

МОДЕЛЮВАННЯ СВІТЛОВИХ ВЕКТОРІВ ПРИ ОСВІТЛЕННІ РОЗСІЯНИМ СВІТЛОМ НЕБОСХИЛУ

У природних умовах освітлення складається з трьох основних компонентів: прямого сонячного світла, розсіяного (дифузного) світла неба та світла відбитого від поверхні землі або від інших поверхонь. Пряме сонячне світло пов'язано з геометрією руху сонця. Дифузне світло небосхилу залежить від розподілу яскравості. Світло відбите від поверхні землі та інших поверхонь змінюється відповідно до значень коефіцієнта відбиття поверхні. Відомо також, що природне світло має динаміку та змінюється протягом світлового часу. Виходячи з наведених вище положень, було б доцільним при дослідженні динаміки природної освітленості та її впливу на архітектурне формоутворення віднайти відповідні підходи до геометричного моделювання різних видів природного світла.

Найбільш опрацьованими є дослідження стосовно прямого сонячного світла. Наприклад, для інсоляційних розрахунків в умовах прямого сонячного освітлення була запропонована проф. О. Л. Підгорним геометрична модель, де сонце приймається за точкове джерело світла, а в кожний момент часу напрям на сонце задає ∞^2 практично паралельних променів [1]. Щодо дифузного світла неба, то геометричної моделі подібної до вищезгаданої ще не має. Тому визначимось з основними положеннями, на які можливо спиратися при геометричному моделюванні розподілу світлотіней на поверхнях при розсіяному світлі небосхилу.

При освітленні розсіяним світлом неба джерелом світла у світловому полі є атмосфера, яку при геометричному моделюванні можна прийняти за півсферу. Атмосфера розсіює прямі сонячні промені, які відповідно не мають єдиного напрямку падіння. Напрями нормалей до різних елементів поверхні, яка освітлюється, визначають їх орієнтацію у світловому полі, що є важливим для подальших розрахунків світлотіньових характеристик заданої поверхні. Дотичні площини до елементів поверхні нададуть геометричного уявлення про кількість світла, яка падає від небесної півсфери на них, відсікаючи ті її частини,

що беруть участь в освітленні. Врахування змінності значення яскравості в різних частинах небосхилу допоможе у визначенні інтенсивності отриманої кількості світла.

Для геометричного моделювання світлотіньових характеристик поверхні необхідно визначитись з напрямом світлового потоку. В умовах освітлення поверхні розсіяним світлом небосхилу ця задача ускладнюється у зв'язку з різною направленістю світлових променів. Для розв'язання цього питання приймемо допущення, що при освітленні дифузним світлом неба потік світла має якийсь головний напрям для кожної окремої точки поверхні. В теорії світлового поля проф. Гершуна [2] переважний напрям падаючого світла визначається як світловий вектор. Згідно з положенням теорії, світловий вектор характеризує значення та напрям "тиску" світла на шарове тіло (радіус якого наближається до нуля), що розміщено в заданій точці поверхні. Напрямок світлового вектора співпадає з напрямом вектора тілесного кута, абсолютне значення вектора тілесного кута визначає абсолютне значення світлового вектора: $\epsilon = \int_{2\pi} B d\omega$ (1), де ϵ — світловий вектор, B — яскравість, $d\omega$ — вектор тілесного кута, який по значенню дорівнює цьому куту та має напрям по його осі. Відносно задач світлотіньового моделювання, світловий вектор ϵ необхідним при побудові падаючих тіней, а також для визначення змін освітленості в різних точках заданої поверхні.

При визначенні освітленості в різних точках заданої поверхні необхідно в кожному з них помістити сферу S (радіус, якої наближається до нуля) для моделювання сферичної освітленості (центр сфери співпадатиме з точкою, що розглядається) рис.1. Промені дифузного світла, які надходять із точок небосхилу відкритих для заданої точки A поверхні K , створюють конус падаючих променів F . Він має вершину в заданій точці поверхні та спирається на контур L , частини поверхні півсфери небосхилу, що освітлює задану точку та визначається за допомогою дотичної площини t до неї. Тілесний кут $d\omega$ буде відповідати конічній поверхні F , всередині якої укладаються усі світлові промені, що освітлюють точку A . Відповідно до (1) напрям вектора тілесного кута $d\omega$ та шуканий напрям світлового вектора ϵ будуть співпадати з напрямом вісі тілесного кута $d\omega$. Отриманий напрям світлового вектора допоможе визначити освітленість в точці A . Згідно з [2] освітленість буде змінюватись пропорційно $\cos \theta$ кута між нормаллю n та світловим вектором ϵ в заданій точці. $E = \epsilon \cos \theta$ (2). При цьому, коли дотична площина до заданої точки поверхні ϵ перпендикулярною до напрямку світлового век-

тора, маємо положення, яке відповідає найбільшому переносу світлової енергії (кут θ буде дорівнювати нулю). Відповідно при збільшенні кута θ між нормаллю та світловим вектором в заданій точці маємо зменшення освітлення.

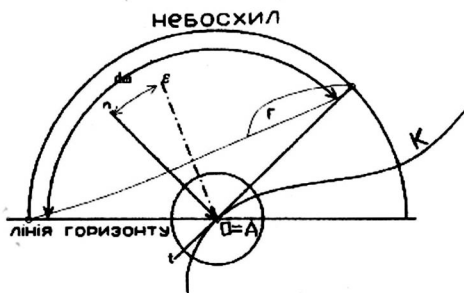


Рис. 1

Таким чином, за допомогою отриманих напрямів світлових векторів, маємо можливість визначатись з освітленістю у будь-яких точках заданої поверхні. Для спрощення побудови, щоб уникнути багаторазового креслення одних і тих самих елементів доцільним є винесення окремо поверхні півсфери небосхилу та сфери S , в центр якої переносяться відповідні напрями нормалей та дотичних площин до точок поверхні, що розглядаються. Далі побудова виконується за викладеною вище схемою.

Розглянутий вище спосіб геометричного моделювання напрямів світлових векторів в заданих точках поверхні для отримання світлотіньових характеристик в них при освітленні дифузним світлом небосхилу, є простим у використанні, бо не потребує складних розрахунків та геометричних побудов.

Використана література

1. Підгорний О. Л. Про реальні умови сонячного освітлення архітектурних об'єктів і тінеутворення // Прикладна геометрія та інженерна графіка — К. 2000. — Вип. 70. — С. 16—20.
2. Гершун А. А. Избранные труды по фотометрии и светотехнике. — М.: Гостехиздат, 1958. — 548 с.