

УДК 515.2

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ДОТРИМАННЯМ НОРМ ОСВІТЛЕНОСТІ ТА ІНСОЛЯЦІЇ

В. Л. Мартинов

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: ddd151@yandex.ru

При проектуванні енергоефективних та енергоекономічних будівель постає задача зменшення витрат на опалення, підвищення їх енергоефективності. Це можливо за рахунок оптимізації параметрів будівель, один з них – це азимутальна орієнтація. Розроблено комп'ютеризований спосіб оптимізації орієнтації гранних енергоефективних будівель (з урахуванням особливостей геометричної форми будівлі, площі та розташування вікон) за критерієм мінімізації теплового балансу огорожувальних конструкцій будівлі з оточуючим середовищем протягом опалювального періоду з дотриманням норм освітленості та інсоляції. Даний спосіб визначення орієнтації можливо використовувати при проектуванні як енергоефективних, так і звичайних будівель. У діалоговому режимі проектувальник-комп'ютер визначає оптимальну азимутальну орієнтацію будівлі.

Ключові слова: оптимізація орієнтації будівлі, енергоефективні будівлі, гранна форма, геометричне моделювання, тепловий баланс, норми освітленості, норми інсоляції.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С СОБЛЮДЕНИЕМ НОРМ ОСВЕЩЕННОСТИ И ИНСОЛЯЦИИ

В. Л. Мартынов

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: ddd151@yandex.ru

При проектировании энергоэффективных и энергоэкономичных зданий возникает задача уменьшения затрат на отопление, повышение их энергоэффективности. Это возможно за счет оптимизации параметров зданий, один из них – это азимутальная ориентация зданий. Разработан компьютеризированный способ оптимизации ориентации гранных энергоэффективных зданий (с учетом особенностей геометрической формы здания, площади и расположения окон) по критерию минимизации теплового баланса ограждающих конструкций здания с окружающей средой в течение отопительного периода с соблюдением норм освещенности и инсоляции. Данный способ определения ориентации можно использовать при проектировании как энергоэффективных, так и обычных зданий. В диалоговом режиме проектировщик-компьютер определяет оптимальную азимутальную ориентацию здания.

Ключевые слова: оптимизация ориентации здания, энергоэффективные здания, гранная форма, геометрическое моделирование, тепловой баланс, нормы освещенности, нормы инсоляции.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. 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 та інше. 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.

Проектувальнику необхідно володіти способом визначення оптимальної азимутальної будівель.

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; надано рекомендації щодо орієнтації будівлі у вигляді прямокутного паралелепіпеда без урахування норм освітленості та інсоляції, особливостей опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. У робо-

тах [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.

Мета роботи – запропонувати спосіб оптимізації азимутальної орієнтації енергоефективних будівель з дотриманням норм інсоляції та освітлення приміщень для підвищення енергоефективності будівель. Критерієм оптимізації є мінімізація теплового балансу огорожувальних конструкцій з оточуючим середовищем для опалювального періоду.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для оптимізації орієнтації енергоефективних будівель розроблено алгоритм і комплекс програм *OP-TORIENT* моделювання теплового балансу як окремих граней [6], 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 природного освітлення (КПО).

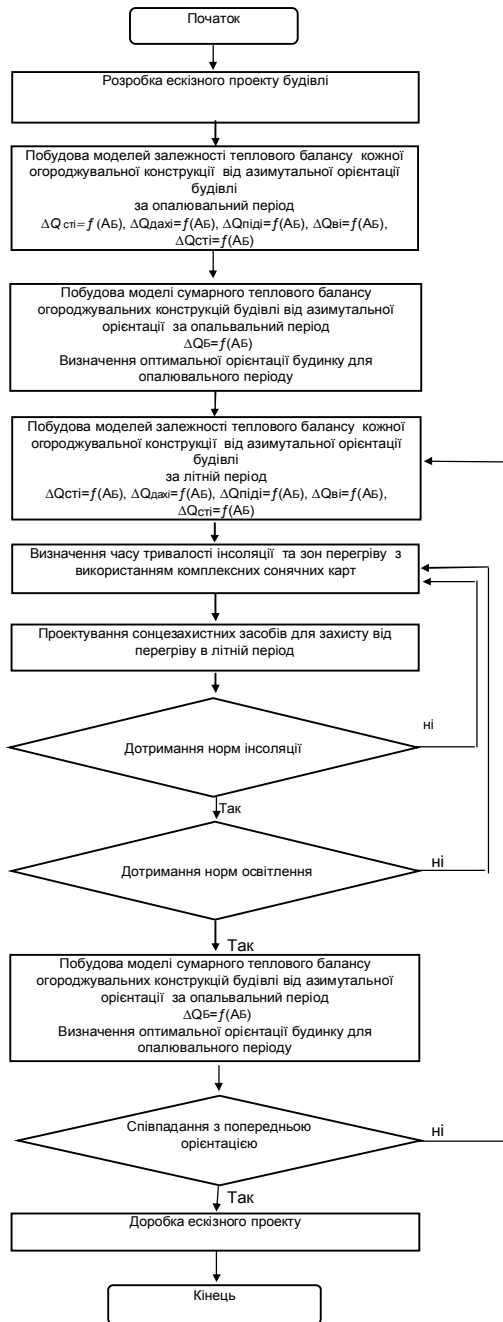


Рисунок 1 – Алгоритм оптимізації орієнтації

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.

Будівля має наступні параметри форми $a = 9,68 \text{ м}$, $b = 12 \text{ м}$, $h = 8,3 \text{ м}$ (по внутрішній поверхні конструкцій), опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій кожної з граней будівлі складає $R_{ст1} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{ст2} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{ст3} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{ст4} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{дах5} = 7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{дах6} = 7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{підл} = 8,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, площа вікон кожної з

граней $S_{в1} = 2,61 \text{ м}^2$, $S_{в2} = 5,6 \text{ м}^2$, $S_{в3} = 46,10 \text{ м}^2$, $S_{в4} = 7,82 \text{ м}^2$, $S_{вдах5} = 0,96 \text{ м}^2$, $S_{вдах6} = 1,92 \text{ м}^2$. Опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій на кожній із граней $R_{в1} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{в2} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{в3} = 1,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{в4} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{вдах5} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{вдах6} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

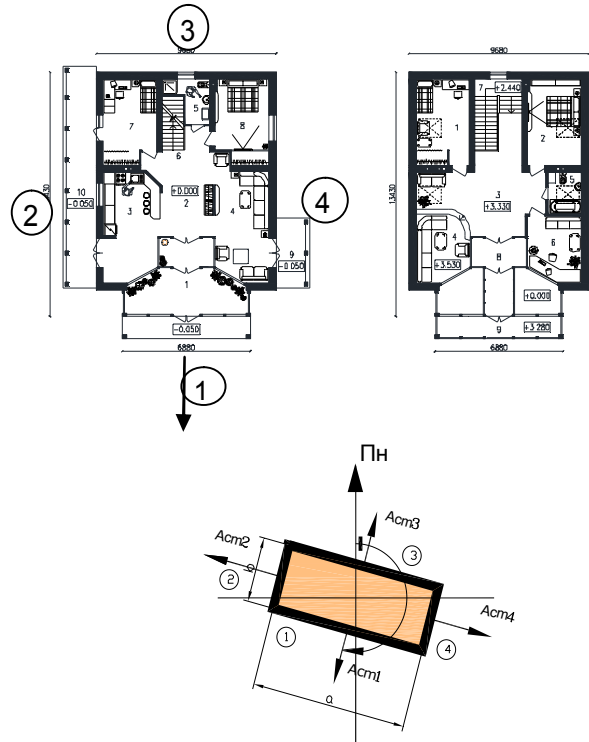


Рисунок 2 – Енергоефективна будівля

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 $R_{в3} = 1,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ і великою площею $S_{в3} = 46,10 \text{ м}^2$. Для нього теплонадходження від сонячної радіації перевищують тепловтрати.

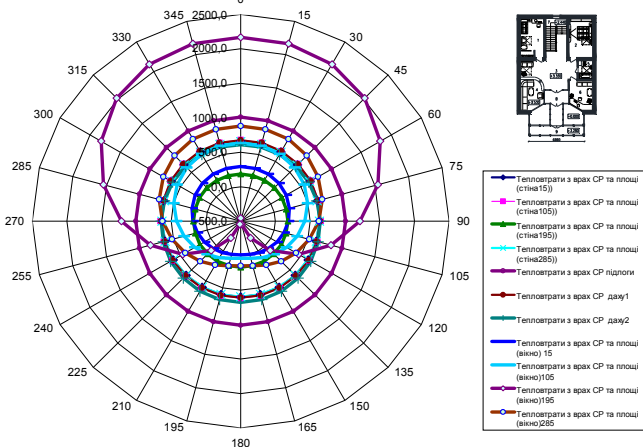
Для оптимізації орієнтації будівлі моделюється тепловий баланс кожної огорожувальної конструкції $\Delta Q_{кi} = f(A_{вi})$ та будівлі вцілому $\Delta Q_{в} = f(A_{вi})$ із оточуючим середовищем [6]. Оптимізовано орієнтацію будівлі. Будівля орієнтується подвійним скляним фасадом на південь рис. 3, що дає скорочення тепловтрат 29 % 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 огорожувальних конструкціях.

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



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

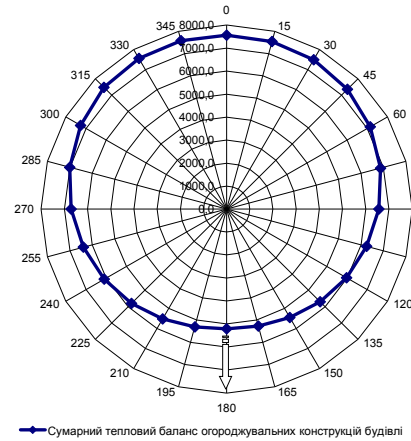
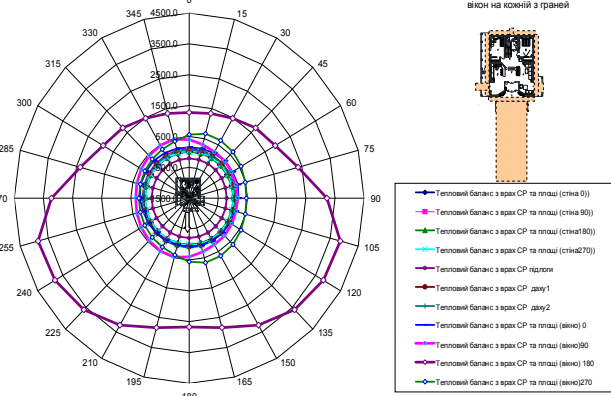


Рисунок 3 – Моделі залежності теплового балансу окремих конструкцій $\Delta Q_{Ki}=f(A_B)$ та будівлі в цілому $\Delta Q_B=f(A_B)$ від азимутальної орієнтації для опалювального періоду

Тепловий баланс кожної з огорожувальних конструкцій будівлі за літній період для 50 град Пн.Ш. залежно від орієнтації будівлі (кВт год)



Тепловий баланс кожної з огорожувальних конструкцій будівлі $Q=f(A_B)$ за літній період для 50 град Пн.Ш. (залежно від орієнтації будівлі з врахуванням затінення) (кВт год)

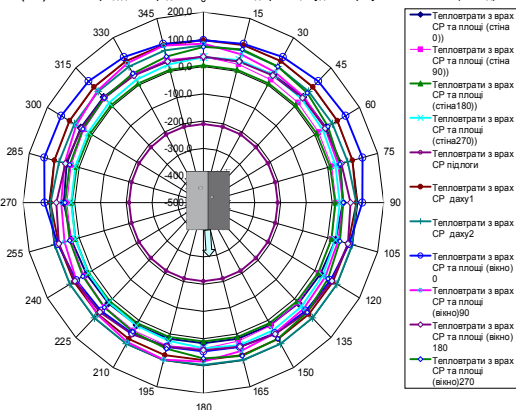


Рисунок 4 – Моделі залежності теплового балансу окремих конструкцій $\Delta Q_{Ki}=f(A_B)$ та будівлі в цілому $\Delta Q_B=f(A_B)$ від азимутальної орієнтації для літнього періоду

ВИСНОВКИ. Розроблено компютеризований спосіб та алгоритм оптимізації орієнтації будівлі з різною гранною геометричною формою за критерієм мінімізації теплового балансу огорожувальних конструкцій 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

- Здания, климат и энергия / Т.А. Маркус, Э.Н. Морис. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
- Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табунчиков, М.М. Бродач. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.
- Маргинов В.Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків // 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 // 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 якої n-параметрична поверхня // Матеріали VII Міжнарод-

ної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.

6. Мартинов В.Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн: теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. – С. 135–139.

DETERMINATION OF OPTIMAL ORIENTATION OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS IN ACCORDANCE WITH STANDARDS OF ILLUMINATION AND INSOLATION

V. Martynov

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: ddd151@yandex.ru

For design of energy-efficient and energy-saving buildings one of the topical problems is to reduce the expenditures connected with heating and increase the buildings energy efficiency. It can be solved by optimizing the parameters of a building, and its azimuthal orientation in particular. The author has developed a computerized method optimizing the orientation of the faced energy-efficient buildings (taking into account their geometrical configuration, size and their fenestration pattern). The method is based on the criterion of heat balance minimization between the building envelope and its environment during the heating season and in compliance with standards of illumination and insolation. This method for the orientation determination can be used while designing as energy-efficient buildings, as the conventional ones as well. The optimum azimuthal orientation of a building is defining in the 'developer-computer' interactive mode.

Key words: building orientation optimization, energy-efficient buildings, faced shape, geometric modeling, heat balance, illumination standards, insolation standards.

REFERENCES

1. Markus, T.A., Maurice, J.E. (1985), *Zdaniya, klimat i energiya* [Buildings, climate and energy], Gidrometeoizdat, Leningrad, Russia.

2. Tabunshykov, Y.A., Brodach, M.M. (2002), *Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovoi effektivnosti zdaniy* [Mathematical modeling and optimization of thermal efficiency of buildings], AVOK-PRESS, Moscow, Russia.

3. Martynov, V.L. (2009), "Geometric modeling parameters power-houses", *Proceedings of the VI International Scientific Conference "Geometrical modeling and computer technologies: theory, practice and education*, pp. 153–158, Kharkiv, Ukraine.

4. Sergeychuk, O.V. (2009), "Optimization of isolation coating distribution on the building surface with

the efficiency class specified", *Proc. VI Int. Crimean Sci. Conf. «Geometrical and computer design: energy-savings, ecology, design»*, pp. 44–49, Kharkiv, Ukraine.

5. Sergeychuk, O.V. (2010), "Optimization of configuration of energy-efficient buildings with an external side as n-faced surface", *Proc. VI Int. Crimean Sci. Conf. «Geometric modelling and computer design»*, pp. 150–155, Simferopol, Ukraine.

6. Martynov, V.L. (2011), "Multiparameter optimization of edge energy-efficient buildings", *Proc. VII Int. Sci. Conf. "Geometric modelling, computer technology and design: theory, practice and education"*, pp. 135–139, Uzhgorod, Ukraine.

Стаття надійшла 20.09.2013