

## ОПТИМАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН В ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ П'ЯТИ КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНІВ УКРАЇНИ

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

*Розроблено спосіб визначення оптимального та раціонального розташування вікон в огороджувальних конструкціях енергоефективних будівель, підбору опору теплопередачі вікон і  $g$  – фактору засклення світлопрозорих конструкцій з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду. Для визначення оптимального та раціонального розташування вікон використовуються графічні моделі теплового балансу огороджувальних конструкцій та розрахункові таблиці. Дані наведено для п'яти кліматичних районів України.*

**Постановка проблеми.** При проектуванні енергоефективних будівель на території України постає задача підвищення їх енергетичної ефективності, скорочення тепловтрат через огороджувальні конструкції будівлі. При певній азимутальній орієнтації та параметрах конструкцій тепловий баланс  $1\text{ м}^2$  вікон (тепловтрати та теплонадходження від сонячної радіації) може бути меншим, ніж непрозорих конструкцій стін. Таким чином, на тепловий баланс світлопрозорих конструкцій значною мірою впливає їх орієнтація, а також такі параметри, як опір теплопередачі  $R_v$ ,  $g$ –фактор засклення світлопрозорих конструкцій. Оптимальне та раціональне розташування вікон в огороджувальних конструкціях будинку і підбір параметрів може зменшити тепловтрати через огороджувальні конструкції до 15 відсотків.

При проектуванні енергоефективних будинків для різних кліматичних районів України проектувальнику необхідно мати спосіб, довідкові дані для визначення оптимальної та раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій та їх параметрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячено роботи [1–3], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огороджувальні 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 огороджувальних конструкцій. У дослідженнях [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель, пропонувався спосіб оптимізації багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу утеплювача по огороджувальних конструкціях. Моделювання теплового балансу огороджувальних конструкцій і вибір раціональної орієнтації розглядалося в роботі [7]. Але при цьому не визначався  $g$  – фактор засклення світлопрозорих конструкцій та опір теплопередачі.

**Мета та завдання статті.** Для п'яти кліматичних районів України з метою підвищення енергоефективності будівель запропонувати спосіб визначення оптимальної та раціональної орієнтації вікон при розташуванні у непрозорих огорожувальних конструкціях і підбору параметра опору теплопередачі  $R_v$  і  $g$ — ра за скління світлопрозорих конструкцій ( за умови, що тепловий баланс вікон  $\Delta Q_v$  менший за тепловий баланс  $\Delta Q_{ст}$  стін).

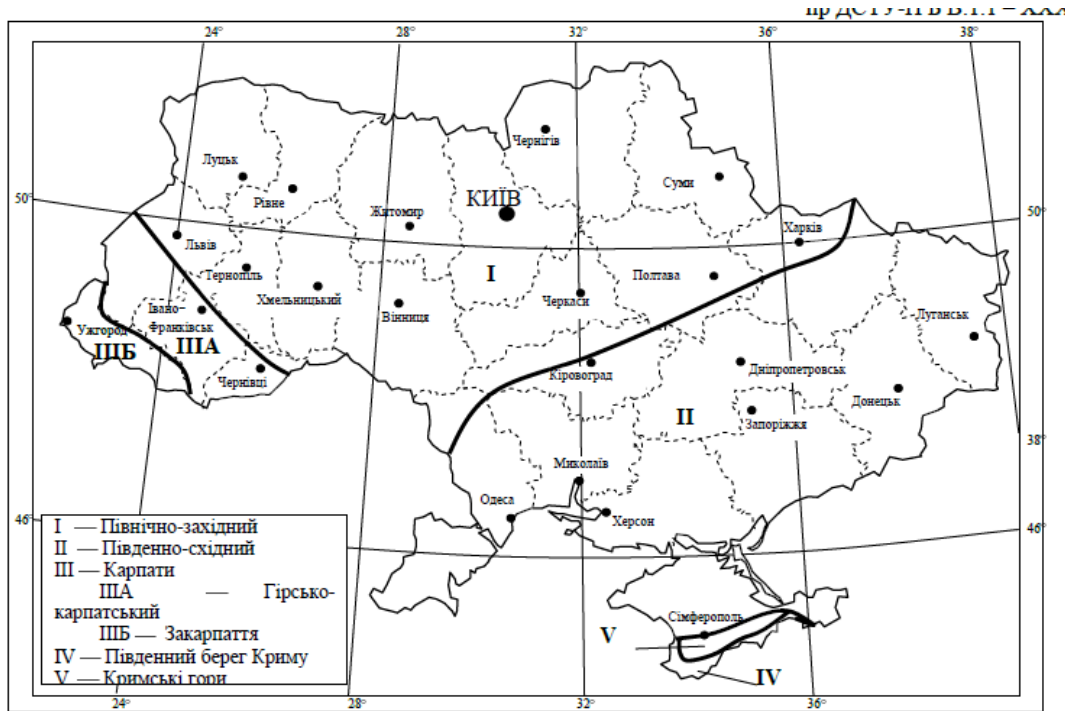


Рис.1. Архітектурно-будівельне кліматичне районування території України

**Основна частина.** Для п'яти кліматичних районів України побудовано моделі теплового балансу світлопрозорих і непрозорих вертикальних огорожувальних конструкцій [7] для опалювального та літнього періоду, а саме для міст :

- I – Південно-західний – м. Київ;
- II – Південно-східний – м. Запоріжжя;
- III – Карпати;
- IIIA – Гірсько-карпатський – м. Івано-Франківськ;
- IIIB – Закарпаття – м. Ужгород;
- IV – Південний берег Криму – м. Ялта;
- V – Кримські гори – м. Сімферополь.

При цьому  $g$ -фактор скління світлопрозорих конструкцій є різний – від 0,1 до 0,7. На рисунках 2, 3 наведено моделі теплового балансу світлопрозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій для опалювального та літнього періоду для I–Південно-західного району, м. Київ.

Оброблені результати ряду моделей при різних значеннях  $g$  – фактора скління зведено в таблицю 1. Визначено межі раціональної орієнтації, при яких тепловий баланс вікон  $\Delta Q_v$  менший за тепловий баланс  $\Delta Q_{ст}$  стін.

**ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС 1м<sup>2</sup> СКЛОПАКЕТІВ ВЕРТИКАЛЬНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**  
**за опалювальний період (кВт год/м<sup>2</sup>)**  
**для 50 град Пн.Ш. ( м.Київ) G=0.5**

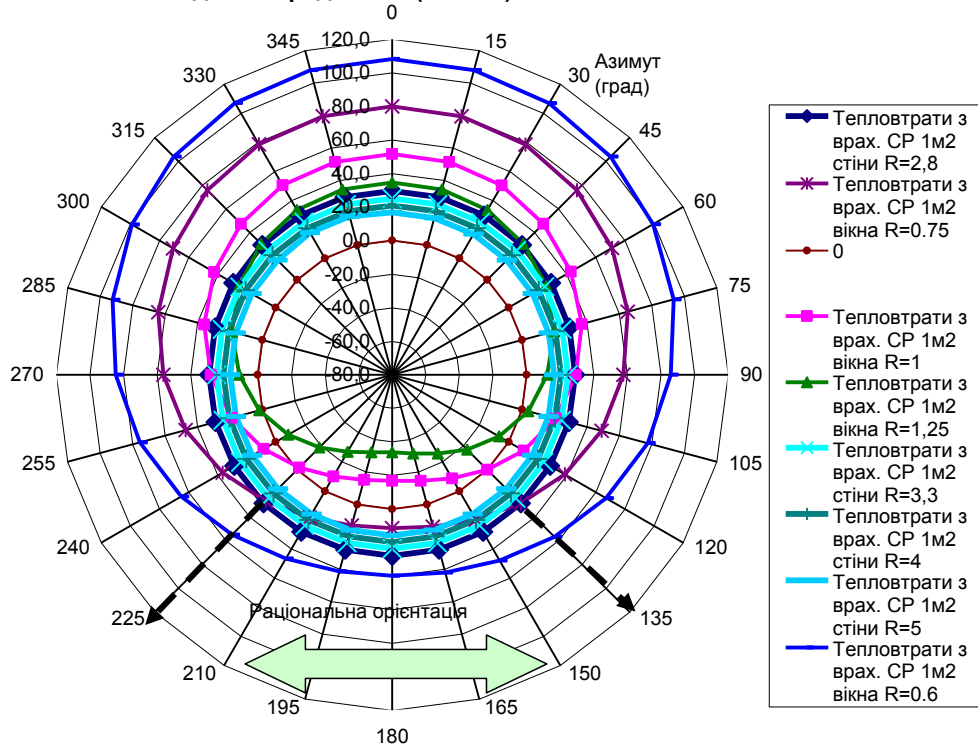


Рис. 2. Моделі  $\Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma})$  та  $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$  теплового балансу вертикальних огороджувальних конструкцій за опалювальний період для Південно-західного району, м. Київ.  $g$ -фактор засклення дорівнює 0,5

**Тепловий баланс 1м<sup>2</sup> вертикальних огороджувальних конструкцій**  
**за літній період (кВт год/м<sup>2</sup>)**  
**для 50 град Пн.Ш. ( м.Київ) G=0.5**

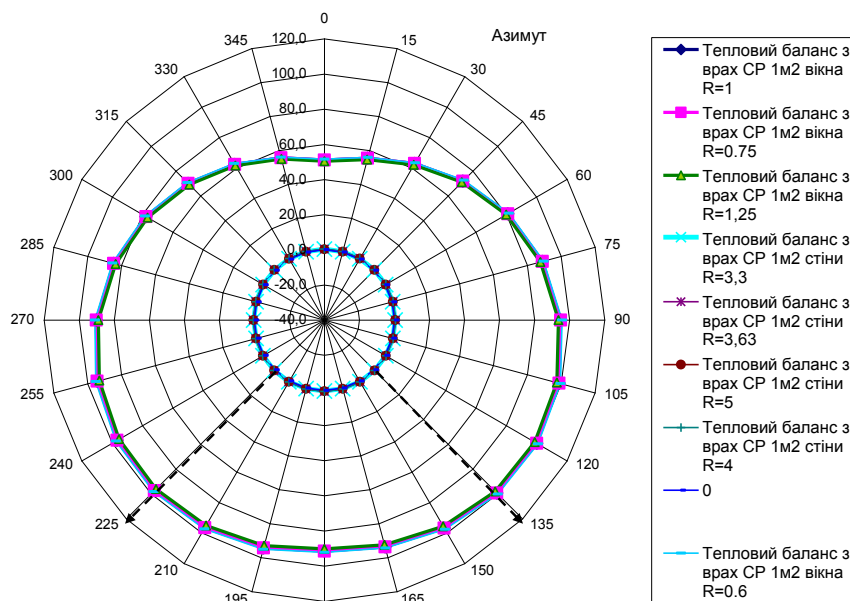


Рис. 3. Моделі  $\Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma})$  та  $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$  теплового балансу вертикальних огороджувальних конструкцій для літнього періоду

Таблиця 1

Межі раціональної азимутальної орієнтації вікон (склопакетів)  
I Південно-західний район, м. Київ, 50<sup>0</sup>24 Пн.Ш.

Опір теплопередачі вікна $R_{ст}$ м <sup>2</sup> К/Вт	g -фактор засклення	Опір теплопередачі стіни $R_{ст}$ м <sup>2</sup> К/Вт			
		2,8	3,3	4	5
		Раціональна азимутальна орієнтація (град)			
0,6	0,1	–	–	–	–
	0,2	–	–	–	–
	0,3	–	–	–	–
	0,4	–	–	–	–
	0,5	–	–	–	–
	0,6	150-212	165-202	180	–
	0,7	130-234	135-227	138-224	142-218
0,75	0,1	–	–	–	–
	0,2	–	–	–	–
	0,3	–	–	–	–
	0,4	–	–	–	–
	0,5	134-226	143-218	150-210	158-202
	0,6	115-249	120-243	126-239	131-232
	0,7	98-265	104-260	108-256	112-253
1	0,1	–	–	–	–
	0,2	–	–	–	–
	0,3	150-210	175-185	–	–
	0,4	103-250	120-244	123-235	137-225
	0,5	90-269	97-262	105-256	112-252
	0,6	70-293	80-287	86-280	92-271
	0,7	51-307	59-296	66-289	76-284
1,25	0,1	–	–	–	–
	0,2	150-210	170-190	–	–
	0,3	105-255	118-246	128-234	140-222
	0,4	75-285	89-273	98-265	105-260
	0,5	46-310	62-300	73-289	83-281
	0,6	0-360	0-360	53-308	64-300
	0,7	0-360	0-360	29-331	44-316

Аналіз моделей теплового балансу огорожувальних конструкцій показав, що оптимальною азимутальною орієнтацією вікон для опалювального періоду у всіх регіонах України є південна. Відхилення від південної орієнтації до 30 градусів (при факторі засклення  $g=0,1-0,5$ ) збільшить тепловтрати до 10 відсотків, (при факторі засклення  $g=0,6-0,7$ ) до 25 відсотків.

**Висновки.** Розроблено спосіб визначення оптимального та раціонального розташування вікон в огорожувальних конструкціях будівель, також підбору параметрів опору теплопередачі вікон і  $g$ -фактора засклення світлопрозорих конструкцій з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду. Для визначення оптимального та раціонального розташування вікон використовуються графічні моделі теплового балансу огорожувальних конструкцій і розрахункові таблиці.

## 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 якої 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.
7. *Мартинов В. Л.* Рациональна орієнтація віконних прорізів енергоефективних будівель // В. Л. Мартинов // Энергоефективність в будівництві та архітектурі. – Випуск 4. – К.: КНУБА, 2013р. – С.185–189.
8. Теплова ізоляція будівель :ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинні від 2007-04-01] // Мінбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – ( Державні будівельні норми України).

### **ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОКОН В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ В ПЯТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ УКРАИНЫ**

***В. Л. Мартынов***

Разработан способ определения оптимального и рационального расположения окон в ограждающих конструкциях энергоэффективных зданий, подбора сопротивления теплопередаче окон и  $g$  - фактора остекление светопрозрачных конструкций с целью повышения энергоэффективности в течение отопительного периода. Для определения оптимального и рационального расположения окон используются графические модели

теплового баланса ограждающих конструкций и расчетные таблицы. Данные приведены для пяти климатических районов Украины.

**OPTIMAL LOCATION OF WINDOWS WALLING ENERGY EFFICIENT BUILDINGS FIVE CLIMATIC REGIONS OF UKRAINE**

*V. Martynov*

The article is analyzed the method of determining the optimal and rational arrangement of windows in the building envelope energy efficiency of buildings, selection of windows, and heat resistance g-factor glazed translucent structures to improve energy efficiency during the heating period. To determine the optimum and rational arrangement of windows used graphic model of the heat balance walling and calculation table. These are five climatic regions of Ukraine.