

УДК 662.997

DOI: 10.30838/J.PMNTM.2413.230321.14.730

## ПЕРЕВАГИ ПАСИВНОГО БУДИНКУ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ У ЗВЕДЕННІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЛЬНОГО БУДИНКУ

ДОНЕНКО І. В.<sup>1\*</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
 НАЗАРЕНКО О. М.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
 ТРОЦЕНКО А. О.<sup>3</sup>, магістрант

<sup>1\*</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (095) 416-14-99, e-mail: [idonenko@gmail.com](mailto:idonenko@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0017-9018

<sup>2</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (066) 783-98-55, e-mail: [alexnazar75.an@gmail.com](mailto:alexnazar75.an@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5116-3171

<sup>3</sup> Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел. +38 (093) 315-15-03, e-mail: [alinatrocenko98@gmail.com](mailto:alinatrocenko98@gmail.com) ORCID ID: 0000-0002-7043-0415

**Анотація. Постановка проблеми.** Тарифна політика в нашій державі зумовлює проведення досліджень, інноваційних розробок у сфері енергоефективного будівництва. Найвищий ступінь енергоефективності реалізується в понятті «пасивний будинок». Переваги пасивного будинку та порівняння вартості зі звичайним котеджем відкривають концепцію пасивного будівництва з раціональним співвідношенням ціни й одержуваної якості в проектуванні та будівництві. **Мета статті** – необхідне дослідження посиленої теплоізоляції для функціонування пасивного будинку. Тепловтрати – вирішальна складова енергетичного балансу, якою не треба нехтувати. **Результати.** Проведено порівняльний аналіз зовнішніх конструкцій для визначення стандартних характеристик пасивного будинку. Виконано теплотехнічні розрахунки стін та даху для перевірки теплового захисту. Висновки показали, що теплоізоляція являє собою важливий аспект у проектуванні та зведенні пасивного будинку, конструкції повинні відповідати високим вимогам теплового опору. А важливим фактором стає нерозривність теплоізоляційного шару для досягнення герметичності будинку. Всього 20 % підвищення вартості будівництва пасивного будинку порівняно з котеджем дають багато переваг та економію у майбутньому. **Наукова новизна і практична значимість.** Ознайомившись із німецьким досвідом та розглянувши питання збереження енергії в Україні, можна зробити висновки, що таке будівництво повинно набирати оберти та набути популярності в нашій країні. За допомогою проведеного аналізу та зібраних даних, можна наочно показати, що енергоефективні рішення повинні втілюватися у кожне будівництво для подальшого розвитку та впровадження ефективних архітектурних технологій.

**Ключові слова:** пасивний будинок; енергоефективне будівництво; термомодернізація; досвід; енергоефективність; теплоізоляція.

## ADVANTAGES OF A PASSIVE HOUSE AND TECHNICAL REQUIREMENTS IN THE CONSTRUCTION OF AN ENERGY-SAVING HOUSE

DONENKO I.V.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,  
 NAZARENKO O.M.<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,  
 TROTSSENKO A.O.<sup>3</sup>, Undergraduate

<sup>1\*</sup> Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskoho Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (095) 416-14-99, e-mail: [idonenko@gmail.com](mailto:idonenko@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0017-9018

<sup>2</sup> Civil Engineering and Project Management Department, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64, Zhukovskoho Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (066) 783-98-55, e-mail: [alexnazar75.an@gmail.com](mailto:alexnazar75.an@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5116-3171

<sup>3</sup> Civil Engineering and Project Management Department, 64, Zhukovskoho Str., 69063, Zaporizhzhia, Ukraine, tel. +38 (093) 315-15-03, e-mail: [alinatrocenko98@gmail.com](mailto:alinatrocenko98@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7043-0415

**Abstract. Formulation of the problem.** The tariff policy in our state determines the conduct of research, innovative developments in the field of energy efficient construction. The highest degree of energy efficiency is realized in the concept of "passive house". The advantages of a passive house and a cost comparison with a conventional cottage

open up the concept of passive construction with a rational price-performance ratio in design and construction. **The purpose of the article** is the necessary study of reinforced thermal insulation for the functioning of a passive house – the most important requirement. Heat loss is a critical component of the energy balance and should not be neglected. **Results.** A comparative analysis of external structures was carried out to determine the standard characteristics of a passive house. Thermal calculations of walls and roofs were performed to check thermal protection. The findings showed that thermal insulation is an important aspect in the design and construction of a passive house, the structures must meet high thermal resistance requirements. An important factor is the continuity of the thermal insulation layer to achieve the tightness of the house. Just a 20 % increase in the cost of building a passive house compared to a cottage provides many benefits and savings in the future. **Scientific novelty and practical significance.** After reviewing the German experience and considering the issue of energy conservation in Ukraine, we can conclude that such construction should gain momentum and be popular in our country. With the help of the analysis and the collected data, it is possible to clearly show that energy-efficient solutions should be implemented in every construction, to solve an urgent issue and for the further development and implementation of effective architectural solutions.

**Keywords:** *passive house; energy efficient construction; thermomodernization; experience; energy efficiency; thermal insulation*

**Постановка проблеми.** Інноваційні розробки німецьких інженерів у сфері будівництва допомогли спроектувати будинок із максимальним комфортом та мінімальними енерговитратами. Адже більшість споживачів в Україні наразі задаються питанням економії енергоресурсів. Тарифна політика, яка існує в нашій державі, стає потужним стимулом підвищення енергоефективності житлового фонду. Завдяки німецьким ученим в Україні вже є можливість зводити енергоефективні будинки, із багатьма перевагами, про які писали у своїх публікаціях Л. В. Ярова, М. В. Кулік [1]:

- комфортна температура повітря протягом року;
- новітні системи рекуперації тепла та вентиляції допомагають створювати та підтримувати приємний мікроклімат;
- порівняно зі звичайним будинком витрати на утримання пасивного будинку дешевші вшестеро;
- у зведенні пасивного будинку використовують теплоізоляційні матеріали, які допомагають зберегти накопичене тепло;
- витрати на утримання звичайного будинку збільшуються за рахунок системи опалення; у пасивному високоекологічному будинку використовують альтернативні джерела тепла.

Концепція пасивного будинку пропонує раціональне співвідношення ціни й одержуваної якості в проектуванні і будівництві. Пасивний будинок може потребувати збільшення витрат під час будівництва від 3 до 30 % порівняно з

вартістю зведення звичайного українського будинку. Але при цьому на експлуатаційних витратах у такому будинку буде економитися від 70 до 99 %, що, на жаль, в Україні ще не дуже актуально, оскільки ціни на енергоносії далекі від європейських.

З'ясовано, що у всьому світі для всіх пасивних будинків діють однакові граничні вимоги [2]:

- потреба в енергії на опалення  $\leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \text{ рік}$  (щодо житлової площі) або теплове навантаження  $\leq 10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;
- споживання первинної енергії  $\leq 120 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \text{ рік}$ ;
- повітропроникність не менше  $n50 = 0,6/\text{год}$ ;
- частота перегрівання влітку менша 10 %.

Ці показники досягаються дотриманням таких важливих критеріїв пасивного будівництва [3]:

- теплоізольована оболонка будівлі з коефіцієнтом теплопровідності  $U < 0,15 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ;
- запобігання виникненню містків холоду;
- пасивне використання сонячної енергії;
- герметичність оболонки будівлі на рівні  $n50 < 0,6/\text{год}$ ;
- вентиляція з рекуперацією тепла на рівні мінімум 75 %;
- високоефективні енергозберігальні побутові прилади;
- нагрівання води і доопалення за допомогою поновлюваних джерел енергії.

Виходячи з викладеного, одним із найважливіших аспектів пасивного будинку бачиться теплоізоляція огорожувальних конструкцій. Конструкції фундаменту, стін та даху повинні відповідати високим вимогам теплового опору. А найважливіший фактор у проектуванні будинку – це герметичність.

**Аналіз публікацій.** Концепція енергоефективного будинку виникла у травні 1988 року. Вона була розроблена на основі низки науково-дослідницьких проектів. У 1996 році професор Вольфганг Файст заснував Інститут пасивного будинку в Німеччині, де була створена спеціальна дослідницька група, яка вивчає різні питання, починаючи від загальних принципів і технологій пасивного будинку до економічних аспектів і оптимізації витрат; від різних типів будівель, типів конструкцій і кліматичних умов до конкретних вимог для ремонту пасивного будинку.

Аналіз останніх публікацій показує, що актуальним питанням на сесіях у Німеччині було питання нових концепцій вентиляції, вбудованої в фасад.

Результати досліджень енергоефективного будівництва відображені у працях таких учених: О. І. Степаненко, О. Р. Позняк, М. В. Савицький, М. А. Саницький, М. А. Швець, К. В. Шляхов, Є. Л. Юрченко, [4]. Завдяки цій роботі на засадах «зеленої» економіки виокремлено особливості пасивного будівництва в ракурсі структурних компонент: економічної, екологічної та соціальної. А також із метою популяризації пасивних будинків в Україні наведено приклади їх впровадження в європейських країнах.

Актуальним питанням постає управління енергоефективністю засобами промислового електропривода розглянуте в навчальному посібнику О. М. Закладного [5].

У посібнику В. А. Лисенка, В. Г. Суханова, В. О. Закорчемного, С. Є. Верьовкіної [6] викладено навчальні та нормативні матеріали, пов'язані з питанням енергозбереження та енергоефективності будівель, які стали основою досліджень

проблем зведення пасивного будинку. Подібні дослідження проводили раніше О. М. Назаренко та І. В. Доненко [7; 8].

**Мета статті** – дослідження застосування посиленої теплоізоляції, яка має вирішальне значення для функціонування пасивного будинку.

**Результати дослідження.** Аналітичний огляд конструкції пасивних будинків свідчить, що кожен із них – це конкретний доказ ефективності заходів щодо теплозахисту будівель.

Одночасно з економією енергії в будівлі зростає комфорт та захист, а отже, й довговічність конструкцій. Принцип, який працює в пасивних будинках, – тепловтрати через зовнішні конструкції повинні бути скорочені до мінімуму, і тоді навіть у найхолодніші дні можливе опалення тільки за допомогою нагрівання припливного повітря, тому що опалювальне навантаження буде дуже малим.

Отож важливий момент у початку будівництва – виконання теплотехнічного розрахунку для досягнення нормативних величин згідно з ДБН В.2.6-31:2016 [9] для України.

В. І. Бодров у праці [10] неодноразово акцентував увагу на тому, що вирішальну складову енергетичного балансу будівлі становлять тепловтрати. Якщо їх не компенсувати відповідними теплонадходженнями, температура в будинку знизиться.

У таблиці наведено інформацію щодо товщини одношарової зовнішньої конструкції [11], для досягнення стандартних характеристик огорожувальних конструкцій пасивного будинку з величиною  $U \leq 0,13 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$  (або  $R_0 \geq 7,7 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$ ):

З таблиці видно що розумні межі товщини зовнішньої оболонки можливі лише коли досягається істотний теплоізоляційний ефект за використання утеплювачів із низькими значеннями коефіцієнтів теплопровідності, та матеріалів, указаних у таблиці нижче пористої цегли. Також у багатьох випадках необхідна комбінація з іншими матеріалами.

Таблиця

## Зовнішні конструкції та їх необхідні характеристики

Матеріал	Коеф. теплопровідності Вт/м <sup>2</sup> К	Необхідна товщина, м
Бетон	2,1	15,80
Повнотіла цегла	0,800	6,02
Пустотіла цегла	0,400	3,01
Деревина хвойних порід	0,13	0,98
Пориста цегла	0,11	0,83
Ефективний утеплювач	0,04	0,30
Високоєфективний утеплювач	0,025	0,19
Нанопористий утеплювач	0,015	0,11
Вакуумна теплоізоляція	0,008	0,06
Вакуумна теплоізоляція	0,002	0,015

Розглянемо теплотехнічний розрахунок стін, конструкція яких складається з газобетонних блоків D400 (300 мм,  $\lambda = 0,113$ ), пінополістиролу ПСБ-35 (350 мм,  $\lambda = 0,039$ ), цементно-піщаного розчину (100

мм,  $\lambda = 0,76$ ) (рис. 1).

Провівши теплотехнічні розрахунки, отримуємо термічний опір  $Rt = 11,67$  К/Вт, опір теплопередачі  $R = 12,09$  (м<sup>2</sup>°С)/Вт). Втрати тепла через 1 м<sup>2</sup> за опалювальний сезон складають 6,67 кВт·год.

Захисна конструкція відповідає нормам щодо тепловому захисту незалежно від інших вимог. Опір теплоізоляції перевищує базове значення поелементних вимог в 4,63 раза. Такий тепловий захист виправданий, тому що наша мета – пасивний будинок. Але в іншому випадку високі витрати на досягнення потрібного теплового захисту можуть виявитися економічно не вигідними.

Наразі крім високоєфективних утеплювачів, таких як пінополіуретан, у Німеччині використовують ще більш ефективний вид теплоізоляції – вакуумну теплоізоляцію. А також дуже успішний у використанні варіант «напівпрозора теплоізоляційна оболонка». Сонячна радіація проникає в глибину теплоізолюваної конструкції, цим знижується різниця температур і значення коефіцієнта теплопровідності.

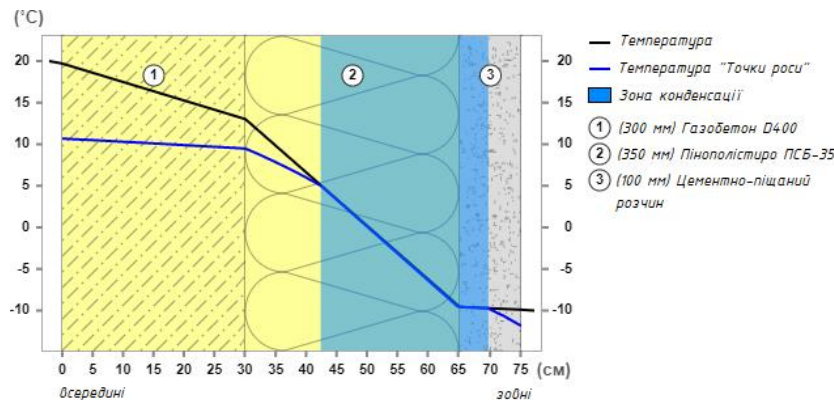


Рис. 1. Опір теплопередачі стіни

Теплотехнічний розрахунок даху також важливий для складання енергетичного балансу будівлі. Розглянемо теплотехнічний розрахунок даху, конструкція якого складається з пароізоляційної мембрани (1 мм,  $\lambda = 0,03$ ), мінеральної вати 25...45 кг/м<sup>3</sup> (250 мм,  $\lambda = 0,038$ ), вентиляваного прошарку (50 мм), руберойду (5 мм,  $\lambda = 0,17$ ) та металочерепиці (50 мм,  $\lambda = 46,5$ ) (рис. 2).

Використавши теплотехнічні розрахунки, отримуємо термічний опір  $Rt =$

4,35 К/Вт, опір теплопередачі  $R = 4,54$  (м<sup>2</sup>°С)/Вт). Опір теплоізоляції перевищує  $Rt$  в 1,76 раза. Такий тепловий захист для пасивного будинку виправданий.

Результати вимірювань у пасивних будинках показали, що ефективність використання збільшеної товщини теплоізоляції відповідала очікуванням. Будинки залишаються теплими за низького опалювального навантаження, тому що фактичні низькі значення тепловтрат дорівнюють розрахунковим.

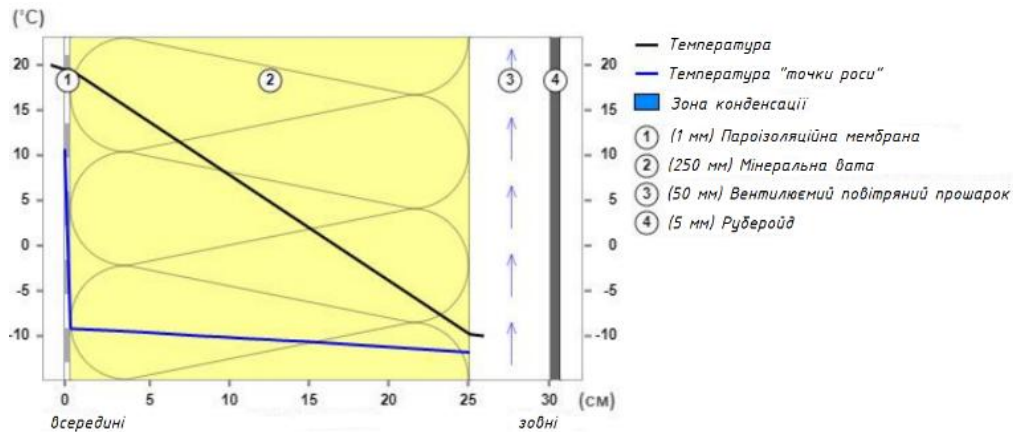


Рис. 2. Опір теплопередачі даху

Тепловізійна зйомка зовнішніх фасадів, показує різницю між старим будинком та пасивним. Зовнішня стіна пасивного будинку холодна, близько 5 °С, а у старій будівлі досягає 9 °С, настільки великі тепловтрати. Це стосується також панельних житлових будинків.

В. О. Плоский та Г. В. Гетун [12] розглядали об'ємно-планувальні рішення багато-поверхових житлових будівель з принципами енергетичних потреб для опалення будинку з визначенням класу енергетичної ефективності. Тому наразі актуальним стає питання будівництва не тільки енергоефективного котеджу, а й багатоповерхових споруд.

Для оцінювання вартості зведення пасивного будинку необхідно розглянути основні складові та приблизний кошторис:

- архітектурний проект – 20 000 грн;
- топозйомка – 4 000 грн;
- розрахунок кошторису – 3 500 грн;
- проектування інженерних систем – 30 000 грн;
- зведення коробки будинку – 1 500 000 грн;
- утеплення – 400 000 грн;
- вікна – 300 000 грн;
- сонцезахист – 90 000 грн;
- система опалення – 250 000 грн;
- водопостачання, каналізація – 200 000 грн;

- електропостачання – 30 000 грн;
- вентиляція – 80 000 грн;
- кондиціонування – 0 грн;
- оздоблення – 400 000 грн.

Таким чином, разом маємо вартість спорудження пасивного будинку – приблизно 3 000 000 грн. Якщо порівняти її з вартістю звичайного котеджу, яка складає 2 500 000 грн, можна зробити висновок: що вартість пасивного будинку зростає всього на 20 %, але ми отримаємо багато переваг та економію у майбутньому.

**Висновок.** Отже, дослідження та розвиток нових концептів у сфері будівництва – це необхідна умова для розвитку нашої країни, яка в кінцевому підсумку забезпечить соціальну незалежність за допомогою енергетичної незалежності.

Головна мета статті – популяризація пасивного будівництва в Україні. Для цього тут наведено інформацію про пасивні будинки у світі, основні недоліки та переваги пасивного будівництва. А також важливим аспектом постає ревіталізація територій міської забудови, який розглянули у своїй роботі В. І. Доненко, Л. В. Щербина [13]. У подальших дослідженнях будуть розглядатися питання фінансування заходів енергозбереження на підприємствах будівельної індустрії, які, на нашу думку, дуже актуальні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ярова Л. В., Доненко В. І., Кулік М. В. Сучасне оргонізаційно-технологічне енергоресурсозберігаюче проектування. *Нові технології в будівництві*. 2016. № 31. С. 112–115.
2. Данілов Н. І., Шелков Я. М. Основи енергозбереження : навч. посіб. 2006. С. 136–148. 245 с.
3. Основні положення по проектуванню пасивних будинків. Видавництво Асоціації будівельних вузів, 2008. С. 18–26.
4. Савицький М. В., Швець М. А., Шляхов К. В., Юрченко О. Л. Основні принципи методики раціонального проектування житлових будівель. Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону : міжнар. наук.-техн. зб. Кн. 2. Київ, 2005. С. 292–295.
5. Закладний О. М., Праховник А. В., Соловей О. І. Енергозбереження засобами промислового електропривода. 2005. С. 41–54. 173 с.
6. Лисенко В. А., Суханов В. Г., Закорчемний В. О., Верьовкіна С. Є. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. 2015. С. 9–21, 87–90.
7. Назаренко І. А., Бахтін В. І., Шереметьєв Е. О., Серебряков Ю. В. Розробка екосистемних послуг для підвищення енергоефективності системи водопостачання міста. *Науковий вісник будівництва* : зб. наук. пр. Харків : ХНУБА, 2019. № 3/97. С. 109–113.
8. Nazarenko O., Nazarenko I., Ryabenko O., Donenko I. Simulation of salt intrusion at the recreation lake of industrial city. 5th World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering (CSEE'20). DOI: 10.11159/icgre20.150.
9. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [На заміну ДБН В.2.6-31:2006 (СНиП II-3-79). Чинні від 2007-04-01, з 1 квітня 2017 р.]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2017. 10 с.
10. Бодров В. І., Бодров М. В., Кузін В. Ю., Шевченко Ж. А. Інженерні основи створення пасивних будинків. 2015. С. 63–70.
11. Кривенко П. В., Барановський В. Б., Безсмертний М. П. Будівельні матеріали : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1993. С. 261–279. 327 с.
12. Плоский В. О., Гетун Г. В., Тимофеев М. В., Запривода В. І. Енергоефективний панельний житловий будинок. Архітектура будівель і споруд : навч. посіб. Під заг. ред. Гетун Г. В. Київ : Вид-во Ліра-К, 2017. 185 с.
13. Доненко В. І., Щербина Л. В. Ревіталізація промислових і техногенно-навантажених територій міської забудови. *Містобудування та територіальне планування* : наук.-техн. зб. пр. № 46. Київ : КНУБА, 2016. С. 195–199.

## REFERENCES

1. Yarova L.V., Donenko V.I. and Kulik M.V. *Suchasne organizaciino-tehnologichne energoresursozberigaiuche proektuvannya* [Modern organizational and technological energy-saving design]. *Novi tehnologii v budivnytstvi* [New technologies in construction]. 2016, no. 31, pp. 112–115. (in Ukrainian)
2. Danilov N.I. and Shchulkov Ya.M. *Osnovy energozberezheniya : navch. posibnyk* [Fundamentals of energy saving : textbooks]. 2006, pp. 136–148, 245 p. (in Ukrainian)
3. *Osnovni` polozhennya po proektuvannyu pasivnykh budinki`v* [The main provisions for the design of passive buddies]. Vydavnyctvo Asotsiatsii budivelnykh vuziv, 2008, pp. 18–26. (in Ukrainian)
4. Savytskyi M.V., Shvets M.A., Shliakhov K.V. and Yurchenko Yev.L. *Osnovni printsypy metodyky ratsionalnogo proektuvannia zhitlovykh budivel* [Basic principles of methods of rational design of residential buildings]. *Naukovo-tekhnichni problemy suchasnogo zalizobetonu : mizhnar. nauk.-tekhn. zb.* [Scientific and technical problems of modern reinforced concrete : Intern. sc. and tech. coll.]. Book 2, Kyiv, 2005, pp. 292–295. (in Ukrainian)
5. Zakladnyi O.M., Prakhovnyk A.V. and Solovei O.I. *Energozberzhennya zasobamy promyslovogo elektropryvoda* [Energy saving by means of industrial electric drive]. 2005, pp. 41–54, 173 p. (in Ukrainian)
6. Lysenko V.A., Sukhanov V.G., Zakorchemny V.O. and Veriovkina S.Yev. *Arkhitekturno-konstruktivni energoefektivni obolonky budivel' ta sporud* [Architectural and structural energy efficient shells of buildings and structures]. 2015, pp. 9–21, 87–90. (in Ukrainian)
7. Nazarenko I.A., Bakhtin V.I., Sheremet'yev E.O. and Serebryakov Yu.V. *Rozrobka ekosistemnykh poslug dlya pidvishhennya energoefektivnosti sistemi vodopostachannya mista* [Development of ecosystem services for improving the energy efficiency of the system and water supply]. *Naukovij visnik budivnicztva : zb. nauk. pr.* [Science Newsletter of Budivnistva : coll. of sc. works]. Kharkiv : KhNUBA Publ., 2019, no. 3/97, pp. 109–113. (in Ukrainian)
8. Nazarenko O., Nazarenko I., Ryabenko O. and Donenko I. Simulation of salt intrusion at the recreation lake of industrial city. 5th World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering (CSEE'20). DOI: 10.11159/icgre20.150.
9. *DBN V.2.6-31:2016. Teplova izolyatsiia budivel'* [Thermal insulation of buildings]. To replace DBN V.2.6-31:2006 (SNIP II-3-79). Effective as of 2007-04-01, April 1 2017. Kind. offts. Kyiv : Ministry of Economic Development of Ukraine, 2017, p. 10. (in Ukrainian)
10. Bodrov V.I., Bodrov M.V., Kuzin V.Yu. and Shevchenko Zh. A. *Inzhenerni osnovy stvorennia pasivnykh*

*budynkiv* [Engineering fundamentals of the roots of passive buddies]. 2015, pp. 63–70. (in Ukrainian)

11. Kryvenko P.V., Baranovskyi V.B. and Bezsmertnyi M.P. *Budivelni materialy* [Building materials]. Kyiv : Vyshha Shkola Publ., 1993, pp. 261–279. (in Ukrainian)

12. Ploskij V.O., Getun G.V., Timofeyev M.V. and Zaprivoda V.I. *Energoefektivnyi panelnyi zhitlovyi budynok. Arkhitektura budivel i sporud : navch. posib.* [Energy efficient prefabricated house. Architecture of buildings and structures : sc. textbooks]. Kyiv : Lira-K Publishing House, 2017, 185 p. (in Ukrainian)

13. Donenko V. I. and Shherbina L.V. *Revitalizatsiia promyslovykh I tekhnogenno-navantazhenykh terytorii miskoi zabudovy* [Revitalization of industrial and technogenic-loaded urban areas]. *Mistobuduvannya ta teritorialne planuvannya : nauk.-tekhn. zb. nauk. pr.* [Urban planning and territorial planning : sc. and tech. coll. of sc. Works]. Kyiv : KNUBA Publ., 2016, pp. 195–199. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 09.03.2021.