



МАРТИНОВ Вячеслав Леонідович,

д-р техн. наук, професор,

ORCID ID: 0000-0002-0822-1970

ПОЛЯК Юрій Юрійович,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ORCID ID: 0009-0008-4534-4006

ХЛЮПІН Олександр Анатолієвич,

Київський національний авіаційний університет

ORCID ID: 0000-0003-3599-2700

Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРІЄНТАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ, ЩО ОБЕРТАЮТЬСЯ

Постійне слідкування будівлі за сонцем може значно підвищити її енергоефективність за рахунок максимального використання сонячної енергії, але при цьому вимагає суттєвих енергетичних витрат на обертання будівлі. Тому зміна орієнтації будівлі кілька разів протягом часу доби або року дає можливість більш ефективно використовувати позитивний теплоенергетичний вплив навколишнього середовища, у першу чергу, вплив сонячної радіації (СР) та мінімально витрачати енергію на обертання. Отже, задача визначення оптимальної орієнтації окремо розташованих будівель зводиться до оптимізації азимутальної орієнтації для інтервалів часу протягом доби або року (дискретна зміна орієнтації) з точки зору мінімізації тепловтрат через теплоізоляційну оболонку будівлі для опалювального періоду (з урахуванням впливу сонця і вітру), а також мінімізації теплонадходжень у літній період. При цьому змінним параметром є азимут будівлі A_B .

На рис. 1 зображені будівлі, що можуть змінювати свою орієнтацію за рахунок обертання навколо вертикальної осі. Такі будівлі можуть мати як один суцільний об'єм, так і складатися з окремих об'ємів поверхів у вигляді асиметричних дисків, за різної геометричної форми (нанизаних на стрижень), що обертаються незалежно один від одного. У цьому випадку здійснюється оптимізація орієнтації кожного поверху окремо.

Таким чином, для визначення оптимальної орієнтації будівлі, що дискретно обертається, пропонуються аналітичний та графічний комп'ютеризовані способи визначення її орієнтації, а також методика та алгоритм їх розв'язання, які наведено далі.



Рис. 1. Будівлі, що змінюють орієнтацію

Оптимізація зміни орієнтації будівель протягом доби або року

На рис. 2 показано розроблену структуру оптимізації орієнтації (A_B) будівель, що дискретно змінюють орієнтацію, з геометричною формою у вигляді багатогранника або циліндра, апроксимованого площинами.

Оптимальна орієнтація будівлі може визначатися для інтервалу часу протягом доби або року, при цьому змінним параметром є азимутальна орієнтація будівлі (A_B). Мінімізуються тепловтрати через огорожувальні конструкції теплоізоляційної оболонки будівлі протягом опалювального періоду, а також теплонадходження – для літнього періоду. При цьому враховуються особливості теплопередачі непрозорих і світлопрозорих конструкцій, де незмінними є параметри їх опору теплопередачі, об'єм і геометрична форма будівлі. А для визначення оптимальної орієнтації будівлі оптимальна орієнтація будівлі може визначатися для інтервалу часу протягом доби або року, при цьому змінним параметром є азимутальна орієнтація будівлі (A_B). Мінімізуються тепловтрати через огорожувальні конструкції теплоізоляційної оболонки будівлі протягом опалювального періоду, а також теплонадходження – для літнього

періоду. При цьому враховуються особливості теплопередачі непрозорих і світлопрозорих конструкцій, де незмінними є параметри їх опору теплопередачі, об'єм і геометрична форма будівлі. А для визначення оптимальної орієнтації енергоефективної будівлі пропонується аналітичний і графічний способи розв'язання.

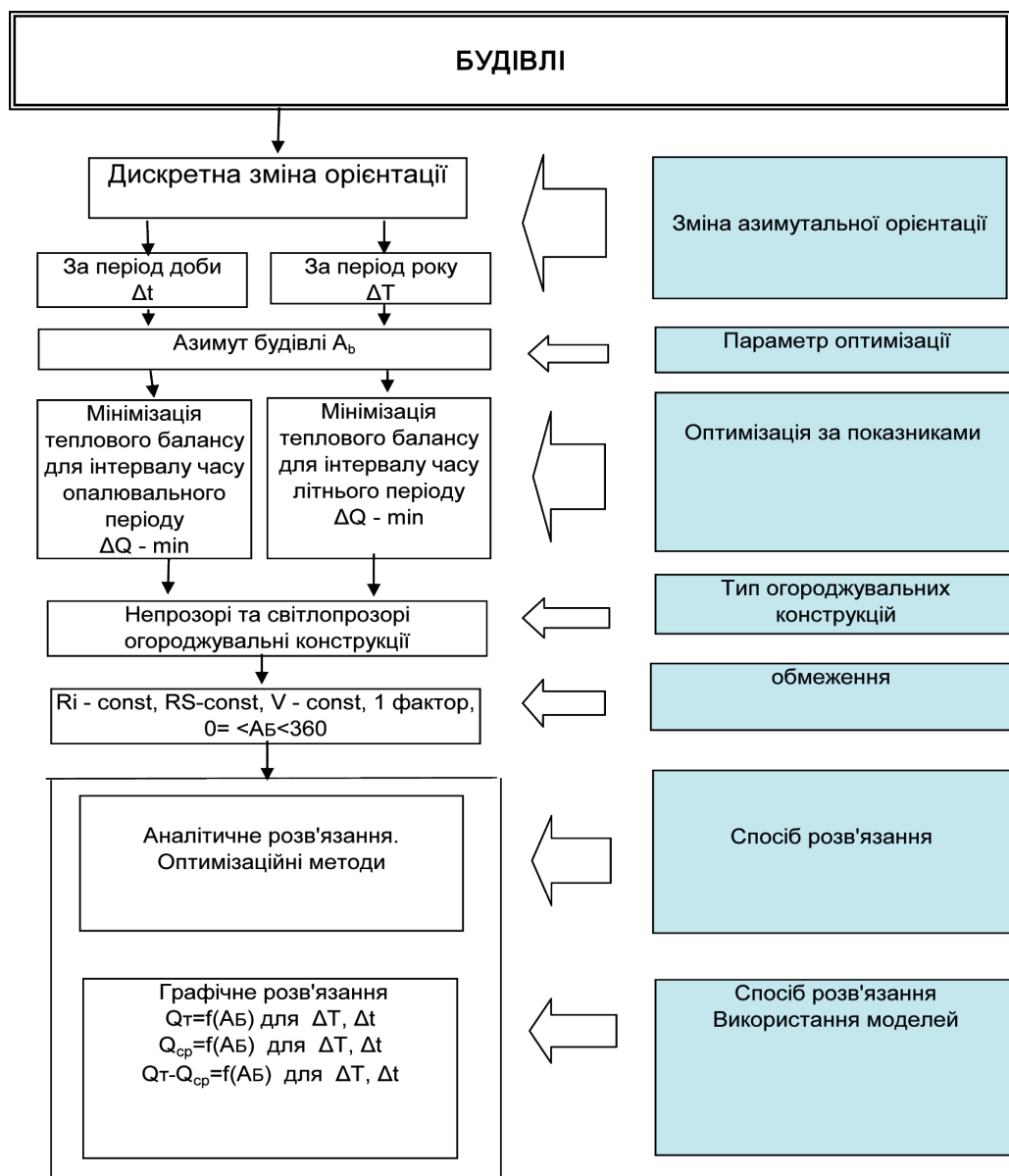


Рис. 2. Структура визначення оптимальної орієнтації дискретно-слідкуючих будівель

Аналітичний спосіб визначення оптимальної орієнтації будівлі для інтервалу часу Δt_i протягом доби

Оскільки будівля змінює свою орієнтацію декілька разів протягом часу доби, то для кожного інтервалу часу Δt_i визначається її оптимальна орієнтація, де тепловий баланс будівлі є сумою балансів окремих граней.

Математичну модель теплового балансу грані будівлі з прозорими та непрозорими огорожувальними конструкціями для інтервалу часу доби можливо зобразити у вигляді нелінійної функції зі змінним параметром A_B азимутальної орієнтації будівлі¹:

Цільова функція

$$\Delta Q_{\text{гр}_i} = \frac{S_{\text{ст}_i}}{R_{\text{ст}_i}} \left[t_{B_i} - \left(t_{3_i} + \frac{r_i I_{\text{сеп}_i}}{\alpha_{\text{зст}_i}} \right) \right] \Delta t + \frac{S_{B_i} (t_{B_i} - t_{3_i}) \Delta t}{R_{B_i}} - I_{\text{сеп}_i} K_i \zeta_i \varepsilon_{o_i} S_{B_i} \Delta t. \quad (1)$$

$$\Delta Q_B = \sum \Delta Q_{\text{гр}_i}, \Delta Q_A \rightarrow \min \quad (2)$$

$$\Delta Q_A \rightarrow \min. \quad (3)$$

Система обмежень

$$S_{B_i} = \text{const}, \quad S_{\text{ст}_i} = \text{const}; \quad (4)$$

$$R_{\text{ст}_i} = \text{const}, \quad R_{B_i} = \text{const}. \quad (5)$$

де $t_{\text{ум}_i}$, t_{3_i} – умовна і фактична температури зовнішнього повітря; r_i – альбедо поверхні грані; $I_{\text{сеп}_i}$ – середня енергетична освітленість короткохвильовою СР; $I_{\text{сеп}_i} = f(A_{\text{ст}_i})$ – аналітична залежність середнього рівня енергетичного освітлення СР грані для інтервалу часу Δt (визначається згідно з методикою, викладеною у [1] підрозділі 2.1); A_B – азимут будівлі; $\alpha_{\text{ст}_i}$ – коефіцієнт теплообміну між зовнішньою поверхнею огороження і зовнішнім повітрям; $S_{\text{ст}_i}$ – площа непрозорої конструкції грані огорожувальних конструкцій; $R_{\text{ст}_i}$ – опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій; R_{B_i} – опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій; ζ_i – коефіцієнт, що враховує затінення віконного прорізу непрозорими елементами; ε_{o_i} – коефіцієнт відносного проникнення СР для світлопрозорих конструкцій; K_i – коефіцієнт дійсних умов хмарності, що впливають на надходження СР.

Оптимізація нелінійною функції відбувається за способом Хука-Дживса. У випадку коли функція енергетичної освітленості СР є лінійною доцільно використовувати сімлекс-метод.

¹ Мартинов В. Моделирование оптимальных геометрических параметров энергоэффективных зданий гранчастой формы: дис. доктор техн. наук : 05.01.01 / Мартинов В'ячеслав Леонідович. М., 2015. 351 с.

Аналітичний спосіб визначення оптимальної орієнтації будівлі для інтервалу часу ΔT протягом року

Для визначення оптимальної орієнтації будівлі для інтервалу часу протягом року ΔT розроблено математичну модель, яку було описано в підрозділі 6.1

Графічний спосіб визначення оптимальної орієнтації будівлі для інтервалу часу протягом доби та року

З використанням графічних моделей залежності теплового балансу будівлі $\Delta Q_B = f(A_B)$ для інтервалу часу року ΔT та $\Delta Q_B = f(A_B)$ для інтервалу часу доби Δt , які реалізовано у вигляді ППП Optorient, визначається оптимальна орієнтація.

Алгоритм розрахунку оптимальної азимутальної орієнтації будівлі

Алгоритм визначення азимутальної орієнтації будівлі з урахуванням нормативних вимог до освітлення та інсоляції наведено на рис. 3



Рис. 3. Алгоритм визначення оптимальної орієнтації будівель

Спочатку розробляється ескізний проект будівлі та визначаються інтервали часу року ΔT для оптимізації орієнтації, а також час її зміни. Для інтервалу часу року ΔT аналітичним або графічним способом визначається оптимальна орієнтація будівлі, а далі перевіряється її відповідність вимогам з освітлення приміщень і дотримання нормативного часу інсоляції. У випадку, якщо дані відповідають зазначеним вимогам, то проект допрацюється і затверджується режим зміни орієнтації протягом року. Але якщо не досягнуто такої відповідності, то орієнтація будівлі обов'язково має бути відкоригована.

DOI: 10.51587/9798-9866-95983-2023-015-41-46

КОСТЮКЕВИЧ Тетяна Костянтинівна,

канд. геогр. наук,

Одеський державний екологічний університет

ORCID ID: 0000-0002-1952-8839

ДАНІЛОВА Наталія Василівна,

канд. геогр. наук,

Одеський державний екологічний університет

ORCID ID: 0000-0003-2334-6058

ШАПОРЕВА Олена Ігорівна,

студентка,

Одеський державний екологічний університет

ПОДОЛЮК Дар'я Вікторівна,

студентка,

Одеський державний екологічний університет

Україна

ЕКСПЕРТНА ГРОШОВА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ЗА РИНКОВИМ ПІДХОДОМ В МЕЖАХ МІСТА МИКОЛАЇВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Земля є найважливішим елементом національного багатства нашої країни і займає особливе місце у житті будь-якого суспільства. З географічної погляду це просторовий базис проживання людей; у політичному сенсі – це територія, де державою формується певна правова система; в економічній сфері – це головне засіб виробництва у сільському господарстві та основа для розміщення та розвитку всіх інших галузей економіки.

Значна суспільна роль землі забезпечує задоволення великого спектра потреб людини: фізіологічних, екологічної безпеки, психологічних, соціаль-