

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

УДК 692.23

DOI 10.31649/2311-1429-2022-2-203-210

Г. С. Ратушняк

Ю. С. Бікс

А. О. Лялюк

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

За результатами аналізу досліджень з розвитку науково-методичних основ та практичного досвіду організації й управління технологічним процесом із підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки виявлено організаційно-технологічні чинники реалізації проектів із вдосконалення огорожувальних конструкцій будівель. Відзначено, що стимулювання активного розвитку організаційно-технологічних заходів з вдосконалення огорожувальних конструкцій будівель передбачає проведення подальших наукових досліджень з метою пошуку шляхів підвищення їх енергоефективності при створенні оптимального мікроклімату приміщень. Виявлення закономірностей методологічних основ оптимізації чинників доцільно здійснювати за запропонованим алгоритмом багатокритеріального аналізу їх впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель. Для ієрархічної формалізації чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель запропоновано їх класифікацію за такими параметрами як: природно-кліматичні вимоги до мікроклімату приміщень відповідно до призначення будівель, конструктивні особливості фасадів будівель, фізико-механічні властивості теплоізоляційних матеріалів, еколого-економічні характеристики теплоізоляційної оболонки будівель.

Ключові слова: енергоефективність, матеріали, огорожувальні конструкції, організація, технологія, теплоізоляційна оболонка.

Вступ

Стратегія впровадження енергозбереження в усі сфери людської діяльності передбачає розв'язання задач підвищення енергоефективності при спорудженні нових та реконструкції існуючих будівель і споруд [1, 2]. Удосконалення управління та організації процесом підвищення енергоефективності будівель потребує вдосконалення організаційно-технологічних механізмів їх комплексної реалізації [3, 4, 5, 6]. Це буде сприяти енергоощадному використанню енергоресурсів та зниженню негативних впливів на довкілля, що дозволить розв'язати низку соціально-економічних проблем, особливо при будівництві нового та реконструкції існуючого житла на засадах біосферосумісництва.

Теоретичні дослідження та практичний досвід з методичних підходів до організації та управління заходами із підвищення енергоефективності будівель в цілому та їх окремих конструктивних елементів дозволяють виявити чинники впливу на шляхи організаційно-технологічного вдосконалення реалізації проектів енергозбереження на різних етапах життєвого циклу будівель [7, 8, 9, 10]. Потребують подальшого розвитку дослідження, що містять пошук ефективних організаційно-технологічних рішень з підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій будівель, які є основною складовою теплоізоляційної оболонки будівель для забезпечення оптимальних мікрокліматичних параметрів приміщень.

Актуальність та аналіз останніх досліджень і публікацій

В умовах посилення енергетичної кризи та ускладнення екологічної ситуації суттєвою проблемою сьогодення є зменшення енергоспоживання виходячи з принципу максимальна енергетична ефективність будівель при мінімальних сумарних затратах енергії на протязі їх життєвого циклу. Вирішення проблеми підвищення енергоефективності будівель неможливе без вдосконалення їхньої теплоізоляційної оболонки як системи огорожувальних конструкцій для забезпечення оптимальних санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях. Розвитку інструментарію, аналізу оцінювання, обґрунтуванню і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень при влаштуванні теплоізоляційної оболонки будівель приділяється значна увага в зарубіжних та вітчизняних дослідженнях [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. Основною парадигмою в цих роботах є мінімізація енергозатрат в будівельній галузі шляхом розроблення та впровадження управлінських заходів з врахуванням моделей рішення багатofакторних задач з використанням багатокритеріального аналізу впливу чинників на цільову функцію [9, 12, 17, 18, 19, 20, 21].

В монографії [7] розглянуто основи забезпечення енергоефективності та теплової надійності огорожувальних конструкцій будівель за результатами вивчення питань надійності та довговічності теплоізоляції будинків. На підставі аналізу статистичних даних запропоновано класифікацію теплових відмов ізоляційної оболонки, що призводить до збільшення тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції. Підкреслено необхідність вдосконалення методології обґрунтування на основі системного аналізу проектних оптимальних енергоефективних рішень з врахуванням співвідношення між початковими енергетичними витратами на влаштування конструкцій будівель та експлуатаційними витратами на протязі їх життєвого циклу.

В роботі [10] розглянуто проблему підвищення ефективності організації та управління процесом реконструкції міської забудови завдяки врахуванню системного впливу визначальних організаційно-технологічних і управлінських чинників. Виконано систематизацію і формалізацію факторів впливу на енергоощадність, безпечність та екологічність промислових будівель при їх реконструкції. Запропоновано методіку обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях.

В дисертації [12] викладено науково-методичні основи оптимізації організаційно-технологічних рішень цивільного будівництва у прибережній зоні у динамічному та статичному станах на протязі усього життєвого циклу будівельного об'єкту. Запропоновано методологію для визначення оптимального організаційно-технологічного рішення цивільного будівництва та наведено експериментально-статистичні залежності для оптимізації показників ефективності при діючих обмеженнях. Розглянуто технологію влаштування зовнішніх огорожувальних конструкцій з використанням інноваційних матеріалів з поліпшеними гідро- та теплоізоляційними властивостями.

В дисертаційній роботі [13] наведено результати розроблення концептуально-методологічних методико-аналітичних засад та прикладного формалізованого інструментарію організації біосферосумісного будівництва. Підкреслено необхідність організації будівництва з врахуванням екологічності та енергоощадності, сучасних організаційних та інформаційно-аналітичних технологій будівельного девелопменту. Виявлено домінуючі напрямки альтернативного моделювання та коригування архітектурно-конструктивних, організаційно-технологічних, вартісно-кошторисних та адміністративно-управлінських рішень стосовно вдосконалення механізмів реалізації біосферосумісного будівництва. Створено методологію та науково-прикладний інструментарій, які забезпечують формалізоване поєднання тривалості, ресурсоємності, організаційно-технологічних та функціональних характеристик будівельного проекту з інноваційним мультикритеріальним та мультифакторним аналітичним підґрунтям забезпечення біосферосумісного будівництва.

Дослідження [17] присвячено розробці достовірного наукового обґрунтування раціональних умов організації циклу підготовки і втілення портфеля будівельно-інвестиційних проектів. Розроблено модель прогнозування результатів інвестування у промислове та цивільне будівництво, методіки організації попереднього відбору інвестиційних проектів з використанням сценарно-стохастичного алгоритму втілення будівельних проектів, яка враховує їх розподіл за ресурсами і часом забезпечення джерел інвестування з високою дохідністю. За критерії оптимальності математичної моделі прийнято показники стійкості, прибутковості та ділової активності організації, які дозволяють сформувати календарний план освоєння капіталовкладень по всім будівельним проектам з метою підвищення їх енергоефективності.

В роботі [19] наведено аналіз впливу на рівень тепловіддачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель температури зовнішнього повітря і зміна його швидкості. За результатами чисельного моделювання визначено характер обтікання вітровим потоком конструктивних елементів будівель та визначено розміри зони гальмування вітрового потоку. Установлено, що на величину коефіцієнта тепловіддачі істотно впливає швидкість вітру та її зміна по висоті будівлі, напрям вітру та температура зовнішнього повітря. Констатується необхідність уточнювати фактичний опір теплопередачі стінових конструкцій з урахуванням зміни зовнішніх збурювальних впливів, що дозволить підвищити енергоефективність будівель.

Дисертаційні дослідження [20] присвячено створенню теоретико-методологічних основ формування організаційно-технологічних рішень зведення полегшених залізобетонних конструкцій. Запропоновано методологію прогнозування конструктивно-технологічних параметрів зведення полегшених залізобетонних конструкцій та досліджено вплив компонентів на властивості самоущільнюючих бетонних сумішей. Виконано оптимізацію конструктивних і організаційно-технологічних рішень зведення полегшених залізобетонних конструкцій методом торкрегування. Проведено експериментальні дослідження щодо ефективності створення внутрішньої опалубки із

пінополістиролу при влаштуванні інноваційних полегшених залізобетонних конструкцій на об'єктах будівництва.

В дисертації [21] запропоновано конструкцію сонячного колектора, інтегрованого в світлопрозорі зовнішні огорожувальні конструкції будівель. Обґрунтовано результативність роботи конструкції теплового та фотоелектричного гібридного сонячного колектора в системі енергопостачання та теплоізоляційної оболонки будівлі за її техніко-економічними показниками.

За результатами експериментально-теоретичних досліджень [22] запропоновано методику оцінювання експлуатаційних показників і довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції з опорядженням декоративною штукатуркою. Визначено деформації штукатурки покриттів фасадної теплоізоляції залежно від перепадів температур. Удосконалено математичну модель і алгоритм розрахунку температурно-вологісного режиму конструкції фасадної теплоізоляції з метою пошуку шляхів підвищення енергоефективності будівель.

В роботі [23] розглянуто шляхи вдосконалення і визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель. Запропоновано аналітичну модель та алгоритм ранжування і оцінювання факторів впливу на вибір раціональної фасадної системи будівель. Констатується про зменшення ефективності фасадної системи відбувається із-за недосконалості методології оцінювання тривалості міжремонтного періоду, що обумовлено низькою якістю прогнозування зміни фізичних параметрів утеплюючих елементів. Експертна оцінка чинників впливу на вибір раціональної фасадної системи дозволила зробити висновки про їх домінантність, а саме термін служби, вартість та трудомісткість влаштування фасадної системи та тривалість міжремонтних періодів з метою реновації їх визначальних параметрів.

В статті [14] наведено аналіз в історичному аспекті зміни вимог до енергоефективності будівель в Україні та як це відбивалося на вдосконаленні теплоізоляції огорожувальних конструкцій. Розглянуто питання проектування теплоізоляційної оболонки житлових будинків з метою підвищення їх енергоефективності та підкреслена необхідність досліджень чинників впливу, регулювання яких дозволило проектувати будинки з нульовим і додатковим балансом енергії.

В роботі [15] проаналізовано аспекти ефективного підбору товщини теплоізоляційних матеріалів огорожувальних конструкцій будівель та основні чинники, що впливають на вибір матеріалу утеплювача й місця його розміщення в товщі стіни. Запропоновано алгоритм раціонального розміщення утеплювача із пінополіуретану та полістиролу в залежності від величини тепловтрат зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій. Підкреслено, що перспективним напрямком досліджень є розроблення математичного апарату моделювання тепловтрат, особливо з врахуванням «містків холоду» в зовнішніх огорожувальних конструкціях.

В роботі [24] визначено та проаналізовано основні фактори впливу на термін виконання робіт з утеплення фасадів багатоповерхових будівель, а саме організаційно-технологічні, природно-кліматичні, об'ємно-планувальні та конструктивні. Наведено принципи застосування методу експертних оцінок на прикладі утеплення зовнішніх стін багатоповерхових будівель. Відзначено, що найбільший вплив на термін утеплення фасадів мають методи організації робіт, складність форм фасаду та їх конструктивні особливості. Підкреслена тенденція підвищення вимогливості інвесторів стосовно економічності та комфортності будівель.

Запропоновано [25] багатошарову стінову панель у вигляді «сандвіча», який містить два зовнішніх та внутрішній шари. Кожний зовнішній шар «сандвіча» виконаний у вигляді арматурної сітки, призначеної для заповнення бетоном. Проміжний шар «сандвіча» виготовлений із листового матеріалу чарункового типу і армований стрижнями. Внутрішній і зовнішній шари у вигляді плит пінополістиролу з'єднуються за допомогою стрижнів із арматурним каркасом несучого залізобетонного шару. Використання незмінної опалубки із пінополістиролу дозволить підвищити технологічність і темпи зведення несучих багатошарових огорожувальних конструкцій із монолітного залізобетону з ефективним теплоізоляційним матеріалом.

Аналіз літературних джерел свідчить про відсутність вичерпних системних досліджень з оптимізації організаційно-технологічних рішень з влаштування та термомодернізації теплоізоляційної оболонки будівель. Важливе завдання сьогодення зі зменшення енергоспоживання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях потребує подальшого дослідження впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель. Одним із шляхів вирішення цієї задачі є залучення сучасних методів моделювання управління параметрами енергоощадності будівель за період їхнього життєвого циклу, що потребує систематизації та ієрархічної класифікації кількісних та якісних чинників впливу на цільову функцію.

Формування мети та постановка задачі статті

Екскурс розвитку науково-методологічних основ організації та управління технологічним процесом із підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель дозволив сформувавши мету та задачі статті. Метою роботи є дослідження за результатами аналізу літературних джерел організаційно-технологічних чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель та розроблення алгоритму їх вдосконалення з врахуванням багатокритеріального аналізу кількісних та якісних параметрів, що визначають енергетичну ефективність теплозахисту. Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

виконати аналіз існуючих досліджень з розвитку науково-методологічних основ вдосконалення організаційно-технологічних процесів із підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель;

- розробити алгоритм багатокритеріального аналізу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель;
- здійснити класифікацію факторів впливу на шляхи вдосконалення організаційно-технологічних заходів із підвищення енергозберігаючих властивостей огорожувальних конструкцій будівель.

Результати досліджень

Підвищення вимог до теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівель та їх довговічності є одним із шляхів вирішення проблеми енергозбереження в будівельній галузі. Аналіз методологічних основ оцінювання організаційно-технологічних чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій свідчить про необхідність еволюційного вдосконалення методичних принципів їх оптимізації з використанням сучасних методів багатокритеріального аналізу та з урахуванням особливостей розвитку будівельної науки та практики. Для подальшого розвитку інструментарію з визначення критеріїв оцінки організаційно-технологічних рішень із підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій запропоновано алгоритм дослідження чинників впливу на прийняття управлінських рішень при виборі оптимального шляху їх реалізації (рис. 1).

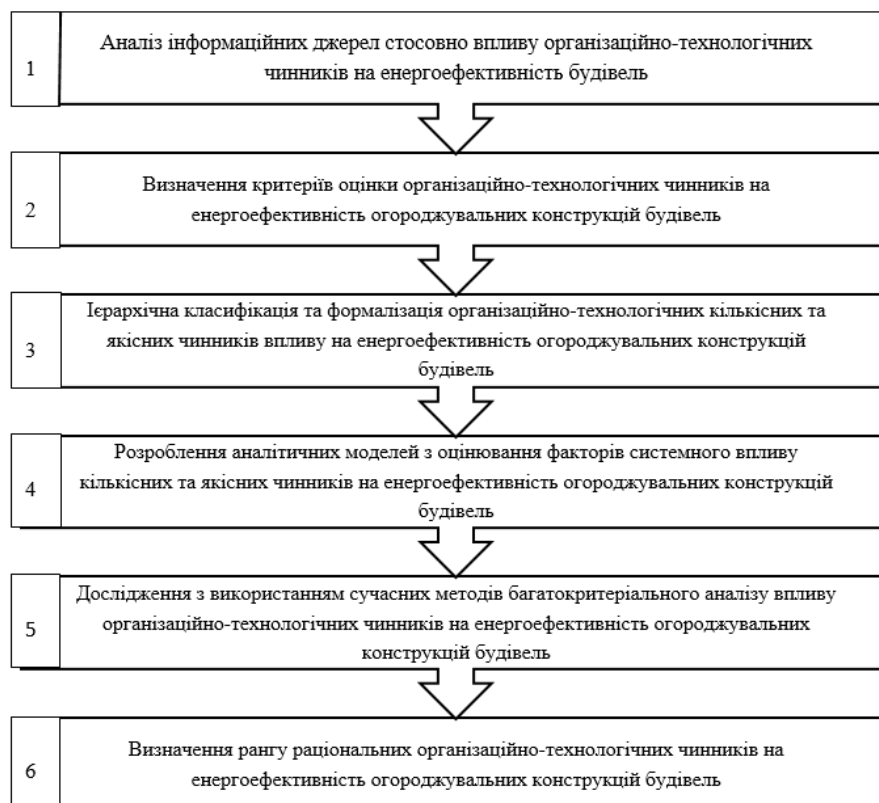


Рисунок 1 – Алгоритм досліджень впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель

Відповідно до алгоритму досліджень впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель (рис. 1) визначальним є обґрунтування критеріїв для їхньої оцінки, так як будівельний комплекс із всіх секторів економіки має системоутворювальні та інтегральні функції. При виборі критерію енергоефективності домінантою є принцип забезпечення максимальної енергоефективності будівлі при мінімальних сумарних затратах енергії на всіх етапах її життєвого циклу. Аналітична модель із оцінювання факторів системного впливу на енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівлі повинна базуватися на сучасних методах багатокритеріального аналізу, що впливають на цільову функцію.

Методологія організаційно-технологічного забезпечення влаштування енергоефективних огорожувальних конструкцій будівель з врахуванням специфічних умов їх подальшої експлуатації повинна враховувати системоутворювальні фактори. Енергоекономічна модель витрат енергії природних ресурсів та результатів людської діяльності при будівництві й експлуатації огорожувальних конструкцій будівель передбачає такі основні фактори:

- природно-кліматичні, які формулюють територіальний благоустрій поселень та витрати ресурсів й енергії на забезпечення санітарно-гігієнічних параметрів в приміщеннях будівель і споруд;
- мікроклімат приміщень з оптимальним тепловим, повітряним і світловим режимами, що формується параметрами огорожувальних конструкцій будівель, тобто раціональним співвідношенням між розмірами площ прозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій та їх теплозахисними властивостями;
- надійність теплоізоляційної оболонки будівель при якій теплозахисна здатність огорожувальних конструкцій повинна забезпечувати максимальну енергоефективність при мінімальних сумарних затратах енергії протягом життєвого циклу будівлі;
- енергоємність будівлі включно з затратами енергії на виготовлення матеріалів, виробів, елементів огорожувальних конструкцій та інженерно-технічних засобів забезпечення санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях, а саме систем вентиляції й кондиціонування, тепlopостачання та гарячого водopостачання;
- архітектурно-планувальні рішення будівель і споруд з врахуванням їх призначення, а саме промислові, громадські, сільськогосподарські, житлові, лікувальні заклади тощо, що забезпечують мінімізацію сумарних енергетичних затрат для створення оптимальних параметрів мікроклімату шляхом зменшення тепловтрат через огорожувальні конструкції;
- довговічність як здатність протягом терміну експлуатації будівлі забезпечувати міцність, теплозахист й інші фізико-технічні властивості за умови зменшення енергетичних ресурсів на протязі життєвого циклу будівлі в цілому та особливо зовнішніх огорожувальних конструкцій при дії на них руйнівних природно-кліматичних факторів та внутрішніми негативними впливами, що можливі при недотриманні вимог технологічних процесів в приміщеннях;
- екологічність для зменшення негативного навантаження на природне середовище на протязі життєвого циклу будівлі шляхом декарбонізації енергетичних ресурсів та раціонального використання не відновлювальних та альтернативних джерел енергії, особливо для створення оптимальних санітарно-гігієнічних параметрів в приміщеннях, тобто сталий розвиток будівельного комплексу повинен ґрунтуватися на гармонії людини і природи.

Аналіз основних системоутворювальних факторів витрат енергії та природних ресурсів на формування теплоізоляційної оболонки будівлі дозволяє здійснити в подальшому на системному рівні їх детальну ієрархічну класифікацію та формалізацію для багатокритеріальної оцінки чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель.

Висновки

Підвищення енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій в окремі періоди за весь період їхнього життєвого циклу неможливе без зменшення витрат енергії з врахуванням всіх системоутворювальних кількісних та якісних факторів при оптимізації управлінських організаційно-технологічних чинників. Одним із шляхів вирішення проблеми енергоощадності та екологічності є впровадження інноваційних технологій створення теплоізоляційної оболонки будівлі на засадах біосферосумісного розвитку будівельної галузі.

Математичне та фізичне моделювання визначення сумарних витрат на реалізацію інновацій в організаційно-технологічному забезпеченні реалізації проектів енергоефективних огорожувальних конструкцій будівель передбачає обґрунтування критеріїв оцінки чинників впливу. За результатами

моделювання можна виявити їх оптимальні значення з врахуванням кількісних та якісних параметрів, що дозволяють досягти найбільшої енергетичної ефективності при мінімальних сумарних витратах енергії за весь життєвий цикл будівлі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Європейська комісія. Європейська зелена угода. SOM (2019), с. 640. Брюссель. 11.12.2019. Google Scholar.
2. Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року. Кабмін України. 29 грудня 2011 року. <https://www.epravda.com.ua/news/202/12/30/68/096>
3. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2118-19> (Дата звернення: 23.02.2019).
4. ДБН В.6 – 31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. Офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 33 с. (Державні будівельні норми).
5. Саницький М. А., Позняк О. Р., Марущак У. Д. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібник. Львів: Національний ун-т «Львів. Політехніка», 2013. 236 с.
6. Ратушняк Г. С., Ратушняк О. Г. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель: навч. посіб. Вінниця: Універсум-Вінниця, 2006. 120 с.
7. ДСТУ Б В.2.6 - 189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 55 с. (Державні стандарти України).
8. Філоненко О.І., Юрін О.І. Будівельна теплофізика огорожувальних конструкцій будівель. Навч. посібник. Полтава, ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. – 2015. – 328 с.
9. Басок Б.І., Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Новицька М.П. Теплофізичне моделювання теплового режиму будівлі. с. 9-19 (internet) (Управлінські, екологічні, економічні та правові аспекти використання енергоефективних технологій).
10. Ковальов В.В. Розвиток науково-методичних основ організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення: автореф. дис.... д-ра техн. наук. 05.23.08 // Дніпро, 2021. – 32 с.
11. Zhelykh, V., Venhryn, I., Kozak, K., Shapoval, S. Solar collectors integrated into transparent fasades. Production Engineering Archives 26(3), 84-87, <https://doi.org/10.30657/pea.2020.26.17>
12. Менейлюк І. Ю. Науково-методологічні основи вибору організаційно-технологічних рішень цивільного будівництва у прибережній зоні: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Харків, 2020. – 36 с.
13. Чернишев Д. О. Науково-методологічний інструментарій організації будівництва на засадах біосферосумісності: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Дніпро, 2019. – 33 с.
14. Сергейчук О. В. Історія та перспективи розвитку норм з енергоефективності будівель в Україні. Наук.-техн. збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». Вип. 9. КНУБА, К.: 2017. – с. 211-221.
15. Якусевич С. Г., Плоский В. О. Деякі аспекти ефективного влаштування теплоізоляційної оболонки будинку. Наук.-техн. збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». Вип. 9. КНУБА, К.: 2017. – с. 259-267.
16. Поколенко В. О. Критеріальні та організаційні засади формування циклу будівельних інвестицій на інноваційних засадах: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Київ, 2004. – 39 с.
17. Бікс Ю. С., Ратушняк Г. С., Лялюк О. Г., Ратушняк О. Г. Потенціал енергоефективності огорожувальних конструкцій із біосферосумісних матеріалів: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2022. – 136 с.
18. Орлова Н. О. Вплив зміни збурюючих факторів на рівень коефіцієнтів тепловіддачі на зовнішніх поверхнях будинків. Вісник ВПІ, №5, 2020. – с. 34-40.
19. Бугаєвський С. О. Теоретико-методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень зведення полегшених залізобетонних конструкцій: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Харків, 2021. – 38 с.
20. Венгрин І. І. Енергоефективні геліосистеми інтегровані в світлопрозорі конструкції будівель: дис... д-ра філософії: 192 / Львів: Наук. університет «Львівська політехніка», 2022. – 225 с.
21. Олексієнко О. Б. Експлуатаційні властивості та довговічність конструкцій фасадної теплоізоляції з тонкошаровою штакатуркою: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01 / Полтава, 2013. – 20 с.
22. Нетеса К. М. Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатопверхових цивільних будівель: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.08 / Дніпро, 2021. – 24 с.
23. Бабій І. М., Борисов О. О., Кучеренко Л. В., Олійник О. В. Визначення факторів, що впливають на термін утеплення фасадів багатопверхових будівель. Наук.-техн. збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». №2, 2021. – с. 32-36.
24. Багатошарова стінова панель: пат. 123126 Україна: МПК E048 2/42, №u201708825; заявл. 04.09.2017, опубл. 12.02.2018, Бюл. №3, 6 с.
25. Бікс Ю. С., Ратушняк Г. С. Термічно неоднорідні енергоощадні огорожувальні конструкції малоповерхових будівель: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2019. – 76 с.
26. Ратушняк Г. С., Бікс Ю. С., Лялюк А. О. Експериментальні дослідження теплопровідності теплоізоляційних матеріалів із мінеральної вати. Наук.-техн. збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». №1, 2022. – с. 43-48.
27. Ратушняк Г. С., Лялюк А. О., Гончарук В. С. Енергетична ефективність теплозахисту огорожувальних конструкцій будівель: тези доп. Наук.-техн. конф. підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ), м. Вінниця, 31 травня 2022 р. <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ftbtegp-2022/paper/view/14866/12564>

REFERENCES

1. Evropeiska komisiiia. Yevropeiska zelena uhoda. SOM (2019), s. 640. Briusel. 11.12.2019. Google Scholar.
2. Natsionalnyi plan dii z enerhoefektyvnosti na period do 2030 roku. Kabmin Ukrainy. 29 hrudnia 2011 roku. <https://www.epravda.com.ua/news/202/12/30/68/096>

3. Pro enerhetychnu efektyvnist budivel: Zakon Ukrainy vid 22.06.2017 № 2118-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2118-19> (Data zvernennia: 23.02.2019).
4. DBN V.6 – 31:2016. Teplova izoliatsiia budivel.[Chynnyi vid 2017-05-01]. Vyd. Ofits. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2017. 33 s. (Derzhavni budivelni normy).
5. Sanytskyi M. A., Pozniak O. R., Marushchak U. D. Enerhozberihaiuchi tekhnologii v budivnytstvi: navch. posibnyk. Lviv: Natsionalnyi un-t «Lviv. Politehnika», 2013. 236 s.
6. Ratushniak H. S., Ratushniak O. H. Upravlinnia proektamy enerhozberzhennia shliakhom termorenovatsii budivel: navch. posib. Vinnytsia: Universum-Vinnytsia, 2006. 120 s.
7. DSTU B V.2.6 - 189:2013. Metody vyboru teploizoliatsiinoho materialu dlia utepлення budivel. [Chynnyi vid 2014-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2014. 55 s. (Derzhavni standart Ukrainy).
8. Filonenko O.I., Yurin O.I. Budivelna teplofizyka ohorodzhuvalnykh konstruksii budivel. Navch. posibnyk. Poltava, PNTU im. Yu. Kondratiuka. – 2015. – 328 s.
9. Basok B.I., Davydenko B.V., Honcharuk S.M., Novytska M.P. Teplofizyчне modeliuвання теплого режиму будівлі. s. 9-19 (internet) (Upravlinnski, ekolohichni, ekonomichni ta pravovi aspekty vykorystannia enerhoefektyvnykh tekhnologii).
10. Kovalov V.V. Rozvytok naukovo-metodychnykh osnov orhanizatsiino-tekhnolohichnoho proektuvannia rekonstruksii promyslovykh budivel zi zminoiu funktsionalnoho pryznachennia: avtoref. dys... d-ra tekhn. nauk. 05.23.08 // Dnipro, 2021. – 32 s.
11. Zhelykh, V., Venhryn, I., Kozak, K., Shapoval, S. Solar collectors integrated into transparent façades. Production Engineering Archives 26(3), 84-87, <https://doi.org/10.30657/pea.2020.26.17>
12. Meneiliuk I. Yu. Naukovo-metodolohichni osnovy vyboru orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen tsyvilnoho budivnytstva u pryberezhnii zoni: avtoref. dys... d-ra tekhn. nauk: 05.23.08 / Kharkiv, 2020. – 36 s.
13. Chernyshev D. O. Naukovo-metodolohichni instrumentarii orhanizatsii budivnytstva na zasadakh biosferosumisnosti: avtoref. dys... d-ra tekhn. nauk: 05.23.08 / Dnipro, 2019. – 33 s.
14. Serheichuk O. V. Istoriia ta perspektyvy rozvytku norm z enerhoefektyvnosti budivel v Ukraini. Nauk.-tekhn. zbirnyk «Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi». Vyp. 9. KNUBA, K.: 2017. – s. 211-221.
15. Iakusevych S. H., Ploskyi V. O. Deiaki aspekty efektyvnoho vlashtuvannia teploizoliatsiinoi obolonky budynku. Nauk.-tekhn. zbirnyk «Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi». Vyp. 9. KNUBA, K.: 2017. – s. 259-267.
16. Pokolenko V. O. Kryterialni ta orhanizatsiini zasady formuvannia tsytku budivnykh investysii na innovatsiinykh zasadakh: avtoref. dys... d-ra tekhn. nauk: 05.23.08 / Kyiv, 2004. – 39 s.
17. Biks Yu. S., Ratushniak H. S., Lialiuik O. H., Ratushniak O. H. Potentsial enerhoefektyvnosti ohorodzhuvalnykh konstruksii iz biosferosumisnykh materialiv: monohrafiia. Vinnytsia: VNTU, 2022. – 136 s.
18. Orlova N. O. Vplyv zminy zburiuichykh faktoriv na riven koeffitsientiv teploviddachi na zovnishnikh poverkhniakh budynkiv. Visnyk VPI, №5, 2020. – s. 34-40.
19. Buhaiievskyi S. O. Teoretyko-metodolohichni osnovy formuvannia orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen zvedennia polehshenykh zalizobetonnykh konstruksii: avtoref. dys... d-ra tekhn. nauk: 05.23.08 / Kharkiv, 2021. – 38 s.
20. Venhryn I. I. Enerhoefektyvni heliosystemy intehrovani v svitloprozori konstruksii budivel: dys... d-ra filosofii: 192 / Lviv: Nauk. universytet «Lvivska politehnika», 2022. – 225 s.
21. Oleksiienko O. B. Ekspluatatsiini vlastyvoli ta dovhovichnist konstruksii fasadnoi teploizoliatsii z tonkosharovoio shtukaturkoio: avtoref. dys... kand. tekhn. nauk: 05.23.01 / Poltava, 2013. – 20 s.
22. Netesa K. M. Vdoskonalennia ta vyznachennia ratsionalnykh orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen vlashtuvannia fasadnykh system bahatopoverkhovykh tsyvilnykh budivel: avtoref. dys... kand. tekhn. nauk: 05.23.08 / Dnipro, 2021. – 24 s.
23. Babii I. M., Borysov O. O., Kucherenko L. V., Oliinyk O. V. Vyznachennia faktoriv, shcho vplyvaiut na termin utepлення fasadiv bahatopoverkhovykh budivel. Nauk.-tekhn. zbirnyk «Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnytstvi». №2, 2021. – s. 32-36.
24. Bahatosharova stinova panel: pat. 123126 Ukraina: MPK E048 2/42, №u201708825; zaiavl. 04.09.2017, opubl. 12.02.2018, Biul. №3, 6 s.
25. Biks Yu. S., Ratushniak H. S. Termichno neodnorodni enerhooshchadni ohorodzhuvalni konstruksii malopoverkhovykh budivel: monohrafiia. Vinnytsia: VNTU, 2019. – 76 s.
26. Ratushniak H. S., Biks Yu. S., Lialiuik A. O. Eksperymentalni doslidzhennia teploprovodnosti teploizoliatsiinykh materialiv iz mineralnoi vaty. Nauk.-tekhn. zbirnyk «Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnytstvi». №1, 2022. – s. 43-48.
27. Ratushniak H. S., Lialiuik A. O., Honcharuk V. S. Enerhetychna efektyvnist teplozakhystu ohorodzhuvalnykh konstruksii budivel: tezy dop. Nauk.-tekhn. konf. pidrozdiliv Vinnytskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu (NTKP VNTU), m. Vinnytsia, 31 travnia 2022 r. <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp-2022/paper/view/14866/12564>

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, завідувач кафедри Інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: ratusnag@gmail.com, ORCID 0000-0001-9656-5150

Бікс Юрій Семенович – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: biksuriy@gmail.com, ORCID-0000-0002-5775-2014

Лялюк Андрій Олександрович – аспірант, Вінницький національний технічний університет.

**G. Ratushnyak
Yu. Biks
A. Lyalyuk**

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL INFLUENCE FACTORS WHICH IMPACT ON THE BUILDING ENVELOPES ENERGY EFFICIENCY

Vinnytsia National Technical University

According to the results of the analysis of research which is dedicated to the development of scientific and methodological basis and practical experience of the organization and management of the technological process, which is aimed to increase the energy efficiency of the thermal insulation shell, the organizational and technological factors of the improvement implementation of building envelopes were identified. It was noted that stimulating the active development of organizational and technological measures to improve the performance of building envelopes' energy efficiency involves conducting further scientific research to find ways by creating an optimal indoor microclimate. It is expedient to identify the regularities of factors optimization's methodological basis according to the proposed algorithm of multi-criteria analysis of their influence on the building envelopes' energy efficiency. To formalize hierarchically the factors affecting the building envelopes' energy efficiency, it is proposed to classify them according to such parameters as the natural and climatic requirements for the microclimate of the premises according to the building's purpose, the structural features of the building façades, the physical and mechanical properties of heat-insulating materials, the ecological and economic characteristics of the heat-insulating of building envelopes.

Keywords: energy efficiency materials, envelope structures, organization, technology, thermal insulation shell.

Ratushnyak Georgy – Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction of Vinnytsia National Technical University, e-mail: ratusnag@gmail.com

Biks Yuriy – Ph.D., Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: biksuriy@gmail.com

Lyalyuk Andriy – post-graduate student, Vinnytsia National Technical University.