

**К.В. Ізмайлова,**

канд. екон. наук, професор  
ORCID: 0000-0001-8460-110X

**Л.А. Харченко,**  
магістр

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ**

*У статті проаналізовано вітчизняний та світовий досвід у сфері енергоефективності та енергобезпеки. Таким чином, важливим було прийняття ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель», що запровадив обов'язкову сертифікацію будівель за класами енерговитрат. Дослідження джерел із проблематики ефективного енергоспоживання показав, що особливої актуальності набувають питання, присвячені підвищенню енергоефективності будівель та споруд; використанню закордонних моделей підвищення енергоефективності житлового фонду. Виокремлено конкретні організаційно-економічні заходи, що допоможуть підвищити енергоефективність національної економіки. Досліджено досвід Швеції щодо використання сучасної моделі витрат повного періоду експлуатації («Загальна концепція»), яка має на меті оцінку економічних результатів інвестицій у заходи з підвищення енергетичної ефективності житлового фонду. Розглянуто основні засади сучасної моделі витрат повного періоду експлуатації та критерії визначення кількості необхідних заходів з енергоефективності. Проаналізовано «жорсткі» (фізичний стан будівлі) та «м'які» (поведінка користувачів) заходи, що передбачають забезпечення комплексної енергоефективності будівлі. Розглянуто етапи проведення аналізу за моделі витрат повного періоду експлуатації. Досліджено типові для Швеції діапазони терміну дії енергоефективних заходів та вимоги до внутрішньої норми прибутку, що залежить від загальної економічної ситуації в державі та умов надання кредиту.*

*За результатами енергоаудиту обраної для дослідження десятиповерхової будівлі та враховуючи досвід Швеції, запропоновано низку заходів з підвищення енергоефективності та наведено розрахунок забезпечення енергетичної ефективності житлового будинку в Україні. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що спостерігається позитивна тенденція в даному впровадженні. При комплексному використанні всіх заходів, які навіть дозволять більше заощадити, можна значно підвищити енергоефективність існуючого житлового фонду в Україні.*

**Ключові слова:** енергоефективність, модель, енергоаудит, житловий фонд.

**Вступ.** Енергоефективність є одним з ключових способів зменшення впливу на клімат і підвищення енергетичної безпеки. Поки що економіка нашої країни залишається однією з найменш енергоефективних у світі. За останні десятиліття країни світу значно скоротили споживання енергоресурсів, в Україні значна їх

частина витрачається неефективно через зношеність фондів, старе обладнання та неефективне житлово-комунальне господарство.

Будівельний сектор – це один із найбільших споживачів енергії. Тому підвищення енергоефективності будівель – як старих, так і новозбудованих – є одним з основних чинників сталого розвитку.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Існує значна кількість робіт, у яких проаналізовано можливості та шляхи забезпечення прийняттого рівня енергоефективності житла. Значний внесок в аналіз ефективності використання енергоресурсів зробили такі вчені, як: В.А. Жовтянський, О.В. Шевцов, В.М. Гесць, М.В. Земляний [2], М.М. Кулик, Б.С. Стогній [3], О.М. Суходола, Ю.П. Ященко, В.В. Григоровський [4]. Питаннями впровадження інтелектуальних енергосистем та оптимізації енерговикористання займалися такі вчені як В.І. Калашников та В.В. Каплун.

Аналіз джерел із проблематики ефективного енергоспоживання показав, що особливої актуальності набувають питання, присвячені підвищенню енергоефективності будівель та споруд; використанню закордонних моделей підвищення енергоефективності житлового фонду.

**Постановка завдання.** Аналіз вітчизняного та світового досвіду у сфері енергоефективності та енергобезпеки і виокремлення конкретних організаційно-економічних заходів, що допоможуть підвищити енергоефективність національної економіки. Дослідити досвід забезпечення енергоефективності в контексті впровадження в Україні *моделі витрат повного періоду експлуатації* (зокрема, Швеції).

**Методи дослідження.** Застосовувалися методи теоретичного узагальнення, системного аналізу; метод аналізу та синтезу, кількісного аналізу економічних показників.

**Основна частина.** Приблизно 80% енергії у світі споживається в містах, де на будівлі припадає приблизно половина цього споживання. У більшості країн, серед яких і Україна, енергетичні системи значно залежать від викопного палива, що призводить до викидів парникових газів. Це негативно впливає на клімат та глобальне потепління. Отже, забезпечення енергоефективності будівель – це важливий крок на шляху до більш сталого розвитку економіки країни [6]. Важливим було прийняття ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель», що запровадив обов'язкову сертифікацію будівель за класами енерговитрат [1].

Забезпечення комплексної енергоефективності будівлі передбачає «жорсткі» (фізичний стан будівлі) та «м'які» (поведінка користувачів) заходи (рис. 1).

«М'які» заходи - це дії, які можуть бути вжиті усіма особами, що користуються будівлею: власниками, керівниками, орендарями та відвідувачами будівель. Ці заходи посилюють ефект жорстких заходів і дозволяють повністю розкрити потенціал енергоефективності [7].

«Жорсткі» заходи - це такі заходи, які передбачають фізичну зміну елементів будівлі, через що вдається споживати менше енергії без порушення рівня комфорту будівлі.

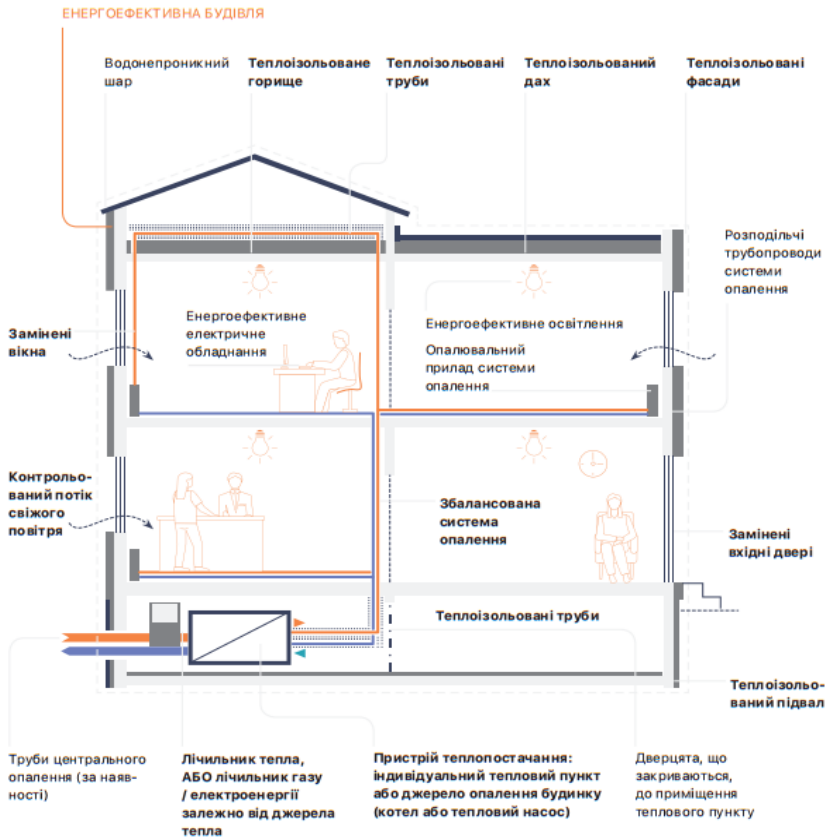


Рис.1. «Жорсткі» заходи з підвищення енергоефективності [5]

Використання «жорстких» заходів в існуючому житловому фонді, що зумовлено проектними рішеннями. З метою оцінювання економічних результатів інвестицій у заходи з енергоефективності рекомендується використовувати так звану *модель витрат повного періоду експлуатації (ППЕ)*, яка була розроблена для оцінювання заходів з енергоефективності в будівлях шведською асоціацією. Ця модель часто називається «Загальна концепція». Згідно з нею, результати пілотних проєктів у Швеції показують, що в існуючих будівлях можна досягти економії енергії до 50-70 % [8].

«Загальна концепція» була створена на основі внутрішньої моделі рентабельності, яка полягає в тому, що результати надаються як легко зрозуміла цифра, а саме - відсоток прибутку від інвестицій.

Метод «Загальна концепція» зосереджується на досягненні максимальної економії енергії в будівлях у межах прибутковості, яку встановлює власник

будівлі. Межі прибутковості наводяться як найнижчий прийнятний процентний прибуток від інвестицій. Нормальний процентний прибуток у Швеції коливається в межах від 1 до 10 %, залежно від типу власника будівлі (державний чи приватний). Чим менший прийнятний відсотковий прибуток, тим більші інвестиції в енергоефективні заходи.

Отже, для розрахунку прибутковості інвестицій у заходи з енергоефективності має бути наданий найнижчий прийнятний відсоток прибутку. Термін дії різних заходів має бути відомим.

Типові діапазони для Швеції:

➤ Вимоги до внутрішньої норми прибутку (яка збігається з найнижчим прийнятним річним відсотком прибутку від інвестицій) зазвичай становлять 1-10 %. З муніципалітетами в нижній частині цього діапазону, наприклад 1-3 %. Це, звичайно, залежить від загальної економічної ситуації, та в разі необхідності зовнішнього фінансування — від того, на яких саме умовах надаються кредити.

➤ Економічна тривалість заходів, як правило, становить 10-20 років для заходів, що пов'язані з технічними установками (наприклад, вентиляційними установками, системами освітлення, тепловими насосами, циркуляційними насосами тощо), і 20-40 років для заходів, що пов'язані з зовнішніми елементами будівлі (наприклад, утеплення зовнішніх стін, нові вікна тощо) [5].

Модель передбачає такі три кроки:

➤ У будівлі здійснюють ретельну інвентаризацію з метою визначення всіх можливих заходів з енергозбереження. На основі даної інформації створюється пакет заходів.

➤ Втілення всього пакета заходів для будівлі.

➤ Порівняння показників використання енергії до та після впровадження пакета заходів.

Критерієм кількості необхідних заходів є перевищення внутрішньою нормою прибутку затвердженої вартості капіталу для всього пакета. Економічні методи, що застосовані в методі «Загальна концепція», враховують також зміни цін на енергоносії та економічну тривалість інвестицій.

Завдяки такому методу, коли втілюється пакет заходів замість того, щоб простовживати перші дуже вигідні заходи, забезпечується вигода з точки зору досягнення набагато більшої економії енергії. Таким чином, можна буде показати, що значне скорочення споживання енергії буде економічно доцільним та допоможе заохотити інших до реалізації заходів.

Наприклад, після проведення енергоаудиту будівлі, переважно офіси, було визначено низку заходів з енергоефективності. Попит на найнижчий допустимий відсоток прибутку від своїх інвестицій становить 15 %. Отже, розрахована внутрішня норма прибутку повинна становити принаймні 15 % для задоволення вимог. Автором розроблено табл. 1 на основі власних розрахунків (десятиповерхової житлової будівлі).

Як видно з таблиці, під час розгляду окремих заходів лише три з них відповідають потребам. Якщо розглядати всі заходи як один пакет, то бачимо, що пакет відповідає даним вимогам. Інвестування в пакет заходів дозволить заощадити набагато більше енергії, ніж інвестування в три окремі заходи, і водночас задовольнить економічні вимоги до інвестицій.

Таблиця 1

**Заходи підвищення енергоефективності**

Одиниці вимірювання	Інвестиції (тис. грн.)	Щорічні заощадження (тис. грн.)	Тривалість вимірювання (років)	Внутрішня норма прибутку (%)	Виконання вимоги
Нові вікна	324	45	20	12	Ні
Нове освітлення	330	48	20	13	Ні
Рекуперація тепла	375	75	20	19	Так
Нові термостати	15	9	20	60	Так
Нові пристрої для водопровідної води	30	6	20	19	Так
Увесь пакет	107,4	183	20	16	Так

Найбільш прибуткові заходи компенсують інвестиції, які самі по собі були б збитковими. Одночасно з цим пакет дій залишається прибутковим у цілому. Такимчином, можна заощадити значно більше, ніж у разі втілення окремих, найбільш вигідних заходів.

**Висновки.** Підвищення енергоефективності житла буде залишатися актуальною проблемою будівельної галузі. Важливо не тільки підвищувати енергоефективність, але і раціоналізувати енергоспоживання. Проаналізувавши досвід Швеції і розглянувши це на прикладі власного розрахунку, спостерігається позитивна тенденція в даному впровадженні. При комплексному використанні всіх заходів, які навіть дозволять більше заощадити, можна значно підвищити енергоефективність житла в Україні. Проте разом із застосуванням даної моделі, необхідні постійні подальші дослідження у зв'язку з не повним дослідженням даної моделі та впровадженням даного досвіду в Україні.

**Список літератури:**

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22 червня 2017 р. № 2118-VIII// Відомості Верховної Ради України. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
2. Земляний М.Г., Шевцов А.І. Концепція енергетичної безпеки України (2010-2014)./ [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.db.niss.gov.ua/docs/energy/ ConceptEnPol.pdf](http://www.db.niss.gov.ua/docs/energy/ConceptEnPol.pdf)
3. Стогній Б.С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, С.П. Денисюк // Журнал «Технічна електродинаміка». – 2010, – №6. – С. 44-50.
4. Єрмілов С.Ф., Яценко Ю.П., Григоровський В.В., Геєць В.М., Лір В.Е. Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності. – К., НАЕР, 2012. – 58с.
5. Посібник з енергоефективності та сталого розвитку в рамках Програми «U-LEAD з Європою». / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://is.gd/yliInw>  
Дата звернення 27.02.2021
6. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту./ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1.-Efektyvnist\\_energ\\_resursiv.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1.-Efektyvnist_energ_resursiv.pdf). Дата звернення 27.02.2021
7. Енергоефективність Швеції/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://is.gd/3lQz3Q>

8. Про те, як працює енергоефективність в Швеції./ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://is.gd/dmDs8j>. Дата звернення 27.02.2021

9. Руднева І.М. Управління інвестиційними ризиками та енергоефективність, з урахуванням капітальних і операційних витрат, в промисловому девелопменті [Текст] / І.М. Руднева // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 46. – С. 56-64.

10.Цифра Т.Ю. Практичний досвід реалізації міжнародних будівельних контрактів в Україні. *Будівельне виробництво*. 2017. 62/2 С.45-48.

11.Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / Максимов А.С., Вахович І.В. та ін. // Асоціація міст України в рамках Проекту USAID ДІАЛОГ, 2015. – 184 с.

12.Беленкова О.Ю. Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності / О.Ю. Беленкова, Т.Ю. Цифра, О.В. Мацапура, І.О. Остапенко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип.36, економічний, 2018. – С. 78-82.

13.Marchuk T., Ryzhakov D., Ryzhakova G., Stetsenko S. Identification of the basic elements of the innovationanalytical platform for energy efficiency in project financing. *Investment management and financial innovations*,2017, 14 (4), 12-20.

#### **References:**

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»// Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. [The Law of Ukraine "On energy efficiency of buildings"// Details of the Verkhovna Rada of Ukraine]. No. 2118-VIII dated June 22, 2017. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>

2. Zemlyanyy M.H., Shevtsov, A.I. Kontseptsiia enerhetychnoi bezpeky Ukrainy (2010-2014). [The concept of energy security of Ukraine] Available at: <http://www.db.niss.gov.ua/docs/energy/ConceptEnPol.pdf>

3. Stogniy,B.S., Kyrylenko,O.V., Denisyuk,S.P. (2015). «Intelligent electric networks of electric power systems and their technological support». *Journal «Technichna elektrodinamika»*. Issue 6, pp. 753–757.

4. Yermilov,S.F., Yaschenko,Y.P., Hryhorovskiy,V.V., Heiets',V.M., Lir,V.E. (2012). «National report on the state and prospects of implementation of the state energy efficiency policy». К., NAER. 58p.

5. A guide to energy efficiency and sustainable development (2019). Available at: <https://is.gd/yliInw>

6. Analysis of energy efficiency in developed foreign countries and dependence on their imports (2016). Available at: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1.-Efektyvnist\\_energ\\_resursiv.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1.-Efektyvnist_energ_resursiv.pdf)

7. Energy efficiency of Sweden (2019). Available at: <https://is.gd/3lQz3Q>

8. Managing Director of Energy Consulting Company Per-Erik Nielsen on how energy efficiency works in Sweden (2019). Available at: <https://is.gd/dmDs8j>

9. Rudnieva, I. (2020). Investment risk management and energy efficiency, considering capital and operating expenditure in industrial development. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 46, 56-64.

10.Tsyfra, T.Iu. (2017) Praktychnyi dosvid realizatsii mizhnarodnykh budivelnnykh kontraktiv v Ukraini. *Budivelne vyrobnytstvo*. 62/2. Pp. 45-48

11. Enerhoefektyvnist v munitsypalnomu sektori. Navchalnyi posibnyk dlia posadovykh osib mistsevoho samovriaduvannia / Maksymov A.S., Vakhovych I.V. ta inshi. // Asotsiatsiia mist Ukrainy v ramkakh Proektu USAID DIALOH, 2015. –184 s.

12. Bieliukova, O.Iu., Tsyfra, T.Iu., Matsapura, O.V., Ostapenko, I.O. (2018) Ekonomichna otsinka zakhodiv z pidvyshchennia enerhoefektyvnosti. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn.* 36, 78-82.

13. Marchuk T., Ryzhakov D., Ryzhakova G., Stetsenko S (2017). Identification of the basic elements of the innovation analytical platform for energy efficiency in project financing. *Investment management and financial innovations*, 14 (4), 12-20.

**К.В. Измайлова, Л.А. Харченко**

### ***Повышение энергетической эффективности существующего жилищного фонда***

*В статье проанализированы отечественный и мировой опыт в сфере энергоэффективности и энергобезопасности. Таким образом, важным было принятие Закона Украины «Об энергетической эффективности зданий», который ввел обязательную сертификацию зданий по классам энергозатрат. Исследование источников по проблематике эффективного энергопотребления показало, что особую актуальность приобретают вопросы, посвященные повышению энергоэффективности зданий и сооружений; использованию иностранных моделей повышения энергоэффективности жилого фонда. Выделены конкретные организационно-экономические меры, которые помогут повысить энергоэффективность национальной экономики. Исследован опыт Швеции по использованию современной модели затрат полного периода эксплуатации («Общая концепция»), которая имеет целью оценку экономических результатов инвестиций в мероприятия по повышению энергетической эффективности жилищного фонда. Рассмотрены основные принципы современной модели затрат полного периода эксплуатации и критерии определения количества необходимых мер по энергоэффективности. Проанализированы «жесткие» (физическое состояние здания) и «мягкие» (поведение пользователей) меры, предусматривающие обеспечение комплексной энергоэффективности здания. Рассмотрены этапы проведения анализа по модели затрат полного периода эксплуатации. Исследованы типичные для Швеции диапазоны срока действия энергоэффективных мероприятий и требования к внутренней норме прибыли, которая зависит от общей экономической ситуации в государстве и условий предоставления кредита.*

*По результатам энергоаудита выбранного для исследования десятиэтажного здания и учитывая опыт Швеции, предложен ряд мер по повышению энергоэффективности и приведен расчет обеспечения энергетической эффективности жилого дома в Украине. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что наблюдается положительная тенденция в данном внедрении. При комплексном использовании всех мероприятий, которые даже позволят более сэкономить, можно значительно повысить энергоэффективность существующего жилого фонда в Украине.*

**Ключевые слова:** *энергоэффективность, модель, энергоаудит, жилой фонд.*

**K.V.Izmaylova, L.A. Kharchenko**

***Enhancing energy efficiency of an existing housing stock***

*The article analyzes domestic and international experience in the field of energy efficiency and energy security. Thus, it was important to adopt the Law of Ukraine "On the Energy Efficiency of Buildings", which introduced mandatory certification of buildings by energy consumption classes. The study of sources on the issues of effective energy consumption showed that issues related to improving the energy efficiency of buildings and structures are acquiring special relevance; the use of foreign models to improve the energy efficiency of the housing stock. Specific organizational and economic measures are highlighted that will help improve the energy efficiency of the national economy. The Swedish experience of using a modern cost model for the full period of operation ("General Concept") is studied, which aims to assess the economic results of investments in measures to improve the energy efficiency of the housing stock. The main principles of the modern cost model of the full operation period and the criteria for determining the number of necessary energy efficiency measures are considered. Analyzed "hard" (physical condition of the building) and "soft" (user behavior) measures that provide for the integrated energy efficiency of the building. The stages of the analysis according to the cost model of the full operation period are considered. The typical for Sweden ranges of the duration of energy efficient measures and the requirements for the internal rate of return, which depends on the general economic situation in the country and the terms of the loan, have been investigated.*

*Based on the results of the energy audit of the ten-story building selected for the study and taking into account the experience of Sweden, a number of measures to improve energy efficiency are proposed and a calculation is given to ensure the energy efficiency of a residential building in Ukraine. Based on the results obtained, it can be concluded that there is a positive trend in this implementation. With the integrated use of all measures that will even allow you to save more, you can significantly improve the energy efficiency of the existing housing stock in Ukraine.*

**Key words: energy efficiency, model, energy audit, housing stock.**

***Посилання на статтю***

**APA:** Izmaylova, K.V. & Kharchenko, L.A. (2021). *Pidvyshchennya enerhetychnoyi efektyvnosti isnuuyuchoho zhytlovoho fondu. [Enhancing energy efficiency of an existing housing stock]. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn, 47(2), 3-10.*

**ДСТУ:** Измайлова К.В., Харченко Л.А. Підвищення енергетичної ефективності існуючого житлового фонду [Текст] / К.В. Измайлова, Л.А. Харченко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 47(2). – С. 3-10.