рамках статьи сформулированы основные положения работы со светотехническим программным обеспечением и предоставлены практические рекомендации по их применению при проектировании освещения спортивных сооружений на примере освещения ледовых арен для игры в хоккей.*

## OPTIMIZATION OF PLANNING OF ILLUMINATION OF ICE ARENAS FOR GAME IN HOCKEY

U. O. Vasilyeva, O. M. Lyashenko

*In this article the substantive provisions of work with software lightning technology are formulated and the practical recommendations from their application at projecting of sporting buildings illumination on the example illuminating ice hockey stadium are given.*