

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФОРМИ, УТЕПЛЮВАЧА, ОРІЄНТАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ОСВІТЛЕННЯ ТА ІНСОЛЯЦІЇ

*Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського, Україна*

Розроблено методика багатопараметричної оптимізації енергоефективних гранних будівель (азимутальної орієнтації будівель, параметрів форми, опору теплопередачі світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій кожної грані, площі вікон на кожній грані будівлі) за критерієм мінімізації теплового балансу огорожувальних конструкцій будівлі з оточуючим середовищем протягом опалювального періоду з урахуванням вимог освітленості та інсоляції.

Для мансардної будівлі, розташованої в м. Київ, за рахунок оптимізації її параметрів тепловтрати зменшилися на 23,91 відсотка. Дану методика можна застосовувати при проектуванні енергоефективних і звичайних будівель.

Постановка проблеми. При проектуванні енергоефективних будівель постає завдання оптимізації теплоенергетичного впливу зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі за рахунок оптимізації геометричних параметрів будівель: азимутальної орієнтації, її пропорцій, розташування і площі світлових прорізів; оптимального розподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях та ін. Вдалий вибір параметрів створює можливість для збільшення впливу тепла від сонячної радіації на оболонку будівлі та зменшення витрат на опалення будівлі протягом опалювального періоду.

Аналіз основних 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. 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. Наразі питання методики комплексної оптимізації параметрів форми, орієнтації, площі конструкцій будівель з урахуванням норм інсоляції та освітлення не розглядалося.

Формулювання цілей та завдання статті. Для підвищення енергоефективності будівель необхідно запропонувати методика багатопараметричної оптимізації енергоефективних будівель (оптимізації орієнтації, форми багатогранних будівель, опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, оптимальної площі й розташування вікон) з урахуванням норм інсоляції та освітлення приміщень. Критерій оптимізації –

мінімізація теплового балансу огорожувальних конструкцій з оточуючим середовищем для опалювального періоду.

Основна частина. Для оптимізації параметрів енергоефективних будівель розроблено комплекс програм *Optimparam* з оптимізації параметрів і моделювання теплового балансу як окремих граней, так і будівлі в цілому для опалювального та літнього періодів за різних вихідних умов. Алгоритм використання моделей та оптимізації наведено на рис. 1. При цьому дотримуються вимоги нормованої інсоляції приміщень і коефіцієнта природного освітлення (КПО).

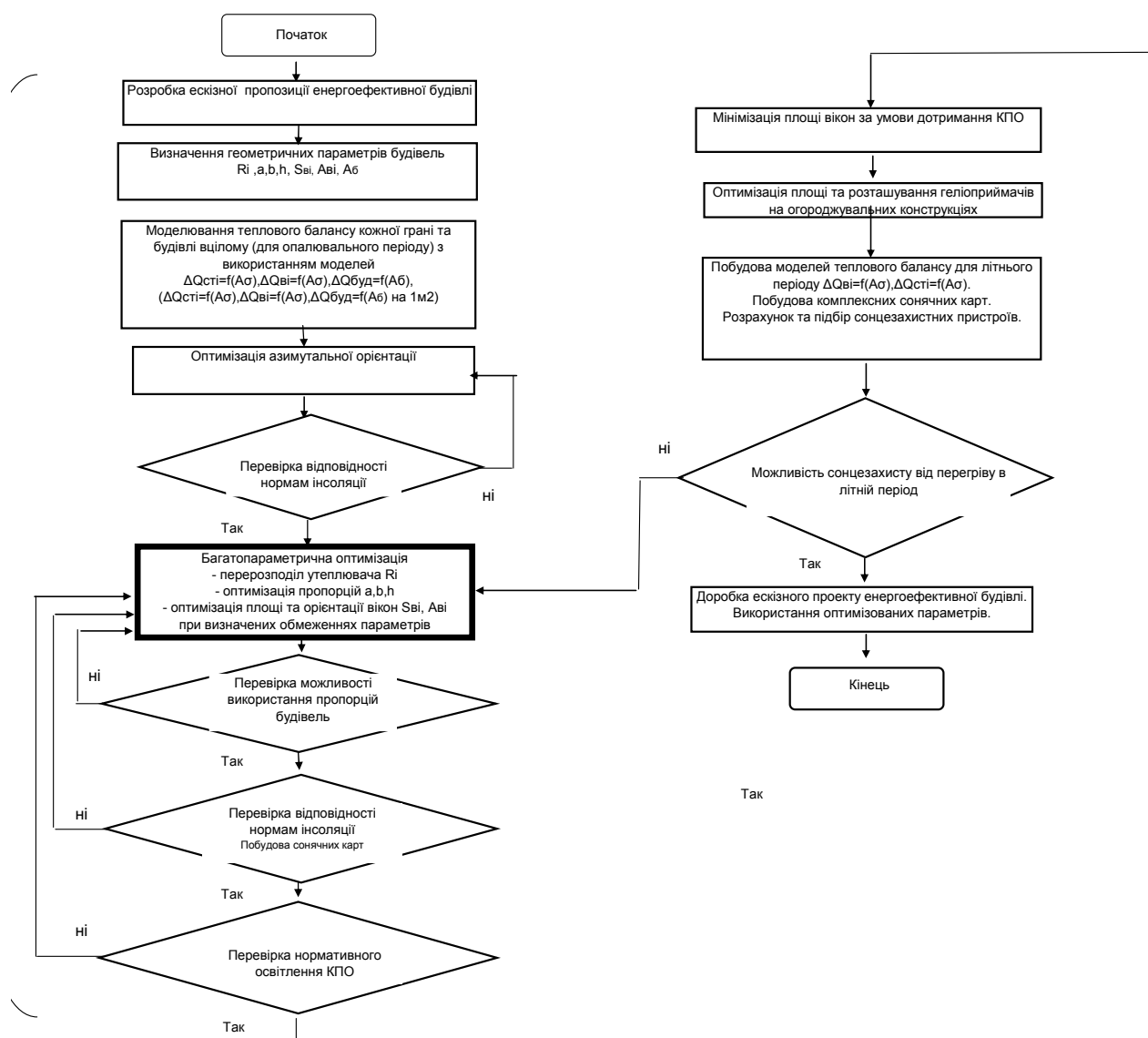


Рис. 1. Алгоритм оптимізації параметрів будівлі

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 змінні параметри: три параметри форми ($a = 9,68 \text{ м}$, $b = 12 \text{ м}$, $h = 8,3 \text{ м}$ по внутрішній поверхні конструкції), сім параметрів товщини утеплювача (що замінені опором теплопередачі) непрозорих огорожувальних

конструкцій кожної з граней будівлі: $R_{ст1} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{ст2} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{ст3} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{ст4} = 5,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{дах5} = 7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{дах6} = 7,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{підл} = 8,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, шість параметрів площі вікон кожної з граней $S_{в1} = 2,61 \text{ м}^2$, $S_{в2} = 5,6 \text{ м}^2$, $S_{в3} = 46,10 \text{ м}^2$, $S_{в4} = 7,82 \text{ м}^2$, $S_{вдах5} = 0,96 \text{ м}^2$, $S_{вдах6} = 1,92 \text{ м}^2$, шість параметрів опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій на кожній із граней $R_{в1} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{в2} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{в3} = 1,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{в4} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{вдах5} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, $R_{вдах6} = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

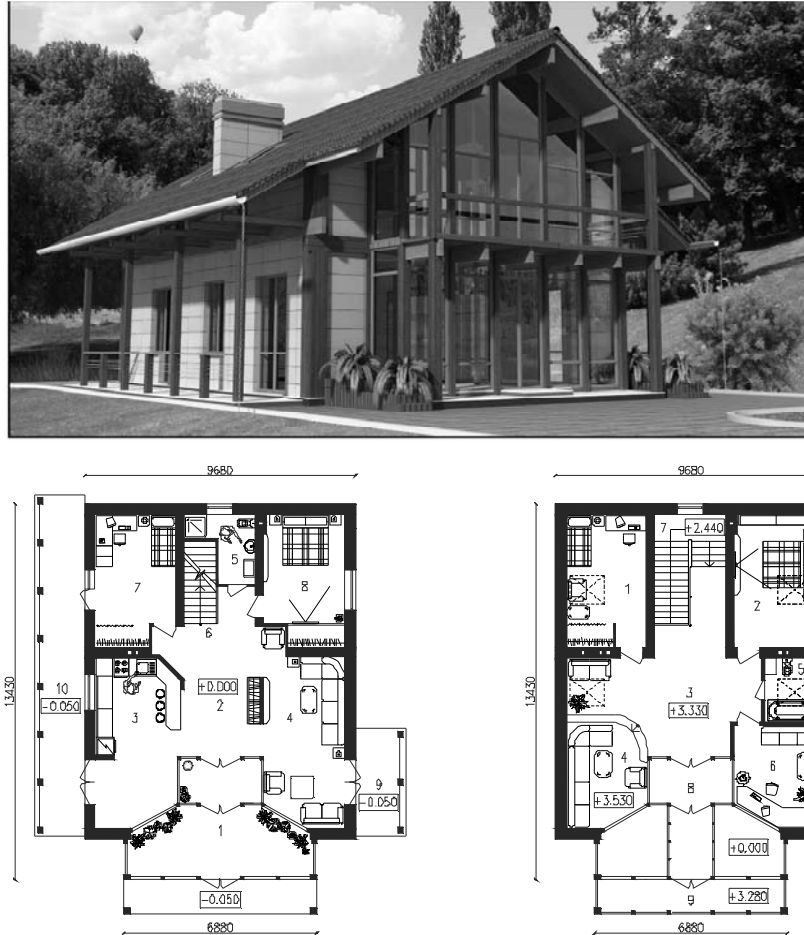


Рис. 2. Енергоєфективна будівля

Визначено залежність теплового балансу кожного типу конструкції від азимутальної орієнтації. Найбільший вплив орієнтація має для світлопрозорих конструкцій, зокрема, для подвійно зашкленого фасаду з опором теплопередачі $R_{в3} = 1,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ (рис. 3, 4а, 4б).

Для оптимізації декількох параметрів будівлі (змінними є параметри будівлі) складається тепловий баланс кожної огорожувальної конструкції з оточуючим середовищем [6].

Оптимізовано орієнтацію будівлі з точки зору мінімальних тепловтрат протягом опалювального періоду. Будівля орієнтується подвійним скляним фасадом на південь.

Тепловий баланс кожної з огорожувальних конструкцій будівлі за опалювальний період для 50 град Пн.ш. залежно від орієнтації будівлі

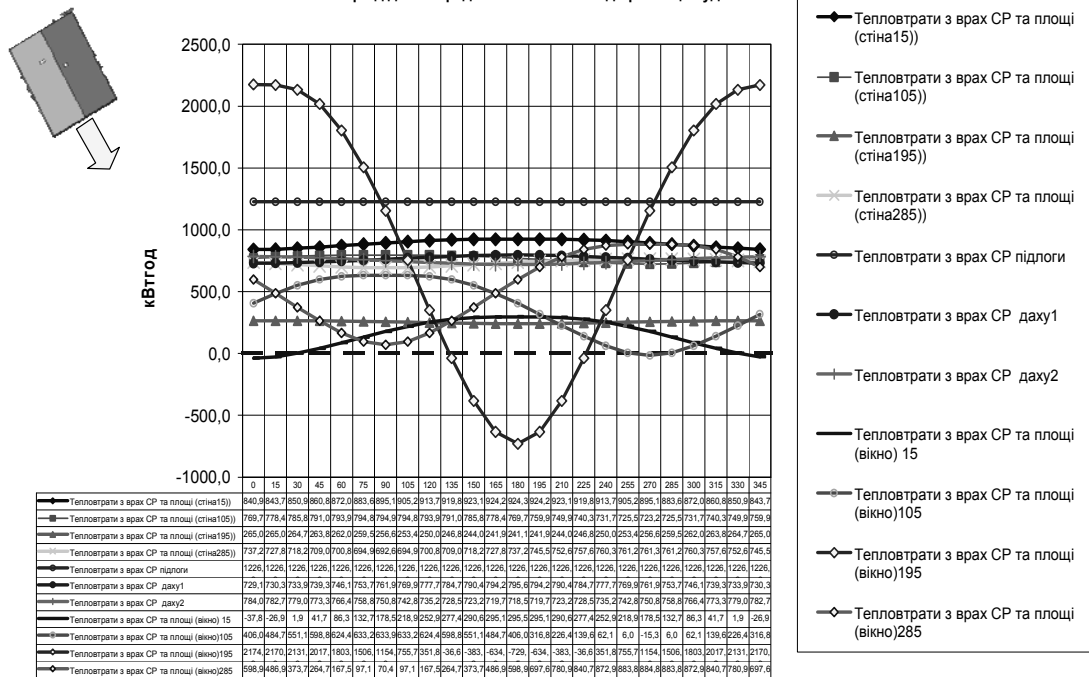


Рис. 3. Моделювання теплового балансу кожної грані залежно від азимутальної орієнтації будівлі з використанням моделей $\Delta Q_i = f(A_B)$ для опалювального періоду

Тепловий баланс 1 м² огорожувальних конструкцій за літній період (кВт год/м²) без використання сонцезахисних засобів для 50 град Пн.Ш.

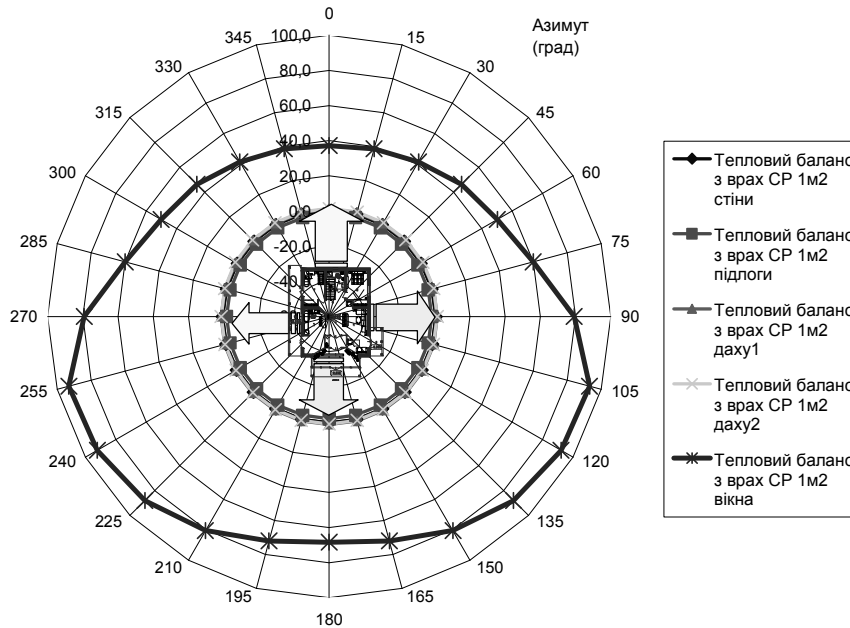


Рис. 4а. Тепловий баланс кожної грані для літнього періоду без урахування сонцезахисних засобів з використанням моделей $\Delta Q_i = f(A_B)$

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

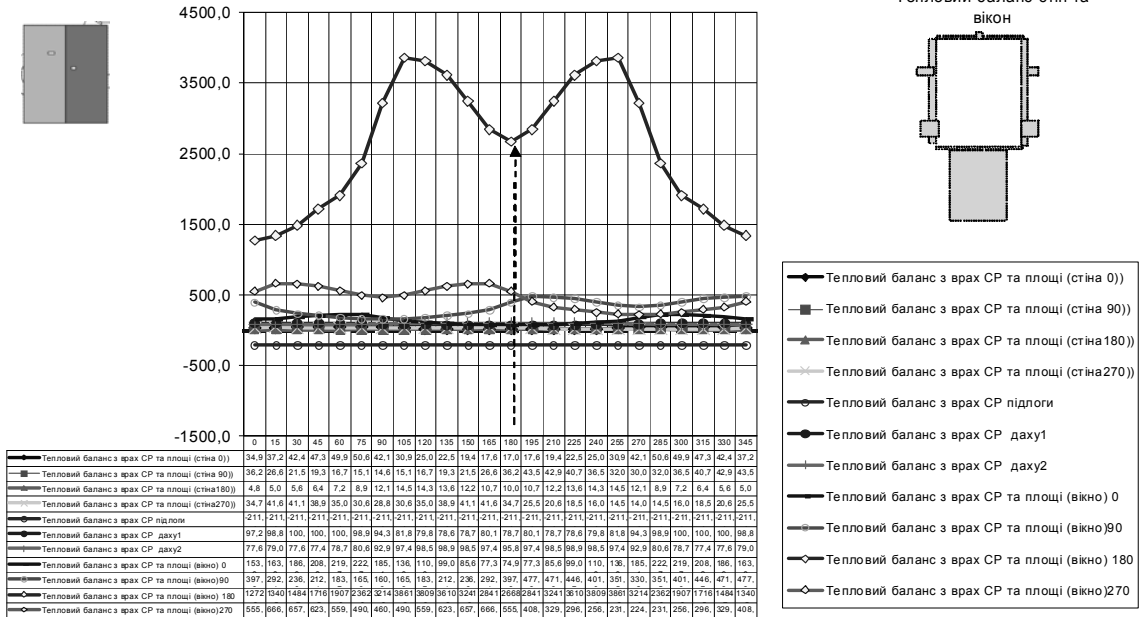


Рис. 4б. Тепловий баланс кожної грані для літнього періоду без урахування сонцезахисних засобів з використанням моделей $\Delta Q_i = f(A_B)$

Зокрема, оптимізовано три групи параметрів: параметрів пропорцій будівлі (a, b, h), опору теплопередачі огорожувальних конструкцій $R_{сті}$, $R_{ві}$, $R_{дахі}$, $R_{під}$ та площі $S_{ві}$ світлопрозорих конструкцій кожної грані. У результаті оптимізації зазначених параметрів скорочення тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі становило 23,91 відсотка для опалювального періоду (рис. 5).



Рис. 5. Оптимізація пропорцій будівлі, перерозподілу утеплювача і розташування вікон

За алгоритмом оптимізації параметрів будівлі (рис. 1) перевірено відповідність природного освітлення приміщень та інсоляції нормативним вимогам. Оптимізовані параметри пропорцій складають: $a = 7,825$ м, $b = 13$ м,

$h = 9,4$ м; параметри опору теплопередачі огорожувальних конструкцій: $R_{ст1}=7,24$ м²К/Вт, $R_{ст2}=7,14$ м²К/Вт, $R_{ст3}=4$ м²К/Вт, $R_{ст4}=6,99$ м²К/Вт, $R_{дах5}= 7,23$ м²К/Вт, $R_{дах6}= 7,23$ м²К/Вт, $R_{під}=6,98$ м²К/Вт; параметри площі вікон: $S_{в1}=2,24$ м², $S_{в2}=2,25$ м², $S_{в3}=50,00$ м², $S_{в4}=6,00$ м², $S_{вдах5}=0,96$ м², $S_{вдах6}=0,96$ м².

Зокрема, для захисту будівлі від перегріву в літній період модулюється тепловий баланс огорожувальних конструкцій. Оскільки найбільші теплонадходження відбуваються через подвійні скляні фасади (рис. 4), то використання сонцезахисних пристроїв зменшить надходження сонячної радіації в приміщення і відповідно захистить будівлю від перегріву (рис. 6).

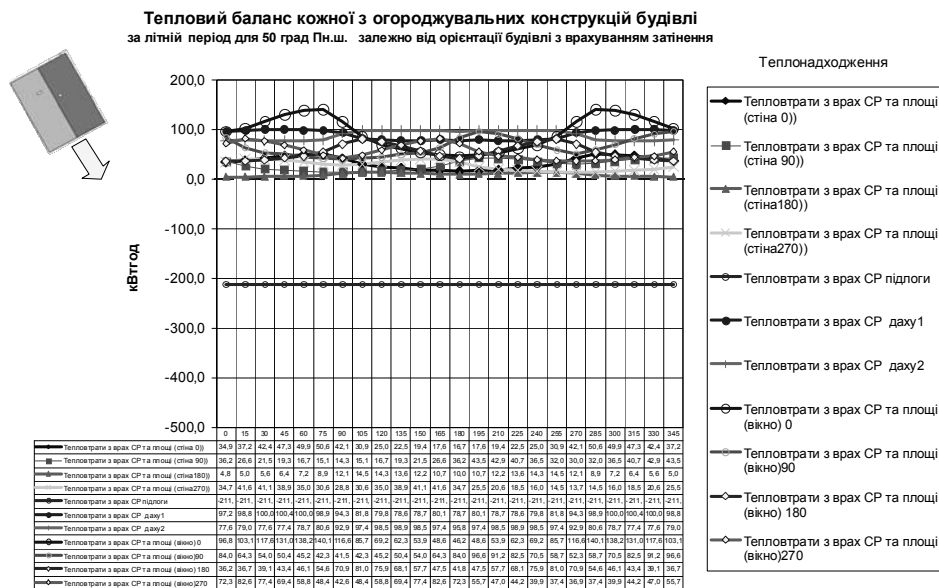


Рис. 6. Тепловий баланс для різних типів граней з використанням сонцезахисних пристроїв для літнього періоду $\Delta Q_{ii}=f(A_B)$

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблено методику багатопараметричної оптимізації енергоефективних гранних будівель (орієнтації будівлі, параметрів форми, опору теплопередачі світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій, площі вікон на кожній грані будівлі) з урахуванням норм освітленості та інсоляції за критерієм мінімізації теплового балансу будівлі з оточуючим середовищем за опалювальний період. Для мансардної будівлі оптимізація параметрів зменшила тепловтрати на 23,91 відсотка. Дана методика впроваджується в проектування ДП «УКРНДПШцивільбуд». Можливе її використання як для енергоефективних, так і для звичайних будівель.

Література

1. Маркус Т. А. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. Табуничиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табуничиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.

3. *Мартинов В. Л.* Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків / *В. Л. Мартинов* // VI Міжнародна науково-практична конференція «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харків, 2009. – С. 153–158.

4. *Сергейчук О. В.* Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності / *О. В. Сергейчук* // VI Міжнародна Кримська науково-практична конференція «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 / *О. В. Сергейчук* // VII Міжнародна Кримська науково-практична конференція «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.

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

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ, УТЕПЛИТЕЛЯ, ОРИЕНТАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ОСВЕЩЕННОСТИ И ИНСОЛЯЦИИ

Мартынов В. Л.

Разработана методика многопараметрической оптимизации энергоэффективных гранных зданий (азимутальной ориентации зданий, параметров формы, сопротивления теплопередаче светопрозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций каждой грани, площади окон на каждой грани здания) по критерию минимизации теплового баланса ограждающих конструкций здания с окружающей средой в течение отопительного периода с учетом требований освещенности и инсоляции.

FORMS PARAMETER OPTIMIZATION, INSULATION, ORIENTATION, ENERGY EFFICIENT BUILDINGS TO MEET THE REQUIREMENTS OF LIGHTING AND INSULATION

Viacheslav Martynov

The method of multidimensional optimization of energy efficiency sided building (the azimuthal orientation of the buildings, the shape parameters, resistance to heat transfer translucent and opaque walling each face, square windows on each side of the building) by the criterion of minimizing the heat balance of the building envelope to the environment during the heating season to meet the requirements illumination and insolation.