

д. т. н., професор **Мартинів В. Л.**,  
[arx.martynov@gmail.com](mailto:arx.martynov@gmail.com), ORCID: 0000-0002-0822-1970  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ВІКОН ПРИ РОЗТАШУВАННІ В ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ БУДІВЛІ CREATIVE SPACE**

*З використанням розробленої методики та комплексу графічних моделей та способів визначення оптимальних та раціональних ( близьких до оптимальних) геометричних параметрів світлопрозорих конструкцій в теплоізоляційній оболонці будівель з урахуванням тепловтрат, теплонадходження від сонячної радіації за критерієм забезпечення мінімальних тепловтрат через огороджувальні конструкції, визначено раціональні параметри (азимут, кут нахилу, опір теплопередачі) розташування вікон в огороджувальних конструкціях архітектурного об'єкту Creative Space під час проектування.*

*Вирішено задачу теплозахисту від перегріву будівлі у літній період за рахунок застосування сонцезахисних пристроїв. Надано рекомендації щодо їх застосування.*

*Приведену методику та графічні моделі доцільно використовуватися у подальшому при проектуванні енергоефективних будівель. Це сприятиме підвищенню їх енергоефективності та відповідно класу енергоефективності будівель.*

*Наведена методика дозволяє проектувальнику за стислий час швидко визначати, як параметри світлопрозорих конструкцій, так і рівень теплового балансу світлопрозорих конструкцій за опалювальний та літній періоди. Графічні моделі у ході проектування суміщуються з планами поверхів будівель і архітектор швидко визначає, як рівень теплового балансу вікон так і місце ( параметри) , азимут та кут нахилу конструкції теплоізоляційної оболонки, для раціонального розташування вікон. При цьому враховується також коефіцієнт світлопропускання світлопрозорої конструкції.*

*Проектувальник також визначає зону допустимої орієнтації вікон за якої тепловтрати через вікна протягом опалювального періоду є меншими за тепловтрати через непрозорі конструкції стін.*

*Ключові слова: енергоефективні будівлі; оптимальні параметри; світлопрозорі конструкції; графічні моделі; геометричне моделювання; архітектурне проєктування.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні є актуальним питання підвищення енергоефективності об'єктів нового будівництва, що досягається за рахунок проектуванням енергоефективних будівель, удосконалення у тому числі параметрів теплоізоляційної оболонки огорожувальних конструкцій, а саме параметрів світлопрозорих конструкцій: ( азимута та кута нахилу), опору теплопередачі, площі огорожувальних конструкцій та інше. Проектувальнику в ході архітектурного проектування необхідно швидко визначати відповідні параметри будівлі. Для цього у попередніх дослідженнях було розроблено графічний та аналітичний способи визначення цих параметрів.

**Мета статті.** З використанням геометричних моделей та створеної методики визначити параметри світлопрозорих конструкцій які є близькими до оптимальних під час архітектурного проектування архітектурного об'єкту Creative Space.

#### **Аналіз основних досліджень і публікацій.**

У роботі [1] питання оптимізації параметрів утеплювача розглянуто в загальному вигляді без урахування гранної форми будівлі. У дослідженнях [2] досліджувалося залежність оптимальної форми тіла від характеристик теплового поля, у якому воно знаходиться. Таке тіло названо квазікулею. Питання раціонального визначення параметрів вікон не досліджувалося. У роботах [3, 4, 5, 6] розглядалося питання визначення оптимальної та раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій з урахуванням теплового балансу конструкції.

**Основна частина.** У попередніх дослідженнях [3, 4, 5, 6] розроблено методику, пакет прикладних програм та графічні моделі для розрахунку параметрів орієнтації та площі огорожувальних конструкцій близьких до оптимальних.

Використовуючи нароби виконуються наступні розрахунки параметрів світлопрозорих конструкцій, щодо будівлі Creative Space Подільському районі м. Києва.

#### *Вихідні дані*

*Об'єкт:* будівля Creative Space проектується в Подільському районі м. Київ по вул. Фрунзе, 102 (50-й градус північної широти), яку показано на рис. 1. На сьогодні на місці об'єкта є одноповерхова будівля розмірами в плані  $15,8 \times 27$  м (по осях), на якому передбачена надбудова другого поверху, де знаходитиметься основне приміщення будівлі – зала для проведення різних заходів, до неї добудовується також кухня розміром  $5,3 \times 9$  м і бар. У межах зали виділяється зона для проведення лекційних занять площею близько  $144 \text{ м}^2$ , інша частина зали – виставкова зона. Між зонами не передбачені перегородки, і вони можуть змінювати своє призначення залежно від проведеного заходу.

Перший поверх проєктованої будівлі вже побудований і має відповідні розміри вікон, тому за розрахунком не передбачається зміна їх площі.

Другий поверх, згідно з розробленою ескізною пропозицією, передбачається освітлювати денним світлом через систему вікон в огорожувальних конструкціях.

У розрахунках для якісного скління були взяті склопакети SANCO SIKVERSTAR TR III, які, згідно з [7], мають такі показники: формула 4-12AR-4-12AR-4; опір теплопередачі  $R_v = 1,43 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ ; коефіцієнт світлопропускання  $\tau = 0,7$ ; загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії  $g = 0,51$ . Розміри приміщень і світлопрозорих конструкцій беруться за ескізною пропозицією Loft Buro [8].

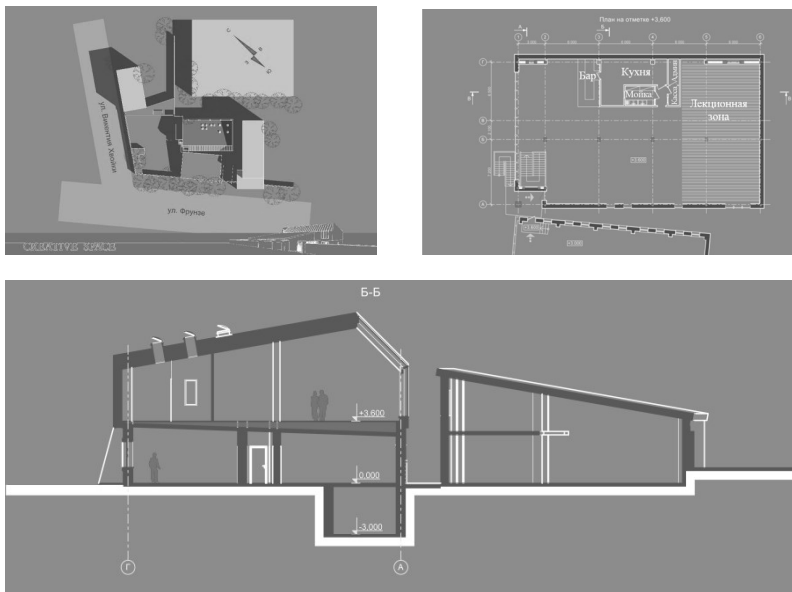


Рис. 1. Генплан, план, розріз будівлі Creative Space

Необхідно визначити грані, на яких доцільно розташувати вікна для забезпечення мінімуму тепловтрат протягом опалювального періоду. Згідно з методикою [3, 4, 5, 6], будують наочні моделі теплового балансу світлопрозорих конструкцій  $\Delta Q_i = f(A_\sigma)$  при  $\omega = \text{const}$ , залежно від їх просторової орієнтації ( $A_\sigma, \omega$ ), які наведено на рис. 2.

ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС  $1\text{ м}^2$  СКЛОПАКЕТІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
за опалювальний період (кВт год/ $\text{м}^2$ )  
для 50 град Пн.Ш. ( м.Київ)  $G=0.5$ ,  $R=1.4 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

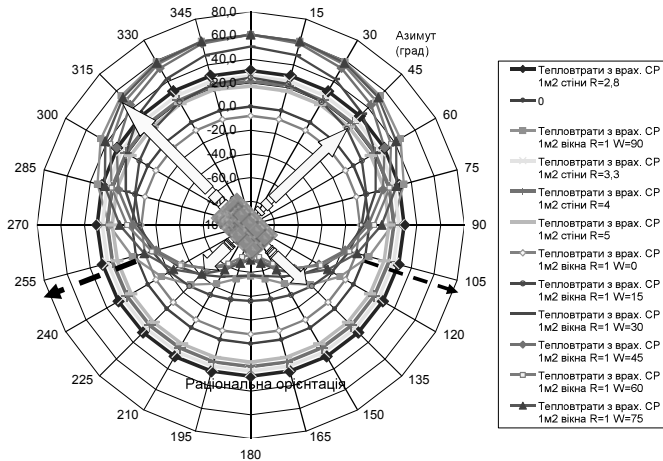


Рис. 2. Модель теплового балансу  $\Delta Q_i = f(A_\sigma)$  при  $\omega = \text{const}$  для визначення рівня теплового балансу вікон, розташованих на гранях будівлі

На основі моделі  $\Delta Q_i = f(A_\sigma)$  (рис. 2) визначено тепловий баланс вікон з опором теплопередачі  $R_b = 1,43 \text{ м}^2\text{К/Вт}$  і загальним коефіцієнтом пропускання сонячної енергії  $g = 0,51$  при розташуванні на гранях будівлі різної орієнтації, а саме:

- на грані з азимутом  $45^\circ$ :
  - кут нахилу  $\omega = 15^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{B45} = 17 \text{ кВт год/м}^2$ ,
  - кут нахилу  $\omega = 90^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{B45} = 55 \text{ кВт год/м}^2$ ;
- на грані з азимутом  $135^\circ$ :
  - кут нахилу  $\omega = 90^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{B135} = 0 \text{ кВт год/м}^2$ ;
- на грані з азимутом  $225^\circ$ :
  - кут нахилу  $\omega = 45^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{B225} = -45 \text{ кВт год/м}^2$  (теплонадходження від СР перевищують тепловтрати),
  - кут нахилу  $\omega = 90^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{B225} = 0 \text{ кВт год/м}^2$ ;
- на грані з азимутом  $315^\circ$ :
  - кут нахилу  $\omega = 90^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{B315} = 0 \text{ кВт год/м}^2$ .

Аналіз свідчить, що доцільно розташовувати вікна на грані даху з орієнтацією  $A_\sigma = 225^\circ$ ,  $\omega = 45^\circ$  при  $\Delta Q_{B225} = -45 \text{ кВт год/м}^2$  (теплонадходження від СР перевищують тепловтрати).

Також можливо розташовувати в стінах будівлі з орієнтацією  $A_\sigma = 135^\circ$  та  $A_\sigma = 225^\circ$  при куті нахилу  $\omega = 90^\circ$  тепловий баланс вікна  $\Delta Q_B = 0 \text{ кВт год/м}^2$ . Тепловтрати через огорожувальні конструкції дорівнюють теплонадходженню від СР.

Натомість допустимо розташовувати вікна на грані даху  $A_{\sigma} = 135^{\circ}$ ,  $\omega = 90^{\circ}$ , де тепловий баланс вікна  $\Delta Q_{\text{в}} = 17 \text{ кВт год/м}^2$ .

На рис. 3 запропоновано систему розташування вікон на другому поверсі досліджуваної будівлі, де значна частина вікон розташована на грані будівлі з орієнтацією  $A_{\sigma} = 225^{\circ}$  при  $\omega = 45^{\circ}$  та  $A_{\sigma} = 135^{\circ}$  при  $\omega = 90^{\circ}$ , де теплонадходження через вікна перевищують тепловтрати.

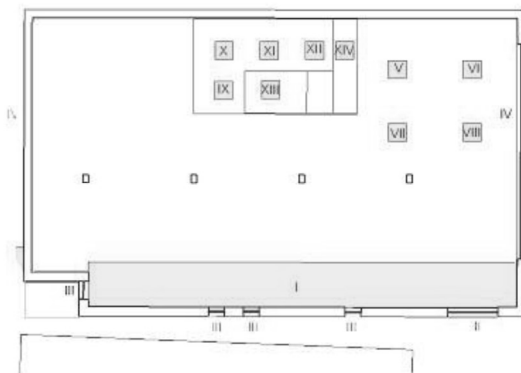


Рис. 3. Запропонована система вікон на другому поверсі будівлі

ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС  $1\text{ м}^2$  СКЛОПАКЕТІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
за літній період (кВт год/м<sup>2</sup>)  
для 50 град Пн.Ш. ( м.Київ)  $G=0.5$ ,  $R=1.4 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

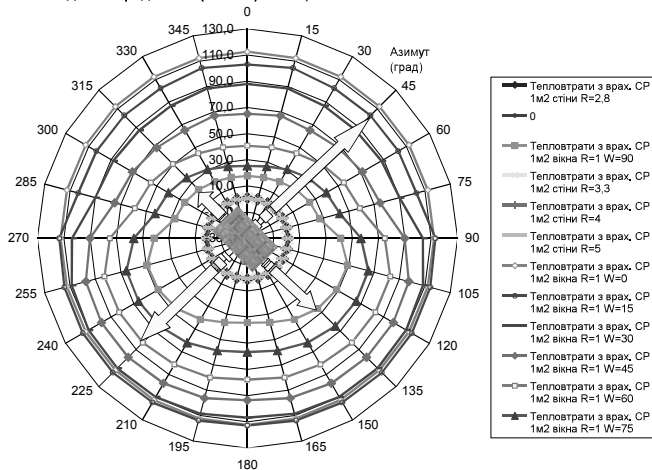


Рис. 4. Моделі теплового балансу  $\Delta Q_{\text{ср}i} = f(A_{\sigma})$  при  $\omega = \text{const}$  вікон залежно від їх азимутальної орієнтації для червня—серпня

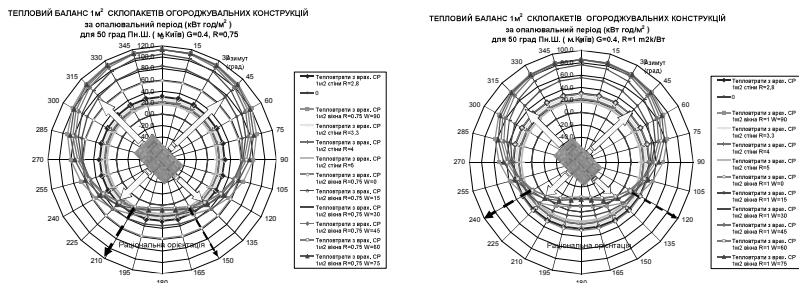


Рис. 5. Тепловий баланс вікон при різних параметрах

Задача теплозахисту від перегріву будівлі у літній період через світлопрозорі конструкції також пов'язується з використанням наочних моделей теплового балансу вікон  $\Delta Q_{сп1} = f(A_{\theta})$  при  $\omega = \text{const}$ , які зображено на рис. 4 та рис. 5.

Пропонується обмежити рівень надходження СР у приміщення, а саме для захисту від сонячного перегріву зроблено проектну пропозицію щодо використання таких типів сонцезахисних пристроїв (СЗП): на ліхтарі I і вікні II – зовнішніх регульованих похилих ламелей, геометричні параметри яких необхідно розрахувати; на вікнах III – СЗП, які передбачають зовнішні регульовані горизонтальні ламелі; на вікні IV – зовнішніх регульованих горизонтальних ламелей, які згортаються в короб над вікном; а на шахтних ліхтарях – внутрішніх регульованих ламелей.

**Висновки та перспективи.** З використанням розробленої методики, графічних моделей проведено дослідження та визначено раціональні параметри (азимут, кут нахилу, опір теплопередачі) близькі до оптимальних місця розташування світлопрозорих конструкцій на огороджувальних конструкціях будинку Creative Space. Вирішена задача теплозахисту від перегріву будівлі у літній період за рахунок застосування сонцезахисних пристроїв. Надано рекомендації щодо їх застосування. Дану методику та графічні моделі доцільно використовуватися при проектуванні енергоефективних будівель.

## Література

1. *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.
2. *Сергейчук О. В.* Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків : Автореферат дис. ...

доктора техн. наук : 05.01.01 / Сергейчук Олег Васильович. Киев, 2008. 341 с.

3. *Мартинов В. Л.* Визначення допустимої зони розташування світлопрозорих конструкцій на фасадах енергоекономічних будівель / *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Вип. 1/2011(66), ч. 1. С. 104–108.

4. *Мартинов В. Л.* Рациональна орієнтація віконних прорізів енергоефективних будівель [Текст] / *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. Київ : КНУБА, 2013. Вип. 4. С. 185–189.

5. *Мартинов В. Л.* Оптимальне розташування вікон в огорожувальних конструкціях енергоефективних будівель для п'яти кліматичних районів України / *Енергоефективність в будівництві та архітектурі* : наук.-техн. зб. Київ: КНУБА, 2014. Вип. 6. С. 192–198.

6. *Мартинов В. Л.* Моделирование оптимальных параметров теплоизоляционной оболочки зданий заданного класса энергоэффективности / *Інтегровані енергоефективні технології в архітектурі та будівництві «Енергоінтеграція–2017»* : матеріали сьомої міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2017. С. 34.

7. Изоляция & остекление SANCO. Стекло и его практическое применение : учебное пособие. Еврогласс, 2010. 289 с.

8. CREATIVE SPACE. Эскизное предложение Loft Buro от 08.12.13. Киев : Loft Buro, 2013. 14 с.

УДК 514.18

д. т. н., профессор **Мартынов В. Л.**,  
[arx.martynov@gmail.com](mailto:arx.martynov@gmail.com), ORCID: 0000-0002-0822-1970  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОКОН ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЯ CREATIVE SPACE**

*С использованием разработанной методики и комплекса графических моделей и способов определения оптимальных и рациональных (близких к оптимальным) геометрических параметров светопрозрачных конструкций в теплоизоляционной оболочке зданий с учетом теплопотерь, теплопоступления от солнечной радиации по критерию обеспечения минимальных теплопотерь через ограждающие конструкции, определены рациональные параметры (азимут, угол наклона, сопротивление теплопередаче) расположение окон в ограждающих конструкциях архитектурного объекта Creative Space при проектировании. Решена задача теплозащиты от перегрева здания в летний период за счет применения солнцезащитные устройств. Даны рекомендации по их применению.*

*Приведенную методiku и графические модели целесообразно использовать в дальнейшем при проектировании энергоэффективных зданий. Это будет способствовать повышению их энергоэффективности и соответственно класса энергоэффективности зданий. Приведенная методика, позволяет проектировщику за короткое время быстро определять, как параметры светопрозрачных конструкций, так и уровень теплового баланса светопрозрачных конструкций за отопительный и летний периоды.*

*Графические модели в ходе проектирования совмещаются с планами этажей зданий и архитектор быстро определяет, как уровень теплового баланса окон так и место (параметры), азимут и угол наклона конструкции теплоизоляционной оболочки, для рационального расположения окон. При этом учитывается также коэффициент светопропускания светопрозрачной конструкции.*

*Проектировщик также определяет зону допустимой ориентации окон при которой теплотери через окна в течение отопительного периода является меньше теплотери через непрозрачные конструкции стен.*

*Ключевые слова: энергоэффективные здания; оптимальные параметры; светопрозрачные конструкции; графические модели, геометрическое моделирование, архитектурное проектирование.*

Doctor of Technical Sciences, Professor **V. Martynov**,  
[arx\\_martynov@gmail.com](mailto:arx_martynov@gmail.com), ORCID: 0000-0002-0822-1970  
Kyiv National University of Construction and Architecture

## **OPTIMIZATION OF WINDOW PARAMETERS IN LOCATION IN CREATIVE SPACE BUILDING STRUCTURES**

*Using the developed methodology and a set of graphical models and methods for determining the optimal and rational (close to optimal) geometric parameters of translucent structures in the thermal insulation of buildings, taking into account heat loss, heat from solar radiation by the minimum heat loss, angle of inclination, heat transfer resistance) location of windows in the enclosing structures of the architectural object Creative Space during design. The problem of thermal protection against overheating of the building in the summer period due to the use of sun protection devices is solved. Recommendations for their use are given.*

*The given technique and graphic models should be used in the future when designing energy-efficient buildings. This will increase their energy efficiency and, accordingly, the energy efficiency class of buildings. This technique allows the designer in a short time to quickly determine both the*



*parameters of translucent structures and the level of heat balance of translucent structures for heating and summer periods. Graphic models in the design process are combined with floor plans of buildings and the architect quickly determines both the level of thermal balance of windows and location (parameters), azimuth and angle of the insulation structure, for the rational location of windows. This also takes into account the light transmission coefficient of the translucent structure.*

*The designer also determines the area of permissible orientation of the windows in which the heat loss through the windows during the heating period is less than the heat loss due to opaque wall structures.*

*Keywords: energy efficient buildings, optimal parameters, translucent structures, graphic models, geometric modeling, architectural design.*