

# Моделювання природного освітлення виробничих приміщень на основі аналітичного методу розрахунку геометричного КПО

Кіт А.Ю., Кіт Ю.В., Комаров В.І.

Кафедра охорони праці, Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, м. Львів, вул. С. Бандери, 12

*Abstract - unlike the graphic method of Danylyuk, the analytical method of calculation of coefficient of natural illumination which development of mathematical model and computer-aided design of natural illumination is possible on the basis of is offered.*

Ключові слова – labour protection, terms of labour, illumination, mathematical model.

Забезпечення оптимального світлового режиму, складовими якого є природне та штучне освітлення, має значення не тільки для створення нормальних умов праці й побуту людей, але й психофізіологічного стану людини. Відомо також про біологічний й гігієнічний вплив сонячного світла за рахунок ультрафіолетових випромінювань, що характеризуються оздоровчими й бактерицидними властивостями.

За ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [1], під час проектування природного освітлення рекомендується виконати два розрахунки: перший – попередній розрахунок площі світлових прорізів, другий – коефіцієнта природного освітлення (КПО). Обидва розрахунки мають невисоку інформаційність для проектування.

Кращого результату при розробленні цього питання можна отримати шляхом математичного і комп'ютерного моделювання природного освітлення приміщень.

Так, розрахунок КПО [1] при боковому освітленні виконується за формулою:

$$e_p^b = (\varepsilon_b \cdot q + \varepsilon_{буд} \cdot R) \cdot r_1 \cdot \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon_b$  – геометричний КПО в розрахунковій точці при боковому освітленні;

$q$  – коефіцієнт, який враховує нерівномірну яскравість хмарного неба МКО;

$\varepsilon_{буд}$  – геометричний КПО в розрахунковій точці при боковому освітленні, який враховує світло, відбите від протилежних будинків;

$R$  – коефіцієнт, який враховує відносну яскравість протилежного будинку;

$r_1$  – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та підстиляючого шару, прилеглого до будинку;

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопроникнення;

$K_3$  – коефіцієнт запасу.

Всі складові формули (1) легко адаптуються у математичну модель, окрім геометричного КПО. Для

визначення цього параметру [1] наводить графічний метод Данилюка, який завдяки спеціально побудованій графікам дозволяє з невисокою, але достатньою точністю визначити геометричний КПО для світлових прорізів прямокутної форми.

При розробці математичної моделі природного освітлення приміщень і, зокрема, визначення геометричного КПО використання методу Данилюка виявляється недоцільним через те, що вся необхідна інформація представляється в графічному виді.

Для рішення даного завдання більш доцільним буде аналітичний метод визначення геометричного КПО.

Відомо [2], що геометричний КПО у довільній точці  $M$  (рис.1) у приміщенні дорівнює:

$$\varepsilon_M = \frac{S_\sigma}{\pi} \cdot 100 \% \quad (2)$$

де  $\varepsilon_M$  – геометричний КПО у точці  $M$ ;

$S_\sigma$  – площа проекції  $\sigma$  видимої із точки  $M$  через віконний проріз частини небесної півсфери на горизонтальну площину.

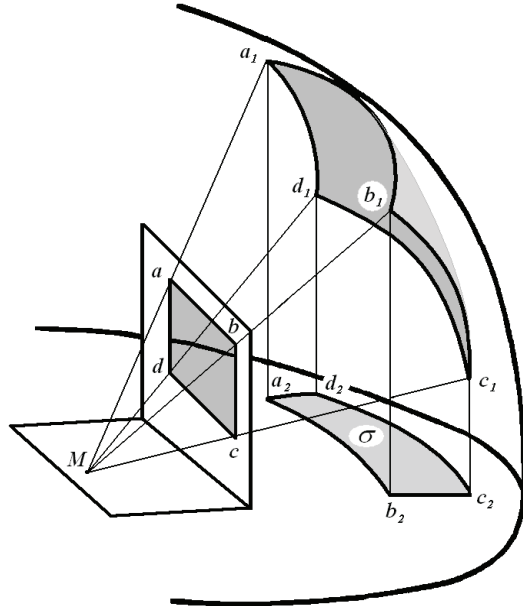


Рис. 1. Схема визначення коефіцієнта природного освітлення (геометрична інтерпретація).

Аналітично зазначену площу  $S$  (рис.2) можна визначити за формулою:

$$S = \iint_{\sigma} dx dy \quad (3)$$

Область  $\sigma$  правильна (рис. 2), тому площу  $S$  області можна вирахувати як двократний інтеграл:

$$S = \int_a^b \left( \int_{\rho_1(x)}^{\rho_2(x)} dy \right) dx \quad (4)$$

Межі інтегрування -  $a$  і  $b$ , як видно з рис.2, легко визначаються за параметрами приміщення й віконних прорізи і особливих пояснень не вимагають. У такий спосіб завдання зводиться до визначення залежності  $\rho_1(x)$  та  $\rho_2(x)$ .

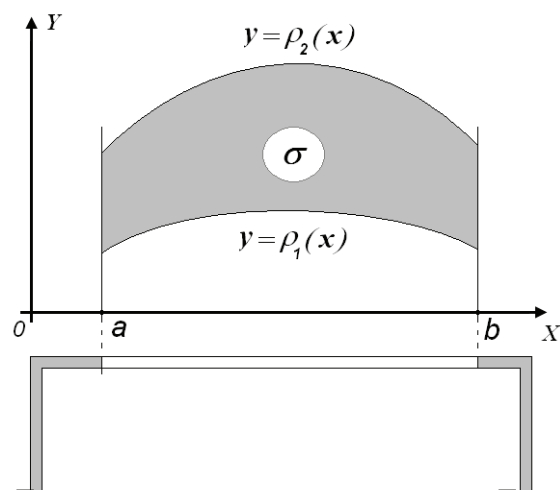


Рис. 2. Проекція видимої із точці  $M$  через віконний проріз частини небесної півсфери на горизонтальну площину.

Представлення залежностей  $\rho_1(x)$  та  $\rho_2(x)$  у аналітичній вигляді для різних форм світлових прорізів з подальшим їхнім двократним інтегруванням представляє значні обчислювальні складності.

Вирішення поставленої задачі можливе при використанні відомих чисельних методів інтегрування з розрахунком залежностей  $\rho_1(x)$  та  $\rho_2(x)$  окремо на кожному кроці інтегрування. У такому випадку аналітичне представлення вищезгаданих залежностей не потрібне.

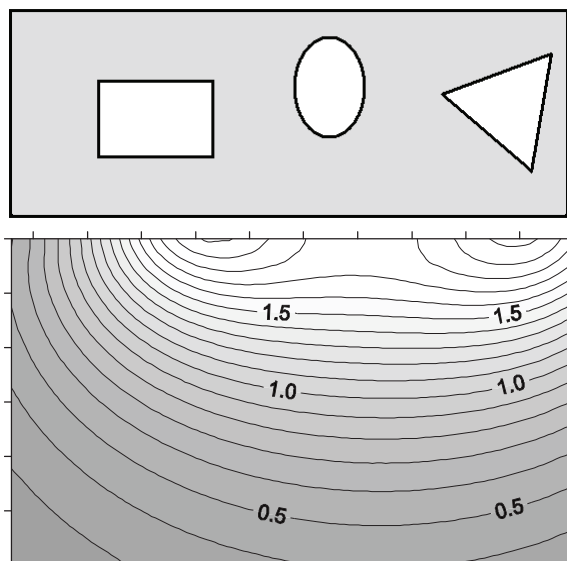


Рис. 3. Приклад розрахунку та розподілу значень КПО площею приміщення (зверху стіна зі світловими прорізами).

#### Посилання:

1. Державні будівельні норми України, «Природне і штучне освітлення», ДБН В.2.5-28-2006, Мінбуд України 2006;
2. Гусев Н.М. Основы строительной физики. – М.: Стройиздат, 1975.