

Нормативно-правові засади виконання термомодернізаційних робіт у будівництві

Наталія Мацак*

* ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6966-5615>, e-mail: nata120175@ukr.net

DOI: 10.32353/khrife.2.2025.15 УДК [69:624.01:343.98](477)

Надійшло 14.05.2025 / Рецензовано 15.05.2025 / Прийнято до друку 26.06.2025 /
Доступно онлайн 30.06.2025



У сучасному суспільстві енергоекономічність та енергоефективність відіграють дуже важливу роль. Зокрема, зростає актуальність проблеми термомодернізації будівель. Енергоекономічна політика в будівництві — одне з першорядних завдань під час проведення капітальних ремонтів і нового будівництва. Тож вибір будівельних матеріалів, виробів та конструкцій обумовлюють потреби енергоефективності та зменшення рівня енергоспоживання. Якщо будівельні матеріали дібрано правильно, умови перебування людей усередині будівлі стають комфортнішими, оскільки матеріали з високими теплоізоляційними характеристиками взимку сприяють підтриманню в будівлі тепла, а влітку — прохолоди, зменшуючи потребу в обігрівачах або вентиляторах чи кондиціонерах, отже, і у споживанні енергії. Метою цієї статті є ознайомити з основними правилами й вимогами щодо енергетичної ефективності під час проведення робіт з термомодернізації будинків і проаналізувати здійснення цих робіт із висвітленням окремих проблем, що виникають під час їх проведення. Для досягнення мети застосовано загальні методи (теоретичний аналіз і синтез) та спеціальні (аналіз проектної документації, аналіз застосованих будівельних матеріалів, тепловізійне обстеження). Приділено увагу будівельним нормам і правилам, що стосуються виконання такого виду робіт, опрацьовано обов'язкові вимоги до їхньої якості. Зазважено про потребу вдосконалити нормативну базу з питань технічного переоснащення теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій, а також із заміни віконних, зовнішніх дверних і балконних блоків. порушено питання щодо енергозбереження, енергозберігаючої політики, енергетичного паспорта будівлі, економії паливно-енергетичних ресурсів.

Ключові слова: енергетичний аудит; енергозбереження; огорожувальні конструкції; опалення; паливно-енергетичні ресурси; тепловтрати; теплоізоляція; утеплення.

Постановка наукової проблеми

Сьогодні проблема енергоресурсів у нашій країні — та й у всьому світі — стоїть дуже гостро.

Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату (англ. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC; далі — РКЗК ООН) прийнято 09.05.1992 р. Україна підписала її 11.06.1992 р., ратифікувала 29.10.1996 р.¹

РКЗК ООН — це міжнародний екологічний договір, основним завданням якого є вирішення проблеми парникових викидів (газів). Нині вкрай важливо нормалізувати викиди парникових газів в атмосферу й надалі підтримувати їх на рівні, що не шкодитиме довкіллю та мінімізуватиме негативний вплив на кліматичні умови. У межах цієї Конвенції країни-учасниці беруть на себе зобов'язання з підвищення ефективності користування енергією.

Загалом енергозберігаюча політика нашої держави спрямована на раціональне використання та економне витрачання енергетичних ресурсів. До того ж потрібно розуміти, що житловий фонд нашої країни переважно оснащений опалювальними пристроями застарілих систем. Самі ж будівлі, особливо прийняті до експлуатації до 1993 р., зведені за старими будівельними нормами. Отже, задля економії паливно-енергетичних ресурсів необхідно проводити енергозберігаючі (енергоефективні) заходи, спрямовані на впровадження та виробництво енергоефективної продукції, технологій та обладнання.

Однією з основних вимог до технічних і технологічних характеристик будівлі є енергоефективність та забезпечення енергозбереження. Сучасні реалії диктують вимоги до систем опалювання, вентиляції, охолодження, освітлення: вони мають відповідати таким технічним вимогам, щоб кількість використовуваної під час експлуатації енергії була незначною.

Мета статті

Метою цієї статті є дослідження питань енергозбереження, енергозберігаючої політики, економії паливно-енергетичних ресурсів, зокрема аналізування енергетичної ефективності робіт з термомодернізації будинків, привернення уваги до необхідності вдосконалення нормативної бази з питань технічного переоснащення теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій, а також заміни віконних, зовнішніх дверних і балконних блоків.

Методи дослідження

Застосовано загальні методи (теоретичний аналіз і синтез) та спеціальні (аналіз проектної документації, аналіз застосованих будівельних матеріалів, тепловізійне обстеження).

Ознайомлення з проектною документацією сприяє правильному оцінюванню відповідності теплової оболонки будівлі вимогам з енергоефективності.

Аналіз застосованих будівельних матеріалів проводять шляхом лабораторних

1 Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату : ратифік. Закон. України від 29.10.1996 р. № 435/96-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text (дата звернення: 11.05.2025).

випробувань, що дають змогу обчислити коефіцієнт теплопровідності матеріалів.

Аналіз основних досліджень і публікацій

У цій статті викладено систему ознак і критеріїв, яка, на думку авторки, сприятиме приведенню енергетичної ефективності українських будівель у відповідність до сучасних норм та стандартів. Правовим підґрунтям цього дослідження є положення Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»², а також сучасні будівельні норми з цього питання. Удосконалення чинних нині в Україні будівельних норм і правил, приведення їх у відповідність до міжнародних стандартів, а також прийняття низки законів, спрямованих на впровадження новітніх технологій та модернізацію процесу будівництва, безумовно, сприятиме появі будівель з низькими показникам використання енергоресурсів, що дасть змогу значно зменшити витрати на їх обслуговування.

Питання збереження та раціонального використання теплової енергії наукова спільнота порушує все частіше. Проблеми технічного переоснащення та термомодернізації будівель розглядали у своїх дослідженнях такі вчені: О. Галін-

ський, П. Григоровський, В. Плоский, С. Ушацький, В. Галушко, А. Нечепорчук, В. Торкатюк, Р. Тормосов, Р. Тян, Г. Фаренюк, А. Шпаков, В. Шаленний та ін. Деякі науковці (В. Галушко, Г. Соха, В. Савйовський, Г. Ратушняк, О. Ратушняк, С. Понізов, І. Бабій, О. Борисов, Л. Кучеренко, Н. Олійник) досліджували питання щодо асортименту будівельних матеріалів і добору технологічних рішень для проведення термомодернізаційних робіт.

На модернізації будівель і перспективах зменшення витрат енергії та скороченні парникових викидів (газів) акцентували увагу Г. Фаренюк, О. Філоненко та М. Тимофеев³. Вони також виклали сучасний підхід до вибору найкращих варіантів проведення модернізаційних робіт.

Р. К. Jain⁴ розглянув економічне, екологічне й ефективне будівництва та зауважив переваги такого будівництва з огляду на скорочення парникових викидів.

Науковці J. Torkar, D. Goricanec, J. Krope⁵ порушили питання про надійність і безвідмовність (завдяки забезпеченню контролю та моніторингу показників) роботи систем централізованого теплопостачання.

В. Семко⁶ дослідив проблему теплової відмови огорожувальної конструкції як однієї з головних причин економіч-

- 2 Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 р. № 2118-VIII (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 11.05.2025).
- 3 Фаренюк Г. Г., Філоненко О. І., Тимофеев М. В. Енергоефективність громадських будинків з врахуванням ергономіки теплового середовища. *Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура*. 2017. Вип. 135. С. 119–124. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kgm_tech_2017_135_22 (дата звернення: 11.05.2025).
- 4 Jain R. K. A Study on Eco-Friendly Cost-Effective Earthbag House Construction. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*. 2013. Vol. 9. No. 1. Pp. 200–211. DOI: [10.3126/kuset.v9i1.63925](https://doi.org/10.3126/kuset.v9i1.63925) (дата звернення: 11.05.2025).
- 5 Torkar J., Goricanec D., Krope J. Economical heat production and distribution. *Proceedings of the 3rd IASME/WSEAS Int. Conference on Heat Transfer, Thermal Engineering and Environment* (Corfu, Aug 20–22, 2005). 2005. Pp. 18–23. URL: https://www.academia.edu/19945433/Economical_heat_production_and_distribution (дата звернення: 11.05.2025).
- 6 Семко В. О. Методика визначення ймовірності теплової відмови огорожувальних конструкцій із сталевих холодноформованих елементів за теплотехнічними показниками.

них утрат через збільшення витрат енергоресурсів.

Б. Басок зі співавторами⁷ порушили тему об'єднання архітектурних особливостей з техніко-технологічними показниками з метою підтримання нормального санітарно-гігієнічного стану приміщень будівлі.

У роботі А. Максимова⁸ викладено новий раціональний підхід до організації проектування термомодернізаційних заходів для будівель, а також наведено приклади оптимізації конструктивних рішень під час проведення термомодернізації.

А. Перекрест висвітлив тему автоматизації контролю показників теплового обміну в будівлях⁹.

В. Бабак зі співавторами¹⁰ дослідили питання сучасних засобів і методів контролю за теплоенергетичним обладнанням.

І. Бабій, О. Борисов, Л. Кучеренко та Н. Олійник зазначили, що з огляду на сучасний стан будівель житлового фонду

90 % усіх багатоповерхівок потребують термомодернізації¹¹.

В. Савйовський також присвятив свою працю перспективній галузі термомодернізації будівель¹². Він зазначив причини втрати конструктивними елементами будівель теплозахисних характеристик; приділив увагу основним технологічним характеристикам, які потрібно враховувати під час проектування та виконання робіт, що передують будівництву; схарактеризував суттєві техніко-технологічні рішення для здійснення цих робіт; висвітлив процеси проведення контролю якості будівельних робіт. Окрім того, науковець навів покрокову деталізацію робіт із монтажу віконних і зовнішніх дверних блоків, а також презентував передові технології облаштування теплової оболонки будівлі (способи утеплення зовнішніх стін, покрівлі, перекриттів над неопалюваними приміщеннями, цокольної частини будівлі).

Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. 2016. Вып. 91. С. 140–147. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmit_2016_91_21 (дата звернення: 11.05.2025).

- 7 Басок Б. І., Недбайло О. М., Ткаченко М. В., Божко І. К., Новіцька М. П. Схемні рішення оснащення енергоефективного будинку системою теплозабезпечення. *Промышленная теплотехника*. 2013. Т. 35. № 1. С. 42–48. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/231a7815-e412-4ae5-b6b8-296b31ca0ac9/content> (дата звернення: 11.05.2025).
- 8 Максимов А. С. Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень : дис. ... канд. техн. наук. Одеса, 2021. 218 с. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0421U102386> (дата звернення: 11.05.2025).
- 9 Перекрест А. Л. Методи та засоби створення високоефективних комп'ютеризованих систем автоматичного контролю параметрів теплового комфорту в будівлях : дис. ... д-ра техн. наук. Покровськ, 2020. 493 с. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0520U101750> (дата звернення: 11.05.2025).
- 10 Бабак В. П., Берегун В. С., Бурова З. А., Воробйов Л. Й., Декуша Л. В. та ін. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії : монографія. Київ, 2016. 298 с.
- 11 Бабій І. М., Борисов О. О., Кучеренко Л. В., Олійник Н. В. Визначення факторів, що впливають на терміни утеплення фасадів багатоповерхових будівель. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2021. Т. 31. № 2. С. 32–36. DOI: 10.31649/2311-1429-2021-2-32-36 (дата звернення: 11.05.2025).
- 12 Савйовський В. В. Термомодернізація будівель : навч. посіб. Київ, 2021. 278 с. URL: <https://lira-k.com.ua/preview/12893.pdf> (дата звернення: 11.05.2025).

R. Carabano зі співавторами проаналізували будівельні матеріали, призначені для проведення робіт із теплоізоляції (з огляду на тривалість їхнього життєвого циклу)¹³.

L. Brojan, A. Petric і P. L. Clouston здійснили порівняльний аналіз будівельних матеріалів з позицій екології та економіки¹⁴.

I. Бабій і Л. Кучеренко проаналізували наявні технології будівельно-монтажних робіт з теплоізоляції будівель (з огляду на їхню техніко-економічну ефективність)¹⁵.

В. Сердюк звернув увагу на проблему застарілого (зведеного за часів масового будівництва 1960—1980-х рр.) житлового фонду у розрізі надзвичайно високих показників енерговитрат на утримання таких будівель, пропонуючи розв'язати цю проблему шляхом застосування навісних вентиляованих фасадів і розширення їхніх функційних характеристик¹⁶.

У статті Д. Степанова зі співавторами¹⁷ наголошено на актуальності теми

скорочення парникових викидів (газів), з огляду на що надано обґрунтування нормативних показників, які забезпечували б термічний опір зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Викладення основного матеріалу дослідження

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»¹⁸ спрямований на стимулювання скорочення споживання енергії в будівлях, обумовлює правові, соціально-економічні й організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

У ч. 1 ст. 1 цього Закону, зокрема, наведено визначення понять «будівля з близьким до нульового рівнем споживання енергії» (п. 2) та «енергетична ефективність будівлі» (п. 5):

«2) будівля з близьким до нульового рівнем споживання енергії — будівля з рівнем енергетичної ефективності, що перевищує встановлені мінімальні вимоги, в якій для формування належних умов

- 13 Carabano R., Hernando S. M., Ruiz D., Bedoya C. Life Cycle Assessment (LCA) of building materials for the evaluation of building sustainability: the case of thermal insulation materials. *Revista de la Construcción*. 2017. Vol. 16. No. 1. Pp. 22—33. DOI: [10.7764/RDLC.16.1.22](https://doi.org/10.7764/RDLC.16.1.22) (дата звернення: 11.05.2025).
- 14 Brojan L., Petric A., Clouston P. L. A Comparative Study of Brick and Straw Bale Wall Systems from Environmental, Economical and Energy Perspectives. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2013. Vol. 8. No. 11. Pp. 920—926. URL: https://www.academia.edu/5439665/A_COMPARATIVE_STUDY_OF_BRICK_AND_STRAW_BALE_WALL_SYSTEMS_FROM_ENVIRONMENTAL_ECONOMICAL_AND_ENERGY_PERSPECTIVES (дата звернення: 11.05.2025).
- 15 Бабій І. М., Кучеренко Л. В. Моделювання організаційно-технологічних факторів для визначення ефективних рішень проекту утеплення фасадів з облицюванням штукатурками. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2023. Т. 34. № 1. С. 84—90. DOI: [10.31649/2311-1429-2023-1-84-90](https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-1-84-90) (дата звернення: 11.05.2025).
- 16 Сердюк В. Р. Розширення функціональних властивостей навісних вентиляованих фасадів при утепленні будівель. *Там само*. С. 91—99. DOI: [10.31649/2311-1429-2023-1-91-100](https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-1-91-100) (дата звернення: 11.05.2025).
- 17 Степанов Д. В., Степанова Н. Д., Оникієнко С. М., Мартиненко В. В. Показники енергоефективності громадської будівлі. *Там само*. С. 134—139. DOI: [10.31649/2311-1429-2023-1-134-139](https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-1-134-139) (дата звернення: 11.05.2025).
- 18 Про енергетичну ефективність будівель ... URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 11.05.2025).

проживання та/або життєдіяльності людей використовується енергія із значною часткою енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії;

<...>

5) енергетична ефективність будівлі — властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі»¹⁹.

Останнім часом кількість науково-технічних досліджень робіт, проведених із термомодернізації (утеплення) будівель, зростає. У більшості цих досліджень порушено питання відповідності обсягів і вартості виконання робіт за позицією «енергозберігаючі заходи для реконструкції будівлі». До того ж зазначено технічні й об'ємно-конструктивні характеристики об'єкта, на якому проводять роботи з термомодернізації фасаду: форма будівлі, її зовнішні габаритні розміри, кількість поверхів (у разі якщо поверхи мають різну висоту, зазначено висоту кожного поверху окремо), наявність прибудов і ганків; будівельний об'єм нерухомості, а також кількість зовнішніх дверей будівлі.

Наприклад:

«Об'єкт, що підлягає термомодернізації,— будівля; у плані має Т-подібну форму із зовнішніми габаритними розмірами 67,0 × 12,5 м (два поверхи, кожен заввишки 7,0 м), виступаючою частиною 40,5 × 12,5 м (один поверх, заввишки 6,0 м) і прибудованими ганками площею 27,0 м²; 4,5 м²; 3,3 м²; 4,5 м². Будівельний об'єм — 10 465 м³. Будівля має шість окремо розташованих і розосереджених виходів.

Конструктивна система будівлі — безкаркасна конструктивна схема з основними вертикальними паралельно розміщеними стінами із силікатної цегли по

стрічкових залізобетонних фундаментах із диском перекриття зі збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриття й покриття.

Фундамент — стрічковий зі збірних залізобетонних блоків; цокольна частина виконана з червоної глиняної цегли; висота цоколя непостійна, від 550 до 1200 мм.

Горищний простір не експлуатується.

Зовнішні стіни — силікатна цегла, товщина 510 мм.

Внутрішні стіни — силікатна цегла, товщина 380 мм.

Перегородки — силікатна цегла, товщина 120—150 мм.

Вікна металопластикові.

Двері зовнішні металеві.

Покрівля — шатрового типу, по дерев'яних кроквах і решетуванню укладено металеві профільовані листи».

Робочий проєкт зазвичай передбачає виконання таких будівельно-монтажних робіт: заміна віконних блоків і відливів; теплоізоляція фасадів; гідрота теплоізоляція цоколя; утеплення перекриття; модернізація та заміна інженерних мереж опалювальної системи.

На дослідження зазвичай надають проєктно-кошторисну документацію щодо проведення енергозберігаючих заходів у будівлі такого складу:

«РОБОЧИЙ ПРОЄКТ (РП):

- загальна пояснювальна записка, том 1, шифр XXXП-ПЗ;
- архітектурно-будівельне рішення, том 1, шифр XXXП-АБ;
- кошторисна документація, том 2, шифр XXXП-XXXX-КД».

Упровадження заходів щодо енергозбереження в будівлях не лише сприяє економії паливно-енергетичних ресурсів, а й має соціальний та екологічний ефект. Важливість останнього обумовлено сучасним значенням зростання життєвого

19 Про енергетичну ефективність будівель ... URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 11.05.2025).

рівня та покращення умов життя населення. Досягти зниження витрат паливно-енергетичних ресурсів можна лише за умови комплексного підходу до енергозбереження: шляхом удосконалення архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, а також заміни інженерного обладнання будівель з урахуванням кліматичних, техніко-економічних, соціальних та екологічних особливостей.

Одним із важливих етапів енергозбереження є додаткове утеплення зовнішніх стін будівель. За додаткового утеплення однорідна конструкція стіни стає багатошаровою. Ця обставина підвищує вимоги до якості під час проектування і виконання робіт, оскільки зростання кількості застосовуваних матеріалів збільшує вірогідність помилок, які своєю чергою можуть призвести до зниження теплозахисних характеристик та експлуатаційних показників надійності утеплюваних конструкцій.

Сьогодні додаткове утеплення будівель виконують із застосуванням різних конструктивно-технологічних рішень, матеріалів і виробів. На жаль, іноді ці конструктивно-технологічні рішення приймають без належного обґрунтування з огляду на будівельну теплофізику. Окрім того, недостатньо уваги приділяють оцінюванню надійності будівельних матеріалів і якості технологічних та конструктивних рішень.

Основними напрямками й завданнями розроблення технічних норм із виконання термомодернізаційних робіт є:

- уточнення вимог до проектною документації, яку розробляють

для проведення комплексної термомодернізації, і затвердження її переліку;

- складання переліку необхідних заходів;
- визначення порядку проведення робіт;
- роз'яснення та загальні принципи підходів до розроблення технічної документації;
- окреслення основних правил і вимог експлуатації будівель після проведення робіт;
- обумовлення вимог до будівельних організацій, яких залучають до виконання робіт з утеплення конструктивних елементів будівлі, а також реконструкції або модернізації енергопостачальних мереж;
- узгодження стандарту з чинними державними, міжнародними стандартами з утеплення будівлі, а також модернізації інженерних мереж енергопостачання.

Питаннями поліпшення енергетичної ефективності будівель опікувалися Г. Ратушняк, Ю. Бікс, А. Лялюк²⁰. Науковці дослідили заходи, які потрібно впровадити для енергозбереження та раціонального використання енергоресурсів, а також зауважили про необхідність проведення моніторингу надійності теплоізоляційної оболонки будівлі.

Національний стандарт ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків»²¹ розроблено з метою вдосконалення нормативної бази в будівництві.

20 Ратушняк Г. С., Бікс Ю. С., Лялюк А. О. Моніторинг та експертно-аналітична оцінка надійності теплоізоляційної оболонки будівель. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2023. Т. 20. № 1. С. 140–145. DOI: 10.31649/2311-1429-2023-1-140-145 (дата звернення: 11.05.2025).

21 ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків [Чинний від 15.10.2015]. Київ, 2014. 71 с. URL: https://enefcities.org.ua/upload/files/new_dstu-n-b-v_3_2-3-2014.pdf (дата звернення: 11.05.2025).

Відповідно до п. 3.1 цього ДСТУ «термомодернізація — комплекс будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель»²².

Згаданий вище Держстандарт здебільшого стосується робіт із проведення енергетичного обстеження та паспортизації будівель, а також термомодернізації, спрямованої на покращення теплотехнічних характеристик будівлі. Задля цього проводять роботи з технічного переоснащення інженерних мереж, утеплюють огорожувальні конструкції будівель. Усі ці заходи сприяють заощадженню енергоресурсів, забезпечують комфорт і затишок у приміщеннях.

Підсумовуючи викладене вище, можна зазначити, що впровадження ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 спрямоване на:

- скорочення енергетичних витрат на утримання будівель;
- економне використання енергетичних ресурсів;
- подовження термінів експлуатації будівель.

ДСТУ ISO/IEC 17000:2007 «Оцінювання відповідності. Словник термінів і загальні принципи. (ISO/IEC 17000:2004, IDT)», що є перекладом міжнародного стандарту *ISO/IEC 17000:2004 Conformity*

assessment — Vocabulary and general principles, містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України, і обумовлює загальні терміни й визначення понять щодо сфери оцінювання відповідності, охоплюючи акредитацію органів оцінювання відповідності, а також застосування оцінювання відповідності. У цьому Стандарті, зокрема, зазначено таке:

«2.1 оцінювання відповідності

Доведення того, що встановлені вимоги (3.1) до продукції (3.3), процесу, системи, осіб або органу виконано»²³.

ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»²⁴ визначають технічні параметри із забезпечення енергетичної ефективності будівель, зокрема, регламентують теплопровідність ізоляційних матеріалів, застосованих під час монтажу конструкцій теплоізоляційної оболонки будинку.

Відповідно до цих будівельних норм під теплоізоляційною оболонкою будівлі розуміють систему, «яка складається з огорожувальних конструкцій опалюваного (кондиціонованого) об'єму будівлі, що забезпечує збереження енергії для опалення та/або охолодження приміщень»²⁵.

Державну політику України у сфері забезпечення енергозбереження спрямовано на розроблення нормативно-правових актів і документів, які б надавали підґрунтя для застосування високоефективних технологій з метою досягнення цільових показників у сфері

22 ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. URL: https://enefcities.org.ua/upload/files/new_dstu-n-b-v_3_2-3-2014.pdf (дата звернення: 11.05.2025).

23 ДСТУ ISO/IEC 17000:2007 Оцінювання відповідності. Словник термінів і загальні принципи (ISO/IEC 17000:2004, IDT). [Чинний від 19.02.2025]. Київ, 2008. 20 с. URL: https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu_iso_iec_17000_2007.pdf (дата звернення: 11.05.2025).

24 ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 01.09.2022]. Київ, 2022. 23 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996?doc_type=2 (дата звернення: 11.05.2025).

25 Там само.

забезпечення енергетичної економії (ефективності), оскільки величезні витрати теплової енергії спричиняють зростання вартості опалення та водопостачання, що відбивається на добробуті населення через збільшення сум комунальних платежів. Тож державні програми із забезпечення енергоефективності мають на меті поліпшення водночас економічної, екологічної та соціальної ситуацій.

До того ж слід пам'ятати, що житловий фонд у нашій країні — це переважно стара забудова радянських часів. Оскільки за тодішнього економічного устрою енергію вважали дешевою, економії енергії належної уваги не приділяли. Але сьогодні диктує нам нові реалії життя. Тож у сучасному будівництві (як під час зведення новобудов, так і під час капітальних ремонтів будівель) необхідно враховувати сучасні енерго-економічні умови, застосовуючи енергоефективні заходи, що сприяють відчутному скороченню енергетичного споживання.

Загалом термомодернізацію будівель необхідно проводити шляхом утеплення з обов'язковою заміною вікон, дверей і модернізацією або повною заміною системи опалення. Під час проведення цих робіт особливу увагу слід приділити саме модернізації системи опалення, оскільки саме від неї, як свідчить практика, найчастіше залежить позитивний результат термомодернізації будівлі загалом. Вочевидь термомодернізація потребує значних фінансових витрат.

За більш докладного розгляду стає очевидним, що головною причиною надмірної тепловтрати зазвичай є недовисконалість зовнішніх огорожувальних конструкцій. Як зазначено вище, безліч будівель України має низькі показники теплоізоляції. Теплотехнічні розрахунки за часів старої забудови відрізня-

ються від сучасних насамперед тим, що вони не спрямовані на енергетичну ефективність. Тодішні нормативні теплотехнічні вимоги в декілька разів нижчі за сучасні. Саме тому конструкції старих будівель мають більші тепловтрати порівняно із сучасними. Сюди слід також додати значні тепловтрати через старі вікна — недостатньо герметичні, із низькими теплотехнічними характеристиками й інколи необґрунтовано великою площею. Не менш важливою причиною значного теплоспоживання є низька енергетична ефективність тодішніх систем опалення, сьогодні вже морально й технічно застарілих. Несанкціоновані втручання в заміну радіаторів, трубопроводів, а подекуди й самовільне розведення трубопроводу також не додають цим системам ефективності. Варто також згадати засмічені трубопроводи, відсутність їхньої теплової ізоляції — не лише в підвальних приміщеннях, а й на вулиці.

Звісно, це неповний перелік вад старої системи опалення. Тож цілком зрозуміло, що з такою опалювальною системою енергетичної ефективності досягти неможливо, навіть якщо провести утеплення фасадів будівель і їхніх конструкцій. Скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів може відбутися в єдиний спосіб — шляхом повної термомодернізації будівлі.

До заходів із термомодернізації будівель зазвичай належать такі будівельні роботи:

- утеплення даху (покрівлі) будівлі;
- утеплення підлог, розташованих на ґрунті;
- утеплення перекриття над підвалом, що не опалюється;
- утеплення фасадів (зовнішніх стін) будівель;
- заміна віконних і зовнішніх дверних блоків;

- заміна або модернізація системи опалення будинку;
- модернізація теплового пункту.

Теплоізоляцію будівель проводять із зовнішнього боку тримальної частини огорожувальної конструкції шляхом додавання додаткового шару (додаткових шарів) матеріалу з достатньо високими теплоізоляційними характеристиками. Метою проведення таких робіт є зменшення теплових витрат, а також збільшення температури внутрішньої поверхні стіни, що має позитивно вплинути на якісні характеристики конструкцій, усуваючи можливість появи конденсату та плісняви.

Ступінь теплоізоляції стін визначають за допомогою коефіцієнта опору теплопередачі R : чим більше значення R , тим менші тепловтрати. Сучасні будівельні норми (ДБН В.2.6-31:2021) передбачають для нових будівель мінімально допустимі показники опору теплопередачі ($R_{q\min}$) у $4,00 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ (для І температурної зони) і $3,50 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ (для ІІ температурної зони), але старі будівлі, звісно, цим критеріям не відповідають. Досягти зниження тепловтрат у старих будинках можна лише шляхом їх утеплення. Тільки утеплення створює рівномірну теплоізоляцію всієї поверхні стін і результативно запобігає тепловтратам.

Правильно дібраний теплоізоляційний матеріал є запорукою довготривалого терміну служби й ефективної експлуатації. ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» передбачає «методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення

житлових, громадських та промислових будівель під час проектування, нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, зокрема з метою термомодернізації»²⁶. ДСТУ 9191:2022 спрямований на виконання положень, викладених у ДБН В.2.6-31. Слід зауважити, що згідно із Законом України «Про будівельні норми»²⁷ дотримання вимог державних будівельних норм є обов'язковим, зокрема, під час вибору будівельних матеріалів, використовуваних для утеплення будівель. Норми цього ДСТУ поширюються на непрозорі огорожувальні конструкції, передбачають методику визначення їх теплотехнічних показників, містять значення розрахункових теплотехнічних параметрів будівельних матеріалів та є основою для складання проектної документації щодо енергозбереження та енергоефективності загалом. Отже, вибір теплоізоляційного матеріалу з урахуванням його товщини, щільності, інших фізико-технічних показників і методів його кріплення необхідно здійснювати відповідно до цього Стандарту.

Відповідно до нормативних вимог теплоізоляційні матеріали добирають для таких типів непрозорих конструкцій:

- заглиблених і цокольних;
- підлог на ґрунті;
- зовнішніх стін;
- перекриттів (цокольних, міжповерхових, горищних);
- покриттів;
- огорожувальних, що розділяють приміщення з різницею температури понад 4°C .

Найбільш поширеним сьогодні в Україні методом термоізоляції є утеплення зовнішніх стін. Цей метод

26 ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.03.2023]. Київ, 2023. 60 с. URL: <https://surl.li/hvcguf> (дата звернення: 11.05.2025).

27 Про будівельні норми : Закон України від 05.11.2009 р. № 1704-VI (зі змін. та допов.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-17#Text> (дата звернення: 11.05.2025).

реалізують шляхом приклеювання та кріплення дюбелями до стін ззовні теплоізоляційного матеріалу — пінополістирольних плит або плит із мінеральної вати — з подальшим нанесенням на ці плити захисного штукатурного декоративного шару, армованого скло-сіткою. Це один із найпростіших і водночас найефективніших та найбільш довговічних методів — звісно, за умови добору якісних матеріалів та дотримання відповідних технологій.

Під час вибору теплоізоляційного матеріалу необхідно керуватися такими фізико-технічними показниками:

- гранична температура застосування;
- вологість;
- вологопоглинання;
- морозостійкість;
- паропроникність;
- група горючості;
- міцність на стиск;
- межа міцності під час зсуву;
- межа міцності під час розтягування у напрямку, перпендикулярному поверхні;
- щільність;
- правильність геометричної форми.

Названі фізико-механічні показники мають відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-195²⁸.

Додатково під час добору теплоізоляційних матеріалів для забезпечення нормативних теплотехнічних (енерго-економічних) показників слід керуватися такими показниками, як розрахункова теплопровідність і строк ефективної експлуатації.

Утеплення даху й перекриття полягає у прокладанні додаткового шару теплоізоляції. Утеплення перекриття над неопалюваним підвалом здійсню-

ють з боку підвальних приміщень шляхом приклеювання теплоізоляційних плит. Під час цих робіт особливу увагу слід приділити шарові матеріалу теплоізоляції, оскільки саме характеристики утеплювача є вирішальними для ефективності проведених робіт. Саме тому важливо застосовувати матеріал високої якості й належної товщини. Під час утеплення даху застосовують стандартну технологію, яка полягає в облаштуванні кількох шарів різних теплоізоляційних матеріалів — так званого пирога, необхідного для якісного теплозахисту. Звісно, кінцевий результат утеплення залежатиме від якості проведених робіт.

Підлога по ґрунту — дуже економічний варіант створення підлог у будівлі; власне, це бетонна плита, не з'єднана з фундаментом і стінами. Цей варіант можна реалізувати у два способи: укладанням готового виробу (бетонної плити) або бетонуванням.

В опалюваному приміщенні утеплення підлоги по ґрунту з метою запобігання значним тепловтратам є обов'язковим. Якщо приміщення не опалюване, проводити такі роботи немає сенсу; у такому разі здійснюють утеплення перекриття між неопалюваними підвальними приміщеннями та першим поверхом. Для проведення робіт з утеплення підлоги необхідний вологостійкий утеплювач, здатний витримувати навантаження. Цим вимогам відповідає, наприклад, екструдований пінополістирол.

Дуже сприяє скороченню тепловтрат заміна вікон і балконних дверей, оскільки саме через ці елементи будівля зазвичай утрачає значний відсоток теплової енергії. Сьогодні існує багато різноманітних видів і типів енергозбе-

28 ДСТУ Б В.2.7-195 Будівельні матеріали. Матеріали і вироби теплоізоляційні. Номенклатура показників [Чинний від 01.08.2010]. URL: https://dnaop.com/html/60909/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91_%D0%92.2.7-195_2009 (дата звернення: 11.05.2025).

рігаючих конструкцій, які мають високі тепло- та звукоізоляційні характеристики і прості в експлуатації.

Одним із головних чинників впливу на ефективність використання теплової енергії є стан опалювальної системи. Для приведення системи опалення у стан максимальної енергоефективності необхідно здійснити її повну модернізацію. Така модернізація має охоплювати всі елементи системи, включно з обладнанням, установленим у тепловому пункті або котельній.

Окрім цього, слід зазначити, що вдосконалення системи вентиляції також є необхідною умовою раціональної термомодернізації будівлі.

Послідовність проведення термомодернізаційних заходів має бути такою. Спершу для проведення якісного та ефективного утеплення будівлі необхідно провести енергоаудит — здійснити обстеження з метою визначення ефек-

тивності споживання паливно-енергетичних ресурсів і, за потреби, надати пропозиції щодо більш якісного їх використання. Це вкрай важливий захід, спрямований на визначення основних місць тепловтрат, який також допоможе зробити правильний вибір теплоізолюючих матеріалів. Наступним кроком є вибір і встановлення енергоефективного обладнання. Далі слід ретельно дібрати матеріали для утеплення зовнішніх конструктивних елементів (правильно виконане утеплення — це «пиріг» з комплексу матеріалів, який забезпечує надійний захист огорожувальних конструкцій). І нарешті — заміна віконних блоків та балконних дверей на сучасні теплозберігаючі конструкції.

Правильно та якісно виконані роботи з термомодернізації дають змогу суттєво зменшити тепловтрати. Далі наведено таблицю ефективності заходів за якісно виконаних робіт.

Ефективність заходів з термомодернізації

№ з/п	Заходи з термомодернізації	Зменшення тепловитрат, %
1	Утеплення зовнішніх стін, покриття покрівлі, перекриття над неопалюваними приміщеннями	20—45
2	Утеплення покриття покрівлі, перекриття над неопалюваними приміщеннями	10—25
3	Утеплення перекриття над неопалюваними приміщеннями (підвалами)	3—6
4	Заміна віконних блоків та зовнішніх входних дверей	25—47
5	Модернізація вентиляційної системи	30—40
6	Модернізація інженерних мереж теплового пункту	10—30
7	Модернізація внутрішньої системи опалення	10—25

Під час складання договору про термомодернізацію будівлі застосовують результати енергетичного аудиту — для складання переліку необхідних робіт і матеріалів. Утеплення будівлі слід здійснювати на підставі проекту. Складання проекту, на нашу думку, необхідне навіть тоді, коли цього не потребу-

ють будівельні норми, оскільки саме проект має містити докладне визначення та опис теплоізоляційних матеріалів, необхідних для виконання робіт (види й типи цих матеріалів, їх відповідність українським будівельним і санітарним нормам і технічним умовам), а також визначення способу підготовки

основи, кріплення та розміщення утеплюючого шару покриття, виконання закріплюючого шару та примикання утеплення до окремих елементів конструкцій.

Проектно-кошторисну документацію на термомодернізаційні заходи слід складати відповідно до вимог будівельних норм.

Якщо проектну документацію розробляють перед проведенням робіт з термомодернізації, то після завершення таких робіт необхідно обстежити будівлю на предмет підтвердження відповідності виконаних робіт вимогам енергетичної ефективності. За потреби проводять державну експертизу з енергозбереження, під час якої показники досліджуваної будівлі перевіряють на відповідність нормативним показникам і вимогам нормативно-правових актів у сфері енергетичного споживання. Кінцевим етапом такого дослідження є зведення отриманих результатів і складання енергетичного паспорта будівлі.

Висновки

Проведення робіт з термомодернізації будівель і модернізації їхньої опалювально-енергетичної системи має на меті досягнення максимальної ефективності під час використання паливно-енергетичних ресурсів та скорочення відповідних витрат.

Державні норми визначають вимоги до теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій. Конструктивні рішення зі створення та модернізації теплоізоляційної оболонки будівлі обов'язково мають ураховувати вимоги до раціонального використання енергоресурсів, забезпечувати відповідність санітарно-гігієнічним нормам, а також довговічність конструкцій під час експлуатації будівель.

Сьогодні будівельний ринок насичений найрізноманітнішими будівельними, зокрема теплоізоляційними, матеріалами, і поміж них є такі, що не відповідають чинним нормативним вимогам. Тож правильний вибір енергоефективної продукції, яка забезпечувала б раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів,— дуже відповідальне завдання.

Необхідно пам'ятати, що обрані матеріали мають неодмінно відповідати не тільки теплотехнічним показникам, а й санітарним вимогам. Якісні теплоізоляційні матеріали завжди мають висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи Міністерства охорони здоров'я України.

Legal and Regulatory Framework for Thermal Modernization in Construction

Nataliia Matsak

Energy conservation and efficiency play a vital role in modern society. In particular, the need for building thermal modernization has become ever more pressing. Energy-saving policy in construction is a top priority during major renovations and new builds. Accordingly, the choice of materials, products and structural systems must address energy-efficiency goals and reduce overall consumption. When the right materials are selected, interior comfort improves: high-performance insulators retain heat in winter and help keep spaces cool in summer, cutting reliance on heaters, fans or air-conditioning—and with it, energy use. This article aims to present the key rules and requirements for building energy efficiency during thermal modernization works and to analyze these projects by highlighting specific challenges encountered in practice. To that end, we employ general methods (theoretical analysis and synthesis) and specialized techniques (review of design documentation, ana-

lysis of materials used, thermographic inspection). We examine relevant building codes and standards governing such work and outline mandatory quality criteria. The study notes the need to strengthen regulations on upgrading thermal insulation of external envelopes and on replacing window, exterior-door and balcony assemblies. We also address broader themes—energy conservation, energy-saving policy, building energy passports and the efficient use of fuel and power resources.

Keywords: energy audit; energy conservation; building envelope; heating; fuel and energy resources; heat loss; thermal insulation; insulation.

Фінансування

Це дослідження не отримало жодного спеціального гранту від фінансових установ у державному, комерційному або некомерційному секторах.

Відмова від відповідальності

Засновники не грали жодної ролі у розробленні дослідження, добиранні й аналізованні даних, рішенні про публікацію або підготовку рукопису.

Учасники

Авторка зробила свій внесок винятково в інтелектуальну дискусію, що є основою цього документа, дослідження судової практики, написання та редагування, і бере на себе відповідальність за її зміст і тлумачення.

Декларація щодо конфлікту інтересів

Авторка заявляє, що у неї відсутній конфлікт інтересів.

References

- Babak, V. P., Berehun, V. S., Burova, Z. A., Vorobiov, L. Y., Dekusha, L. V. et al. (2016). *Aparatno-programne zabezpechennia monitoringu ob'ektiv heneruvannia, transportuvannia ta spozhyvannia teplovoi enerhii* [Integrated Hardware and Software for Monitoring Thermal Energy Generation, Distribution, and Use] : monohrafiia. Kyiv [in Ukrainian].
- Babii, I. M., Borysov, O. O., Kucherenko, L. V., Oliinyk, N. V. (2021). Vyznachennia faktoriv, shcho vplyvaiut na terminy uteplennia fasadiv bahatopoverkhovykh budivel [Determination of Factors Affecting the Terms of Insulation of Facades of Multi-Storey Buildings]. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktсии v budivnytstvi*. T. 31. № 2. DOI: 10.31649/2311-1429-2021-2-32-36 [in Ukrainian].
- Babii, I. M., Kucherenko, L. V. (2023). Modeliuvannia orhanizatsiino-tekhnolohichnykh faktoriv dlia vyznachennia efektyvnykh rishen proiektu uteplennia fasadiv z oblytsiuvanniam shtukaturkamy [Modeling of Organizational and Technological Factors for Determining Effective Solutions for the Project of Insulation of Facades with Plaster Covering]. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktсии v budivnytstvi*. T. 34. № 1. DOI: 10.31649/2311-1429-2023-1-84-90 [in Ukrainian].
- Basok, B. I., Nedbailo, O. M., Tkachenko, M. V., Bozhko, I. K., Novitska, M. P. (2013). Skhemni rishennia osnashchennia enerhoefektyvnoho budynku systemoiu teplozabezpechennia [Heating System Design Approaches for Energy-Efficient Buildings]. *Promyshlennaya teplotekhnika*. T. 35. № 1. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/231a7815-e412-4ae5-b6b8-296b31ca0ac9/content> [in Ukrainian].
- Brojan, L., Petric, A., Peggi, L. (2013). Clouston comparative study of brick and straw bale wall systems from environmental, economical and energy perspectives. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 8. No. 11. URL: https://www.academia.edu/5439665/A_COMPARATIVE_STUDY_OF_BRICK_AND_STRAW_BALE_WALL_SYSTEMS_FROM_ENVIRONMENTAL_ECONOMICAL_AND_ENERGY_PERSPECTIVES.
- Carabano, R., Hernando, S. M., Ruiz, D., Berdoya, C. (2017). Life Cycle Assessment (LCA) of building materials for the evaluation of building sustainability: the case of thermal insulation materials. *Revista de la Construcción*. Vol. 16. No. 1. DOI: 10.7764/RDLC.16.1.22.
- Farenjuk, H. H., Filonenko, O. I., Tymofiev, M. V. (2017). Enerhoefektyvnist

- hromadskykh budynkiv z vrakhuvanniam erhonomiky teplovoho seredovyscha [Energy performance of public buildings with regard to the thermal environment ergonomics]. *Komunalne hospodarstvo mist. Seriya: Tekhnichni nauky ta arkhitektura*. Vyp. 135. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/46150/1/5037-10002-1-SM.pdf> [in Ukrainian].
- Jain, R. K. (2013). A Study on Eco-Friendly Cost-Effective Earthbag House Construction. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology* Vol. 9. No. 1. DOI: 10.3126/kuset.v9i1.63925.
- Maksymov, A. S. (2021). *Orhanizatsiini pidkhody do termomodernizatsii budivel na pidstavi optymizatsii vyboru konstruktivno-tehnologichnykh risheh* [Organizational approaches to thermomodernization of buildings on the basis of optimizing the choice of design and technological solutions] : dys. ... kand. tekhn. nauk. Odesa. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0421U102386> [in Ukrainian].
- Perekrest, A. L. (2020). *Metody ta zasoby stvorennia vysokoefektyvnykh komp'uteryzovanykh system avtomatychnoho kontroliu parametriv teplovoho komfortu v budivliakh* [Methods and means of creating highly efficient computerised systems for automatic control of thermal comfort parameters in buildings] : dys. ... d-ra tekhn. nauk. Pokrovsk. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0520U101750> [in Ukrainian].
- Ratushniak, H. S. Biks, Yu. S., Lialiuk, A. O. (2023). *Monitorynh ta ekspertno-analitychna otsinka nadiinosti teploizoliatsiinoi obolonky budivel* [Monitoring and expert-analytical assessment of the reliability of the building insulation shell]. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktсии v budivnytstvi*. T. 20. № 1. DOI 10.31649/2311-1429-2023-1-140-145 [in Ukrainian].
- Saviovskiy, V. V. (2021). *Termomodernizatsiia budivel* [Thermal Modernization of Buildings] : navch. posib. Kyiv. URL: <https://lira-k.com.ua/preview/12893.pdf> [in Ukrainian].
- Semko, V. O. (2016). *Metodyka vyznachennia ymovirnosti teplovoi vidmovy ohorodzhuvalnykh konstruktсии iz stalevykh kholodnoformovanykh elementiv za teplotekhnichnymy pokaznykamy* [Method for determination of the probability of thermal failure of building envelopes made of steel cold-formed elements by using the thermal characteristics]. *Stroitelstvo. Materialovedenie. Mashinostroenie. Seriya: Innovacionnye tehnologii zhiznennogo cikla obektiv zhilishno-grazhdanskogo, promyshlennogo i transportnogo naznacheniya*. Vyp. 91. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smmi2016_91_21 [in Ukrainian].
- Serdiuk, V. R. (2023). *Rozshyrennia funktsionalnykh vlastyvostei navisnykh ventylovanykh fasadiv pry uteplenni budivel* [Expansion of the Functional Properties of Hinges Ventilated Facades when Insulating Buildings]. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktсии v budivnytstvi*. T. 34. № 1. DOI: 10.31649/2311-1429-2023-1-91-100 [in Ukrainian].
- Stepanov, D. V., Stepanova, N. D., Onykienko, S. M., Martynenko, V. V. (2023). *Pokaznyky enerhoefektyvnosti hromadskoi budivli* [Indicators of Energy Efficiency of Public Building]. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktсии v budivnytstvi*. T. 34. № 1. DOI: 10.31649/2311-1429-2023-1-134-139 [in Ukrainian].
- Torkar, J., Goricane, D., Kroppe, J. (2005). *Economical heat production and distribution. Proceedings of the 3rd IASME/WSEAS Int. Conference on Heat Transfer, Thermal Engineering and Environment* (Corfu, Aug 20–22, 2005). URL: https://www.academia.edu/19945433/Economical_heat_production_and_distribution.
- Мацак, Н. (2025). Нормативно-правові засади виконання термомодернізаційних робіт у будівництві. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. Вип. 2 (39). С. 202–216. DOI: 10.32353/khrife.2.2025.15.