



DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2-10

УДК 621.311:699.86

Ю. О. Постол¹, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-0749-3771

В. Б. Гулевський¹, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-1434-9724

О. О. Постол², інженер¹ Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного² ДП “ЗАПОРІЖЖЯСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ”

e-mail: yulia.postol@tsatu.edu.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОГО СЕКТОРУ

Анотація. Приймаючи до уваги нинішній стан України, де багато зруйновано інфраструктури, пошкоджені житлові будинки в населених пунктах, енергосистема країни, підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів (або енергоефективність) у розумінні використання їх меншої кількості – становиться особливо актуальною. Потрібно звернути увагу на проблеми енергоефективності житлового сектору в Україні, не тільки будівництва нових енергоефективних житлових будинків, а і приділити увагу термомодернізації вже збудованого житлового фонду. Проаналізувавши споживання енергоресурсів в житловому секторі, провівши класифікацію домів згідно норма вітчизняних нормативних баз та спираючись на опит європейських країн, сформулювати напрямки вирішення питань забезпечення енергоефективності житлового сектору. Система енергоефективності на рівні держави повинна включати в себе не тільки постачання енергії, но і її виробництво. Також роботу важливих сфер таких як промислові підприємства, транспорт та інше. Один з найважливіших для побуду суспільства сектор, це житловий. Підвищення енергоефективності в цьому секторі передбачає ряд реформ енергетичного ринку, сфери будівництва, субсидій та підтримку вразливих споживачів. Тому потрібен системний підхід до цієї проблеми.

Ключові слова: енергоефективність, електропостачання, енергозбереження, енергоресурси, енергоаудит, альтернативна енергетика, відновлювальні джерела енергії.

Постановка проблеми. Завдання по підвищенню енергоефективності є однією з найважливіших для більшості галузей нашої країна, таких як виробництва і життєдіяльності людини. Модернізація та проектування енергоефективних будівель робота не проста. Потрібно долучати фахівців різних галузей та підходити комплексно. Потрібно при цьому враховувати забезпечення максимальних показників з енергоефективності, та приділяти увагу екологічної та економічної ефективності будівель.



Зараз в країні дуже обмежені ресурси, тому пріоритетність в енергоефективності напряму пов'язана з економкою в будівельній галузі та націлена на збереження енергоресурсів. Цією проблемою потрібно займатися не тільки на державному рівні, но і на регіональному.

Безумовно, в підвищенні енергоефективності велику роль відіграють інноваційні матеріали, обладнання та технології, використовувани при будівництві будівель і модернізації устаткування в існуючих будівлях, а також сучасні методи і підходи до енергозбереження. Чимало уваги приділяють екологічності матеріалів, використовуваних при будівництві, тому що це важливо для комфортного проживання людей, їх здоров'я, і є перспективним для розвитку енергетичної галузі [1].

Аналіз останніх досліджень. Займаючись питаннями енергоефективності багато хто з вітчизняних науковців присвятили цьому багато своїх праць. Енергоефективністю житлових будівель та впровадженням методів енергозбереження в житловому секторі розглянуті в роботах Абелешова В. І. [2], Лівінського О. М., Євтушенка В. А. [3], Нечепуренко Д. С., Єпіфанцевої С. В. [4], Микита Є. О., Дешко В. І. [5] але це питання потребує подальшого детального вивчення.

Результати аналізу структури кінцевого споживання енергії, наведені в табл. 1, свідчать, що на такі сектори як транспортний, побутовий та промисловий припадає споживання енергії в Україні більш ніж 80% загального енергоспоживання, у світі цей показник менше 80%, у ЄС – 75%. [6].

Таблиця 1

Структура кінцевого споживання енергії за секторами економіки України, ЄС та світу

Споживачі	Кінцеве споживання енергії за секторами економіки, %					
	Промисловий сектор	Транспортний сектор	Побутовий сектор	Торгівля та послуги	Сільське господарство та інші сектори	Разом
Україна	32,3	17,2	32,6	7,6	10,3	100
ЄС	22,8	28,1	24,7	13,2	11,2	100
Світ	28,9	28,8	21,9	8,1	12,3	100
США-2018р.	24	35	20	14	7	100

Низька енергоефективність вітчизняної економіки погіршується також за рахунок значних втрат в електро – та тепломережах. За даними проекту оновленої Енергетичної стратегії України [7], втрати електроенергії під час її транспортування від постачальника до



споживача становили близько 12%, а що стосується тепломереж, то величина втрат у зазначений період становила більше 20%. Інвестиції потрібні спрямовувати пріоритетні галузі в Україні, а це промисловість та побутовий сектор. Це відповідає й загальносвітовим тенденціям, оскільки, за даними ІЕА [7], у 2016 р. 57% (або 133 млрд. доларів) світових інвестицій в енергоефективність було спрямовано на підвищення енергоефективності будівель, 26% (або 61 млрд. дол.) – транспорту; 16% (або 38 млрд. дол.) – промисловості.

А також з урахуванням того, що на частку імпортованих енергоресурсів в Україні в 2015 р. припало 51,6% загального первинного постачання енергії (ЗППЕ) [8], можна зробити висновок, що саме побутовий сектор в Україні заслуговує уваги по залученню інвестицій для підвищення енергоефективності діючих будинків, а також відбудови зруйнованих та пошкоджених будівель. Саме зараз в багатьох державах світу накладаються арешти на рахунки РФ, підприємств та громадян РФ за участь або пособництво в агресії проти України. Європейський Союз, країни G7 та Австралія заморозили близько 282 млрд доларів у вигляді цінних паперів та готівки: міністр фінансів США Джанет Єллен [9]. Найбільші країни з розвинутою економікою намагаються знайти спосіб використання заморожених російських активів, щоб допомогти зміцнити захист України та для довгострокової реконструкції після війни, відновлення зруйнованих міст, селищ в тому числі житлових будинків.

Основна частина. В Україні більше ніж 150 тисяч пошкоджених будівель та споруд, приблизно 20 тисяч із них – багатоповерхові. Такі дані під час прес-конференції в Укрінформі на тему “Відновлення: оцінка збитків, завданих РФ, на кейсах Бучі” навів директор ДП “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій. Як повідомлялося, прямі збитки, завдані інфраструктурі України через повномасштабне російське вторгнення, за оцінками Київської школи економіки (KSE Institute), перевищили \$150 млрд, майже \$56 млрд із них – втрати житлового фонду [10].

Але житловий фонд України становить 10,2 млн будинків, з них 93% приватної форми власності [11]. 60,7 тис. житлових будинків віднесено по Україні до категорії ветхих та аварійних житлових будинків. Приблизно чверть будинків житлового фонду будинків мають незадовільний технічний стан, низькі експлуатаційні якості та вичерпали свій експлуатаційний ресурс. В них недостатня комфортність, низька енергоефективність, їх значний фізичний і моральний знос потребують вирішення проблеми капітального ремонту (реконструкції) житла із застосуванням сучасних енергозберігаючих технологій, матеріалів та обладнання. Для вирішення цих проблем необхідна окрема Державна програма з



великими фінансовими вливаннями. Якщо відокремити ці сектори житлових будинків, то залишається 7,6 млн приватних житлових будинків, в яких доцільно планувати і проводити термомодернізацію будівель, а саме – комплекс робіт на цих об'єкті, результатом яких є підвищення показників енергетичної ефективності будинку. Тому в Україні необхідно посилювати роль домогосподарств та приватного сектору у сфері самостійного інвестування в енергетичний комплекс (термомодернізацію свого будинку) шляхом формування сприятливого інвестиційного клімату [12, 13].

По підрахункам 21% платіжеспособних господарив приватних будинків здатні інвестувати свої заощадження та доходи в термомодернізацію свого будинку. Дехто самостійно уже це робить, але більшість не наважується із-за наших повсякденних звичок (інертність, іноді лінь, сумніви – недовіра, передбачуваний «фактор клопоту», відкладення на завтра те, що потрібно зробити сьогодні та інше), а також недостатності інформації та розуміння з чого потрібно починати і що треба робити. Для виведення з цього стану необхідно зовнішнє втручання в поведінку людини (поведінкові інтервенції). Мета цих втручань полягає в тому, щоб викликати соціально бажану поведінку – або шляхом усунення перешкод для такої поведінки, або шляхом створення стримуючих факторів для соціально шкідливої поведінки. По відношенню до підвищення енергоефективності необхідно брати закордонний досвід впровадження політики та програм, спрямованих на навчання споживачів і заохочення їх змінити свої повсякденні звички.

Цілі та переваги формування політики з урахуванням поведінки в енергетичній сфері детально обговорюються в останньому звіті IEA та UsersTCP. До речі, 19 липня 2022 р Україна офіційно приєдналася до Міжнародного енергетичного агентства (IEA) як країна асоціації. Спираючись на відповідні міжнародні тенденції та найкращі практики, у жовтні 2023 року MEA також опублікувало звіт про ефективні інтерактивні будинки з електромережами, який визначає шляхи вдосконалення країнами політики щодо будівель майбутнього шляхом підвищення енергоефективності та гнучкості. Для нас корисно і необхідно вивчати, використовувати і проваджувати в Україні досвід країн MEA (IEA) по підвищенню енергоефективності будинків [11].

SEAI, яке є національним енергетичним органом Ірландії, визначило, що проведення заходів з енергетики вдома може потенційно збільшити кількість і глибину модернізації енергоефективності, проведеної в будинках в Ірландії. На заходи на тему домашньої енергетики залучають людей із місцевої громади, які запрошують своїх сусідів, друзів та родину до своїх домівок, щоб дізнатися більше про важливість модернізації енергоспоживання.



Незалежний енергетичний експерт надає інформацію про енергоефективність під час заходу, а згодом проводить безкоштовний енергоаудит будівлі [14]. Ірландія, наприклад, оцінює, що помірні зміни в поведінці, такі як коригування налаштувань температури в приміщенні, призведуть до значного скорочення споживання енергії: 2,4 ТВт-год на рік лише у випадку житлових будинків [14].

Наприклад, BC Hydro, канадське електроенергетичне підприємство, використовує численні поведінкові стимули для залучення споживачів до своєї добровільної програми енергозбереження Team Power Smart, яка вимагає від учасників скоротити споживання енергії на 10% протягом одного року. Програма передбачає фінансові та матеріальні винагороди (зокрема спеціальні пропозиції в магазинах-партнерах, а також участь у спеціальних заходах). Вони також використовують соціальні норми, заохочуючи учасників ділитися своїми історіями успіху як спосіб підтримки мотивації. Регулярні підказки та сезонні виклики також використовуються для підтримки імпульсу. За чотири з половиною роки програма залучила понад 91 000 домогосподарств і зменшила їх сукупне споживання електроенергії на 25,6 ГВт-год порівняно з контрольною групою. Цей тип програми демонструє, що часте залучення великої кількості споживачів, яке поєднує регулярний зворотний зв'язок з іншими поведінковими важелями, призводить до більшої економії енергії.

Досвід досліджень організацій, працюючих в цьому напрямку, показує, що найбільш ефективних результатів в досягненні залучення власників будинків для проведення енергозберігаючих заходів своїх будинків може бути тільки при безпосередньому контакту з власником фахівців, які зможуть доказати необхідність і результативність цих заходів. Такі фахівці в багатьох організаціях України у нас є. Наприклад, органи з підтвердження відповідності (сертифікації) акредитовані НААУ (Національне Агентство Акредитації України) мають фахівців – аудиторів, здатних провести аудит, в тому числі енергетичний аудит будинку [15]. Краще залучати органи, які в своєму складі мають випробувальні лабораторії, метрологічне обладнання необхідне для такого енергоаудиту. Межі такого аудиту будуть відрізнятися від вимог ДСТУ ISO 50002:2016 «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення» в сторону розширення задач, та зменшенню обсягів (об'ємів) робіт, що дозволить зменшити (мінімізувати) витрати на цей аудит. Такий аудит повинен проводитись по такому плану:

– проведення безпосередньо на об'єкті (житловому будинку) в присутності власника, бажано й членів його сім'ї, своїх сусідів, друзів. Це обов'язкова умова;



– проведення роз'яснювальної роботи необхідності і вигоди здійснення енергозберігаючих заходів свого будинку в форматі бесіди, навчання, як угоднo можна це називати, зрозуміло донести максимум інформації з показом фото, відео, розповіді оснований на закордонних і місцевих прикладах можливості досягнути бажаних результатів;

– на етапі в процесі проведення огляду об'єкта з зовні аудиторю необхідно показувати – де і від чого є втрати енергії і як їх усунути, які заходи по термомодернізації будинку (утеплення огорожувальних конструкцій: стін, стелі, горища тощо, а також утеплення конструкцій, які відкриваються: вікна, двері, балкони) треба виконати. Рекомендується провести виміри температури поверхні стіни ззовні і всередині. Надати приблизний розрахунок і показати яка частка тепла (енергії) втрачається. Розрахувати точку роси [16]. Показати, що вона (в неутеплених стінах) буде знаходитись в внутрішній половини товщини стіни, а іноді і на внутрішній стороні (під штукатуркою), що приводить до руйнівних дій конструкції, появи цвілі та інше.

– бажано, сумісно з володарем оселі провести аналіз платіжок за оплату опалення будинку. Зробити приблизний розрахунок різниці затрат на опалення в сьогодні і після можливого виконання термомодернізації будинку. Привести приклади по іншим будинкам. Надати господарю інформацію, які крім фінансових можуть бути вигоди (отримання привабливого виду будинку, що буде позитивно впливати на настрій всієї сім'ї, збільшення терміну його експлуатації та інше).

– пояснювати як модернізація житла, а особливо ізолюючи його, може призвести до кількісних переваг та допомогти у вирішенні проблем які можуть бути визначені присутніми. Наприклад, цвіль може виникнути, коли якась область будинок не утеплена належним чином, через накопичення вологи. Утепленням стін та монтажем достатньої вентиляції власники будинків можуть зменшити цвіль, підвищити комфорт і покращити здоров'я своїх сімей, покращити якість повітря в оселі.

– пояснення на прикладах, що модернізація більш енергоефективних приладів (встановлення термостатичного вентиля на радіатор, який дозволить контролювати температуру в будинку) і модернізація існуючого побутового обладнання в оселі ще більше зменшує попит на енергію для житлових будинків.

Чим більше буде надано інформації, тим більш переконливо буде донесено до власника імпульс необхідності прийняття рішення по проведенню енергозберігаючих заходів його будинку.

Але найбільш переконливо буде тоді, коли аудитор зможе запросити власників будинків – претендентів на показ будинку на якому уже проведені ці заходи.



Запропонований об'єм і план аудиту відрізняється від енергетичного аудиту згідно ДСТУ ISO 50002:2016 тим, що об'єм вимірювань буде обмежений, необхідний для роз'яснювальних цілей, але недостатній для визначення конкретних робіт підрядником (виконавцем робіт) [17]. Також під час аудиту будуть проводитись додатково роз'яснювальні дії аж до навчання з ціллю популяризації діяльності з підвищення енергетичної ефективності будівель серед їх власників (вимога статті 5 Закону України «Про енергетичну ефективність будинків»).

Виконання подібних заходів (програм) які тут запропоновані з залученням фахівців дасть можливість всім нам внести свій помірний вклад в енергозбереження нашої Держави, збереження енергоресурсів і поліпшення екології.

Висновки. Ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів в Україні багато в чому залежить від проведеної політики держави. В нашій країні на законодавчому рівні закріплені основні аспекти ефективного використання енергоресурсів. При вирішенні проблем фінансування будівництва енергоефективних житлових будинків можливе використання досвіду західноєвропейських країн. Лідерами тут є Данія, Німеччина та Фінляндія. У цих країнах прийняті і ефективно працюють цільові державні програми з енергозбереження та будівництва енергозберігаючих будинків, є багатий досвід в області стимулювання підвищення енергоефективності будівництва житла.

Список використаних джерел

1. Мельконова І. В., Романченко Ю. А. Підвищення енергоефективності житлових будівель. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля*. 2021. № 5(269). С. 17–19.
2. Абелешов В. І. Дослідження деяких аспектів підвищення ефективності енергозберігаючих заходів у житлових будинках. *Енергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. 2011. № 3. С. 23–29.
3. Лівінський О. М., Євтушенко В. А. Технічне обстеження та енергоаудит будинків і споруд. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2010. № 2. С. 159 – 170.
4. Нечепуренко Д. С., Єпіфанцева С. В. Способи підвищення енергоефективності житлових мікрорайонів при комплексній реконструкції та вторинній забудові. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-113/repair-andreconstruction-113/16559-113-1157> (дата звернення 25.02.2024).
5. Микита С. О., Дешко В. І. Розподільний облік теплової енергії на опалення багатоквартирних будинків: технічні, методичні, поведінкові аспекти. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2023. № 4(74). С. 38-46.



6. Панкова М. В. Ефективність використання енергетичних ресурсів в Україні. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2017. № 28. С. 53-57.

7. Проект Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р). URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/605-2017> (дата звернення 02.03.2024).

8. Майже 160 тисяч будівель і споруд в Україні зруйновані через війну. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3780899-majze-160-tisac-budivel-i-sporud-v-ukraini-zrujnovani-cerez-vijnu.html> (дата звернення 06.03.2024)

9. Глава Мінфіну США закликає знайти спосіб передати Україні заморожені активи. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3833050-glava-minfinu-ssa-zaklikae-znajti-sposib-peredati-ukraini-zamorozeni-rosijski-aktivi.html> (дата звернення 27.02.2024)

10. Проекти з енергоефективності в Україні. Energy Efficiency Projects in Ukraine. Електронний ресурс. Режим доступу. – <http://www.eeib.org.ua>

11. МЕА, Найбільше кінцеве використання енергії за секторами в окремих країнах МЕА, 2018, МЕА, Париж. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/largest-end-uses-of-energy-by> (дата звернення 27.02.2024).

12. T. Taylor, J. Counsell, S. Gill. Energy efficiency is more than skin deep: Improving construction quality control in new build housing using thermography. *Energy and Buildings*. 2013. Vol. 66. P. 222–231. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778813004428> (дата звернення 11.03.2024).

13. Korniyenko S. V. The Experimental Analysis and Calculative Assessment of Building Energy Efficiency. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Vol. 618. P. 509–513. URL: <http://www.scientific.net/AMM.618.5096> (дата звернення 17.03.2024).

14. Головні енергетичні події Ірландії. URL: <https://www.seai.ie/publications/SEAI-Home-Energy-Events-Evaluation-Report.pdf> (дата звернення 16.03.2024).

15. Офіційний сайт Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. URL: <http://minregion.gov.ua> (дата звернення 05.03.2024).

16. Постол Ю. О., Стручаєв М. І. Підвищення енергоефективності та енергозбереження використання низькопотенційних джерел енергії в органічному циклу Ренкіна. *Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії*: матеріали II Всеук. наук.-практ. інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 74–77.



17. Комеліна О. В., Щербініна С. А. Сучасні проблеми забезпечення енергоефективності житлового будівництва в Україні *Проблеми економіки*. 2014. № 3. С. 108-114.

Стаття надійшла до редакції 01.04.2024 р.

Y. Postol¹, V. Hulevskyi¹, O. Postol²

¹Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University

²SE "ZAPORIZHZHYASTANDARTMETROLOGY"

INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE HOUSING SECTOR

Summary

Taking into account the current state of Ukraine, where a lot of infrastructure is destroyed, residential buildings in populated areas are damaged, the country's energy system, increasing the efficiency of using energy resources (or energy efficiency) in the sense of using less of them – becomes especially relevant.

It is necessary to pay attention to the problems of energy efficiency of the housing sector in Ukraine, not only the construction of new energy-efficient residential buildings, but also to pay attention to the thermal modernization of the already built housing stock. After analyzing the consumption of energy resources in the residential sector, classifying houses according to the norms of domestic regulatory bases and relying on the experience of European countries, formulate directions for solving the issues of ensuring energy efficiency of the residential sector.

The system of energy efficiency at the state level should include not only the supply of energy, but also its production. Also, the work of important areas such as industrial enterprises, transport and others. One of the most important sectors for building society is the housing sector. Improving energy efficiency in this sector involves a number of reforms in the energy market, the construction sector, subsidies and support for vulnerable consumers. Therefore, a systematic approach to this problem is needed.

To ensure the energy efficiency of residential construction in Ukraine, it is necessary to determine at the state level: legislative and regulatory requirements for energy efficiency indicators; economic incentives to increase the energy efficiency of buildings; typical technical solutions for thermal modernization of buildings and methods of evaluating their energy efficiency. The main tasks for construction enterprises are: the production of domestic highly efficient heat-insulating materials, the introduction of energy-efficient technologies at the stage of construction of new residential facilities, the use of modern engineering networks and systems, equipment, metering devices, as well as the thermal modernization of the existing housing stock. Increasing the energy efficiency of residential construction will have a positive effect on solving a number of current problems, namely: the cost of operating residential buildings will decrease under the condition of more rational and efficient use of energy resources, the country's energy dependence on the import of scarce fuel and energy resources will decrease, the processes of using alternative energy sources will be activated, and the economic conditions for development will improve of Ukraine.