

УДК 728.3:621.311

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.270225.97.1134

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ БУДІВНИЦТВА МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

ЗАЙКО О. М.^{1*}, *асп.*,

ЗАЯЦЬ Є. І.², *докт. техн. наук, проф.*

^{1*} Кафедра організації і управління будівництвом, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: alex.zayko@i.ua, ORCID ID: 0009-0007-9785-8036

² Кафедра організації і управління будівництвом, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Анотація. Постановка проблеми. Сектор малоповерхового житлового будівництва в Україні нині розвивається, що пов'язано з необхідністю забезпечити переміщених осіб доступним житлом. Це вимагає зниження собівартості будівництва, зокрема через скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Після завершення війни потреба у відбудові житла значно зростає, що робить актуальним вибір раціональних організаційно-технологічних рішень із мінімальними енерговитратами для ефективного будівництва. **Мета статті.** Аналіз сучасних досліджень та нормативної бази щодо витрат паливно-енергетичних ресурсів у малоповерховому будівництві й постановка завдань для удосконалення організаційно-технологічних рішень з раціональним використанням енергоресурсів. **Висновки.** Використання енергозберігаючих технологій у житловому будівництві сприяє зменшенню витрат на енергоресурси в експлуатації. Однак етап спорудження залишається матеріало- та капіталомістким, вимагаючи значних витрат ПЕР для роботи техніки та організації майданчика. Результати дослідження можуть бути спрямовані на зниження витрат ПЕР у малоповерховому будівництві, що зменшить собівартість і підвищить доступність житла.

Ключові слова: *малоповерхове будівництво; механізація будівництва; енергозбереження; енергоефективність; організаційно-технологічні рішення; паливно-енергетичні ресурси*

ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN LOW-RISE RESIDENTIAL CONSTRUCTION CONSIDERING RATIONAL ENERGY CONSUMPTION

ZAIKO O.M.^{1*}, *PhD Stud.*,

ZAIATS Yev.I.², *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

^{1*} Department of Organization and Management of Public Works, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: alez.zayko@i.ua, ORCID ID: 0009-0007-9785-8036

² Department of Organization and Management of Public Works, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919

Abstract. Formulation of the Problem. The low-rise residential construction sector in Ukraine is experiencing rapid development, largely due to the growing demand for affordable housing to support displaced persons and families impacted by the ongoing conflict. This sector's expansion under current conditions emphasizes the necessity of reducing construction costs, particularly through efficient fuel and energy resource (FER) management during the building phase. Efficiently utilizing FER in construction is crucial for ensuring housing affordability while meeting the needs of reconstruction at scale. After the war, there will be an urgent and substantial need for large-scale housing reconstruction across hundreds of towns and villages, as well as in suburban and rural areas. This demand calls for rational organizational and technological solutions that emphasize minimal energy consumption and efficient use of construction resources. Consequently, strategies to optimize energy consumption in low-rise housing construction are

vital for future growth in the sector. **Purpose of the Article.** The article aims to analyze current research and regulatory frameworks concerning FER usage in low-rise construction and to establish objectives for refining organizational and technological solutions that support efficient FER consumption. The study examines energy-efficient practices in various construction technologies, such as SIP panels, lightweight modular structures, and prefab systems, and evaluates these methods in terms of minimizing FER usage. Special focus is placed on practices that increase the share of factory-ready elements, which decreases on-site construction time and equipment demand, leading to overall reductions in FER consumption during building assembly. **Conclusions.** The integration of energy-saving technologies in residential construction is instrumental in reducing FER costs, especially during building operation. However, the initial construction phase remains material- and capital-intensive, requiring significant FER input for equipment operation, site preparation, and construction activities. Given the planned expansion of low-rise residential housing, minimizing FER use through optimal organizational and technological methods is critical. The research findings can contribute to reducing FER costs in low-rise construction, which in turn decreases total project costs, enhances housing accessibility, and supports the sustainable development of residential infrastructure. The adoption of such methods is key to advancing efficient, affordable, and scalable housing solutions for the Ukrainian construction sector.

Keywords: *low-rise construction; construction mechanization; energy conservation; energy efficiency; organizational and technological solutions; fuel and energy resources*

Постановка проблеми. В даний час в умовах повномасштабного російського вторгнення сектор малоповерхового житлового будівництва знаходиться у стадії розвитку. Стала нагальною проблема забезпечення громадян країни, які втратили власні будинки або були тимчасово переміщені, доступним та комфортним житлом. У рамках цього передбачається всляке зниження його собівартості, що в першу чергу досягається зниженням собівартості будівництва, у тому числі за рахунок скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів (*далі* – ПЕР) у період спорудження будівель. Очікується, що після закінчення війни ця проблема набуде масового характеру, бо буде необхідно наново відбудувувати сотні, а може і тисячі сіл та невеликих містечок. Тому вибір раціональних організаційно-технологічних рішень для спорудження малоповерхових житлових будівель з мінімальними енерговитратами, із застосуванням методів моделювання організаційно-технологічних процесів та їх удосконалення в частині ресурсного забезпечення, є актуальним для будівельної галузі.

Мета статті – аналіз сучасних досліджень в області малоповерхового будівництва та нормативної бази, яка регулює витрати паливних та енергетичних ресурсів усіма видами енергоспоживачів на всіх стадіях спорудження комплексу малоповерхових житлових будівель, та постановка завдань дослідження відносно

удосконалення організаційно-технологічних рішень спорудження малоповерхових житлових будівель з урахуванням раціонального використання енергоресурсів.

Аналіз публікацій. Проблема раціонального використання енергоресурсів постала перед нашою країною не сьогодні, і з часом, вона лише загострюється. Високий рівень залежності України від імпортованих енергетичних ресурсів і постійне зростання їх вартості, суттєво впливають на конкурентоспроможність національної економіки. Відчуваючи економічні втрати від зростання вартості енергоресурсів, великі підприємства і компанії активно здійснюють заходи для впровадження новітніх енергоефективних технологій, що підвищують рівень енергоефективності.

Розвиток малоповерхового будівництва в Україні визначено низкою нормативно-правових актів та державних програм. До них відносяться програма «Житло» та її підпрограми, Національний проект «Доступне та комфортне житло» та ін.

За останні 20 років частка побудованого малоповерхового житла в Україні збільшилася більш ніж у 7 разів. В останні роки на малоповерхові будівлі стабільно припадає половина житлової площі, що вводиться в експлуатацію, а в 1990 р. вона становила трохи більше 6 % [1]. Одним з перспективних напрямків розвитку малоповерхового домобудівництва є будівництво швидкокомтованих будівель. Назва «швидкокомтовані» для будівель

носить дискусійний характер. Як правило, це будівлі високої заводської готовності, терміни будівництва яких менші у порівнянні з нормативами спорудження об'єктів з близькими техніко-економічними показниками.

За результатами узагальнення та аналізу даних літературних джерел [2–5], до найбільш поширених типів малоповерхових швидкокомтованих будівель відносяться будівлі збірно-розбірної типу. Використання збірно-розбірних будівель сприяє економії енергоресурсів завдяки зниженню трудомісткості робіт у заводських умовах і скороченню часу монтажу на будівельному майданчику. Однак, це питання потребує подальшого вивчення для детальнішого аналізу ефективності таких технологій у контексті раціонального використання енергоресурсів під час будівництва.

В даний час, крім вдосконалення традиційних конструктивних систем, розробляються і впроваджуються будівлі, що складаються.

Основними перевагами складених будівель в порівнянні зі збірно-розбірними і контейнерними є підвищений ступінь заводської готовності і збільшення корисного об'єму, компактні габаритні розміри для транспортування, скорочення часу використання монтажного крана і кількості робочих будівельної бригади, зайнятих на складанні будівель, зменшення ваги пакетів за допомогою використання полегшених матеріалів [6–8]. Це суттєво впливає на раціональне використання ПЕР під час зведення будинків але водночас потребує додаткових досліджень щодо впливу таких конструкцій на загальні енерговитрати під час будівництва, особливо в умовах різних кліматичних зон та специфіки будівельних процесів.

У зарубіжних дослідженнях та практиці будівництва є досвід розробки та будівництва швидкокомтованих будівель [9–12].

В ряді європейських країн, а також США та Канаді, за швидкою технологією ведеться спорудження будинків різних

конструктивно-технологічних систем - контейнерних, панельних, каркасно-панельних, а також пневматичних та тентових.

Близько 62 % мешканців Канади проживають у малоповерхових будинках. Будівництво малоповерхових швидкокомтованих будівель у Канаді на 8 % випереджає багатоквартирне. Проте малоповерхових індустріальних будівель у Канаді виробляється на 17 % менше, ніж у Сполучених Штатах Америки [10; 12]. У Фінляндії переважними типами малоповерхових будівель є дерев'яно-каркасні в них проживають 66 % власників житла.

З аналізу джерел [9; 11; 20–22] випливає, що за кордоном в галузі проектування та технології швидкого спорудження будівель накопичено значний досвід. У наукових дослідженнях вчених з Англії та Німеччини Вудса С., Канділіса Ж., Моргана П., Чока У., Фрідмана І. основні завдання були спрямовані на подальше вдосконалення конструктивно-технологічних рішень трансформованих будівель з урахуванням нарощування елементів. Дослідження вчених з Італії та Іспанії – П. Солері, І. Бласко, С. Міллера та Р. Штромера, були спрямовані на інновацію конструктивно-технологічних рішень через трансформацію огорожувальних елементів будівель.

В цілому, аналіз літературних даних [9–12; 20–22; 27] щодо будівництва швидкокомтованих будівель за кордоном, показав, що технології будівництва малоповерхових будівель у європейських країнах, а також США та Канаді розвиваються в адаптації до місцевих природно-кліматичних умов, будівельних матеріалів, демографічних тенденцій та екологічних вимог для забезпечення потреб населення будівельною продукцією відповідного профілю. З цього ми бачимо, що за кордоном раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів у будівництві здебільшого стосується швидкокомтованого житла, зокрема збірних конструкцій та блок-контейнерів. Однак

питання ефективного використання ПЕР при спорудженні котеджних містечок та будівництві сіл майже не досліджене, що вимагає подальшого вивчення.

Доволі розгорнутий аналіз законодавчої бази відносно енергозбереження та енергоефективності у будівництві з оглядом не тільки на українські, але і на світові норми був викладений на V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування».

Впровадження енергоефективних технологій в будівельну галузь дозволяє говорити про величезний потенціал для зниження енерговитрат країни, що зумовлено: швидкою окупністю розумно вкладених в енергозбереження коштів; важливими змінами у суспільно-політичному житті країни; змінами у структурі постачання та імпортуванням енергоресурсів; змінами у розподілі коштів бюджету у місцевих громадах [13].

За прогнозами експертів, потенціал ефективного використання енергії до 2030 р. може сягнути 60 % від необхідного енергоспоживання в житлово-комунальній сфері.

Європейський Союз питанням енергоефективності приділяє велику увагу починаючи з 70-х років минулого століття. В Україні на нормативному рівні заходи енергоефективності почали втілюватися починаючи з 2007 року в новому будівництві та реконструкції існуючих будівель житлового й громадського призначення. Так рівень теплоізоляції зовнішніх стін нових будівель починаючи з 2007 року повинні відповідати ДБН В.2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівлі» [14]. В 2010 році затверджено стандарт ДСТУ Б А.2.2-8:2010 [15] який до структури проектної документації ввів окремих розділ «Енергоефективність». На той момент українські нормативи енергоефективності будівель відповідали прийнятій у Європі Директиві 2002/91/ ЄС.

Основними методологічними чинниками цієї директиви є: загальні методики розрахунків; мінімальні вимоги у

новому будівництві; мінімальність при реконструкції; енергетична сертифікація будівель; регулярна інспекція. 22 червня 2017 року Верховна Рада України прийняла закон «Про енергетичну ефективність будівель», який спрямований на зниження енергоспоживання у будівлях. На сучасному рівні вже знайшли своє втілення у нормативних документах України директиви Європейського Союзу: «Про вказування за допомогою маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами» (Директива 2010/30/ЄС); та «Про енергоефективність будівель» (Директива 2010/31/ЄС).

На етапі технічної підготовки, обговорення та необхідного погодження перебуває директива: «Про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичні послуги» (Директива 2006/32/ЄС) [16]. З виходом у 2013 році стандарту ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 [17] відбувся перехід на новий рівень оцінки енерговитрат будівлі, коли поряд з опаленням враховуються енерговитрати і на функціонування системи охолодження. Затвердження стандарту ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель».

Зазначені законодавчі та підзаконні акти регулюють питання енергоефективності будівельних матеріалів, спрямовані на зменшення енерговитрат під час експлуатації будівель, однак вони недостатньо враховують аспекти раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на етапі спорудження малоповерхових будівель.

Викладений у ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні дозволив здійснити перехід на новий рівень проектування, який враховує під час розрахунку енергоспоживання енерговитрати для функціонування систем опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гаряче водопостачання. Тобто

з'являється можливість оцінити річний цикл експлуатації будівлі та його сумарні енерговитрати. Однак, у викладеному методі розрахунку енергоспоживання знову не враховано раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів на етапі будівництва, що є важливим аспектом для зменшення загальних енерговитрат при спорудженні малоповерхових будівель.

Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України [18] визначає основні методи планування та обліку витрат у будівельному виробництві. Собівартість будівельно-монтажних робіт – це витрати будівельної організації, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт із використанням у процесі будівельного виробництва машин, механізмів, устаткування, матеріальних, трудових та інших виробничих ресурсів. Основними методами планування та обліку витрат у будівельному виробництві є: нормативно-ресурсний (нормативна собівартість — сума прямих і накладних витрат), пряма калькуляція (планова калькуляція на кожний об'єкт), індивідуальна калькуляція (поєднання прямої калькуляції з індивідуальним розрахунком), усереднена калькуляція (собівартість на основі усереднених кошторисних норм), аналітичне нормування (норми витрат матеріально-технічних та інших ресурсів), пофакторне планування (розрахунок зміни витрат у порівнянні з базовим періодом), укрупнені розрахунки (на основі обсягу будівельно-монтажних робіт), аналоги (розрахунок на основі аналогічних об'єктів).

Прямі витрати включають заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів і конструкцій, які визначаються на основі кошторисних норм і поточних цін ресурсів [19].

Але оглядаючись на стрімкий розвиток технологій і використання різних новітніх матеріалів в сучасному малоповерховому домобудуванні велика кількість нормативних документів, рекомендацій, розпоряджень не можуть в повній мірі вирішити нагальні питання раціонального

використання ПЕР. При цьому сучасні методи організації робіт на будівельному майданчику орієнтовані на скорочення тривалості будівництва, зниження трудомісткості робіт та вартості будівництва. Водночас, ефективність інвестиційно-будівельного процесу зростає із застосуванням заходів з енергозбереження в період спорудження будівель [20; 21]. При цьому, актуальним залишається питання раціонального енергоспоживання не тільки в процесі експлуатації, а й на самому етапі будівництва.

Зважаючи на збільшення обсягів малоповерхового домобудування, важливо розуміти, які питомі енерговитрати при спорудженні 1 м² малоповерхових будівель за різними конструктивними рішеннями, такими як цегляна кладка, використання СПП-панелей, каркасно-панельне та монолітне будівництво. Поряд з цим при спорудженні малоповерхових житлових будівель із застосуванням різних технологій будівництва особливу увагу слід приділяти раціональному споживанню енергоресурсів енергоспоживачами, що працюють на будівельному майданчику [22].

Для оцінки витрат енергоресурсів [23] основних енергоспоживачів будівельного майданчика слід класифікувати за функціональним призначенням:

- для механізації робіт (машини, обладнання та інструмент);
- для влаштування інфраструктури побутового містечка та будівельного майданчика (освітлення, опалення, електропостачання, водопостачання та ін.);
- для забезпечення певних технологічних процесів (підігрів бетону, підігрів ґрунту, зварювальні роботи, застосування теплових гармат та ін.).

Проведений аналіз наукових робіт з проблеми раціонального використання енергоресурсів в будівництві [24; 25] продемонстрував, що будівельне виробництво є енергоємним споживачем ресурсів. Збільшення малоповерхової житлової забудови у загальному обсязі житлового будівництва визначає необхідність проведення оцінки витрат

паливно-енергетичних ресурсів на етапі спорудження будівель. Огляд і аналіз публікацій, а також досліджень з оцінки розвитку та ефективності впровадження програм зі скорочення споживання енергоресурсів [26] показали, що питання енергозбереження в період зведення будівель досліджені недостатньо. Ось покращений варіант з урахуванням наукової лексики:

Крім того, Закон України № 1818-IX «Про енергетичну ефективність» встановлює вимоги щодо раціонального використання енергетичних ресурсів, що підкреслює необхідність поглибленого дослідження та удосконалення організаційно-технологічних рішень із урахуванням ефективного споживання ПЕР під час спорудження малоповерхових житлових будівель. Це, своєю чергою, сприятиме зниженню енерговитрат у будівельній галузі загалом.

Мета дослідження та завдання для її досягнення. Мета дослідження є вдосконалення організаційно-технологічних моделей спорудження малоповерхових житлових будівель з урахуванням інтегральної витрати паливних та енергетичних ресурсів усіма видами енергоспоживачів на всіх стадіях будівництва. Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі завдання дослідження:

- визначити склад та класифікувати енергоспоживачів будівельного майданчика під час спорудження малоповерхових житлових будівель;
- провести аналіз особливостей організації та виконання робіт з урахуванням витрати ПЕР у період масового спорудження малоповерхових житлових будівель;
- провести вимірювання фактичної тривалості механізованих робіт та визначити відповідні витрати ПЕР;
- виконати багатокритеріальну оцінку та вибір раціонального варіанту спорудження комплексу малоповерхових житлових будівель з урахуванням витрати ПЕР.

Теоретична значимість дослідження полягає у подальшому розвитку та вдосконаленні організаційно-технологічних моделей спорудження комплексу малоповерхових житлових будівель з урахуванням витрати ПЕР на будівельному майданчику.

Практична значимість полягає у розробці рекомендацій щодо визначення витрати ПЕР при зведенні малоповерхових житлових будівель для застосування в нормативно-методичних документах організаційно-технологічного проектування. На основі результатів дослідження планується розробити рекомендації щодо врахування витрат ПЕР у складі техніко-економічних показників будівельного проекту.

Дослідження базуватиметься на роботах вітчизняних та зарубіжних вчених, фахівців у галузі технології та організації енергоефективного будівельного виробництва, принципах організаційно-технологічного моделювання, державних та регіональних програмах, спрямованих на забезпечення громадян країни доступним та комфортним житлом, а також підвищення енергозбереження та енергоефективності.

Методи дослідження спиратимуться на теорії та практики побудови організаційно-технологічних моделей, методах оптимального планування у будівництві та багатокритеріальній оцінці, порівняння та абстрагування.

Висновки

В останні роки перспективним напрямом у житловому будівництві стало застосування енергозберігаючих технологій, які дозволяють скоротити витрати на споживання енергоресурсів під час експлуатації будівель. Однак етап спорудження будівель відрізняється капітало- і матеріаломісткістю, витратами на використання будівельних машин і механізмів, а також необхідністю організації будівельного майданчика. Ці особливості пов'язані з витрачанням паливних та енергетичних ресурсів на роботу машин, обладнання та механізованого інструменту,

функціонування будівельного майданчика. Результати дослідження дозволять знизити витрати ПЕР при будівництві комплексу малоповерхових будівель, що в свою чергу зменшить собівартість і зробить житло більш доступним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіти Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/timeline/Zviti.html>
2. Арутюнян І. А., Данкевич Н. О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДА, 2018. 132 с.
3. Арутюнян І. А. Наукові основи розвитку будівельної галузі України : монографія. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 460 с.
4. Пік А. І., Ковбашин В. І. Будівельне креслення : посіб. Тернопіль : Університет імені Івана Пулюя, 2018. 6 с.
5. Модульні будівлі для постійного або для відносно короткого періоду використання. URL: <https://barnews.city/articles/214632/scho-take-modulne-budivnictvo>
6. Аналіз ринку модульного будівництва в Україні. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-modulnogo-stroitelstva-v-ukraine-stranah-es-norvegii-i-islandii-2022-god>
7. Модульні будиночки мають бути тимчасовим житлом. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/11/30/modulni-budynochky-mayut-butytymchasovym-zhytloom-ale-v-ukrayini-v-nyh-zhyvut-rokamy/>
8. Будівництво модульних будинків в Україні. URL: <https://bauenhaus.ua/uk/modulnij-budinok/>
9. Ishmametov Kh. R. The model of formation of the spatial organization of shift settlements. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1926, № 1. P. 012036. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1926/1/012036>
10. KLEUSBERG – your partner for modular construction for over 60 years. KLEUSBERG-Startseite. URL: <https://wissenswert.kleusberg.de/en/company/history/index.html>
11. Kryzhantovska O. A., Rumilec T. S., Morozova T. T. Historical background of the formation of high-density low-storey residential building. *Regional problems of architecture and urban planning*. 2020. № 14. С. 136–142. URL: <https://doi.org/10.31650/2707-403x-2020-14-136-142>
12. The Modularity is Here : a Modern History of Modular Mass Housing Schemes – 99 % Invisible. URL: <https://99percentinvisible.org/article/modularitymodern-history-modular-mass-housing-schemes/>
13. Немченко Ю. В. Нормування енергетичної ефективності будівель. *Наука, технології, застосування : V Всеукр. наук.-практ. конф. з енергоефективності*. 2020. С. 53–56.
14. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>
15. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Проектування. Розділ Енергоефективність. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_a_2_2_8/5-1-0-1111
16. Слупський Б. В. Завдання впровадження європейських норм і стандартів з енергоефективності та енергозбереження в Україні. *Інвестиції : практика та досвід*. 2010. № 8. С. 97–99.
17. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_en_iso_13790/5-1-0-1159
18. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=61634
19. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 30.10 2007 № 10/8- 608 : Раді міністрів АР Крим, обласним, Київській та Севастопольській міським державним адміністраціям.
20. Lapidus A., Ndayiragije Y. Sip-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings. *E3S Web of Conferences*. 2019. Vol. 97. P. 06032. DOI: 10.1051/e3sconf/20199706032.
21. Harris J., Durdyev S., Tokbolat S., Ismail S., Kandymov N., Mohandes S. Understanding construction stakeholders' experience and attitudes toward use of the Structurally Insulated Panels (SIPs) in New Zealand. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, iss. 19. P. 5458. DOI: 10.3390/su11195458.
22. Kroll D., Lovett S. B., Jimenez-Bescos C., Chisnall P., Aitchison M. Passive house vs. passive design : sociotechnical issues in a practice-based design research project for a low-energy house. *Architectural Science Review*. 2019. Pp. 1–11. DOI: 10.1080/00038628.2019.1697924.
23. Solomon A., Latha H. Inspection of properties of Expanded Polystyrene (EPS), Compressive behaviour, bond and analytical examination of Insulated Concrete Form (ICF) blocks using different densities of EPS. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8 (81). Pp. 209–221.
24. Горбач М. В. Сучасний інструментарій організаційно-технологічного проектування будівництва на засадах енергозбереження : к. т. н. : спец. 05.23.08 – Технологія та організація промислового та цивільного будівництва : захищена: 2015-11-19; Київський національний університет будівництва та архітектури. Київ. URL: <https://nrat.ukrntei.ua/>

25. Климчук М. М. Науково-прикладні засади управління енергозбереженням на будівельних підприємствах : доктор економічних наук : спец. 08.00.04 – Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності) : захищена 2020-06-02; Київський національний університет будівництва і архітектури. Київ. URL: <https://nrat.ukrintei.ua/>
26. Більовський М. О. Механізми реалізації державної політики енергоефективності та енергозбереження в Україні : доктор філософії : спец. 281 – Публічне управління та адміністрування : захищена 2021-04-29; Національний університет цивільного захисту України. Харків. URL: <https://nrat.ukrintei.ua/>
27. Almaawali S. The effectiveness of thermal insulated concrete blocks in Oman. *Current Trends in Civil & Structural Engineering*. 2020. Vol. 4, iss. 5. DOI: 10.33552/ctcse.2020.04.000600.

REFERENCES

1. *Zvity Ministerstva rozvytku hromad, terytoriy ta infrastruktury Ukrayiny* [Reports of the Ministry for Communities, Territories and Infrastructure Development of Ukraine]. URL: <https://mtu.gov.ua/timeline/Zviti.html> (in Ukrainian).
2. Arutyunyan I.A. and Dankevich N.O. *Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannya proyektnykh rishen' v budivnytstvi: navchal'no-metodychnyy posibnyk* [Technical and Economic Justification of Design Solutions in Construction : a textbook]. Zaporizhzhia : ZDA Publ., 2018, 132 p. (in Ukrainian).
3. Arutyunyan I.A. *Naukovi osnovy rozvytku budivel'noyi haluzi Ukrayiny : monohrafiya* [Scientific Foundations of the Development of the Construction Industry of Ukraine : monograph]. Zaporizhzhia : ZDIA Publ., 2017, 460 p. (in Ukrainian).
4. Pik A.I. and Kovbashin V.I. *Budivel'ne kreslennya : posibnyk* [Construction Drawing : Guide]. Ternopil : Ivan Puluj University publ., 2018, 6 p. (in Ukrainian).
5. *Modul'ni budivli dlya postiynoho abo dlya vidnosno korotkoho periodu vykorystannya* [Modular buildings for permanent or relatively short-term use]. URL: <https://barnews.city/articles/214632/scho-take-modulne-budivnictvo> (in Ukrainian).
6. *Analiz rynku modul'noho budivnytstva v Ukrayini* [Analysis of the Modular Construction Market in Ukraine]. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-modulnogo-stroitelstva-v-ukraine-stranah-es-norvegii-i-islandii-2022-god> (in Ukrainian).
7. *Modul'ni budynochky mayut' buty tymchasovym zhytloom* [Modular houses should be temporary housing]. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/11/30/modulni-budynochky-mayut-butytymchasovym-zhytloom-ale-v-ukrayini-v-nyh-zhyvut-rokamy/> (in Ukrainian).
8. *Budivnytstvo modul'nykh budynkiv v Ukrayini* [Construction of modular houses in Ukraine]. URL: <https://bauenhaus.ua/uk/modulnij-budinok/> (in Ukrainian).
9. Ishmametov Kh.R. The model of formation of the spatial organization of shift settlements. *Journal of Physics : Conference Series*. 2021, vol. 1926, no. 1, p. 012036. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1926/1/012036>
10. KLEUSBERG – your partner for modular construction for over 60 years. KLEUSBERG – Startseite. URL: <https://wissenswert.kleusberg.de/en/company/history/index.html>
11. Kryzhantovska O.A., Rumilec T.S. and Morozova T.T. Historical Background of the Formation of High-Density Low-Storey Residential Building. *Regional Problems of Architecture and Urban Planning*. 2020, no. 14, pp. 136–142. URL: <https://doi.org/10.31650/2707-403x-2020-14-136-142>
12. The Modularity is Here : A Modern History of Modular Mass Housing Schemes – 99 % Invisible. URL: <https://99percentinvisible.org/article/modularitymodern-history-modular-mass-housing-schemes/>
13. Nemchenko Y.V. *Normuvannya enerhetychnoyi efektyvnosti budivel'* [Standardization of Energy Efficiency in Buildings]. *Nauka, tekhnolohiyi, zastosuvannya : V Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi z enerhoefektyvnist'* [Science, Technology, Applications : V All-Ukrainian Scientific and Practical Conference on Energy Efficiency]. 2020, pp. 53–56. (in Ukrainian).
14. *DBN V.2.6-31:2016. Teplova izolyatsiya budivel'* [DBN V.2.6-31:2016. Thermal Insulation of Buildings]. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13> (in Ukrainian).
15. *DSTU B A.2.2-8:2010. Proektuvannya. Rozdil Enerhoefektyvnist'* [DSTU B A.2.2-8:2010. Design. Energy Efficiency Section]. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_a_2_2_8/5-1-0-1111 (in Ukrainian).
16. Slupskyi B.V. *Zavdannya vprovadzhennya yevropeys'kykh norm i standartiv z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennya v Ukrayini* [The Task of Implementing European Norms and Standards on Energy Efficiency and Energy Saving in Ukraine]. *Investytsiyi : praktyka ta dosvid* [Investment : Practice and Experience]. 2010, no. 8, pp. 97–99. (in Ukrainian).
17. *DSTU B EN ISO 13790:2011. Rozrakhunok enerhospozhyvannya pry opalenni ta okholodzhenni* [DSTU B EN ISO 13790:2011. Calculation of Energy Consumption for Heating and Cooling]. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_en_iso_13790/5-1-0-1159 (in Ukrainian).
18. *DSTU B A.2.2-12:2015. Enerhetychna efektyvnist' budivel'. Metod rozrakhunku enerhospozhyvannya pry opalenni, okholodzhenni, ventylyatsiyi, osviltleni ta haryachomu vodopostachanni* [DSTU B A.2.2-12:2015. Energy

Efficiency of Buildings. Method for Calculating Energy Consumption for Heating, Cooling, Ventilation, Lighting, and Hot Water Supply]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=61634 (in Ukrainian).

19. *Ministerstvo rehional'noho rozvytku ta budivnytstva Ukrainy 30.10 2007 No. 10/8-608 : Radi ministriv AR Krym, oblasnym, Kyivskiy ta Sevastopol'skiy mis'kym derzhavnym administratsiyam* [Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 30.10.2007, no. 10/8-608 : to the Council of Ministers of the Autonomous Republic of Crimea, Regional, Kyiv, and Sevastopol City State Administrations]. (in Ukrainian).

20. Lapidus A. and Ndayiragije Y. SIP-Technology as a Solution in Low-Rise Multi-Family Residential Buildings. E3S Web of Conferences. 2019, vol. 97, p. 06032. DOI: 10.1051/e3sconf/20199706032.

21. Harris J., Durdyev S., Tokbolat S., Ismail S., Kandymov N. and Mohandes S. Understanding Construction Stakeholders' Experience and Attitudes Toward the Use of Structurally Insulated Panels (SIPs) in New Zealand. Sustainability. 2019, vol. 11, iss. 19, p. 5458. DOI: 10.3390/su11195458.

22. Kroll D., Lovett S.B., Jimenez-Bescos C., Chisnall P. and Aitchison M. Passive House vs. Passive Design : Sociotechnical Issues in a Practice-Based Design Research Project for a Low-Energy House. Architectural Science Review. 2019, pp. 1–11. DOI: 10.1080/00038628.2019.1697924.

23. Solomon A. and Latha H. Inspection of Properties of Expanded Polystyrene (EPS), Compressive Behaviour, Bond and Analytical Examination of Insulated Concrete Form (ICF) Blocks Using Different Densities of EPS. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017, vol. 8 (81), pp. 209–221.

24. Horbach M.V. *Suchasnyy instrumentariy orhanizatsiyno-teknologichnoho proektuvannya budivnytstva na zasadakh enerhozberezhennya : k. t. n. : spets. 05.23.08 – Tekhnolohiya ta orhanizatsiya promyslovoho ta tsyvil'noho budivnytstva: zakhyschena 2015-11-19; Kyivskyy natsional'nyy universytet budivnytstva ta arkhitektury, Kyiv* [Modern Tools for Organizational and Technological Design of Energy-Efficient Construction : PhD Thesis : Speciality 05.23.08 – Technology and Organization of Industrial and Civil Construction: Defended 2015-11-19; Kyiv National University of Construction and Architecture], Kyiv. URL: <https://nrat.ukrintei.ua/> (in Ukrainian).

25. Klymchuk M.M. *Naukovo-prykladni zasady upravlinnya enerhozberezhenniam na budivel'nykh pidpryemstvakh : Doktor ekonomichnykh nauk : spets. 08.00.04 – Ekonomika ta upravlinnya pidpryemstvamy (za vydamy ekonomichnoyi diyal'nosti) : zakhyschena 2020-06-02; Kyivskyy natsional'nyy universytet budivnytstva i arkhitektury, Kyiv* [Scientific and Applied Principles of Energy Management in Construction Enterprises : Doctor of Economic Sciences : Speciality 08.00.04 – Economics and Enterprise Management (by Types of Economic Activity) : Defended 2020-06-02; Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv]. URL: <https://nrat.ukrintei.ua/> (in Ukrainian).

26. Bilovskyi M.O. *Mekhanizmy realizatsiyi derzhavnoyi polityky enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennya v Ukraini : Doktor filosofiyi : spets. 281 – Publichne upravlinnya ta administruvannya: zakhyschena 2021-04-29; Natsional'nyy universytet tsyvil'noho zakhystu Ukrainy, Harkiv* [Mechanisms for Implementing State Policy on Energy Efficiency and Energy Saving in Ukraine : Doctor of Philosophy : Speciality 281 – Public Administration: Defended 2021-04-29; National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv]. URL: <https://nrat.ukrintei.ua/> (in Ukrainian).

27. Almaawali S. The Effectiveness of Thermal Insulated Concrete Blocks in Oman. Current Trends in Civil & Structural Engineering. 2020, vol. 4, iss. 5. DOI: 10.33552/ctse.2020.04.000600.

Надійшла до редакції: 03.12.2024.