

УДК 514.18

Мартинов В. Л.¹, Поляк Ю. Ю.², Мартинюк О. Л.³, Банний Т. А.⁴, Стаднійчук Д. М.⁵

¹д. т. н., професор, професор кафедри архітектурних конструкцій
arch.martynov@gmail.com,
orcid.org/0000-0002-0822-1970

²аспірант, здобувач ступеня доктора філософії
кафедри архітектурних конструкцій
y_polyk@gmail.com,
orcid.org/0009-0008-4534-4006

³аспірант, здобувач ступеня доктора філософії
кафедри архітектурних конструкцій
martynuk@ukr.net,
orcid.org/0009-0006-0413-485X

⁴аспірант, здобувач ступеня доктора філософії
кафедри архітектурних конструкцій
tarasbannyi@gmail.com
orcid.org/0009-0009-4368-686X

⁵аспірант, здобувач ступеня доктора філософії
кафедри архітектурних конструкцій
111222@ukr.net
orcid.org/0009-0000-9998-6604

^{1,2,3,4,5}Київський національний університет будівництва і архітектури

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСМІСІЙНИХ ТЕПЛОВТРАТ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ БЛОКОВАНИХ ЗЕЛЕНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

© Мартинов В. Л., Поляк Ю. Ю., Мартинюк О. Л., Банний Т. А., Стаднійчук Д. М., 2025

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2025.34.198-206/>

Анотація. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю кардинального зниження енергоспоживання та викидів вуглекислого газу в будівельній галузі, що є критично важливим для забезпечення екологічної стійкості та ресурсозбереження. Інноваційний підхід до підвищення енергоефективності завдяки просторовому блокуванню будівельних об'єктів відкриває нові перспективи для пасивного енергозбереження.

У статті запропоновано систему вагових коефіцієнтів K_{114} , що уможливають кількісно оцінити вплив блокування на трансмісійні тепловтрати будинків. Створено комплексні аналітичні залежності, що враховують геометричні параметри блокованих граней, теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій, співвідношення світлопрозорих і непрозорих поверхонь, просторову конфігурацію зон блокування.

Практична значущість дослідження полягає в наданні проєктувальникам інструменту швидкого оцінювання енергетичного ефекту завдяки архітектурно-планувальним рішенням уже на

стадії концептуального проектування. Запропонована методика дає змогу оптимізувати енергетичний баланс будівель і мінімізувати експлуатаційні енергетичні витрати.

Результати дослідження можливо застосовувати під час проектування зелених будівель, енергомодернізації наявної забудови та формуванні енергоефективних мікрорайонів, що відповідає світовим сучасним тенденціям сталого розвитку.

Ключові слова: зелені будівлі, енергоефективні будівлі, архітектурне проектування, блокування будівель, ваговий коефіцієнт зміни трансмісійних тепловтрат, геометричне моделювання.

Актуальність. За сучасних умов енергетичної кризи, значних руйнуваннях в умовах війни росії проти України, зростання тарифів на комунальні послуги проектування сучасних зелених енергоефективних будівель, стає особливо актуальним для нашої країни. Енергоефективні технології допомагають значною мірою зменшити споживання традиційних енергоресурсів, що не лише зменшує навантаження на економіку, а й підвищує енергетичну незалежність країни. Упровадження відновлюваних джерел енергії, сучасних теплоізоляційних матеріалів і розумних систем керування споживанням енергії є одним із ключових кроків до створення успішного майбутнього для українських міст і громад.

Крім економічних переваг, зелені будівлі мають значний екологічний ефект, знижуючи викиди CO₂ та інших шкідливих речовин. В умовах європейської інтеграції Україна має відповідати міжнародним стандартам енергоефективності, що передбачає нові можливості для інвестицій та міжнародного співробітництва. Проектування таких будівель сприяє не лише поліпшенню якості життя його мешканців, але й розвитку інноваційних галузей будівництва, що робить цей напрям стратегічно важливим для відбудови та модернізації України.

Водночас проектувальнику під час архітектурного проектування треба мати спосіб швидкого моделювання рівня енергоспоживання будівель для досягнення визначеного рівня енергетичної ефективності будівель. Скорочення тепловират через огорожувальні конструкції та відповідно підвищення енергоефективності можливо досягти завдяки блокуванню будівлі однією, або декількома гранями, що потребує створення способу швидкого розрахунку для зменшення енергетичних витрат.



Рис.1. Блоковані зелені будівлі

Аналіз попередніх досліджень. У роботі [1] розроблено системний підхід до зменшення енергоспоживання енергоефективних зелених будівель через оптимізацію їх геометричних параметрів із використанням вагових коефіцієнтів впливу енергоекономічних заходів. Але питання моделювання трансмісійних витрат блокованих будівель детально не розглядали. У дослідженні [2] було введено концепцію "квазікулі" - оптимальної форми будівлі щодо мінімізації теплових втрат, яку визначають через характеристики навколишнього теплового поля. Цей підхід розширили в дослідження [3], розглядаючи багатопараметричну оптимізацію як форми будівлі, так і товщини утеплювача для окремо розташованих і з різною кількістю граней.

У серії досліджень [4, 5] було розроблено комплексні геометричні моделі, які візуалізують взаємозв'язок між характеристиками теплового балансу та геометричними параметрами будівлі. Ці моделі отримали практичну реалізацію у вигляді спеціалізованого програмного забезпечення для архітектурного проектування.

У роботі [6] запропоновано методику оптимізації пропорцій багатопверхових будівель, де геометричні параметри (форма, колір) враховують як вагові коефіцієнти. Однак цей підхід не охоплює комплексної взаємодії всіх цих чинників, як-от оптимальна форма будівлі, товщина та тип утеплювача, розташування та площа віконних прорізів, блокування будівель.

Зокрема, у дослідженнях [7, 8] розвивають системний аналіз огорожувальних конструкцій, розробляючи методи оцінювання теплової надійності, аналітично-експериментальні комплекси, показники енергоефективності для українських будівельних умов.

У галузі архітектурно-будівельної теплотехніки в дослідженнях [9, 10] розроблено геометричні моделі теплового перенесення, методики аналізу огорожувальних конструкцій.

Автори роботи [11] наголошують на інноваційному погляді, застосовуючи метод миттєво-векторних перетворень для моделювання теплових процесів.

У роботі [12] аналізується сучасний стан використання та класифікації «зелених конструкцій» під час архітектурного проектування та будівництва різних типів будівель і споруд. Було розроблено і теоретично обґрунтован класифікацію «зелених конструкцій» для застосування під час архітектурного проектування.

Власне, у попередніх дослідженнях не розглядалося питання використання вагових коефіцієнтів для комплексного оцінювання трансмісійних втрат за блокування зелених будівель і формування будівлі із заданим рівнем енергоспоживання.

Мета статті. Визначити аналітичні залежності та створити систему вагових коефіцієнтів для оцінювання рівня зменшення трансмісійних витрат за блокування будівель для застосування під час архітектурного проектування з метою підвищення їх енергоефективності.

Виклад основного матеріалу. У попередніх дослідженнях [1] було сформовано структуру використання вагових коефіцієнтів зменшення енергетичних витрат і визначено, що трансмісійні тепловтрати DQ_T будівель можливо зменшити завдяки оптимізації геометричних параметрів будівель (рис.2) та запропоновано заходи для зменшення енергетичних витрат будинку на опалення.

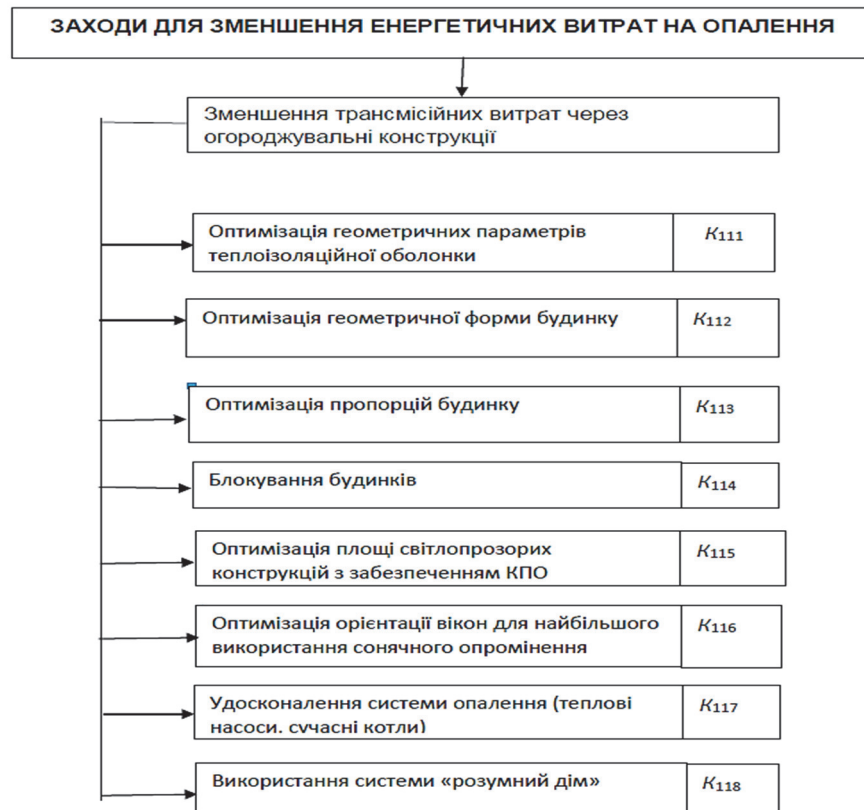


Рис. 2. Заходи для зменшення енергетичних витрат будинку на опалення

Трансмісійні тепловтрати DQ_T через огорожувальні конструкції можливо зменшити за допомогою використання оптимізації геометричних параметрів будівель та інших енергоефективних заходів, які визначають за формулою:

$$DQ_T = Q_T \cdot K_{111} \cdot K_{112} \cdot K_{113} \cdot K_{114} \cdot K_{115} \cdot K_{116} \cdot K_{117} \cdot K_{118} \quad (1)$$

де

Q_T – наявні (базові) трансмісійні тепловтрати до оптимізації параметрів будівель;

Коефіцієнти впливу на енергоефективність будівель різних заходів:

K_{111} – оптимізація параметрів теплоізоляції огорожувальних конструкцій (опору теплопередачі) огорожувальних конструкцій, раціональна можлива зміна параметрів може становити від 1 до 0,125 $K_{111} \in [10, 125]$;

K_{112} – оптимізація форми будівель $K_{112} \in [10, 8]$;

K_{113} – оптимізація параметрів пропорцій будівель $K_{113} \in [10, 7]$;

K_{114} – вплив блокування будівель для зменшення тепловтрат через огорожувальні конструкції $K_{114} \in [10, 2]$;

K_{115} – оптимізація (мінімізація) площі вікон із забезпеченням рівня КПО (коефіцієнта природнього освітлення) приміщень $K_{115} \in [10, 9]$;

K_{116} – оптимізація орієнтації вікон для зменшення тепловтрат $K_{116} \in [10, 8]$;

K_{117} – удосконалення системи опалення з використанням теплових насосів $K_{117} \in [10, 25]$;

K_{118} – використання системи «розумний дім» $K_{118} \in [10, 85]$.

Моделювання трансмісійних витрат за блокування будівлі декількома гранями

Під час проєктування зелених енергоефективних будівель можливі різні варіанти блокування будівель. На рисунку 3 представлено деякі з можливих варіантів блокування будівель, що демонструють різні сценарії взаємного розташування об'єктів для мінімізації енерговтрат.

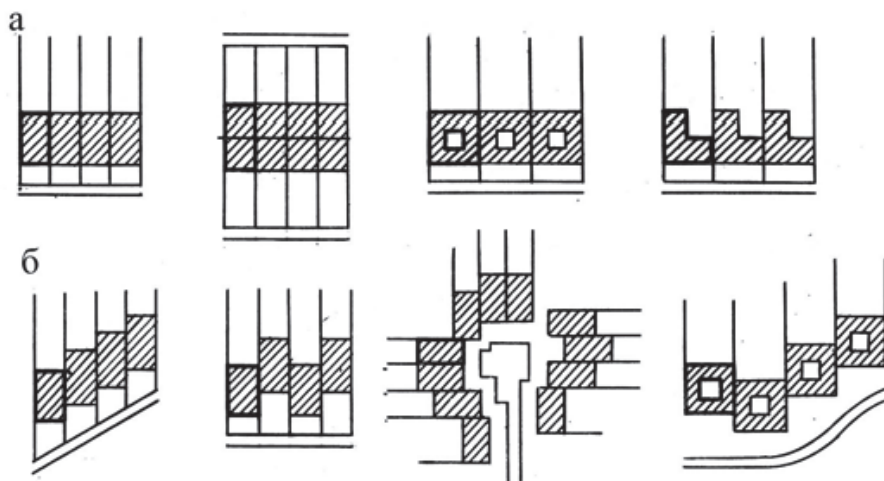


Рис. 3. Варіанти площинного блокування будівель декількома гранями

У межах дослідження енергоефективності будівельних об'єктів було проведено комплексний аналіз впливу просторового блокування на зміну трансмісійних тепловтрат. Результатом дослідження є розробка уніфікованого коефіцієнта впливу K_{114} , який кількісно визначає взаємозв'язок між змінами теплотехнічних характеристик оболонки будівлі, енергетичною ефективністю об'єкта, геометричними параметрами будівельного блокування.

Ваговий коефіцієнт зменшення трансмісійних тепловтрат K_{114} демонструє, яку частку від наявних $Q_{\text{тр},i}$ (початкових, базових) тепловтрат становлять нові $Q_{\text{тр},\text{нов}}$ тепловтрати після блокування. І визначають як відношення тепловтрат після блокування $Q_{\text{тр},\text{нов}}$ до початкових $Q_{\text{тр},i}$. Якщо коефіцієнт $K_{114} < 1$, то трансмісійні тепловтрати зменшуються, а енергоефективність своєю чергою підвищується.

Коефіцієнт K_{114} інтегрує в собі вплив ключових параметрів кількості граней, що беруть участь у теплопередачі, площі теплообмінних поверхонь, площі зони взаємного блокування, опору теплопередачі прозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій.

Для визначення коефіцієнта K_{114} було отримано аналітичні залежності, що описуються формулою:

$$K_{114} = \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{\frac{S_{\text{г.н},i} - S_{\text{г.н.бл},i}}{R_{\text{г.н},i}} + \frac{(S_{\text{г.пр},i} - S_{\text{г.пр.бл},i})}{R_{\text{г.пр},i}}}{\frac{S_{\text{г.н},i}}{R_{\text{г.н},i}} + \frac{S_{\text{г.пр},i}}{R_{\text{г.пр},i}}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

де

n – кількість граней будинку;

$S_{\text{г.н},i}$ – площа непрозорої грані (м^2);

$S_{\text{г.н.бл},i}$ – блокована площа непрозорої грані (м^2);

$S_{\text{г.пр},i}$ – площа прозорої грані (м^2);

$S_{\text{г.пр.бл},i}$ – блокована площа грані (м^2);

$R_{\text{г.н},i}$ – опір теплопередачі непрозорих конструкцій грані ($\text{м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$);

$R_{\text{г.пр},i}$ – опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій грані ($\text{м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$).

Проведені розрахунки демонструють високу кореляцію між значенням коефіцієнта K_{114} та фактичними показниками енергоефективності будівельних комплексів, що підтверджує ефективність запропонованого підходу для прогнозування енергетичних характеристик на етапі архітектурного проектування.

Ваговий коефіцієнт K_{114} дає змогу точніше прогнозувати зменшення енергоспоживання, оптимізувати площу блокування, визначити ефективність енергетичної модернізації, розрахувати термін окупності енергозберігаючих заходів.

Для будівель у вигляді куба з умови рівномірного теплофізичного опору огорожувальних конструкцій усіх граней було експериментально визначено коефіцієнт K_{114} , який кількісно описує динаміку зміни трансмісійних тепловтрат за просторового блокування різної конфігурації.

Методологія дослідження передбачала аналітичне моделювання теплового потоку через зовнішні огороження для різних сценаріїв блокування суміжними об'єктами (рис. 4). Коефіцієнт K_{114} отримано шляхом відношення між повними трансмісійними витратами ізолюваної та заблокованої конфігурацій будівлі до базового рівня тепловтрат до блокування.

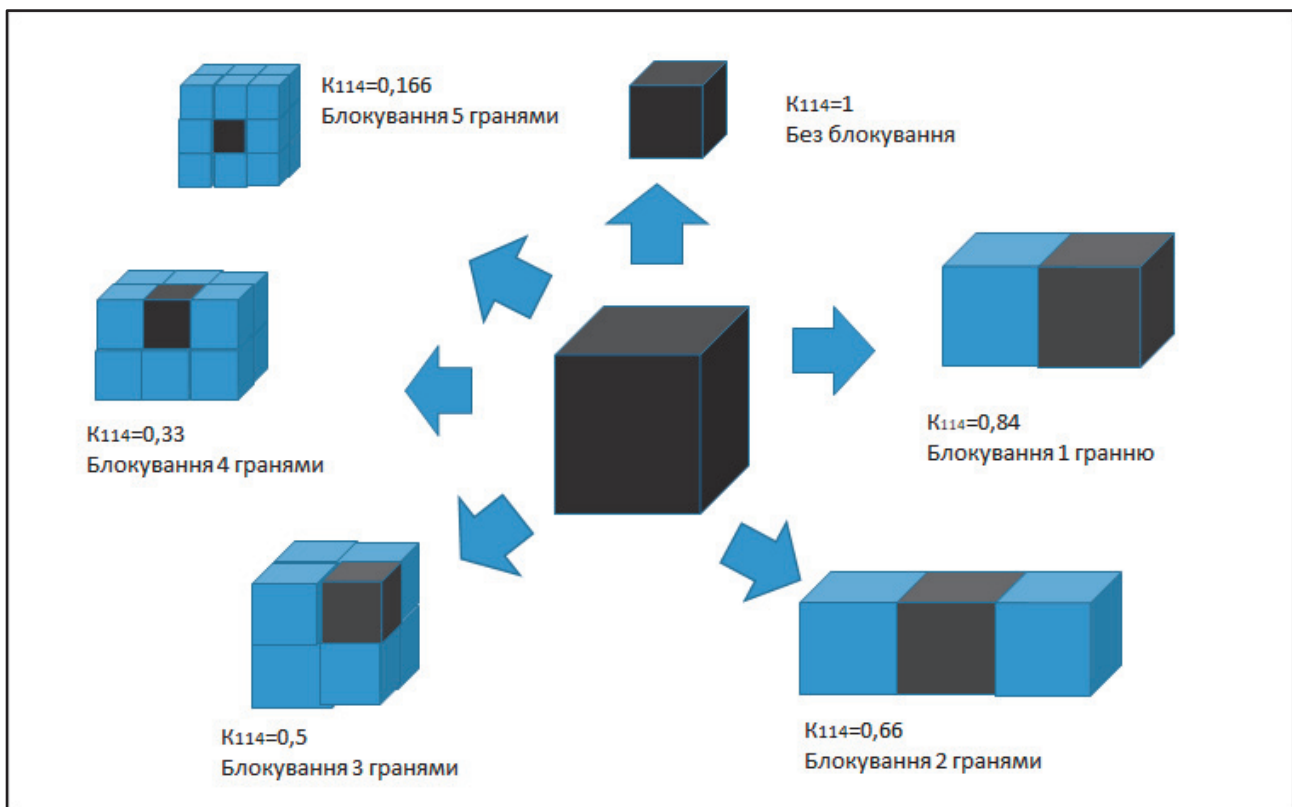


Рис.4. Вплив блокування опалювального об'єму кубічної форми декількома гранями на зменшення трансмісійних тепловтрат. Коефіцієнт зміни трансмісійних тепловтрат K_{114}

Тобто експериментально встановлено ступінь впливу просторового блокування на теплові характеристики будівлі. У разі блокування однієї грані коефіцієнт зниження трансмісійних тепловтрат становить $K_{114} = 0,83$, двох граней – 0,66, трьох – 0,5, чотирьох – 0,33, п'яти – 0,166.

Варіанти блокування декількох будівель у вигляді прямокутного паралелепіпеда

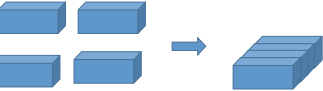
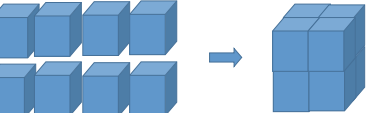
№	Варіанти блокування декількох будівель кубічної форми об'ємом по 1м ³	Коефіцієнт впливу K_{114}	Варіанти блокування декількох прямокутних паралелепіпедів			Коефіцієнт впливу K_{114}		
						співвідношення сторін 2:1:1	співвідношення сторін 3:1:1	співвідношення сторін 4:1:1
1		$K_{114}=1$	1		$K_{114}=1$	$K_{114}=1$	$K_{114}=1$	$K_{114}=1$
2		$K_{114}=0,83$	2		$K_{114}=0,8$	$K_{114}=0,786$	$K_{114}=0,777$	
3		$K_{114}=0,78$	3		$K_{114}=0,73$	$K_{114}=0,714$	$K_{114}=0,704$	
4		$K_{114}=0,75$	4		$K_{114}=0,7$	$K_{114}=0,678$	$K_{114}=0,66$	
5		$K_{114}=0,66$	5		$K_{114}=0,6$	$K_{114}=0,58$	$K_{114}=0,555$	
6		$K_{114}=0,5$						

Рис. 5 Зміна вагового коефіцієнта зменшення тепловтрат K_{114} за блокування декількох опалювальних об'єктів (будівель) у формі прямокутного паралелепіпеда за умови рівного опору теплопередачі всіх граней

Встановлено вплив блокування декількох будівель кубічної форми (рис. 5). Блокування двох кубів дає зменшення тепловтрат через огорожувальні конструкції; ваговий коефіцієнт становить $K_{114}=0,83$, блокування трьох кубів $K_{114}=0,78$, чотирьох кубів $K_{114}=0,75$ або $K_{114}=0,66$, восьми кубів $K_{114}=0,5$.

Розглянуто питання блокування прямокутних паралелепіпедів. Так, для паралелепіпедів із відношенням сторін 4:1:1 блокування довгими сторонами дає наступне зменшення трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції: для двох паралелепіпедів $K_{114}=0,777$, трьох паралелепіпедів $K_{114}=0,704$; чотирьох паралелепіпедів $K_{114}=0,660$ або $K_{114}=0,555$ за блокування двома гранями одночасно.

Отриманий коефіцієнт кількісно визначає ефективність зменшення тепловтрат завдяки оптимізації взаємного розташування об'єктів. Архітектор, оперуючи ваговими коефіцієнтами K_{114} , отримує інструмент для швидкого оцінювання енергоефективності архітектурно-планувальних рішень на етапі концептуального проєктування.

Цей підхід дає змогу оптимізувати формування забудови з урахуванням мінімізації енергетичних втрат та забезпечити відповідність сучасним стандартам енергоефективності без значних додаткових витрат.

Висновок. У роботі розроблено науково-методичний підхід щодо моделювання трансмісійних тепловтрат із використанням коефіцієнтів впливу K_{114} за блокування будівель гранної форми. Отримано аналітичні залежності, які дають змогу кількісно оцінити зменшення трансмісійних тепловтрат за просторового блокування будівельних об'єктів з урахуванням геометричних параметрів (площі огорожувальних конструкцій, кількості граней, площі блокування), також структурного складу огорожувальних конструкцій (співвідношення світлопрозорих і непрозорих конструкцій), теплофізичних характеристик конструкцій (опір теплопередачі).

Створено базу даних вагових коефіцієнтів K_{114} які надають проєктувальникам апріорну інформацію для експрес-оцінювання енергетичної ефективності архітектурно-планувальних рішень. Практична значущість дослідження полягає в можливості його застосування під час проєктування нових зелених будівель, енергетичній модернізації наявного житлового фонду та оптимізації мікрорайонної забудови з метою мінімізації енергетичних втрат.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мартинів В.Л., Мартинюк О.Л., Поляк Ю.Ю., Банний Т.А.* Структуризація заходів щодо зменшення енергоспоживання зелених будівель з елементами оптимізації геометричних параметрів. *Прикладна геометрія та інженерна графіка міжвід. науково-техніч. збірник*. Вип. 107. Київ: КНУБА, 2024. С. 90–95.
2. *Сергейчук О. В.* Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків: автореферат дис. ... доктора техн. наук: 05.01.01. Київ, 2008. 341 с.
3. *Мартинів В. Л.* Моделювання оптимальних геометричних параметрів енергоефективних будівель гранної форми: автореф. дис. докт. техн. наук : 05.01.01 / Київський національний університет будівництва і архітектури. Київ, 2015. 39 с.
4. *Natalia Bolharova.* Application of graph theory in the energy efficient architectural design. Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture: Lublin-Rzeszow, 2015. Vol. 17. No. 8. P. 75–82.
5. *Болгарова Н.М.* Геометрична модель формування раціональної структури архітектурного об'єкту за параметрами енергоефективності: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01. Київ, 2018. 22 с.
6. *Кащенко Т. О.* Підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації форми : дис. ... канд. архітектури: 18.00.02. Київ, 2001. 190 с.
7. *Фаренюк Г. Г.* Теплова надійність огорожувальних конструкцій та енергоефективність будинків при новому будівництві та реконструкції: дис. ... доктора техн. наук : 05.23.01. Київ, 2010. 341 с.
8. *Фаренюк Г. Г.* Фаренюк Е. Г. О закономерностях теплопередачи через светопрозрачные конструкции. Оконные технологии. Київ, 2001. № 7. С. 38–40.
9. *Козлов А. П.* Геометричне моделювання та аналіз деяких фізичних полів стосовно процесів масопереносу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.01.01 «прикл. геометрія, інж. графіка». Київ, 2003. 19 с.
10. *Плоский В. А.* Мгновенно-векторные преобразования. *Прикл. геом. и инж. графика : респуб. межвед. научн.-техн. сб.* Київ: Будівельник, 1990. Вип. 50. С. 75–77.
11. *Плоский В. О., Козлов А. П.* Системне уявлення та конструювання геометричної моделі задачі тепловологопереносу у вологонасиченій бетонній огорожуючій конструкції / О. В. Плоский, // Вісник Херсонського державного технічного університету. Херсон: ХДТУ, 2003. Вип. 3, № 19. С. 351–353.
12. *Авдеева Н.Ю., Захаров Ю.О.* Проблемы классификации та використання «зелених конструкцій» в архітектурному проєктуванні. *International scientific journal Internauka*. 2022. №5. С. 1-20.

References

1. *Martynov V.L., Martynyuk O.L., Polyak Yu.Yu., Bannyi T.A.* Structuring measures to reduce energy consumption of green buildings with elements of optimization of geometric parameters// Applied geometry and engineering graphics interdisciplinary scientific and technical collection. – Issue 107. – Kyiv: KNUBA, 2024 – P. 90–95
2. *Sergeychuk O. V.* Geometric modeling of physical processes in optimizing the shape of energy-efficient buildings: Abstract of the dissertation ... of the doctor of technical sciences: 05.01.01 / Sergeychuk Oleg Vasilyevich. – Kyiv, 2008. – 341 p.
3. *Martynov V. L.* Modeling of optimal geometric parameters of energy-efficient buildings of a faceted shape: author's dissertation, doctor of technical sciences Sciences: 05.01.01 / Kyiv National University of Construction and Architecture. Kyiv, 2015. 39 p.
4. *Natalia Bolharova.* Application of graph theory in the energy efficient architectural design // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture: Lublin-Rzeszow, 2015. Vol. 17. No. 8. P. 75–82 .

5. Bolgarova N.M. Geometric model of the formation of a rational structure of an architectural object according to energy efficiency parameters. Abstract of the dissertation ... candidate of technical sciences: 05.01.01 / Bolgarova Nataliya Mykhailivna. – K., 2018. – 22 p.
6. Kashchenko T. O. Increasing the energy efficiency of residential buildings based on shape optimization: dissertation ... candidate of architecture: 18.00.02 / Kashchenko Tetyana Oleksandrivna. – K., 2001. – 190 p.
7. Farenjuk G. G. Thermal reliability of enclosing structures and energy efficiency of buildings in new construction and reconstruction: dissertation ... doctor of technical sciences: 05.23.01 / Farenjuk Gennadiy Grigorovich. – K., 2010. – 341 p.
8. Farenjuk H.G. On the regularities of heat transfer through translucent structures / H.G. Farenjuk, E.G. Farenjuk // Window technology. - K., 2001. - No. 7. - P. 38–40.
9. Kozlov A. P. Geometric modeling and analysis of some physical fields in relation to mass transfer processes: author's abstract of dissertation for the degree of candidate of technical sciences: special 05.01.01 "Applied geometry, engineering graphics" / A. P. Kozlov. – K., 2003. – 19 p.
10. Plosky V. A. Instantaneous vector transformations / V. A. Plosky // Applied geom. and engineering graphics: republican inter-disciplinary scientific-technical collection – K.: Budivelnik, 1990. – Vol. 50. – P. 75–77
11. Plosky V. O. System representation and construction of a geometric model of the problem of heat and moisture transfer in a moisture-saturated concrete enclosing structure / O. V. Plosky, A. P. Kozlov // Bulletin of the Kherson State Technical University. – Kherson: KhSDTU, 2003. – No. 3 (19). – P. 351–353.
12. Avdeeva N.Yu. Problems of classification and use of "green structures" in architectural design / Zakharov Y.O., // International scientific journal Internauka №5:1-20.2022.

Martynov V.L.¹, Poliak Yu.Yu.², Martyniuk O.L.³, Bannyi T.A.⁴, Stadniichuk D.M.⁵

¹*Dr. of Engineering, Professor, Professor of the Department of Architectural Structures*
^{2,3,4,5}*post-graduate student, candidate for the degree of Doctor of Philosophy of the Department of Architectural Structures*

MODELING OF TRANSMISSION HEAT LOSS USING WEIGHTING COEFFICIENTS FOR DESIGN OF BLOCKED GREEN ENERGY- EFFICIENT BUILDINGS

Abstract. The relevance of the study is due to the need to radically reduce energy consumption and carbon dioxide emissions in the construction industry, which is critically important for ensuring environmental sustainability and resource conservation. An innovative approach to increasing energy efficiency through spatial blocking of construction objects opens up new prospects for passive energy conservation.

The article proposes a system of weighting coefficients $K_{1.1.4}$, which allow quantitatively assessing the impact of blocking on transmission heat losses. Complex analytical dependencies have been created that take into account the geometric parameters of blocked faces, thermophysical characteristics of enclosing structures, the ratio of translucent and opaque surfaces, and the spatial configuration of blocking zones.

The practical significance of the study lies in providing designers with a tool for quickly assessing the energy effect of architectural and planning solutions already at the conceptual design stage. The proposed methodology allows optimizing the energy balance of buildings and minimizing operating costs.

The results of the study will be used in the design of "green" buildings, energy modernization of existing buildings, and the formation of energy-efficient neighborhoods, which corresponds to global trends in sustainable development.

Keywords: green buildings, energy-efficient buildings, architectural design, building blocks, weighting factors, transmission costs, geometric modeling.