

Л. В. Кучеренко¹І. М. Бабій²М. С. Сологуб¹

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ІНСОЛЯЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

¹Вінницький національний технічний університет
²Одеська державна академія будівництва і архітектури

Ця стаття присвячена дослідженню та аналізу сучасних інсоляційних технологій, які спрямовані на поліпшення комфорту та енергоефективності в міському середовищі. Аналіз викликів, з якими стикається інсоляція в сучасних містах. Фокусування дослідження на аспектах енергоефективності будівель. Ключовим аспектом дослідження є застосування динамічних та кінетичних технологій в архітектурному середовищі з метою поліпшення інсоляційних характеристик споруд та їх внутрішніх просторів. Ціль дослідження полягає в тому, щоб знайти та вивчити найновіші технологічні напрямки, які можуть допомогти вирішити складні проблеми, пов'язані з оптимізацією використання сонячної енергії та покращенням інсоляційних характеристик будівель. У роботі розглядаються основні тенденції, такі як використання відновлюваних джерел енергії, використання фотоелектричних технологій, сонцезахисних елементів, інноваційних матеріалів і «розумних» систем управління освітленням, серед інших перспективних напрямків. Здійснюється аналіз їх впливу на енергоефективність, екологію та здоров'я людей, високоефективні світлопрозорі матеріали та інтелектуальні системи управління освітленням. З метою створення просторів, які є більш ергономічними та енергоефективними, розглядаються інноваційні ідеї, такі як динамічні фасади та інтегровані системи відбору та розподілу світла.

Розглянуто інноваційні підходи, технологічні рішення та приклади успішного втілення цих технологій у різних містах світу. Результати дослідження створюють основу для подальших досліджень інноваційних рішень з використання сонячного випромінювання.

Висновки роботи показують, наскільки важливо розвивати та використовувати перспективні інсоляційні технології, щоб досягти сталого розвитку будівництва та створити зручні та ефективні міські простори.

Ключові слова: Інсоляційні технології, міське будівництво, архітектура, енергоефективність

Вступ

У світі зі зростаючим міським населенням, стають осередками інновацій та розвитку. Однак разом зі зростанням міського населення виникають і проблеми, пов'язані з енергоефективністю, комфортом проживання та раціональним використанням ресурсів. У цьому контексті сонячної технології стають важливим елементом у досягненні у досягненні балансу між міською естетикою та енергоефективністю.

В цьому випадку важливим є розуміння інсоляції як не лише технічної частини процесу будівництва, але й як важливої частини зручності, стійкості та екологічної ефективності будівлі. Одним із головних викликів є збалансування інтенсивності забудови з потребою в ефективному використанні сонячного випромінювання. Менше використання сонячного світла в будівлях і на міських територіях може знизити комфорт мешканців і якість життя в регіоні. Однак використання передових технологій збору сонячного випромінювання може допомогти вирішити ці проблеми і створити більш енергоефективне та комфортне міське середовище.

Інсоляційні технології є важливим компонентом, який визначатиме майбутнє будівництва, яке є екологічним. Науковці та інженери досліджують та створюють нові види інсоляційних технологій для оптимального освітлення, підвищення енергоефективності та створення комфортного клімату. У огляді сучасних технологій збору сонячної радіації та їхнього впливу на різні аспекти міського життя, розглядаються виклики, з якими стикаються міста у зв'язку з сонячним випромінюванням, та впровадження технологій у різних міських районах. Аналізується перспектива розвитку технологій використання сонячної енергії та їхній потенційний вплив на майбутнє містобудування та архітектури.

Основна частина

Сучасні виклики інсоляції у містах. Зростання міського населення та швидкий розвиток інфраструктури вимагають високої щільності забудови. Однак це ускладнює доступ денного світла до внутрішніх і зовнішніх просторів. Багатоповерхові будівлі блокують сонячне світло, спричиняючи затінення і зменшуючи сонячне світло.

Між світлом та архітектурою існує тісний взаємозв'язок. З моменту свого виникнення люди використовували світло у різний спосіб, щоб визначити та спрямувати архітектуру. У цьому сенсі, світло майже завжди використовується для забезпечення бачення і взаємодії між людиною та матеріальним світом [1].

Наразі в українських містах, особливо в обласних центрах, переважає тенденція до збільшення щільності житлової забудови з одночасним будівництвом об'єктів комерційного та громадського призначення. Така інтенсифікація призводить до порушень норм. Як наслідок у практиці зростає частота вирішення завдань пов'язаних з дослідженням негативного впливу нестачі сонячного режиму на існуючі житлові забудови.

Таким чином, виникає досить багато проблем, з якими зіштовхується інсоляція міста. Можна виділити декілька з них:

- Затінення високими будівлями;
- Планування та зонування;
- Архітектурні тенденції.

Проблема затінення будинками сусідніх будинків є досить значна, особливо у великих містах. Це призводить не тільки до погіршення стану інсоляції у місті та самих будівлях, а також до витрати електроенергії та переохолодження будівель у холодніші пори року, що у свою чергу призводить до надмірної потужності для опалення та кондиціонування повітря. Хоча вплив сусідніх будівель на потребу будинків в енергії для опалення та охолодження є потенційно значним, ним часто нехтують при енергетичному аналізі будівель.

Проміжки між будівлями також відіграють значну роль в якості сонячного випромінювання, що падає на фасади і дахи будівель, оскільки це питання має важливий зв'язок з висотою будівель, співвідношення між ними можна визначити відповідно до стандарту за допомогою просторового кута (рис. 1). Він залежить від географічних і кліматичних особливостей регіону, а також від функціонального характеру будівель [2].

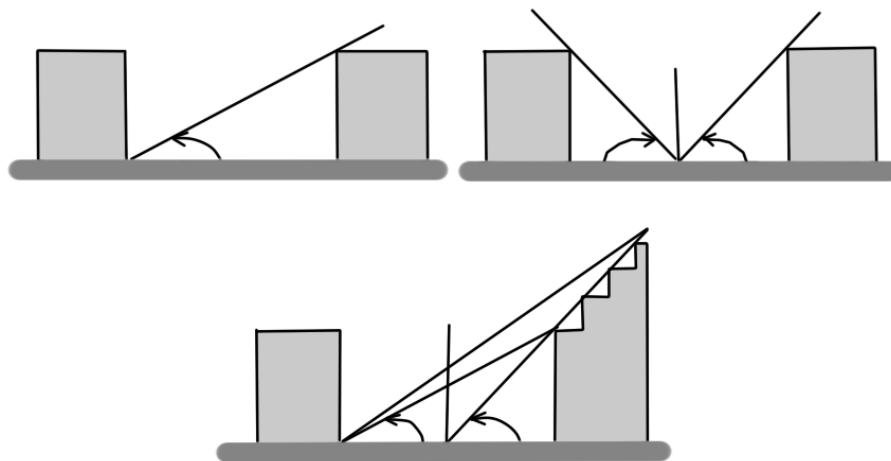


Рисунок 1 – Візуальний приклад просторового кута

Від теорії до реалізації. Сонячне проектування та денне освітлення, яке використовує природне світло для зменшення споживання електроенергії на освітлення, вже давно визнані потенційними стратегіями енергоефективного проектування будівель.

Енергетична криза 1973 року стала критичним моментом у багатьох аспектах і, як наслідок, в усьому світі почалося пробудження до усвідомлення кількості енергії, що споживається будівлями, а також до розуміння важливості та обмеженості ресурсів. Можна з упевненістю сказати, що ініціатива сонячної архітектури наприкінці сімдесятих - на початку вісімдесятих років двадцятого століття є ядром зелених архітектурних практик в архітектурі [3].

Зазвичай ми звикли бачити скляні фасади будівель і вони асоціюються у нас з екологічністю та «зеленою» енергією, хоча це не завжди є так. Оптимізація функції фасаду полягає в забезпеченні комфорту в приміщенні (теплого та візуального), що гарантує при мінімально можливому загальному енергоспоживанні. Статичні скляні фасади не забезпечують оптимальних характеристик за винятком невеликого періоду року. Для офісних і комерційних будівель, очевидно, що система огорожувальних конструкцій найкраще підходить, якщо вона може реагувати на зміни зовнішнього клімату.

Очевидно, що оптимальною є система, здатна реагувати на зміни зовнішнього клімату і регулювати надходження сонячної енергії, денного світла, тепловтрати, вентиляцію і провітрювання.

Якщо вона може реагувати на зміни зовнішнього клімату і регулювати надходження сонячної радіації, денного світла, тепловтрат та вентиляції. Це передумови для розвитку огорожувальних систем будівель.

Прикладом може стати дослідження зміни попиту на енергію у Данії [4]. Червона лінія показує верхню межу загального споживання первинної енергії в кВт-год/м²/рік. Це значення становитиме 25 кВт-год/м²/рік у 2020 році. На рисунку також показані типові коефіцієнти споживання.

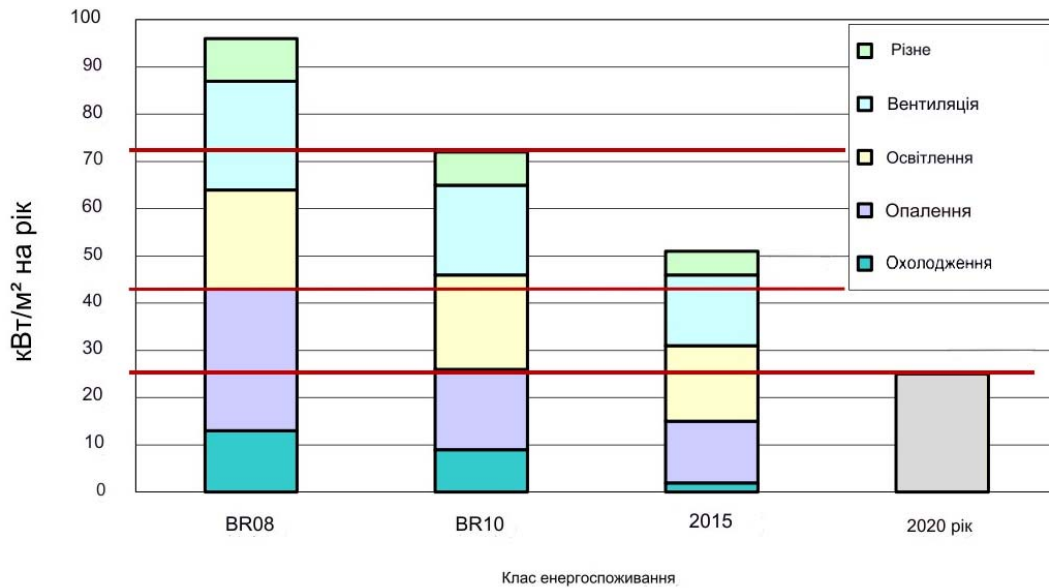


Рисунок 2 – Типове споживання енергії в офісній/комерційній будівлі

Фасади відіграють найважливішу роль в енергоспоживанні будівлі. Йдеться про проектування фасаду таким чином, щоб мінімізувати споживання енергії на опалення, охолодження, вентиляції і найголовніше, освітлення. У цьому перевага динамічних фасадів.

Простіше кажучи, динамічний фасад – це технології, які контролюють тепловтрати і використовують денне і сонячне світло там, де це вигідно. Таким чином, фасад взаємодіє з навколишнім середовищем відповідно до потреб користувачів і вимог до обслуговування будівлі.

До прикладу реалізації таких фасадів можна взяти Гонконг. Як одне з найбільш швидкозростаючих комерційних міст світу, Гонконг характеризується великою кількістю високих офісних будівель. Більшість будівель мають висоту від 20 до 40 поверхів і розташовані в різних ділових районах [5]. Хоча кліматичні умови різняться від помірного клімату Європи, це ж не відмінняє того, що фасадні рішення є вдалими.

Однією з перших високотехнологічних будівель в Азії став банк HSBC, спроектований британською фірмою Foster & Partners у Гонконзі, Китай, у 1985 році. Він має загальну площу 99 000 м², висоту 178,8 м і 44 поверхи. Щоб уникнути складної системи вентиляції, Норман Фостер і його команда вирішили поліпшити внутрішню циркуляцію повітря, спроектувавши кілька 10-поверхових атріумів. Основним засобом комунікації всередині хмарочоса є не ліфти, а система з 62 ескалаторів, що з'єднують різні поверхи всередині атріуму [6].

Система освітлення будівлі також є унікальною. Завдяки складній дзеркальній системі з комп'ютерним управлінням, як у зовнішній алюмінієвій рамі (480 дзеркал), так і в круговому малюнку над 52-метровим внутрішнім атріумом, денне світло концентрується для оптимального освітлення [7].

Банк HSBC є прикладом використання та взаємодії між динамічним фасадом та комп'ютерними технологіями. Ця будівля і нині досить вражає.

Наступне покоління передових технологій включає динамічні електрохромні вікна, які можуть модулювати сонячну енергію, що потрапляє в будівлю, за допомогою прикладеної напруги (рис. 4). На основі результатів моделювання були розроблені оптимальні стратегії управління та експлуатації вікон з Е-склом. Е-скло та електричні лампи з можливістю регулювання яскравості були синергетично поєднані, щоб максимально використовувати природне денне освітлення та мінімізувати споживання електроенергії для освітлення.

Для інтегрованих систем управління будівлею пікове навантаження значно знижується, коли динамічне скління є частиною огорожувальних конструкцій. Як наслідок, знижуються витрати на охолодження, а також зменшуються початкові капітальні витрати на будівництво нової будівлі [8].

Також такі вікна здатні відбивати від себе сонячне проміння при допоміжному покритті, що можна регулювати за допомогою їх увімкнення чи вимкнення на фасаді будівлі.



Рисунок 3 – Смарт-скло

Таке скло часто застосовується у світовій практиці, до прикладу можна взяти Сингапур та Амстердам. У цих країнах часто можна зустріти їх використання у офісних будівлях чи торгових центрах.

До усього можна розглянути кінетичні фасади, який витікає із динамічних. Зазвичай їх використовують для затінення будинків, збільшення енергоефективності за допомогою вітрової енергії, чи як фасадної особливості будівель. Ще із варіантів, фасади можна використовувати для покращення інсоляційних якостей. Дзеркальні кінетичні фасади - це інноваційні архітектурні рішення, що поєднують декоративні, енергоефективні та кінетичні функції. Цей тип фасаду використовує рухомі елементи, такі як обертові панелі та дзеркала, для створення естетичного ефекту та оптимізації енергоспоживання будівлі (рис. 4).



Рисунок 4 – Приклад моделювання відбиття сонячних променів

Розміщення кінетичних структур на кожній панелі фасаду розвиває здатність передавати складні образи. Наприклад, дзеркальний фасад складається з двох частин: дзеркала та механічної частини. Як тільки розраховується кут нахилу сонця, комп'ютер може надати кут повороту кожного дзеркала за допомогою алгоритмічних принципів і відправити його на сервер. Потім він надсилає його в цифровому вигляді до серводвигунів [9].

Ці фасади б могли також використовуватися, як запобіжники затінення та на жалі, не існує широко відомих комерційно доступних фасадів призначених для спеціального відбивання світла. Більшість кінетичних фасадів, як правило, призначені для забезпечення прозорості, затінення чи декоративних цілей. Проте ця тенденція починає розвиватися зараз. Такі проекти надаватимуть традиційному фасаді нового статусу. Дзеркала на фасаді змінюють вигляд архітектури майбутнього. Його добре видно здалеку. Воно відкриває майбутнє архітектури та людської взаємодії.

Висновки

Інсоляція є важливою частиною будівництва та життєдіяльності міста. Зростання щільності будівництва, високі будівлі та архітектурні тенденції можуть призводити до затінення та зниження інсоляції, що в свою чергу викликає проблеми енергоспоживання та комфорту для мешканців. У

сучасній архітектурі та будівництві велика увага приділяється енергоефективності та використанню інноваційних технологій.

Дизайн міських фасадів є ключовим питанням у розвитку сталих та енергоефективних міст. Динамічні рішення можуть принести в міське середовище естетику та функціональність, забезпечуючи при цьому енергоефективність будівель. Ці інноваційні технології можуть покращити сонячне випромінювання, гарантувати оптимальне використання сонячної енергії та забезпечити приємне середовище всередині будівлі.

Тому в розвитку сучасних міст технології управління інсоляцією є новим напрямком для будівельної галузі на шляху до створення енергоефективних та комфортних міських просторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kutlu, H.G., 2000. The peculiarities of light as a quality in architecture. M.Sc. Thesis, İzmir Institute of Technology. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://gcris.iyte.edu.tr/handle/11147/3908>
2. Determination of insolation conditions and selection of the optimal orientation of residential buildings. Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/11344/1/2512-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-3665-2-10-20220706.pdf>
3. Boubekri, M., 2014. Daylighting design. Birkhäuser. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://issuu.com/birkhauser.ch/docs/daylighting_design_planning_strate
4. Energistyrelsen, Bygningsreglement 2010. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://byggningsreglementet.dk/br10_03/0/42
5. W.K. Chow et al. Simulation of energy use for single-compartment buildings in Hong Kong Appl Energy. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626199700024X>
6. Hongkong and Shanghai Bank Headquarters [Електронний ресурс] // Foster and Partners – Режим доступу: <https://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters/>
7. Wikiprdia. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BB%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83_HSBC_\(%D0%93%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B3](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BB%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83_HSBC_(%D0%93%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B3)
8. Electrochromic dynamic windows for office buildings. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609012000118>
9. Kinetic Mirror Façad. International Scientific Journal. Architecture and Engineering. . [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://architecture.scientific-journal.com/articles/1/21.pdf>

REFERENCES

1. Kutlu, H.G., 2000. The peculiarities of light as a quality in architecture. M.Sc. Thesis, İzmir Institute of Technology. URL: <https://gcris.iyte.edu.tr/handle/11147/3908>
2. Determination of insolation conditions and selection of the optimal orientation of residential buildings. Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. URL: <https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/11344/1/2512%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%96-3665-2-10-20220706.pdf>
3. Boubekri, M., 2014. Daylighting design. Birkhäuser. URL: https://issuu.com/birkhauser.ch/docs/daylighting_design_planning_strate
4. Energistyrelsen, Bygningsreglement 2010. URL: http://byggningsreglementet.dk/br10_03/0/42
5. W.K. Chow et al. Simulation of energy use for single-compartment buildings in Hong Kong Appl Energy. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626199700024X>
6. Hongkong and Shanghai Bank Headquarters. Foster and Partners. URL: <https://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters/>
7. Wikiprdia. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BB%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83_HSBC_\(%D0%93%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B3](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BB%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83_HSBC_(%D0%93%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B3)
8. Electrochromic dynamic windows for office buildings. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609012000118>
9. Kinetic Mirror Façad. International Scientific Journal. Architecture and Engineering. URL: <https://architecture.scientific-journal.com/articles/1/21.pdf>

Кучеренко Лілія Василівна – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. email: liliya13liliya13@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-0348-3610.

Бабій Ігор Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва і архітектури. e-mail: igor7617@gmail.com

Сологуб Марина Сергіївна – студентка групи БМ-22м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: marina75sologyb@gmail.com

L. Kucherenko¹
I. Babii²
M. Sologub¹

PROMISING AREAS OF INSOLATION TECHNOLOGIES

¹Vinnitsia National Technical University

²Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

This article is dedicated to the study and analysis of modern insolation technologies aimed at improving comfort and energy efficiency in the urban environment. Analysis of the challenges faced by insolation in modern cities. Focusing the study on the energy efficiency aspects of buildings. A key aspect of the study is the use of dynamic and kinetic technologies in the architectural environment to improve the insolation characteristics of buildings and their interior spaces. Innovative approaches, technological solutions, and examples of successful implementation of these technologies in different cities of the world are considered. The results of the study create a basis for further research on innovative solutions for the use of solar radiation.

Key words: *Insolation technologies, urban construction, architecture, energy efficiency*

Liliya Kucherenko – Ph. D. of the Department of Building, Urban and Architecture of the Vinnitsa National Technical University. email: liliya13liliya13@gmail.com

Ihor Babii – PhD, Associate professor of the Department of Technology of Building Production of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. e-mail: igor7617@gmail.com

Marina Sologub – student of BM-22m group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: marina75sologyb@gmail.com