

ВНЕСОК СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ В МЕТОДАХ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОПОТРЕБИ НА ОПАЛЕННЯ

В. І. Дешко, доктор технічних наук, професор

І. Ю. Білоус, кандидат технічних наук, доцент

М. І. Осадча, студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

E-mail: billoys_inna@ukr.net

Анотація. *Питання енергоефективності будівель нині актуальне для України, оскільки переважна їх більшість відносяться до масової забудови ХХ століття. Ефективне використання теплової енергії передбачає доцільність врахування, окрім тепловтрат, також додаткових теплонадходжень, серед яких - сонячні теплонадходження в зону будівлі. У деяких методах ця складова не враховується, або враховується досить укрупнено.*

Динамічний підхід до аналізу енергетичних характеристик будівель наведено в європейському стандарті EN ISO 13790, який введений в Україні з 2013 року, з використанням моделі 5R1C. Але широкого застосування в Україні цей метод не набув.

Метою дослідження було підвищення ефективності управління використанням енергії будівлями шляхом врахування сонячних теплонадходжень в їх зону в різних методах та моделях.

У роботі представлено пропозиції з коригування методів використання графіку теплового навантаження та математичного моделювання, які використовують для визначення енергоспоживання будівель. Нововведення включають у себе умови прогнозування на основі врахування сонячних теплонадходжень у зону будівлі на прикладі типової 5-ти поверхової житлової будівлі. Авторами проведено аналіз мінливості кліматичних даних з міжнародного погодинного погодного файлу для міста Київ.

Було проведено порівняльний аналіз трьох різних методів розрахунку енергоспоживання з врахуванням сонячного впливу. Цей аналіз показав, що використання графіку теплового навантаження з врахуванням сонячних теплонадходжень дозволяє зменшити споживання енергії на опалення на 37 % для Північно-Південної орієнтації вікон та на 28 % - для Західно-Східної; за стандартом ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для Північно-Південної орієнтації вікон можна зменшити енергоспоживання на опалення на 11 %, для Західно-Східної орієнтації вікон – 9 %; за сітковою моделлю 5R1C для Північно-Південної орієнтації вікон – на 10 %, для Західно-Східної орієнтації вікон – 8,5 %.

Ключові слова: *споживання теплової енергії, графік теплового навантаження, динамічна модель, сонячні теплонадходження*

Актуальність. Питання енергоефективності будівель актуальне як на стадії будівництва, так і на стадії експлуатації. Більшість будівель, що експлуатуються в Україні, відносяться до масової забудови ХХ століття. Зазвичай, для розрахунку енергоспоживання теплової енергії районів міст донині використовують графік теплового навантаження [1]. Для побудови графіку теплового навантаження достатньо знати тривалість стояння температури протягом опалювального періоду, а також теплове навантаження будівлі. Теплове навантаження зазначається в енергетичному паспорті будівлі та включає в собі трансмісійну (втрати тепла через оболонку будівлі) та вентиляційну складову втрат теплоти за розрахункової температури (умов проектування). Ефективне використання теплової енергії передбачає доцільність врахування, окрім тепловтрат, також додаткових теплонадходжень, серед яких - сонячні теплонадходження в зону будівлі. У деяких методах ця складова не враховується, або враховується досить укрупнено.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В епоху ефективного використання енергетичних ресурсів все більшого розвитку набувають математичні моделі, засновані на динамічних розрахунках для погодинних та менших інтервалів. Динамічні моделі дозволяють враховувати теплоаккумуляційні властивості огорожень, мінливість кліматичних умов та експлуатаційно-поведінкові фактори мешканців [2-8].

Динамічний підхід до аналізу енергетичних характеристик будівель наведено в європейському стандарті EN ISO 13790, який введений в Україні з 2013 року [9], з використанням моделі 5R1C. Широкого застосування в Україні цей метод не набув, тому що потребує програмного забезпечення, є досить складним та потребує великої кількості інформації для використання його на рівні управління системами теплозабезпечення постачальними організаціями. У працях [5-8] проведено дослідження енергетичних характеристик будівель з використанням моделі 5R1C, де проводились порівняння різних математичних моделей та особливостей його

застосування для різних умов. Враховуючи тенденції розвитку застосування динамічних математичних моделей, доцільним є зробити порівняння результатів розрахунку за існуючими та поширеними в застосуванні методами для умов України.

Мета дослідження – підвищення ефективності управління використанням енергії будівлями шляхом врахування сонячних теплонадходжень в їх зону в різних методах та моделях.

Матеріали та методи дослідження. Значення величини навантаження на систему опалення будівлі зазвичай відоме, тому річне споживання теплової енергії на опалення може бути визначене за допомогою графіку теплового навантаження. Для розрахунку кількості тепла будується графік з урахуванням тривалості стояння зовнішніх температур, а споживання тепла обчислюється як площа між кривою та абсцисою. Отримана величина відповідає базовому рівню споживання теплової енергії на опалення. Тривалість температури зовнішнього повітря протягом опалювального періоду можна визначити з даних типового року відповідного регіону/області [1]. Цей метод дозволяє більш точно, на відміну від розрахунку за середнім значенням зовнішньої температури повітря для опалювального сезону, враховувати зміни в температурі навколишнього середовища в опалювальний період. Метод не враховує тривалість сонячної активності протягом опалювального року, що в результаті завищує річний рівень енергоспоживання. [1]

В Україні з 2015 року діє стандарт щодо оцінки енергетичної ефективності будівель ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [10], в якому регламентовано укрупнений підхід оцінки переривчастих режимів опалення. Стандарт [10] проводить розрахунок для помісячних інтервалів і враховує лише графік зміни температури внутрішнього повітря в часі, та не враховує теплоаккумуляційні властивості внутрішніх огорожень, радіаційну температуру поверхонь огорожень, добові коливання зовнішніх погодних умов та інше.

Річна енергопотреба будинку в теплі та/або охолодженні визначається за методикою [10]:

$$Q_0^{\text{рік}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{НС.нд.і}} \quad (1)$$

де i – порядковий номер опалювального місяця, n – кількість опалювальних місяців; $Q_{HC.nd}$ – місячна енергопотреба для опалення або кондиціонування, Вт·год.

$$Q_{HC.nd} = Q_{HC.tr} + \eta_{HC.gn} Q_{HC.gn} \quad (2)$$

Де $Q_{HC.tr}$ – місячна сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією, Вт·год; $Q_{HC.gn}$ – місячні сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт·год; $\eta_{HC.gn}$ – безрозмірний місячний коефіцієнт використання надходжень.

$$Q_{HC.hr} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad (3)$$

де Q_{tr} – теплопередача трансмісією за місяцями, Вт·год; Q_{ve} – теплопередача вентиляцією, кВт·год.

$$Q_{HC.gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (4)$$

де Q_{int} – сума внутрішніх теплонадходжень протягом даного періоду, Вт·год; Q_{sol} – сума сонячних теплонадходжень протягом даного періоду, Вт·год.

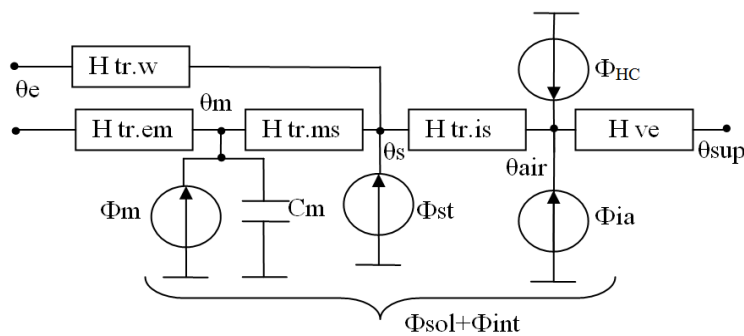


Рис. 1. Модель п'ять опорів, одна ємність (5R1C)

Національний стандарт [10] отримав свій розвиток з Європейського стандарту серії EN [9], в якому наводяться два методи розрахунку, а саме квазістаціонарний - помісячний метод, який зазначений в стандарті [10] та динамічний метод погодинного розрахунку за сітковою моделлю 5R1C [9, 2]. Схема реалізації моделі наведена на рис. 1, що включає зовнішні стіни, віконні отвори та вентиляцію, які характеризуються в схемі блоками провідності H_{op} , $H_{tr.w}$, H_{ve} , відповідно. Енергопотребу знаходять за розрахунком потужності опалення чи охолодження для кожної години, $\Phi_{HC.nd}$, що повинна бути надана до вузла температури внутрішнього повітря, θ_{air} , або відібрана від нього (в теплий період року при кондиціонуванні), для підтримання певної мінімальної або максимальної заданої температури. Задана

температура є середньозваженою за температурою повітря та середньою радіаційною температурою.

Основні формули реалізації методу наведені нижче [2].

$$C_m = \sum k_j A_j \quad (16)$$

$$\Phi_{m.tot} = \Phi_m + H_{tr.em} \theta_e + \frac{H_{tr.2} (\Phi_{st} + H_{tr.w} \theta_e + H_{tr.1} (\frac{\Phi_{ia} + \Phi_{HC.nd}}{H_{ve}} + \theta_{sup}))}{H_{tr.2}} \quad (17)$$

$$\theta_m = \frac{\theta_{m,t} + \theta_{m,t-1}}{2} \quad (18)$$

$$\theta_{m,t} = \frac{\theta_{m,t-1} (\frac{C_m}{3600} - 0,5(H_{tr.2} + H_{tr.em})) + \Phi_{m.tot}}{\frac{C_m}{3600} + 0,5(H_{tr.2} + H_{tr.em})} \quad (19)$$

$$\theta_s = \frac{H_{tr.ms} \theta_m + \Phi_{st} + H_{tr.w} \theta_e + H_{tr.1} (\frac{\Phi_{ia} + \Phi_{HC.nd}}{H_{ve}} + \theta_{sup})}{H_{tr.ms} + H_{tr.w} + H_{tr.1}} \quad (20)$$

$$\theta_{air} = \frac{H_{tr.is} \theta_s + H_{ve} \theta_{sup} + \Phi_{ia} + \Phi_{HC.nd}}{H_{tr.is} + H_{ve}} \quad (21)$$

де Φ_{ia} , Φ_m , Φ_{st} – внутрішні тепловиділення та сонячні теплонадходження, які діляться між 3-ма вузлами, θ_{air} , θ_s , θ_m ; $\Phi_{m.tot}$ – загальний тепловий потік, Вт; A_j – площа j-го елемента огорожень, м²; C_m – внутрішня теплоємність, Дж/К; k_j – внутрішня теплоємність на одиницю площі j-го елемента будівлі, Дж/(м²·К); $H_{tr.is}$ – сполучення провідністю між вузлами s та внутрішнім повітрям, Вт/К; $H_{tr.1}$, $H_{tr.2}$, $H_{tr.3}$ – провідність умовних вузлів 1, 2, 3, Вт/м.

Цей метод дозволяє врахувати теплоаккумуляційні властивості внутрішніх та зовнішніх огорожень будівлі, врахувати погодинну зміну зовнішньої температури та сонячних теплонадходжень до будівлі, що дозволяє ефективно використовувати теплову енергію на потреби опалення та забезпечувати комфортні умови праці/проживання.

Результати досліджень та їх обговорення. У роботі проведене динамічне енергетичне моделювання типової 5-ти поверхової житлової будівлі 1961 року побудови, що розташована в місті Києві. У будівлі проведено часткову заміну вікон на двокамерні енергозберігаючі склопакети, інші огорожувальні конструкції відповідають вимогам будівництва часів зведення (низький рівень теплозахисних властивостей). Будівля має типову, архітектурно просту прямокутну протяжну

форму. Світлопрозорі елементи огорожень розташовані на 2-х протилежних вертикальних фасадах. Коефіцієнт пропускання сонячних теплонадходжень до будівлі становить 0,4 для сучасних склопакетів та 0,56 – для старих віконних конструкцій. Погодинні кліматичні дані для міста Києва використані з міжнародного погодного файлу IWES для типового року [11].

Сонячна активність не має кореляційного зв'язку зі зміною зовнішньої температури, тому для врахування цієї складової при побудові графіку теплового навантаження авторами запропоновано використати погодинні дані типового року з міжнародного погодного файлу IWES для міста Києва [11]. На основі статистичного аналізу визначено середню величину сонячних надходжень на вертикальні та горизонтальні поверхні для розглянутого інтервалу зовнішніх температур $-16...+8$ °C з кроком 2 °C. Такий підхід при врахуванні сонячних теплонадходжень у зону будівлі при різних значеннях температури зовнішнього повітря дозволив не тільки внести корекцію на сонячні теплонадходження до графіку теплового навантаження, але і врахувати як збільшення впливу сонячної радіації на величину енергоспоживання в період міжсезоння (особливо березень-квітень), так і зниження сонячної активності в холодний період років (грудень-січень).

На рис. 2, а наведено результати аналізу погодинного погодного кліматичного файлу типового року IWES [11], де наведено тривалість стояння температур та сонячної активності, середньомісячні погодні дані наведені на рис.2, б.

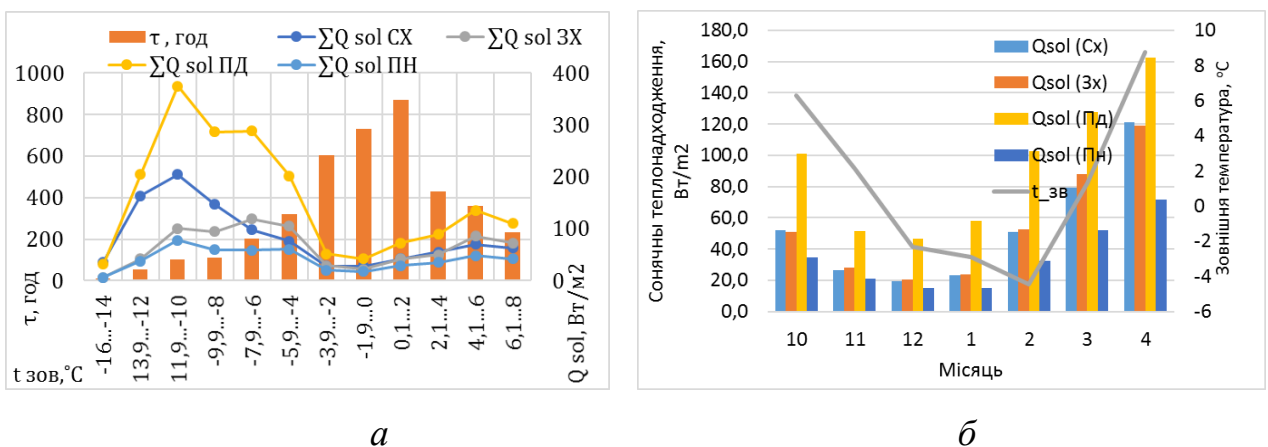


Рис. 2. Кліматичні характеристики відповідно до погодного файлу IWES

Енергетичне моделювання енергоспоживання житлової будівлі було проведено для трьох варіантів: 1) без врахування впливу сонячних теплонадходжень; 2) з урахуванням сонячних теплонадходжень при розташуванні вікон на Північному та Південному фасадах будівлі; 3) з урахуванням сонячних теплонадходжень для Західного та Східного розташування вікон на фасадах будівлі. Результати розрахунку графіку тривалості теплового навантаження наведені на рис. 3 для трьох модельних варіантів, річне споживання енергії на опаленні наведене в таблиці. Коригування графіку теплового навантаження з урахуванням сонячних теплонадходжень дає як результат зменшення використання енергії на опалення на 37 % для Північно-Південної орієнтації вікон та на 28 % - для Західно-Східної. Урахування сонячних теплонадходжень дозволить більш зважено використовувати теплову енергію будівлі, яка витрачається на потреби опалення та уникати надмірного опалення в періоди міжсезоння (весна, осінь).

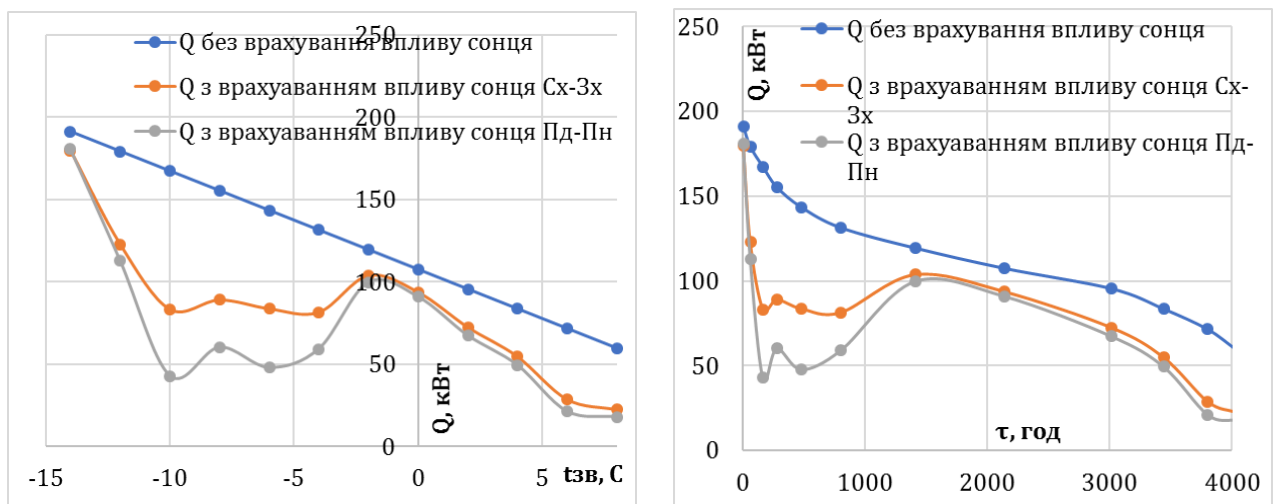
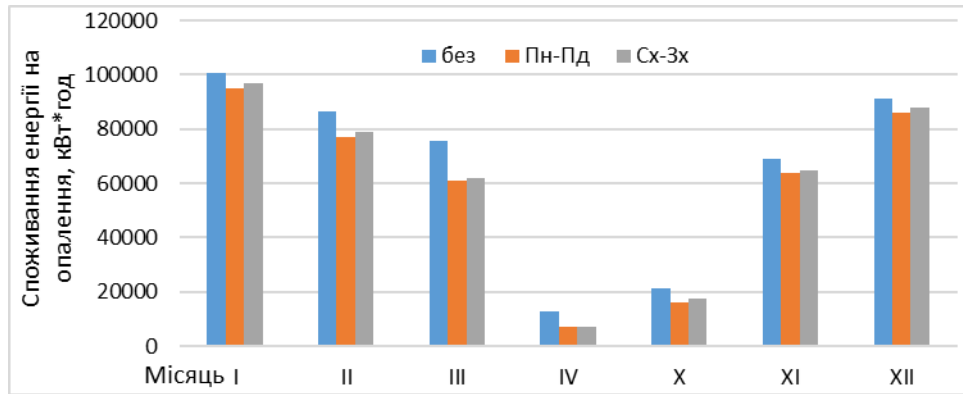


Рис. 3. Графік тривалості теплового навантаження

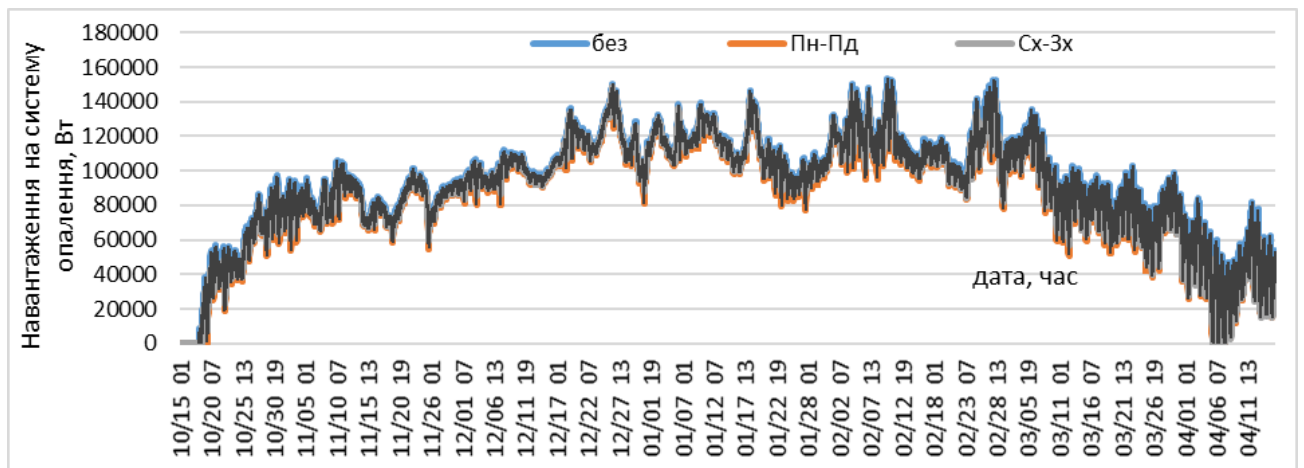
На рис. 4 наведено помісячне енергоспоживання житловою будівлею за стандартом ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Урахування сонячних теплонадходжень при Північно-Південній орієнтації вікон дозволяє зменшити енергоспоживання на опалення на 11 %, для Західно-Східної орієнтації вікон – 9 %. Річне споживання енергії на опалення наведене в табл. 1 для трьох варіантів розрахунку. Для квітня вплив сонячних теплонадходжень на теплоспоживання становить біля 45% для всіх

орієнтацій вікон, для березня та жовтня – біля 20%, найменший вплив сонячних теплонадходжень характерний для грудня-січня – 3-4%.



Легенда: без – без врахування сонячних надходжень; Пн-Пд – вікна орієнтовані на Північну та Південну сторони; Сх-Зх – вікна орієнтовані на Західну та Східну сторони.

Рис. 4. Енергопотреба будівлі на опалення за стандартом ДСТУ Б А.2.2-12:2015



Легенда: без – без врахування сонячних надходжень; Пн-Пд – вікна орієнтовані на Північну та Південну сторони; Сх-Зх – вікна орієнтовані на Західну та Східну сторони.

Рис. 5. Навантаження на систему опалення за 5R1C

На рис. 5 наведено погодинне навантаження на систему опалення для трьох варіантів моделювань на основі сіткової моделі 5R1C. Ця модель дозволяє враховувати погодинну зміну кліматичних даних та підбирати необхідне навантаження для забезпечення умов комфорту. У річному розрізі врахування сонячних теплонадходжень при Північно-Південній орієнтації вікон дозволяє зменшити енергоспоживання на опалення на 10 %, для Західно-Східної орієнтації

вікон – 8,5 %. Річна величина споживання енергії на потреби опалення наведена в таблиці.

Енергопотреба будівлі на опалення

Модель	Тип розрахунку		
	Без врахування сонячних надходжень	З сонячними теплонадходженнями, вікна на Пн-Пд орієнтації	З сонячними теплонадходженнями, вікна на Сх-Зх орієнтації
	МВт·год/рік		
Графік навантаження	451,8	323,3	280,9
ДСТУ Б А.2.2-12:2015	457,6	406,0	415,4
5R1C	422,9	379,1	387,1

Отримані результати динамічного моделювання енергетичних характеристик будівлі та аналізу мінливості погодних факторів протягом опалювального періоду (міждобові та міжсезонні коливання) дозволяють розвивати існуючі методи визначення енергоспоживання, такі як графік тривалості навантаження. Потрібно відмітити, що результати розрахунку за ДСТУ Б А.2.2-12:2015 (враховує сезонні погодні коливання) та моделлю 5R1C (враховує погодинну зміну кліматичних даних) мають досить близький результат.

Висновки і перспективи. У роботі проведено дослідження впливу сонячних теплонадходжень на споживання енергії на потреби опалення за різними методами та моделями розрахунку. На основі погодинних кліматичних даних з міжнародного файлу IWEC проведено аналіз тривалості стояння зовнішніх температур та притаманних їм значенням сонячної активності, а також середньомісячних показників зовнішньої температури та сонячних теплонадходжень на вертикальні поверхні. Проведено порівняльний аналіз споживання теплової енергії на опалення за графіком тривалості стояння температур. Аналіз показав, що врахування сонячних теплонадходжень дозволяє зменшити споживання енергії на опалення на 37 % для Пн-Пд орієнтації вікон та на 28 % - для Західно-Східної. За стандартом ДСТУ Б А.2.2-12:2015 вплив сонячних теплонадходжень при Північно-Південній

орієнтації вікон дозволяє зменшити енергоспоживання на опалення на 11 %, для Західно-Східної орієнтації вікон – 9 %, де для квітня вплив біля 45 % для всіх орієнтацій вікон, для березня та жовтня – біля 20 %, найменший вплив сонячних теплонадходжень характерний для грудня-січня – 3-4 %. Розрахунки за сітковою моделлю 5R1C при Північно-Південній орієнтації вікон дозволяє зменшити енергоспоживання на опалення на 10 %, для Західно-Східної орієнтації вікон – 8,5 %. Серед розглянутих методів розрахунку модель 5R1C найбільш детально враховує теплоінерційні особливості огорожень будівлі та мінливість кліматичних даних в погодинному розрізі. Урахування сонячних теплонадходжень є важливою складовою енергоефективного використання енергетичних ресурсів та налаштування систем управління.

Список використаних джерел

1. Deshko V., Shevchenko O., Shovkaliyk M. Approach to the energy evaluation of the social facilities of Ukraine at the time of the energy-efficiency measures implementation. *Journal of New Technologies in Environmental Science (JNTES)*. 2019. No.2. P. 55-75.
2. Deshko V.I., Bilous I.Yu. Mathematical models for determination of specific energy need for heating and cooling of the administrative building. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7 (4.3). P. 325-330.
3. Cowie A., Hong T., Feng X., Darakdjian Q. Usefulness of the obFMU Module Examined through a Review of Occupant Modelling Functionality in Building Performance Simulation Programs. *Building Performance Simulation*. 2016. Vol. 7. P. 1-22.
4. Østergård T., Jensen R.L., Maagaard S.E., A comparison of six metamodeling techniques applied to building performance simulations. *Applied Energy*. 2018. Vol. 211. P. 89-103.
5. Michalak P. The simple hourly method of EN ISO 13790 standard in Matlab/Simulink: A comparative study for the climatic conditions of Poland. *Energy*. 2014. Vol. 75. P.568-578.
6. Bruno R., Oliveti G., Arcuri N. An analytical model for the evaluation of the correction factor of solar gains through glazed surfaces defined in EN ISO 13790. *Energy and Buildings*. 2015. Vol. 96. P.1–19.
7. Jokisalo J., Kurnitski J. Performance of EN ISO 13790 utilisation factor heat demand calculation method in a cold climate. *Energy and Buildings*. 2007. Vol. 39. P. 236–247.

8. Orosa J.A., Oliveira A. C. Implementation of a method in EN ISO 13790 for calculating the utilisation factor taking into account different permeability levels of internal coverings. *Energy and Buildings*. 2010. Vol. 42. P.598–604.

9. EN 13790:2008, 2008, Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling, CEN: European Committee for Standardization, 53p.

10. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні [Уведений вперше; чинний від 2015.01.01]. К. Мінрегіонбуд України, 2016. 205 с.

11. International Weather for Energy Calculations: https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/UKR.

References

1. Dешко, V., Шевченко, O., Шовкалик, M. (2019). Approach to the energy evaluation of the social facilities of Ukraine at the time of the energy-efficiency measures implementation. *Journal of New Technologies in Environmental Science (JNTES)*, 2, 55-75.

2. Dешко, V. I., Bilous, I. Yu. (2018). Mathematical models for determination of specific energy need for heating and cooling of the administrative building. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 325-330.

3. Cowie, A., Hong, T., Feng, X., Darakdjian, Q. (2016). Usefulness of the obFMU Module Examined through a Review of Occupant Modelling Functionality in Building Performance Simulation Programs. *Building Performance Simulation*, 7, 1-22.

4. Østergård, T., Jensen, R. L., Maagaard, S. E. (2018). A comparison of six metamodeling techniques applied to building performance simulations. *Applied Energy*, 211, 89-103.

5. Michalak, P. (2014). The simple hourly method of EN ISO 13790 standard in Matlab/Simulink: A comparative study for the climatic conditions of Poland. *Energy*, 75, 568-578.

6. Bruno, R., Oliveti, G., Arcuri, N. (2015). An analytical model for the evaluation of the correction factor F_{w} of solar gains through glazed surfaces defined in EN ISO 13790. *Energy and Buildings*, 2015, 96, 1–19.

7. Jokisalo, J., Kurnitski, J. (2007). Performance of EN ISO 13790 utilisation factor heat demand calculation method in a cold climate. *Energy and Buildings*, 39, 236–247.

8. Orosa, J. A., Oliveira, A. C. (2010). Implementation of a method in EN ISO 13790 for calculating the utilisation factor taking into account different permeability levels of internal coverings. *Energy and Buildings*, 42, 598–604.

9. EN 13790:2008 (2008). Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling, CEN: European Committee for Standardization, 53.

10. DSTU B A.2.2-12:2015. (2015). Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні [Energy efficiency of buildings. Method of calculation of energy heating, cooling, ventilation, lighting and hot water]. Kyiv: MinreghionUkrayiny, 205.

11. International Weather for Energy Calculations. Available at: https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/UKR.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОТРЕБНОСТИ НА ОТОПЛЕНИЕ

В. И. Дешко, И. Ю. Белоус, М. И. Осадчая

Аннотация. *Вопрос энергоэффективности зданий в настоящее время актуален для Украины, поскольку подавляющее их большинство относятся к массовой застройке XX века. Эффективное использование тепловой энергии предусматривает целесообразность учета, кроме теплопотерь, также дополнительных теплопоступлений, среди которых - солнечные теплопоступления в зону здания. В некоторых методах эта составляющая не учитывается, или учитывается достаточно укрупненно.*

Динамический подход к анализу энергетических характеристик зданий приведен в европейском стандарте EN ISO 13790, который введен в Украине с 2013 года, с использованием модели 5RIC. Но широкого применения в Украине этот метод не получил.

Целью исследования было повышение эффективности управления использованием энергии зданиями путем учета солнечных теплопоступлений в их зону в различных методах и моделях.

В работе представлены предложения по корректировке использования графика тепловой нагрузки и математического моделирования для определения энергопотребления зданий с условиями прогнозирования, учитывающими солнечные поступления тепла внутрь здания на примере типичного 5-ти этажного жилого дома. Авторами был проведен анализ изменчивости климатических данных на основе международного почасового погодного файла для города Киева. Был проведен сравнительный анализ трех разных методов расчета, учитывающих солнечные поступления. Данный анализ показал, что используя график тепловой нагрузки с учетом солнечных поступлений позволяет уменьшить потребление энергии на отопление на 37 % для Северо-Южной ориентации окон, на 28 % для Западно-Восточной ориентации окон; используя стандарт ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для Северо-Южной ориентации окон можно снизить потребление на 11 %, для Западно-Восточной – на 9 %; используя сеточную модель 5RIC для Северо-Южной ориентации – на 10 %, для Западно-Восточной – 8.5 %.

Ключевые слова: *потребление тепловой энергии, график тепловой нагрузки, динамическая модель, солнечные поступления*

CONSIDERATION OF SOLAR HEAT IMPACT INTO THE CALCULATION METHODS OF HEAT ENERGY NEEDS

V. Deshko, I. Bilous, M. Osadcha

Abstract. *The issue of energy efficiency of buildings is now relevant for Ukraine, as the vast majority of them belong to the mass construction of the twentieth century. Efficient use of thermal energy presupposes the expediency of taking into account, in addition to heat loss, also additional heat inputs, among which - solar heat inputs to the*

building area. In some methods, this component is not taken into account, or is taken into account quite large.

A dynamic approach to the analysis of energy performance of buildings is given in the European standard EN ISO 13790, which was introduced in Ukraine in 2013, using the model 5RIC. But this method has not been widely used in Ukraine.

The aim of the study was to increase the efficiency of energy management of buildings by taking into account solar heat in their area in different methods and models.

The paper presents suggestions to amend the appliance of the heat load graph and math modeling for measuring energy consumption of the buildings. Amendments include forecasting that considers solar heat impact on the building. Work done based on the example of 5 floored apartment building. Authors of the paper made an analysis of the variability of climatic data using international hourly weather data for Kyiv. Comparative analysis of the three different methods of calculations of solar heat impact showed promising results: using heat load graph with consideration of solar heat impact allows to reduce the energy consumption allotted for heating by 37 % for North-South window orientation and by 28 % for West-East window orientation; using DSTU B A.2.2-12:2015 standard allows to achieve reduction by 11 % for North-South window orientation and by 9 % for West-East window orientation; using grid model 5RIC – 10 % for North-South window orientation, 8.5 % for West-East window orientation.

Key words: heat energy consumption, heat load graph, dynamic model, solar heat impact