

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРЯМОГО ТА ВІДБИТОГО СОНЯЧНОГО
СВІТЛА СТОСОВНО ЗАДАЧ ГЕЛІОТЕХНІКИ ТА
ГЕЛІООСВІТЛЕННЯ**

Київський національний університет будівництва і архітектури

Проводиться огляд праць автора по моделюванню прямого і відбитого сонячного світла, утворенню багатоланкових потоків променів та управління ними. Висвітлено можливості застосування в задачах геліотехніки і геліоосвітлення, які сприяють енергозбереженню в будівництві та архітектурі.

Постановка проблеми. Енергозбереження в будівництві та архітектурі пов'язана з ефективним застосуванням світлової та теплової сонячної енергії, а також мінімізацією енергозатрат для сонцезахисту і створенням комфортного світлового і теплового середовища в будівлях.

Суттєвою складовою надходження світлової енергії є пряме сонячне світло, яке має змінний характер в часі як за напрямом променів, так і за добовою тривалістю. Тому має практичне значення моделювання з урахуванням цього прямого, відбитого та заломленого світла, можливість створення багатоланкових потоків світла, та управління ними, розробка прийомів концентрації.

Постановка завдання. Провести аналіз праць автора по моделюванню потоків сонячного світла визначити можливості розвитку досліджень та їх використання в практичних задачах.

Основні дослідження автора по поставленій задачі зосереджені в докторській дисертації, публікаціях у фахових виданнях та у викладах матеріалів доповідей на науково-практичних конференціях.

Основна частина. Ключовою моделлю є модель надходження прямого сонячного світла, яка відображає його змінність в залежності від положення Землі на орбіті в задану добу, протягом доби та в залежності від широти місцевості.

Моделювання прямого сонячного освітлення в кожен добу року виконано, за допомогою напрямного конуса, кожна твірна якого визначає напрям паралельних сонячних променів в заданий момент доби.[1,2]. З допустимим наближенням його можна отримати, якщо вважати лінію орбіти Землі колом, рух Землі по орбіті рівномірним, а до кожної доби віднести одну точку на орбіті, поділивши її на 365 рівних дуг. Тоді кожній такій точці S_i відповідатиме в задану добу єдиний напрям на Сонце.

При розгляді руху сонця відносно Землі виникає прямий круговий конус з вершинною S_i як результат обертання напрямку на Сонце навколо осі обертання Землі. Форма конуса залежить від кута α між віссю та твірною, який визначається для кожної доби за формулою [3].

$$\cos\alpha \equiv \cos\varphi \cdot \cos\gamma = 0,3979 \cos\gamma.$$

де φ є постійний кут нахилу осі Землі до площини орбіти, рівний $66,55^\circ$. Тому $\cos\varphi$ є постійна величина. Кут γ є кут між напрямком на Сонце в день літнього сонцестояння 22 червня і напрямком на Сонце в N -у добу після цього дня. Тому він визначається як добуток добового повороту $\frac{360^\circ N}{365 \text{ днів}}$ на число N :

$$\gamma = \frac{360^\circ N}{365}$$

Поділ конуса на денну і нічну частину для будь-якої широти δ відбувається за допомогою площини горизонту, що складає кут δ з віссю конуса. Розгляд особливостей форми конуса в різні доби року, поділу на денну і нічну частини, симетрії в точках з однаковими або дзеркальними умовами наведено в праці [3].

Створення ланцюжків прямих, відбитих та заломлених променів в роботі [4] виконано на основі об'єднання хвильової та променевої трактовки поширення коливань. При поширенні коливань в площині фронти падаючої та відбитої хвилі в кожний момент являються вітками огинаючої однопараметричної множини кіл, що мають центри на відбиваючій лінії.

При цьому падаючі та відбиті промені з'єднують центр кожного кола з відповідними точками дотику до нього ліній фронтів хвиль. При просторовій картині відбиття від поверхні фронти хвиль є полами огинаючої двопараметричної множини сфер поверхні з центрами на відбиваючій поверхні, а промені з'єднують центри сфер з відповідними точками їх дотику до фронтів хвиль.

У випадку заломлення кожна точка заломлюючої лінії чи поверхні є центром двох кіл або сфер, відношення радіусів яких дорівнює коефіцієнту заломлення. Таким чином утворюють дві множини кіл, кожна з яких огинається лініями чи поверхнями падаючої та заломленої хвилі.

Випадок заломлення може мати місце при використанні оптичних систем.

При моделюванні потоків сонячних променів падаючі промені вважаються паралельними. Тому фронтами падаючих хвиль є прямі або площини [5].

За рахунок відбиваючої лінії чи поверхні можна концентрувати або розсіювати світло.

Якщо відбиваючою є пряма або площина, то відбиті сонячні промені також паралельні і мають фронт хвиль у вигляді прямої чи площини.

У цьому випадку модель відбитих променів на протязі доби має напрямний конус, дзеркально напрямний конусу падаючих променів [6].

Послідовними відбиттями в задачах геліоосвітлення можна транспортувати сонячне світло у внутрішні об'єми приміщень. При цьому можна так задати траєкторію потоку, щоб останній напрямний конус відбитих променів зайняв таке ж положення як і напрямний конус падаючих променів. Це дає можливість відтворити у приміщенні зовнішню картину сонячного освітлення.

При отриманні в ланках потоку паралельних відбитих променів можна обирати їх напрями.

При цьому виникає наступні три випадки, які розглянуто в роботі [7] на прикладі першої ланки: відбиті промені паралельні осі напрямного конуса падаючих променів, паралельні будь якій прямій в полуденній площині, паралельні довільній прямій. В кожний момент напрямний падаючий промінь (твірна напрямного конуса) разом із заданим напрямом, проведеним через вершину конуса, задають площину, в якій розташовується відбитий промінь. Відбиваюча площина перпендикулярна цій площині і являється бісекторною відносно падаючого і відбитого променів.

В першому випадку при відбитті, паралельному осі конуса, відбитий потік променів вздовж кіл паралелей напрямного конуса розшаровується на кругові циліндричні поверхні. В інших випадках циліндричні поверхні є еліптичними, тому що кола паралелей лежать в площинах, не перпендикулярних напрямку відбиття. Це означає, що відбувається стискування потоку на величину різниці малої і великої осей основ еліптичних поверхонь. За рахунок таких стискувань можна добитись збільшення концентрації потоків паралельних променів.

Результат стискування в будь – якій ланці аналогічний розглянутому для першої ланки, якщо попередній напрямний конус відбитих променів вважати за конус падаючих.

Описане моделювання потоків з урахуванням особливостей рішень може використовуватись для геліоосвітлення внутрішніх об'ємів крупних будівель через різного типу світловоди, світлові колодязі, відкриті світлові впадини, отвори-ілюмінатори, світлові шахти тощо. Ці можливості розглянуті в [8].

В геліотехніці важливу роль грає концентрація сонячної енергії. Застосування неслідкуючих концентраторів для отримання низькотемпературного тепла широко розглядається в роботах проф. Дворецького О.Т. і його учнів. Крім згаданої вище пропозиції по стискуванню потоків паралельних променів можна додати можливість використання торсових поверхонь [9].

Висновок. Включені в огляд праці створюють наукову базу для розвитку досліджень і розширення прикладних можливостей використання сонячної енергії в геліотехніці і геліоосвітленні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Подгорный А.Л. Геометрическое моделирование пространственных конструкций. Дис. ...докт.техн.наук. – М. 1975. – 335с.
2. Подгорный А.Л. К вопросу автоматизации инсоляционных расчётов.// Прикл.геом. и инж.граф. – К., 1981.- вып.31.-с.12-15
3. Підгорний О.Л., Щепетова І.М., Сергейчук О.В. Зайцев О.М., Процюк А.В. Світлопрозорі огороження будинків, навч.посібник. Під ред.. проф.. Підгорного О.Л. – К.: Видавець Домашевська О.А., 2005.-282с.
4. Підгорний О.Л. Моделювання ланцюжків прямих відбитих, заломлених та дифрагуючих променів на основі поєднання хвильового та променевого трактувань розповсюдження коливань. // Геометричне та комп'ютерне моделювання – Х.: ХДУХТ, 2004.-вип.4.-С.20-31
5. Підгорний О.Л. Дворецкий О.Т. Апарат відбиття для ортотоміки при паралельних падаючих променях. // Праці ТДАТА, - Мелітополь. 2002.-вип.4 т15.с.9-15
6. Підгорний О.Л. Добовий конус відбитих сонячних променів// Прикл. геом. та інж. графіка. – К.2004.- Вип.74.-С.9-13.
7. Підгорний О.Л. Геометричні основи керування потоками відбитих сонячних променів в задачах геліотехніки і геліоосвітлення. // Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн. Збірник наукових праць КНУТД. К.: ДОП КНУТД. 2005. –С.5-10
8. Подгорный А.Л. Геометрические основы гелиоосвещения внутренних объемов зданий. //Прикл.геом.та инж. графика. Спецвыпуск.-К 2009.-вип.82.-с 5-9.
9. Підгорний О.Л. Можливості використання торсових поверхонь в якості відбивачів сонячних променів. // Прикл.геом.та інж.графіка.-К., 2008. – вип. 80.-с11-15.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЯМОГО И ОТРАЖЕННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАДАЧ ГЕЛИОТЕХНИКИ И ГЕЛИООСВЕЩЕНИЯ

А.Подгорный.

Проводится обзор работ автора по моделированию прямого и отражённого солнечного света, образованию многозвенных потоков лучей и управлению ими. Освещены возможности применения в задачах гелиотехники и гелиоосвещения, которые способствуют энергосбережению в строительстве и архитектуре.

DESIGN DIRECT AND REFLECTED SUNLIGHT IN RELATION TO TASKS OF SOLAR RADIATION ENGINEERING AND ГЕЛИООСВЕЩЕНИЯ GELIOILLUMINATIONS

О. Pidgorniy

The review of works of author is conducted on a design direct and reflected sunlight, to formation of iterative streams of rays and management by them. Possibilities of application are lighted up in the tasks of the solar radiation engineering and gelioilluminations, which assist an energy-savings in building and architecture.