

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.160-171

УДК:69.059.3:620.9

к.т.н. **Перегінець І.І.**,
e-mail ivan.pereginets@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3812-6509,
Директор НТЦ Академії будівництва України, м. Київ
Директор науково-технічного центру Академії будівництва України

к.т.н. **Дікарев К.Б.**,
kdikarev@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9107-3667

к.т.н. **Юрченко Є.Л.**,
yel@mail.pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9356-3261,

к.т.н. **Сопільняк А.М.**,
sopilniak.artem@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529,
Український державний університет науки і технологій,
ННІ «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»

ІНСТИТУЦІЙНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Досліджено комплекс інституційних та поведінкових аспектів, що впливають на підвищення енергоефективності в процесах будівельного виробництва. На основі системного аналізу сучасних наукових джерел, практик європейських країн та результатів авторського контент-аналізу інтерв'ю з представниками українських будівельних компаній, виявлено ключові бар'єри та драйвери впровадження енергоефективних рішень на будівельних майданчиках. З'ясовано, що, незважаючи на наявність технічних рішень і потенціал зменшення енергоспоживання в процесі виконання будівельно-монтажних робіт, вітчизняна практика характеризується низьким рівнем інституційного закріплення енергозбереження, обмеженою мотивацією учасників будівництва, нестачею внутрішніх стандартів і контролю. Особливу увагу приділено аналізу поведінкових моделей учасників будівельного процесу, включно з майстрами, інженерами та керівниками проектів. Виявлено значний вплив корпоративної культури, лідерства та соціальних практик (наприклад, внутрішніх змагань за зниження енергоспоживання) на рівень ефективності. Встановлено, що інституційна підтримка з боку керівництва, наявність енергетичних чеклистів, систем обліку та відстеження споживання енергії, а також внутрішня прозорість і конкуренція можуть стати ефективними механізмами підвищення енергоефективності будівельного виробництва. У статті запропоновано класифікацію типових бар'єрів (фінансових,

інформаційних, організаційних, нормативних, технологічних) та драйверів (лідерство, внутрішня мотивація, підтримка замовників, участь у програмах сертифікації), що мають бути враховані при проектуванні політики сталого будівництва. Розроблено практичні рекомендації щодо інтеграції енергоефективності в системи управління будівельним виробництвом в Україні, зокрема через створення внутрішніх процедур енергомоніторингу, навчальні програми для працівників, цифрові шаблони та бази даних, посилення тендерних вимог, а також стимулювання культури відповідального енергоспоживання. Таким чином, у статті обґрунтовано, що саме поєднання інституційних змін і трансформації поведінкових практик є критично важливим для забезпечення енергетичної ефективності на всіх етапах будівельного процесу в умовах переходу до кліматично нейтрального будівництва.

Ключові слова: енергоефективність будівництва; будівельний майданчик; інституційні бар'єри; поведінкові чинники; управління енергією; сталий розвиток; будівельне виробництво; енергомоніторинг; управління змінами; культура енергоспоживання.

1. Вступ. У сучасних умовах глобальної енергетичної трансформації питання енергоефективності у будівельному секторі набуває особливої ваги. Будівництво є одним із найбільш енергоємних видів економічної діяльності, що прямо впливає на рівень викидів парникових газів, витрати на експлуатацію житла та національну енергетичну безпеку. У країнах Європейського Союзу, відповідно до директиви 2010/31/ЄС, поступово впроваджується політика «нульового енергоспоживання» будівель, тоді як в Україні, попри низку урядових ініціатив, практична реалізація енергоощадних підходів на рівні будівельного майданчика все ще залишається фрагментарною.

Значна частка наукових праць зосереджена на проектній та експлуатаційній фазах життєвого циклу будівлі, тоді як етап будівельного виробництва часто ігнорується як енергоспоживач. У той же час саме під час зведення будівель використовується велика кількість машин, техніки, електроенергії для забезпечення тимчасової інфраструктури, освітлення, вентиляції, опалення, а також побутових потреб працівників. Досвід країн із розвиненим ринком будівництва доводить: лише впровадження системного підходу до енергоменеджменту на майданчику дозволяє знизити втрати на 15–25%.

Особливого значення у цьому контексті набуває врахування інституційних та поведінкових чинників, які, на відміну від технічних, не потребують великих інвестицій, але вимагають правильної організації

управлінських процесів. Наявність формалізованих стандартів, процедур, мотиваційних схем, навчання персоналу та внутрішнього моніторингу істотно підвищує ймовірність впровадження енергоефективних рішень. Разом з тим, відсутність цих елементів, навіть за наявності новітніх технологій, може повністю нівелювати потенціал економії.

В Україні, згідно зі звітом Інституту економічних досліджень та політичних консультацій, у більшості будівельних компаній відсутні системи обліку енергоспоживання під час будівництва, а державні будівельні норми лише частково торкаються питань енергоефективності на етапі зведення. Крім того, дослідження вітчизняних науковців вказують на необхідність комплексного врахування всіх фаз життєвого циклу будівлі для отримання об'єктивної енергоекологічної оцінки.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю формалізації підходів до оцінки енергоспоживання будівельного виробництва з урахуванням управлінських, організаційних та людських факторів. Особливої важливості ця проблема набуває в умовах повоєнної відбудови України, де передбачається масштабне будівництво об'єктів житлової та соціальної інфраструктури. За умови відсутності сучасних інструментів планування та контролю енергетичних витрат будівництво може стати джерелом неефективного витрачання енергоресурсів і бюджетних коштів.

Таким чином, дослідження інституційних та поведінкових аспектів дозволяє закласти підґрунтя для розробки енергоефективної моделі управління будівельним майданчиком як єдиною виробничою системою. У роботі запропоновано аналітичний інструментарій для оцінки енергетичних витрат, розроблено класифікацію бар'єрів та драйверів, а також формалізовано математичну модель інтегрального енергоспоживання на прикладі реального об'єкта.

2. Огляд існуючих досліджень. У сучасних дослідженнях енергоефективності в будівництві дедалі більше уваги приділяється саме інституційним та поведінковим факторам впровадження енергозберігаючих практик. У цьому контексті визначається системна прогалина у дослідженні енергоефективності будівельного виробництва: «Найменш дослідженими залишаються процеси витрат енергії на етапі спорудження житлового об'єкта, попри їхній помітний вплив на загальну енергоефективність життєвого циклу» [1]. Цей висновок є підґрунтям для зміщення фокуса з експлуатаційного періоду на фазу безпосереднього будівництва. В роботі [2] автор уточнює, що: «В Україні відсутні інтегровані системи контролю енергоспоживання на етапі зведення об'єктів, що призводить до перевитрат ресурсів у межах 15–20 % від проектної величини». Це свідчить про високий рівень неефективності через

відсутність управлінських механізмів на майданчику. Звіт ІЕМ [3] прямо констатує інституційну прогалину: «Відсутність системи обліку енергоспоживання на будівельних майданчиках створює виклик для практичної реалізації навіть найкращих нормативних рішень». Зарубіжні дослідники наголошують на типових бар'єрах впровадження енергоефективності безпосередньо на будівельному майданчику: «Ідентифіковані бар'єри включають відсутність коштів, розділені стимули, брак стандартів і процедур...». У контексті України ці перешкоди ускладнюються ще й слабкістю регуляторної підтримки та низькою залученістю замовника в процесі будівельного виробництва. В дослідженні [5] автори формулюють концепт «енергетичного парадоксу»: «Навіть вигідні заходи не впроваджуються через організаційні бар'єри», що є актуальним як для зарубіжного так і для вітчизняного будівельного ринку. Організаційно-комунікаційні прогалини між структурними підрозділами компаній розривають енергоефективні ланцюжки при організації будівництва. «Брак комунікації між відділами та рівнями управління призводить до того, що енергоефективні ідеї не передаються та не масштабуються» [6], — що ускладнює впровадження навіть за наявності технологічної готовності. Інституційні та поведінкові аспекти підвищення енергоефективності будівництва безпосередньо на будівельному майданчику визначають мету та завдання дослідження.

3. Мета роботи та задачі досліджень. Мета роботи- дослідження інституційних та поведінкових моделей для підвищення енергоефективності процесів будівельного виробництва. Для досягнення мети роботи сформульовані та вирішені наступні задачі:

- визначити типові інституційні бар'єри та драйвери енергоефективності процесів будівельного виробництва з урахуванням міжнародного досвіду;
- оцінити поведінкові моделі учасників будівельного процесу щодо енергозбереження;
- розробити практичні рекомендації підвищення енергоефективності будівельного виробництва.

4. Виклад основного матеріалу.

Для досягнення поставленої мети дослідження було використано комплексний підхід, що поєднує системний аналіз, експертне оцінювання, контент-аналіз респондентів-практиків, а також індикаторне моделювання для кількісної інтерпретації /рівня впливу інституційних та поведінкових чинників на впровадження енергоефективних рішень у будівельному виробництві. Методологічна база побудована на принципах:

- системності (розгляд процесів взаємозалежно на рівнях «людина – організація – середовище»);

- поведінкової економіки (теорія мотивації, інституційна інерція, культурна динаміка);
- теорії дифузії інновацій - для оцінки поширення енергоефективних практик у будівельному середовищі.

У межах дослідження застосовано:

- Контент-аналіз глибинних інтерв'ю з інженерами, виконробами та керівниками будівельних компаній (репрезентативна вибірка серед малих і середніх підприємств Києва, центральної та західної частин України);
- Індуктивний класифікаційний аналіз – для виділення типових бар'єрів і драйверів на основі емпіричних даних;
- Метод експертного оцінювання (оцінка ймовірності впровадження заходів за шкалою 0–1 залежно від рівня підтримки);

Моделювання ймовірнісного впливу інституційних та поведінкових чинників на ймовірність реалізації енергоефективного сценарію за допомогою простої логістичної функції:

$$P(E) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha I + \beta_1 V + \beta_2 E)}}$$

де,

$P(E)$ – ймовірність впровадження енергоефективного рішення;

I – рівень інституційної підтримки (0-1);

V – рівень поведінкової залученості персоналу (0-1);

α, β_1, β_2 – емпірично визначені коефіцієнти

Попереднє калібрування моделі (на основі оцінок експертів) дало такі параметри:

$$\alpha = -2.1, \beta_1 = 2.5, \beta_2 = 2.8.$$

Таким чином, при низькому рівні підтримки ($I = 0.2, V = 0.3$) ймовірність становить лише $\approx 15\%$, а при високому ($I = 0.9, V = 0.9$) — понад 85% .

На основі якісного аналізу джерел, інтерв'ю та нормативного поля України було виокремлено дев'ять основних груп впливів, які перешкоджають впровадженню енергоефективних заходів, Табл 1. Основні бар'єри мають переважно організаційно-інституційний характер і проявляються через:

- відсутність в проектно-кошторисній документації енергетичних критеріїв для будівельно-монтажних робіт;
- невизначеність відповідальних осіб за енергоефективність на об'єкті;
- байдужість субпідрядників до контролю витрат пального, електроенергії, води;
- орієнтацію на найнижчу ціну при тендерах, без енергетичних коефіцієнтів у формулі оцінки пропозиції.

Серед поведінкових чинників було зафіксовано наступні явища:

- відсутність мотиваційних систем («енергетичних бонусів»);
- мінімальна поінформованість персоналу щодо втрат енергії;
- байдужість до повторного використання матеріалів (наприклад, опалубки, води для бетонування);
- уникнення відповідальності за наднормативне споживання через відсутність санкцій.

Таблиця 1.

Класифікація бар'єрів і драйверів енергоефективності

Категорія	Опис
Фінансові бар'єри	Висока вартість впровадження заходів, відсутність фінансових стимулів
Організаційні бар'єри	Відсутність стандартів, політик, систем енергомоніторингу
Інформаційні бар'єри	Брак знань, навчання та обміну досвідом
Поведінкові бар'єри	Інституційна інертність, відсутність мотивації
Нормативні бар'єри	Відсутність вимог у ДБН, тендерній документації
Технічні бар'єри	Відсутність відповідної техніки, технічних рішень на майданчику
Фінансові драйвери	Зовнішні гранти, субсидії, підтримка інвесторів
Організаційні драйвери	Впровадження внутрішніх стандартів, енергоконтролю
Поведінкові драйвери	Лідерство, внутрішня конкуренція, навчання персоналу

На рис.1 приведено ймовірність впровадження енергоефективних (ЕЕ) заходів залежно від рівня підтримки та показано чітку кореляцію між інтегральною підтримкою (організаційною + поведінковою) та шансами на реалізацію таких заходів. Отже, навіть при наявності технічної готовності, без належної інституційної рамки та мотивації персоналу енергоефективність залишається лише декларативною.

Особливо показовим є порівняння ситуацій:

- Приклад 1 (низька підтримка): відсутній контроль, нульова звітність, нерегульованість ролей — результат: перевитрати енергії на 20–25%;
- Приклад 2 (висока підтримка): присутні щоденні чеклисти, зворотний зв'язок, змагання між бригадами, автоматизований облік — економія до 30%.
- За результатами аналізу запропоновано п'ять груп організаційних заходів, які дозволяють ефективно впливати на чинники енергоспоживання на будівельному майданчику:

- Формалізація процедур енергомоніторингу на рівні компанії та об'єкта (щоденний облік витрат ПММ, електроенергії, води);
- Інституціоналізація ролі «енергоменеджера об'єкта» в організаційній структурі;
- Запровадження внутрішньої системи мотивації (бонуси за зниження витрат, визнання команди місяця);
- Інформаційно-навчальні заходи для персоналу на тему побутового та професійного енергозбереження з видачою сертифікату;
- Модифікація тендерної документації з включенням енергетичних коефіцієнтів та критеріїв оцінки пропозицій.

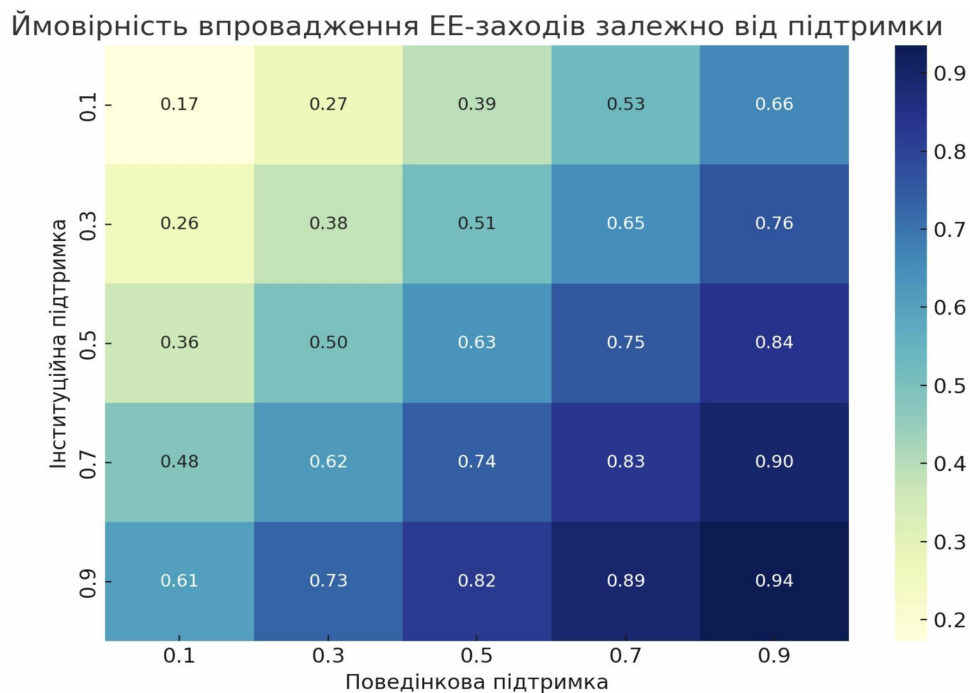


Рис.1. Ймовірність впровадження енергоефективних (ЕЕ) заходів.

Приклад розрахунку енергоспоживання для будівництва житлового двопід'їзного 9-поверхового будинку (близько 5400 м²) за етапами будівництва приведено в табл. 2.

Загальне споживання енергії: 157000 кВт·год

Формула енергоспоживання з урахуванням часток кожного етапу:

$$E_{total} = 0.0955 \cdot E_1 + 0.1274 \cdot E_2 + 0.3312 \cdot E_3 + 0.0764 \cdot E_4 + 0.1083 \cdot E_5 + 0.1592 \cdot E_6 + 0.0573 \cdot E_7 + 0.0446 \cdot E_8$$

де :

E_1 - земляні роботи

E_2 - фундаментні роботи

E_3 - надземна частина

E_4 - покрівля

E₅ - фасади

E₆ - внутрішнє оздоблення та інженерія

E₇ - обслуговування та утримання майданчика

E₈ - побут і офіс

Таблиця 2

Приклад розрахунку споживання енергії д
вопід'їздного житлового будинку

Етап будівництва	Позначення	Сума (кВт·год)	Сума етапу (%)	Коефіцієнт частки (k_i)
1. Земляні роботи	E ₁	15000	9.55	0.0955
2. Фундаментні роботи	E ₂	20000	12.74	0.1274
3. Надземна частина	E ₃	52000	33.12	0.3312
4. Покрівля	E ₄	12000	7.64	0.0764
5. Фасади	E ₅	17000	10.83	0.1083
6. Внутрішнє оздоблення та інженерія	E ₆	25000	15.92	0.1592
7. Обслуговування та утримання майданчика	E ₇	9000	5.73	0.0573
8. Побут і офіс	E ₈	7000	4.46	0.0446

Висновки. У процесі дослідження було досягнуто поставленої мети - системного вивчення інституційних та поведінкових аспектів впровадження енергоефективності в будівельному виробництві. Робота об'єднала концептуальний аналіз, емпіричні оцінки та прикладне моделювання. Сформульовано інтегральну модель енергоспоживання на будівельному майданчику, яка дозволяє проводити структурну оцінку енерговтрат, що виникають внаслідок неефективного управління на різних етапах зведення об'єкта. Розкрито неочевидну, проте критичну залежність між організаційною структурою управління на будівельному майданчику та кінцевими енергетичними витратами на етапі зведення об'єкта.

Результати досліджень показують досягнення мети роботи та вирішення поставлених задач :

1. визначено типові інституційні бар'єри та драйвери енергоефективності процесів будівельного виробництва з урахуванням міжнародного досвіду;

2. Виконано оцінку поведінкових моделей учасників будівельного процесу щодо енергозбереження. Запропоновано формалізовану формулу оцінки загального енергоспоживання, яка базується на емпіричних коефіцієнтах частки витрат енергії за етапами та адаптована під умови масового житлового будівництва в Україні

3. Розроблено практичні рекомендації підвищення енергоефективності будівельного виробництва. Сформульовано п'ять ключових організаційних напрямів, реалізація яких дозволяє істотно зменшити втрати енергії на будівельному майданчику без залучення капіталомістких технічних рішень (інституціоналізація енергоменеджменту, внутрішня мотивація, тендерні критерії тощо).

У подальшому доцільно розробити стандартизовану методику енергетичного аудиту будівельного майданчика з використанням цифрового моніторингу, як інструмент контролю енергоспоживання будівництва публічних і приватних об'єктів нерухомості.

Список літератури

1. Козик В.В., Марущак У.Д., Марко О.Й. Оцінка енергоефективності в життєвому циклі об'єктів житлового будівництва // *Бізнес-Інформ.* – 2024. – № 5. – С. 201–207. – DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-5-201-207>.
2. Арабаджи Р. Аналіз методів енергозбереження під час будівництва цивільних об'єктів. – Дніпро : ДУ «Український центр енергоаудиту», 2023. – 36 с.
3. Про реформи у сфері енергоефективності в Україні. – К. : Інститут економічних досліджень та політичних консультацій (ІЕМ), 2022. – 48 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iem.org.ua/images/2022/2022-11-20-rekomendacii.pdf> (дата звернення: 18.07.2025).
4. Palm J., Bryngelson E. Energy efficiency at building sites: barriers and drivers // *Energy Efficiency.* – 2023. – Vol. 16, No. 2, Art. 7. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-023-10088-7>.
5. Ö. Broin E., Mata É., Nässén J., Johnsson F. Quantification of the energy efficiency gap in the Swedish residential sector // *Energy Efficiency.* – 2015. – Vol. 8, No. 6. – P. 975–993. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-015-9323-9>.
6. Cagno E., Trianni A. Exploring drivers for energy efficiency within SMEs: evidences from Italian manufacturing // *Applied Energy.* – 2013. – Vol. 104. – P. 276–285. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.019>.
7. Перегінець І.І. Кластерні форми організації будівельного виробництва в умовах розвитку соціально-економічних трансформацій сучасної України / І.І. Перегінець // *Містобудування та територіальне планування.* - 2017. - Вип. 64. - С. 560-569. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_75.
8. Perehinets, I., Nazarenko, I., Nesterenko, M., & Nesterenko, T. (2022). Organizational and technological aspects of the application of environmental criteria in innovative low-rise construction. *Academic Journal Industrial Machine Building, Civil Engineering*, 2(59), 11–16. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2022.59.3094>.

9. Ivan Nazarenko, Oleg Dedov, Maxim Nazarenko, Ivan Pereginets (2021). *Dynamic Analysis of Technological Technical Systems for Industrial Applications*. U: *Dynamic Processes in Technological Technical Systems*. PC Technology Center. ISBN (електронний): 978-617-7319-49-7, ISBN (друкований): 978-617-7319-50-3. DOI: <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7.ch2>
10. Patel, H., & Shah, B. (2018). *Integration of Modern Planning in Logistics*. *International Journal of Civil Engineering*. DOI:10.1000/ijce.2018.001.
11. Rathi, A., & Khandve, P.V. (2017). *Integrated Planning for Demolition*. *International Journal of Engineering Research*. DOI:10.1000/ijer.2017.004.
12. Su, Y., Zhang, Y., & Chen, Y. (2019). *Decision-Making in Urban Planning*. *Sustainability*. DOI:10.1000/sustain.2019.007.
13. Walker, D.M. (2021). *Military Engineering and Logistics*. *Journal of Military Studies*. DOI:10.1000/jms.2021.002.
14. Мещерякова О.М., Ясній В.П. BIM: Ефективний інструмент для реконструкції будівель та споруд // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2022. Вип. 18. С. 61–70. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-08).
15. Левченко Н.М., Бейнер П.С., Бейнер Н.В. Реконструкція будівель з використанням BIM технологій при відновленні міст в Україні // Металознавство та термічна обробка металів. 2022. №4. С.64–70. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.271222.64.912>.

PhD., Associat Professor **Pereginets Ivan**,
Scientific and Technical Center of the Academy of Construction of Ukraine
PhD., Associat Professor **Dikarev Kostiantyn**,
PhD., Associat Professor **Yurchenro Yevhenii**, PhD.,
PhD., Associat. Professor **Sopilniak Artem**,
ESI “Prydniprovaska State Academy of Civil Engineering and Architecture”

INSTITUTIONAL AND BEHAVIORAL ASPECTS OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION PROCESSES

The article examines a complex of institutional and behavioral aspects that affect the increase in energy efficiency in construction production processes. Based on a systematic analysis of modern scientific sources, practices of European countries and the results of the author's content analysis of interviews with representatives of Ukrainian construction companies, key barriers and drivers of the implementation of energy-efficient solutions at construction sites were identified. It was found that, despite the availability of technical solutions and the potential for reducing energy

consumption in the process of construction and installation work, domestic practice is characterized by a low level of institutional consolidation of energy saving, limited motivation of construction participants, lack of internal standards and control. Particular attention is paid to the analysis of behavioral models of participants in the construction process, including foremen, engineers and project managers. A significant impact of corporate culture, leadership and social practices (e.g. internal competitions for reducing energy consumption) on the level of efficiency was revealed. It was established that institutional support from management, the availability of energy checklists, energy consumption accounting and tracking systems, as well as internal transparency and competition can become effective mechanisms for increasing the energy efficiency of construction production. The article proposes a classification of typical barriers (financial, informational, organizational, regulatory, technological) and drivers (leadership, internal motivation, customer support, participation in certification programs) that should be taken into account when designing a sustainable construction policy. Practical recommendations are developed for integrating energy efficiency into construction production management systems in Ukraine, in particular through the creation of internal energy monitoring procedures, training programs for employees, digital templates and databases, strengthening tender requirements, as well as stimulating a culture of responsible energy consumption. Thus, the article substantiates that it is the combination of institutional changes and the transformation of behavioral practices that is critically important for ensuring energy efficiency at all stages of the construction process in the context of the transition to climate-neutral construction.

Keywords: energy efficiency of construction; construction site; institutional barriers; behavioral factors; energy management; sustainable development; construction production; energy monitoring; change management; energy consumption culture.

REFERENCES:

1. Kozyk V.V., Marushchak U.D., Marko O.Y. Assessment of energy efficiency in the life cycle of residential construction facilities // *Business-Inform.* – 2024. – No. 5. – P. 201–207. – DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-5-201-207>.
2. Arabadzhi R. Analysis of energy saving methods during the construction of civil facilities. – Dnipro: State Institution “Ukrainian Energy Audit Center”, 2023. – 36 p.
3. On reforms in the field of energy efficiency in Ukraine. – Kyiv: Institute of Economic Research and Political Consultations (IEM), 2022. – 48 p. – [Electronic

resource]. – Access mode: <https://iem.org.ua/images/2022/2022-11-20-rekomendacii.pdf> (date of application: 07/18/2025).

4. Palm J., Bryngelson E. Energy efficiency at building sites: barriers and drivers // *Energy Efficiency*. - 2023. - Vol. 16, No. 2, Art. 7. - DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-023-10088-7>.

5. Ö. Broin E., Mata É., Nässén J., Johnsson F. Quantification of the energy efficiency gap in the Swedish residential sector // *Energy Efficiency*. - 2015. - Vol. 8, No. 6. – P. 975–993. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-015-9323-9>.

6. Cagno E., Trianni A. Exploring drivers for energy efficiency within SMEs: evidences from Italian manufacturing // *Applied Energy*. – 2013. – Vol. 104. – P. 276–285. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.019>.

7. Pereginets I.I. Cluster forms of organization of construction production in the context of the development of socio-economic transformations of modern Ukraine / I. I. Pereginets // *Urban planning and territorial planning*. - 2017. - Issue 64. - P. 560-569. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_75.

8. Perehinets, I., Nazarenko, I., Nesterenko, M., & Nesterenko, T. (2022). Organizational and technological aspects of the application of environmental criteria in innovative low-rise construction. *Academic Journal Industrial Machine Building, Civil Engineering*, 2(59), 11–16. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2022.59.3094>

9. Ivan Nazarenko, Oleg Dedov, Maxim Nazarenko, Ivan Pereginets (2021). Dynamic Analysis of Technological Technical Systems for Industrial Applications. In: *Dynamic Processes in Technological Technical Systems*. PC Technology Center. ISBN (electronic): 978-617-7319-49-7, DOI: <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7.ch2>

10. Patel, H., & Shah, B. (2018). Integration of Modern Planning in Logistics. *International Journal of Civil Engineering*. DOI:10.1000/ijce.2018.001.

11. Rathi, A., & Khandve, P.V. (2017). Integrated Planning for Demolition. *International Journal of Engineering Research*. DOI:10.1000/ijer.2017.004.

12. Su, Y., Zhang, Y., & Chen, Y. (2019). Decision-Making in Urban Planning. *Sustainability*. DOI:10.1000/sustain.2019.007.

13. Walker, D.M. (2021). Military Engineering and Logistics. *Journal of Military Studies*. DOI:10.1000/jms.2021.002.

14. Meshcheryakova O.M., Yasniy V. P. VIM: An effective tool for the reconstruction of buildings and structures // *Modern technologies and calculation methods in construction*. 2022. Issue 18. P. 61–70.

15. Levchenko N.M., Beiner P.S., Beiner N.V. Reconstruction of buildings using VIM technologies in the restoration of cities in Ukraine // *Metallurgy and heat treatment of metals*. 2022. No. 4. P. 64–70. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.271222.64.912>.