

## ОПТИМІЗАЦІЯ ОРІЄНТАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ З ДОТРИМАННЯМ НОРМ ОСВІТЛЕНОСТІ ТА ІНСОЛЯЦІЇ

*Кременчуцький національний університет імені Михайла  
Остроградського, Кременчук, Україна*

*Анотація – розроблено спосіб оптимізації орієнтації гранних енергоефективних будівель за критерієм мінімізації теплового балансу будівлі з оточуючим середовищем протягом опалювального періоду з дотриманням норм освітленості та інсоляції. Спосіб можна застосовувати при проектуванні енергоефективних і звичайних будинків.*

**Постановка проблеми.** При проектуванні енергоефективних будівель виникає завдання оптимізації теплоенергетичного впливу зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі. Це можливо за рахунок оптимізації геометричних параметрів будівель: азимутальної орієнтації, пропорцій, розташування і площі світлових прорізів; оптимального розподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях. Вдалий вибір параметрів орієнтації для будівель з різною геометричною формою дає можливість збільшити вплив тепла від сонячної радіації на оболонку будівлі в опалювальний період і зменшити – у літній період. Що дає можливість скоротити витрати на опалення протягом опалювального періоду та охолодження протягом літнього періоду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячені роботи [1–3], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції за одним параметром пропорцій, дані рекомендації по орієнтації будівлі. У роботах [4, 5] окремо оптимізувалася форма будівлі та окремо параметри утеплювача непрозорих конструкцій будівлі з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій. У роботі [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель. Питання оптимізації орієнтації будівлі з дотриманням норм освітлення та інсоляції для будівель з різною геометричною формою, опором теплопередачі огорожувальних конструкцій, площею та розташування вікон не розглядалося.

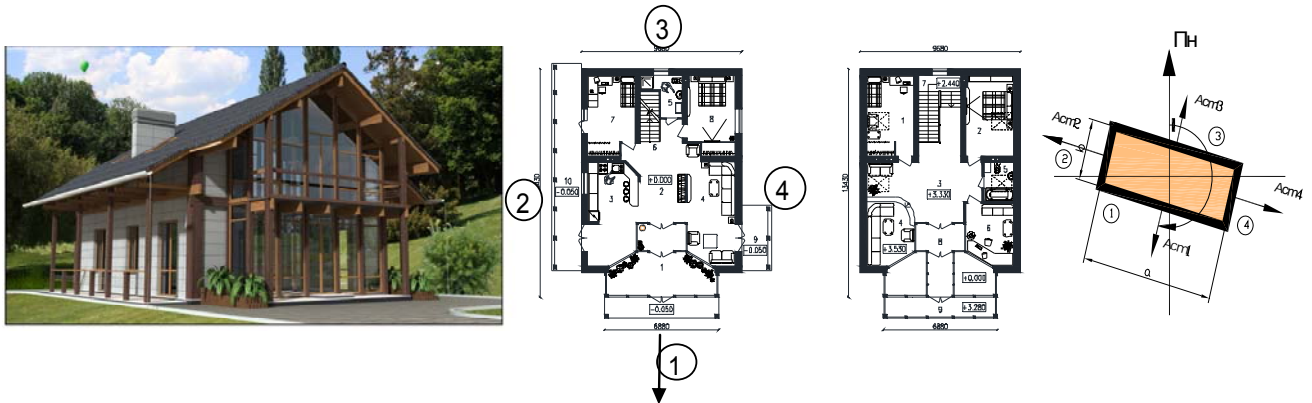
**Постановка завдання.** Для підвищення енергоефективності будівель запропонувати спосіб оптимізації енергоефективних будівель з дотриманням норм інсоляції та освітлення приміщень. Критерієм оптимізації є мінімізація теплового балансу огорожувальних конструкцій з оточуючим середовищем для опалювального періоду.

**Основна частина.** Для оптимізації орієнтації енергоефективних будівель розроблено комплекс програм *OPTORIENT* моделювання теплового балансу як окремих граней, так і будівлі в цілому для опалювального та літнього періодів за різних вихідних умов. Моделі будуються на екрані дисплея і оцінюються проектувальником. Алгоритм використання моделей та оптимізації наведено на рис.1. При цьому дотримуються вимоги норм інсоляції приміщень і природнього освітлення (КПО).



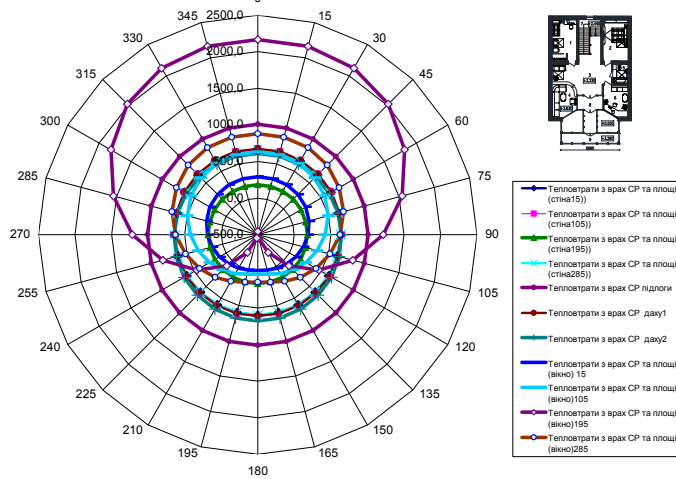
**Рис.1. Алгоритм оптимізації орієнтації будівель**

**Приклад оптимізації.** Мансардна будівля, яка розташована в м. Київ (50-й градус північної широти), об'ємом  $V= 762,9 \text{ м}^3$  (рис. 2) з прямокутним планом. Кут нахилу даху 30 градусів.

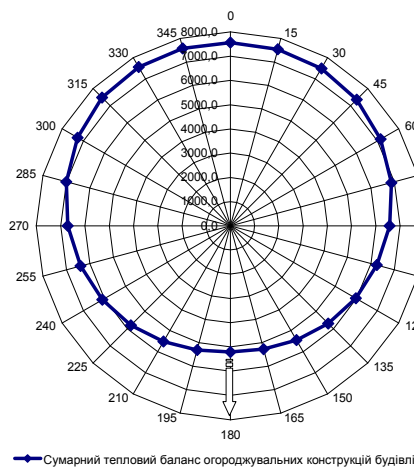


**Рис. 2. Енергоефективна будівля**

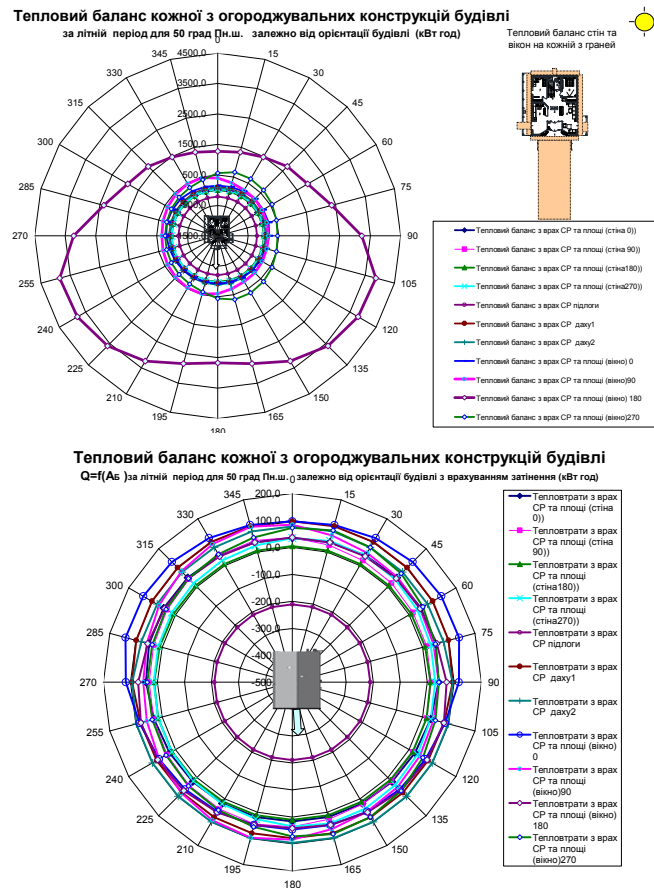
**Тепловий баланс кожної грані огороджувальних конструкцій будівлі**  
за опалювальний період для 50 град Пн.Ш. в залежності від орієнтації кВтгод  $Q=f(A_B)$



**СУМАРНИЙ ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ**  
 $Q=f(A_B)$  для опалювального періода м. Київ (квт год)



**Рис.3. Моделі залежності теплового балансу окремих конструкцій  $\Delta Q_{ki}=f(A_B)$  та будівлі вцілому  $\Delta Q_B=f(A_B)$  від азимутальної орієнтації для опалювального періоду**



**Рис.4. Моделі залежності теплового балансу окремих конструкцій  $\Delta Q_{ki}=f(A_{\Sigma})$  та будівлі в цілому  $\Delta Q_{\Sigma}=f(A_{\Sigma})$  від азимутальної орієнтації для літнього періоду**

Будівля має наступні параметри форми  $a = 9,68$  м,  $b = 12$  м,  $h = 8,3$  м (по внутрішній поверхні конструкцій), опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій кожної з граней будівлі складає  $R_{ст1} = 5,6$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{ст2} = 5,6$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{ст3} = 5,6$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{ст4} = 5,6$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{дах5} = 7,0$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{дах6} = 7,0$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{підл} = 8,0$  м<sup>2</sup>К/Вт, площа вікон кожної з граней  $S_{в1} = 2,61$  м<sup>2</sup>,  $S_{в2} = 5,6$  м<sup>2</sup>,  $S_{в3} = 46,10$  м<sup>2</sup>,  $S_{в4} = 7,82$  м<sup>2</sup>,  $S_{вдах5} = 0,96$  м<sup>2</sup>,  $S_{вдах6} = 1,92$  м<sup>2</sup>. Опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій на кожній із граней  $R_{в1} = 0,75$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{в2} = 0,75$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{в3} = 1,8$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{в4} = 0,75$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{вдах5} = 0,75$  м<sup>2</sup>К/Вт,  $R_{вдах6} = 0,75$  м<sup>2</sup>К/Вт.

Визначено залежність теплового балансу кожної грані всіх типів конструкції [6] від азимутальної орієнтації для опалювального періоду. Найбільший вплив орієнтація має для світлопрозорих конструкцій, а особливо для подвійно зашкленого фасаду з опором теплопередачі  $R_{в3} = 1,8$  м<sup>2</sup>К/Вт і великою площею  $S_{в3} = 46,10$  м<sup>2</sup>. Для нього теплонадходження від сонячної радіації перевищують тепловтрати.

Для оптимізації орієнтації будівлі моделюється тепловий баланс кожної огорожувальної конструкції  $\Delta Q_{ki}=f(A_{\Sigma})$  та будівлі в цілому  $\Delta Q_{\Sigma}=f(A_{\Sigma})$  з оточуючим середовищем [6]. Оптимізовано орієнтацію будівлі. Будівля орієнтується подвійним скляним фасадом на південь

рис.3, що дає скорочення тепловтрат 29 відсотків порівняно з північною орієнтацією.

Для захисту будинку від перегріву в літній період будуються моделі теплового балансу. Найбільші теплонадходження відбуваються через подвійний скляний фасад за рахунок надходження тепла від сонячної радіації. З використанням комплексних сонячних карт будуються сонцезахисні пристрої, які захистять будівлю від перегріву рис.4. При цьому дотримуються норми освітленості та інсоляції.

Для подальшого підвищення енергоефективності необхідно оптимізувати пропорції будівлі, площу та розташування вікон, перерозподілити утеплювач по огорожувальним конструкціям.

**Висновки.** Розроблено комплекс програм *OPTORIENT* та спосіб оптимізації орієнтації будівлі з різною гранною геометричною формою за критерієм мінімізації теплового балансу будівлі з оточуючим середовищем за опалювальний період з дотриманням норм освітленості та інсоляції. Його використання дає можливість зменшити витрати на опалення протягом опалювального періоду та охолодження протягом літнього періоду.

## Література

1. Маркус Т. А. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.

2. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.

3. Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків/ В. Л. Мартинов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харьков, 2009. – С. 153–158.

4. Сергейчук О. В. Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності/ О. В. Сергейчук // Матеріали VI Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн». – Сімферополь, 2009. – С. 44–49.

5. Сергейчук О. В. Оптимізація форми енергоефективної будівлі, зовнішня оболонка якого n-параметрична поверхня / О. В. Сергейчук // Матеріали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.

6. Мартинов В. Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель / В. Л. Мартинов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні

технології та дизайн: теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. –С. 135–139.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ОРИЕНТАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ  
ЗДАНИЙ С СОБЛЮДЕНИЕМ НОРМ ОСВЕЩЕННОСТИ И  
ИНСОЛЯЦИИ**

*В. Л. Мартынов*

Разработан способ оптимизации ориентации гранных энергоэффективных зданий по критерию минимизации теплового баланса здания с окружающей средой в течение отопительного периода с соблюдением норм освещенности и инсоляции. Способ возможно использовать при проектировании энергоэффективных и обычных домов.

**OPTIMIZATION OF ORIENTATION ENERGOEFFECTIVNYH  
BUILDINGS IN ACCORDANCE WITH THE RULES AND LIGHT  
INSOLATION**

*V. Martynov*

Method of optimizing the orientation of the face of energy efficient buildings by minimizing the heat balance of the building with the environment during the heating period, in compliance with rules-light and sun exposure. The method may be used in the design of energy-efficient and conventional homes.