

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVINGS

УДК 658:26

В.І. Дешко, докт. техн. наук, проф., проф. ORCID 0000-0002-8218-3933
М.М. Шовкалюк, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0002-1898-3493
Ю.С. Кузьміна, асп. ORCID 0000-0002-4217-4901
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

БАЗА ДАНИХ СЕРТИФІКАТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ: АНАЛІЗ ДЛЯ НОВОГО БУДІВНИЦТВА

Одним із інструментів впливу на зниження споживання ресурсів будівельного фонду є впровадження у нормативну базу вимог щодо підвищення рівня енергоефективності. Із вступом в дію Закону України «Про енергетичну сертифікацію будівель» розробка енергетичного сертифікату стала обов'язковою для нових будівель, будівель державної власності, будівель органів місцевого самоврядування та у випадку залучення державних коштів на їх термомодернізацію. Енергосертифікат розробляється атестованим енергоаудитором і вноситься у відкриту базу в Єдиній державній системі у сфері будівництва. Енергосертифікат містить клас енергетичної ефективності, визначений розрахунковим шляхом за методикою національного стандарту, що розроблено з урахуванням європейських підходів до розрахунків енергоспоживання на різні потреби будівель. Узагальнений аналіз даних з наявних сертифікатів становить значний інтерес для оцінювання характеристик огорожувальних конструкцій, інженерних систем і обладнання та фактичного і розрахункового питомого енергоспоживання різних типів будівель. У даному дослідженні увага авторів була зосереджена на показниках енергоефективності нових будівель (починаючи з 2019 року).

Ключові слова: будівля, енергетична сертифікація, клас енергоефективності, енергоспоживання.

Вступ

Висока енергетична залежність від імпорту ресурсів та великі втрати при транспортуванні енергії до споживача – особливості енергетичної системи України. Найбільшим споживачем енергії наразі є побутовий сектор та промисловість (рис.1). Близько 40% енергії втрачається під час перетворення та транспортування до кінцевого споживача (в той час як в ЄС середній показник становить 32%).



Рисунок 1 - Споживання енергії в Україні, млн. т.н.е. [1]

Однією з найгостріших проблем житлово-комунального господарства (ЖКГ) в Україні є нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів. Впровадження у нормативну базу вимог щодо підвищення рівня енергоефективності будівельного фонду та енергетичної сертифікації будівель – вагомий інструмент впливу на енергоспоживання. В Україні діяльність з енергетичної сертифікації розпочалася з введенням в дію Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» [2], що розроблено з урахуванням Директиви ЄС [3]. Впроваджено низку будівельних норм і стандартів, що регламентують вимоги до методів оцінювання показників енергоефективності та енергоаудиту будівель [4,5], а також комплекс нормативно-правових актів [6-9]. З 1-го грудня 2020 року вступила в дію частина третя статті 8 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» в редакції Закону № 199-IX від 17.10.2019, згідно з якою енергетичний сертифікат виготовляється атестованим енергоаудитором [10] з використанням Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва [11], а до цього часу сертифікати вносилися до бази Держенергоефективності [12].

Мета та задачі

Метою статті є аналіз показників енергоефективності нових будівель (проекування, починаючи з 2019 р.), представлених у відкритій базі даних енергетичних сертифікатів України. Задачами дослідження буде порівняльний аналіз наступних показників: опір теплопередачі огорожень, питоме споживання енергії, первинна енергія, питомі викиди CO₂, клас енергоефективності. Також актуальним буде визначення потенціалу економії енергії порівняно з подібними будівлями в Європейському Союзі.

Матеріал і результати досліджень

На даний момент сертифіковано близько шести тисяч будівель (їх кількість невпинно зростає), основну частку з яких складають житлові будівлі (рис. 1)

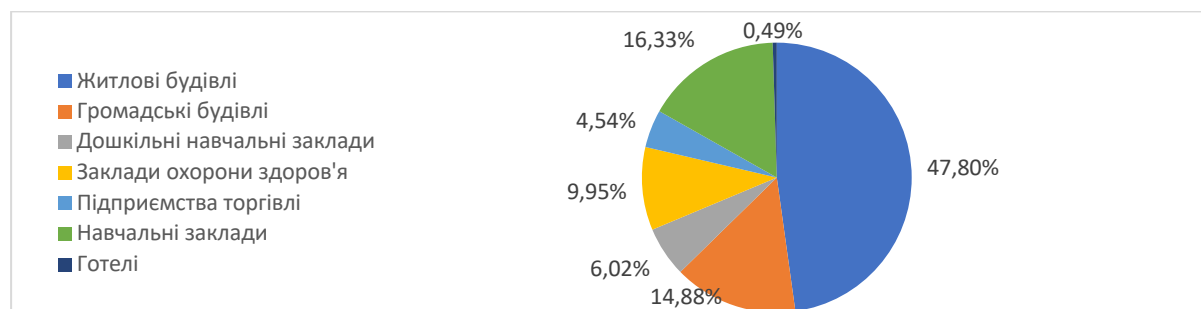


Рисунок 2 - Сертифіковані будівлі в Україні

У таблиці 1 показано результати порівняльного аналізу кількості сертифікованих будівель та їх класів енергоефективності, а у табл.2 – наведено дані у відсотковому відношенні (клас енергоефективності визначено по енергоспоживанню за [6]).

Таблиця 1 - Розподіл кількості сертифікованих будівель за типами та класами енергоефективності

Клас	Житлові будівлі	Громадські будівлі	Дошкільні навчальні заклади	Заклади охорони здоров'я	Підприємства торгівлі	Навчальні заклади	Готелі
A	14	32	2	1	31	0	2
B	105	196	31	35	174	43	6
C	767	140	54	74	47	92	9
D	263	67	33	58	3	81	3
E	204	81	43	70	2	68	3
F	128	71	47	71	1	95	0
G	1276	271	137	265	4	563	5
Σ	2757	858	347	574	262	942	28

Як бачимо, основними закладами, які отримали найнижчий клас (G) серед усіх сертифікованих будівель є навчальні заклади (59,77%) та житловий сектор (46,28%). Питання підвищення енергоефективності житлових будівель, як найбільших споживачів енергоресурсів, набуває все більшої актуальності. Фактично ефективність використання теплової енергії в будівлях України у 3–5 разів нижча,

ніж у західних країнах. Технічні характеристики більшості житлових будинків в Україні не відповідають сучасним вимогам до показників споживання енергоресурсів.

Таблиця 2 – Розподіл сертифікованих будівель за типами та класами енергоефективності, %

Клас	Житлові будівлі	Громадські будівлі	Дошкільні навчальні заклади	Заклади охорони здоров'я	Підприємства торгівлі	Навчальні заклади	Готелі
A	0,51%	3,73%	0,58%	0,17%	11,83%	0,00%	7,14%
B	3,81%	22,84%	8,93%	6,10%	66,41%	4,56%	21,43%
C	27,82%	16,32%	15,56%	12,89%	17,94%	9,77%	32,14%
D	9,54%	7,81%	9,51%	10,10%	1,15%	8,60%	10,71%
E	7,40%	9,44%	12,39%	12,20%	0,76%	7,22%	10,71%
F	4,64%	8,28%	13,54%	12,37%	0,38%	10,08%	0,00%
G	46,28%	31,59%	39,48%	46,17%	1,53%	59,77%	17,86%

Далі в ході дослідження більш детально вивчалися будівлі житлового сектору, (починаючи з 2019 року). Аналізувалися наступні показники енергоефективності: опір теплопередачі зовнішніх стін та світлопрозорих конструкцій, питоме енергоспоживання енергії, первинна енергія, питомі викиди CO₂.

Потрібно зазначити, що нормативні вимоги щодо визначення класу енергоефективності змінювалися з часом. Так, до вступу в дію нової редакції ДБН «Теплова ізоляція будівель» клас по енергоспоживанню визначався спочатку за методикою [6] з урахуванням витрат на потреби опалення, охолодження та гарячої водопостачання з урахуванням нормативних об'ємних витрат гарячої води, що нормуються в ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація». З 2021 року при визначенні класу енергоефективності потрібно орієнтуватися на граничні показники витрат на опалення та охолодження за [8], а витрати на гаряче водопостачання наводяться в енергетичному сертифікаті з урахуванням таблиці узагальнених питомих значень енергопотребителів з ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [4].

В ході дослідження було виявлено, що з 27 обраних будівель у м.Києві з класом енергоефективності G (по енергоспоживанню) коефіцієнт опору теплопередачі для зовнішніх стін не відповідає нормативному для 23 будівель, а коефіцієнт опору теплопередачі для світлопрозорих конструкцій – для 15 будівель. З обраних 85 будівель з класом енергоефективності C (для аналізу обиралися будівлі у м. Києві типу «нове будівництво або «проект») 20 будівель (23,5%) мають опір теплопередачі стін нижче нормативного. Середнє значення питомого споживання енергії - 84,6кВт·год/м², а середнє значення питомих викидів CO₂ – 34 кг/м² в рік.

Розглянемо фактичне споживання всіх житлових будівель нового будівництва класів нижче класу C (по енергоспоживанню за методикою [6]) та проведемо оцінку потенціалу енергозбереження при досягненні максимально допустимого споживання до класу C та класу A з доведенням характеристик огорожень до нормативних значень [5]. Так як питоме споживання для будівель з різною поверховістю різний, розділимо житлові будівлі на 2 групи: 1-3 поверхи та 4 і більше поверхів (рис.3,4).

На рис.3 наведено порівняльну оцінку енергоспоживання житлових будівель нового будівництва (1-3 поверхи) до та після комплексної термомодернізації будівлі з доведенням до класу C та A відповідно (в базі даних представлено 57 таких будівель, енергоспоживання визначалося наростаючим підсумком для можливості оцінювання потенціалу збереження ресурсів). Аналогічно виконано аналіз для рис.4 (в базі представлено 57 будівель на момент проведення дослідження).

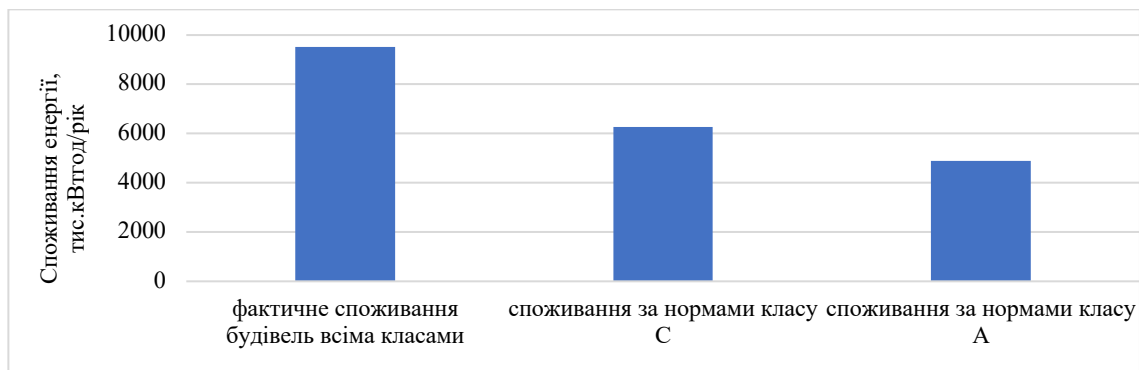


Рисунок 3 – Споживання фактичне та приведене до норм класу C та A (для будівель 1-3 поверхів)

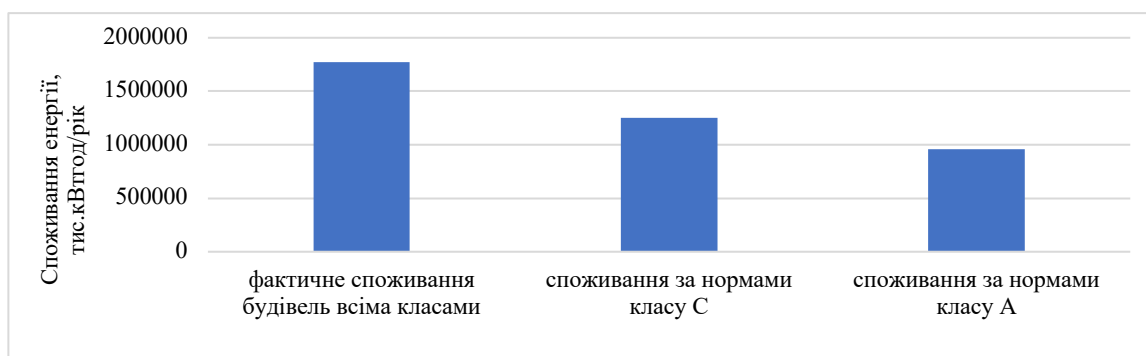


Рисунок 4 – Споживання фактичне та приведені до норм класу С та А (будівлі 4 і більше поверхів)

Розглянемо усі будівлі, сертифікація для яких здійснювалася з 2019 року (нове будівництво або реконструкція) за класами від А до G, щоб визначити середні значення. Житлові будівлі представлено на рис.5, громадські – на рис.6).

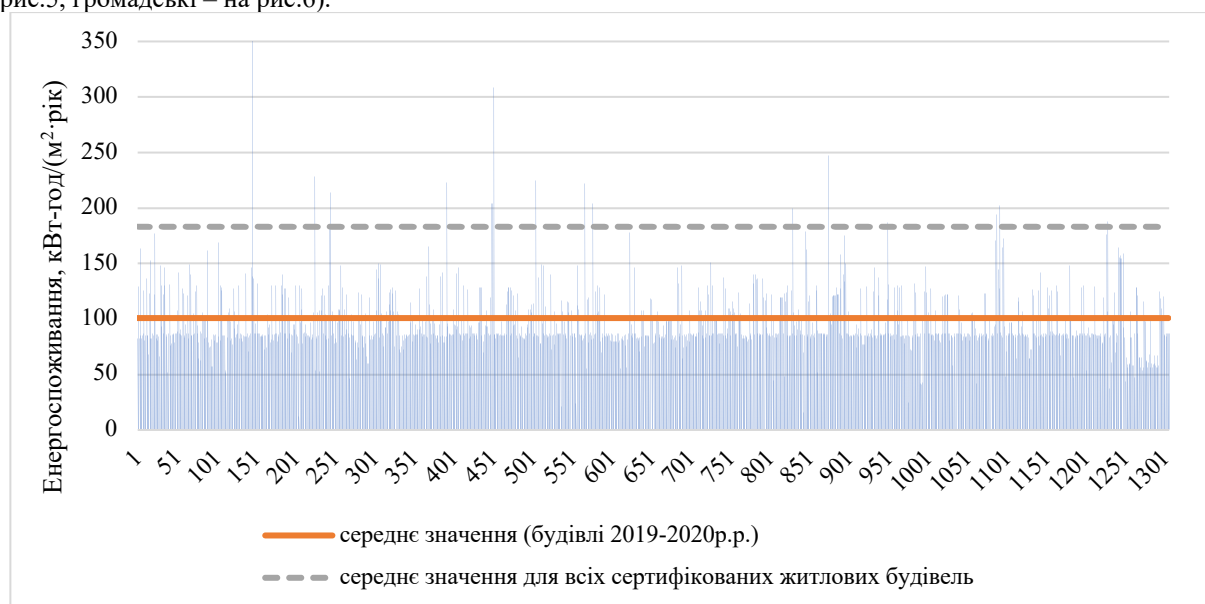


Рисунок 5 – Енергоспоживання житлових будівель класів А-Г

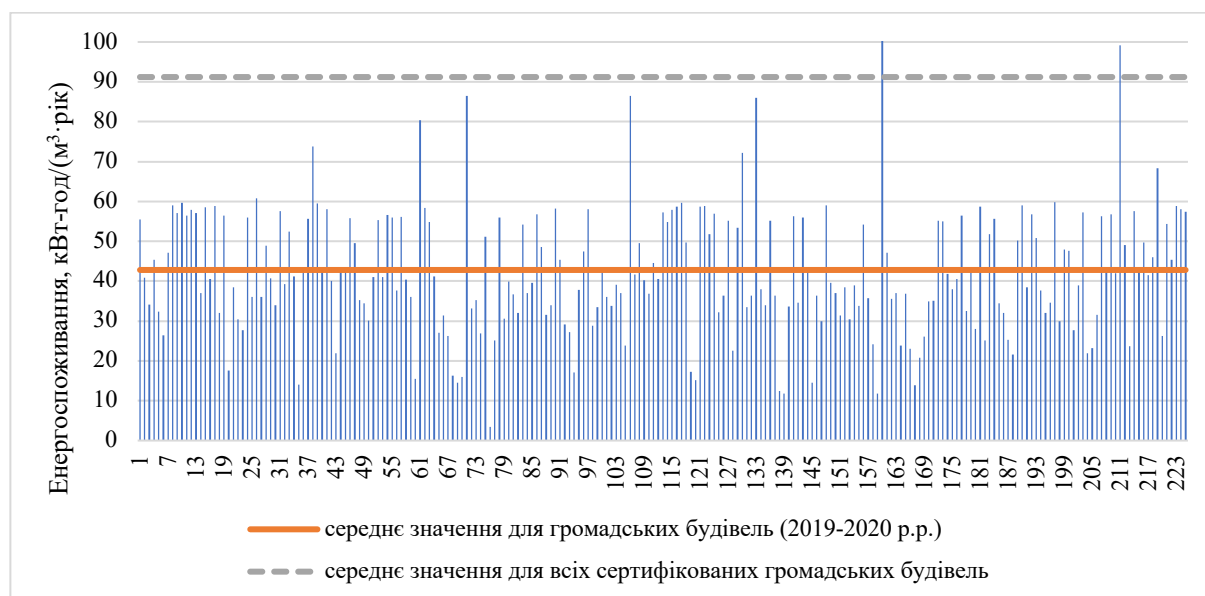


Рисунок 6 - Енергоспоживання громадських будівель класів А-Г

Було визначено, що середнє питоме споживання енергії для будівель житлового сектору, сертифікація для яких здійснювалося починаючи з 2019 року (1306 будівель, вид будівництва – нове будівництво або реконструкція) знаходиться на рівні 100,8 кВт·год/м². Середній показник питомого енергоспоживання для Європи знаходиться у діапазоні від 50 до 80 кВт·год/м², тобто Україна має значний потенціал енергозбереження, зважаючи на середнє значення 183,04 кВт·год/м² для усіх житлових будівель, представлених у відкритій базі енергетичних сертифікатів.

Середнє питоме споживання енергії для громадських будівель, сертифікація для яких здійснювалося починаючи з 2019 року (225 будівель, вид будівництва – нове будівництво або реконструкція) знаходиться на рівні 42,8 кВт·год/м³. Середнє значення показника питомого енергоспоживання для всіх громадських будівель, які отримали сертифікат енергетичної ефективності, становить 91,2 кВт·год/м³. Клас енергоефективності визначено по енергоспоживанню за методикою [6].

Окремо проведено порівняльний аналіз житлових будівель в Україні з класом А, з будівлями у м.Чикаго у США, що отримали LEED-сертифікат (The Leadership in Energy & Environmental Design). Для аналізу були доступні дані для 11 таких будівель у м.Чикаго. Визначено, що середнє питоме споживання енергії для будівель класу А знаходиться на рівні 40 кВт·год/м². Натомість для будівель у м.Чикаго середнє значення питомого споживання енергії для житлових будівель коливається від 14кВт·год/м² до 18,6 кВт·год/м², що вдвічі нижче, ніж в Україні, причому температура повітря за опалюваний період у м. Чикаго нижча на 2–3 °С, а в теплий період навпаки вища.

Також аналізувався вплив на екологію, а саме потенціал скорочення викидів вуглекислого газу (включено житлові будівлі класу С нового будівництва від 2019 р. у м. Києві). Враховувалось, що будівлі не змінюють джерело теплопостачання, а лише досягають економії енергоресурсів за рахунок утеплення, автоматизації енергосистем і т.д. Результати підрахунку потенціалу зменшення викидів CO₂ (накопичувальним підсумком) представлено на рис. 5.

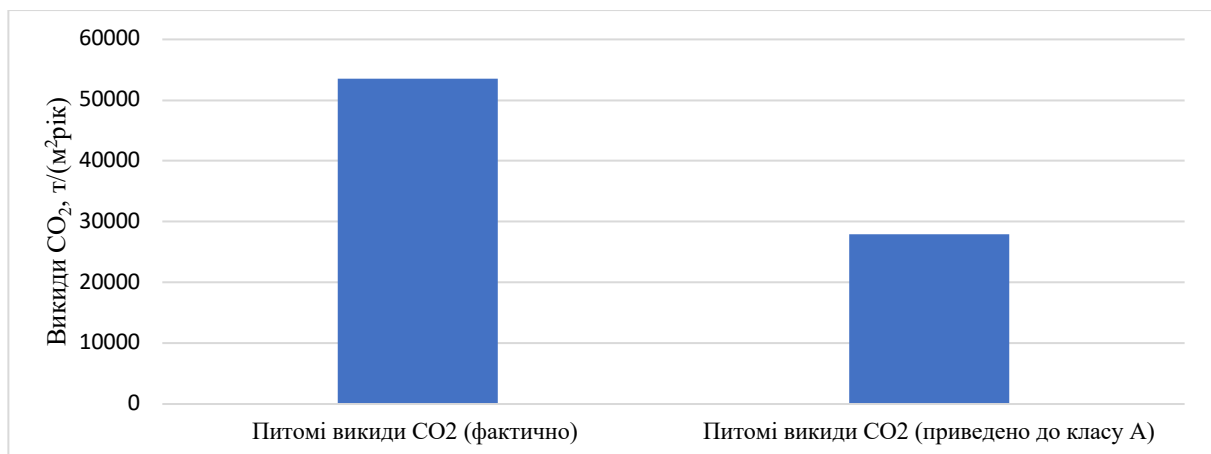


Рисунок 5 – Викиди вуглекислого газу для житлових будівель (фактичні та у разі приведення енергоспоживання до норм класу А)

Висновки. в ході дослідження аналізувалися показники енергетичної ефективності житлових та громадських будівель, внесені у енергетичні сертифікати. Виконано оцінку відповідності діючим на момент розробки сертифікату нормативним вимогам щодо теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, аналіз питомого енергоспоживання та питомих викидів CO₂. Висвітлено потенціал енергозбереження у порівнянні з аналогічними будівлями в країнах ЄС, а також розраховано потенціал скорочення викидів вуглекислого газу у разі впровадження комплексного утеплення огорожень та комплексної модернізації інженерних мереж з доведенням питомого енергоспоживання будівель до класу А.

Основними закладами, які отримали найнижчий клас G серед усіх сертифікованих будівель, є навчальні заклади (близько 60%) та житловий сектор (близько 47%). За масштабом та споживанню енергоресурсів житловий сектор має найбільшу частку споживання енергоресурсів в Україні, тому має привертати основну увагу для фінансування проєктів підвищення рівня енергоефективності. Нові будівлі 2019-2020 років побудови мають показники, які не відповідають нормативам. Вибірка з бази енергосертифікатів показує, що з усіх 27 сертифікованих будівель (нове будівництво) коефіцієнт опору теплопередачі для зовнішніх стін не відповідає нормативному для 23 будівель, а коефіцієнт опору теплопередачі для світлопрозорих конструкцій – для 15 будівель. Це в першу чергу пов'язано з питаннями

неузгодженості нормативної бази щодо сертифікації та визначення класу енергоефективності як за енергопотребою, так і за енергоспоживанням, але із прийняттям нової редакції будівельних норм [5] проблему буде врегульовано. Щодо споживання енергоресурсів, середній показник для нових будівель в Україні вищий у порівнянні з середнім значенням для європейських країн. Зокрема, для всіх житлових будівель, представлених у відкритій базі енергетичних сертифікатів, показник питомого енергоспоживання становить 163,87 кВт·год/м², що є вдвічі більшим за середнє значення у країнах Європи, тому потенціал зниження споживання енергії, а також викидів вуглекислого газу у будівельному секторі України є суттєвим.

Список використаної літератури

1. Система енергоефективності в Україні. Проект до обговорення від 30 липня 2018 року. GIZ. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/GIZ-brochure.pdf>
2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» №2118-VIII від 22.06.2017. Голос України. 22.07.2017. №134.
3. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. – p. 13-35.
4. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. К. Мінрегіонбуд України, 2016. 205 с.
5. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. К.: Мінбуд України, 2017. 37 с.
6. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. №169. Офіційний вісник України. 2018, № 55. С. 301.
7. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. № 172. Офіційний вісник України. 2018, № 55. С. 334.
8. Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020. №260. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20>.
9. Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020. № 261. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20>.
10. Порядок проведення професійної атестації осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем // Затв. Постановою КМУ від 26.07.2018 № 605 – 16 с.
11. Портал державної електронної системи у сфері будівництва. Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua/>
12. База даних енергетичних сертифікатів. Режим доступу: <https://sace.gov.ua/>

V. Deshko, Dr. Sc. (Eng.), Prof., **ORCID** 0000-0002-8218-3933

M. Shovkaliuk, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, **ORCID** 0000-0002-1898-3493

Yu. Kuzmyna, Ph.D. student, **ORCID** 0000-0002-4217-4901

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

DATABASE OF CERTIFICATES OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN UKRAINE: ANALYSIS FOR NEW CONSTRUCTION

Ukraine is an energy dependent country. The largest energy consumer in Ukraine is the household sector and industry. The technical characteristics of most existing serial buildings in Ukraine do not meet modern requirements for energy consumption. One of the tools to influence the reduction of consumption of construction resources is the introduction into the regulatory framework of requirements for improving energy efficiency. With the entry into force of the Law of Ukraine "On Energy Certification of Buildings", the development of an energy certificate has become mandatory for new buildings, state-owned buildings, local government buildings and in case of attracting public funds for thermal modernization of buildings. The energy certificate is developed by a certified energy auditor and entered into an open database in the Unified State System in the field of construction. The energy certificate contains an energy efficiency class determined by calculation according to the methodology of the national standard, which is developed taking into account European approaches to the calculation of energy

consumption for different needs of buildings. The generalized analysis of the data from the available certificates is of considerable interest for estimating the characteristics of enclosing structures, engineering systems and equipment and the actual and estimated specific energy consumption of different types of buildings. In this study, the authors focused on the energy efficiency of new buildings (starting in 2019). The following indicators of residential and public buildings were analyzed: heat transfer resistance of external walls and translucent structures, specific energy consumption, primary energy, specific CO₂ emissions, energy efficiency class. It was determined that the potential for energy savings compared to similar buildings in the European Union is significant, so improving the energy efficiency of the construction sector is an extremely important issue in Ukraine.

Keywords: building, energy certification, energy efficiency class, energy consumption.

REFERENCES

1. Energy saving system in Ukraine. Draft before negotiation on July 30, 2018. GIZ. Access mode: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/GIZ-brochure.pdf>
2. Law of Ukraine "On Energy Efficiency of Buildings". Draft Law No.2118-VIII // Bulletin of the Verkhovna Rada, 2017, No.33, p.359.
3. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. – p. 13-35.
4. DSTU B A.2.2-12: 2015. Energy efficiency of buildings. Method of calculating energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting and hot water supply. K. Ministry of Regional Development of Ukraine, 2016. 205 p.
5. DBN B.2.6-31: 2016. Thermal insulation of buildings. K.: Ministry of Construction of Ukraine, 2017. 37 p.
6. On approval of the Methodology for determining the energy efficiency of buildings: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine dated 11.07.2018 №169. Official Gazette of Ukraine. 2018, № 55. S. 301.
7. On approval of the Procedure for certification of energy efficiency and forms of energy certificate: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine dated 11.07.2018 № 172. Official Gazette of Ukraine. 2018, № 55. S. 334.
8. On approval of the Minimum requirements for energy efficiency of buildings: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine dated 27.10.2020. №260. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20>.
9. On approval of Amendments to the Methodology for determining the energy efficiency of buildings: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine dated 27.10.2020. №261. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20>.
10. The procedure for professional certification of persons who intend to carry out activities for certification of energy efficiency and inspection of engineering systems // Approved. Resolution of the Cabinet of Ministers of July 26, 2018 № 605 - 16 p.
11. Portal of the state electronic system in the field of construction. Access mode: <https://e-construction.gov.ua/>
12. Database of energy certificates URL: <https://sace.gov.ua/>

Надійшла 17.03.2021

Received 17.03.2021