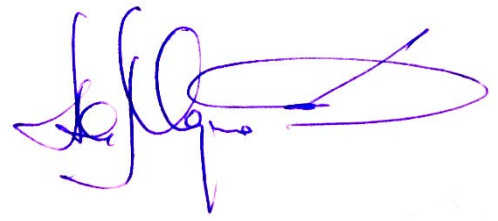


сшМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Максимов Артем Сергійович

УДК 658.5:330.332



**ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ НА
ПІДСТАВІ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ**

Спеціальність 05.23.08 – Технологія та організація промислового та цивільного
будівництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державному підприємстві «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» Міністерства розвитку громад та територій України

Науковий керівник: доктор технічних наук, с.н.с **Галінський Олександр Михайлович**, Директор ТОВ «Національний атестаційно-навчальний центр»

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент;
Галушко Валентина Олександрівна
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
професор кафедри «Технологія будівельного виробництва»

кандидат технічних наук,
Черепашук Лариса Анатоліївна
Державне підприємство науково-дослідний та проектно-вишукувальний інститут морського транспорту
ДП «ЧОРНОМОРНДІПРОЕКТ», начальник відділу кошторисів, нормативів та організації будівництва.

Захист відбудеться 13.05.2021р. об 11-00 годині на засіданні спеціалізованої Вченої ради Д 41.085.03 в Одеській державній академії будівництва та архітектури за адресою: вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65029, Україна.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської державної академії будівництва та архітектури за адресою: вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65029, Україна та на сайті: <https://odaba.edu.ua/science/specialized-scientific-council-d-41.085.03/on-the-defense-of-theses-d-41.085.03>

Автореферат розісланий 12.04.2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої Вченої
ради к.т.н., доцент

Данелюк В.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За даними Держкомстату України житловий фонд України з точки зору ефективності використання палива та енергії перебуває у незадовільному стані: на 2020 рік у майже половини домогосподарств (41,9 %) не проводилось капітального ремонту житла (у міських поселеннях цей показник становить 50,2%). За оцінками експертів, питоме споживання тепла і гарячої води в Україні у два рази перевищує показники держав – членів ЄС з подібними кліматичними умовами. Середнє питоме енергоспоживання на опалення на рік в Україні складає 264 кВт·год на кв. метр, тоді як в країнах ЄС - 130 кВт·год на кв. метр.

Теплова модернізація житлових та громадських будівель має реальний потенціал скорочення обсягу споживання та імпорту природного газу більше ніж на 9 млрд куб. метрів.

Підвищення енергоефективності у існуючих та нових будівлях сьогодні є пріоритетним та стратегічним напрямком розвитку економіки, а питання реалізації проектів з підвищення енергоефективності повинно розглядатись одним з перших для органів влади усіх рівнів, промислових, будівельних та житлово-комунальних підприємств, установ бюджетної сфери та населення.

Сьогодні багато вчених вирішують задачі з розробки та впровадження організаційних та конструктивно-технологічних рішень з реалізації проектів з підвищення енергоефективності будівель в різних секторах економіки. Ці задачі сьогодні одні з найактуальніших.

Організаційні-технологічні методи та моделі реконструкції, термомодернізації та технічного переоснащення в житлово-комунальному секторі розглядались у працях таких вчених як О.М. Галінський, П.Є. Григоровський, В.О. Плоский, В.А. Ушацький, В.А. Галушко В.О., А.Ф. Гойко, А.А. Тугай, С.Г. Чигасов, О.Ю. Чертков, В.А. Степаненко, В.В. Савйовський, А.А. Нечепорчук, В.І. Торкатюк, Р.Ю. Тормосов, Р.Б. Тянь, Г.Г. Фаренюк, А.В. Шпаков, В.Т. Шаленний та ін. Однак в більшості розглядались організаційні методи та моделі окремих проектів чи стадій будівництва об'єктів, а підхід до організації комплексної термомодернізації об'єктів будівництва від ідеї до впровадження інвестиційного проекту не знайшов відображення у роботах зазначених вчених.

Оцінці та вибору конструктивно-технологічних рішень для реконструкції та термомодернізації будівель присвячені праці таких вчених як Галушко В.О. Соха Г.В., Карапузов Є.К., Савйовський В.В., Менейлюк О.І., Тянь Р.Б., Черепашук Л.А., Олійник Н.В., Ратушняк Г. С, Ратушняк О. Г., Шаленний В.Т., Дікарев К.Б. Понізов С.Є. та інші. Проте досі не запропоновано методик комплексної оцінки та оптимізації організаційних та конструктивно-технологічних рішень для проектів термомодернізації.

Актуальність зазначених питань обумовила вибір теми дисертації, визначила її мету та завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Наукові дослідження відповідають положенням Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», змісту Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2021 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2010 № 243 (зі змінами), Комплексної цільової програми підвищення енергоефективності та розвитку житлово-комунальної інфраструктури міста Києва на 2016-2020 роки, затверджена Рішенням Київради від 17.03.2016 №232/232, Національному плану дій з енергоефективності на період до 2020 року, схвалений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015 р. № 1228-р, міським та регіональним енергетичним планам та програмам.

Дослідження відповідають тематичній спрямованості науково-дослідних робіт Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім. В.С. Балицького» Мінрегіону України і виконувалися в межах наукових напрямків його діяльності, зокрема за темами: «Проведення аналітичних досліджень та розробка принципів будівельно-технічних рішень щодо проведення комплексної термомодернізації будинків загальноосвітніх шкіл бюджетного утримання (на прикладі 6 проектів) з обґрунтуванням доцільності для повторного застосування» (номер державної реєстрації роботи 0112U008191) та «Дослідження та розробка науково-обґрунтованої методології щодо вибору заходів з підвищення енергетичної ефективності житлових і громадських будівель та розрахунку обсягу зекономлених енергетичних ресурсів і коштів в результаті їх впровадження» (номер державної реєстрації роботи 0112U008395). При виконанні зазначених робіт у період 2010–2019 рр. основою були дослідження автора, який виконував функції відповідального виконавця та керівника наукового підрозділу.

Дисертаційна робота відповідає п. 6, п. 3, п. 4 паспорту спеціальності 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва».

Об'єктом дослідження є організаційні процеси термомодернізації об'єктів будівництва.

Предметом дослідження є система прийняття організаційних та вибору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації будівель.

Метою дослідження є удосконалення організаційних підходів щодо підготовки проектів термомодернізації будівель.

Робочою **гіпотезою** є припущення, що дотримання встановленого організаційного порядку підготовки та реалізації проектів термомодернізації, що містить повний перелік необхідних етапів, та їх взаємозв'язок, включає систему прийняття організаційних та конструктивно-технологічних рішень, забезпечить підвищення енергоефективності будівельних об'єктів, зниження вартості будівельної продукції та ефективне використання інвестиційних ресурсів.

Мета дослідження досягається розв'язанням комплексу взаємопов'язаних та взаємообумовлених **завдань**:

- провести аналіз наявних інформаційних джерел щодо наявних організаційно-технологічних рішень щодо термомодернізації, критеріїв їх оцінки та оптимізації;
- розробити порядок організації проекту з термомодернізації будівлі;
- розробити систему оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації з урахуванням критеріїв, що дозволяють комплексно оцінити доцільність застосування тих чи інших рішень;
- розробити порядок вибору конструктивно-технологічних рішень для різних видів огорожувальних конструкцій та інженерних систем для формування складу проектів термомодернізації із збалансованими техніко-економічними показниками;
- розробити інструментарій з оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій будівлі з врахуванням показника енергозбереження та витрат на термомодернізацію;
- здійснити апробацію результатів дослідження на прикладі термомодернізації будівель загальноосвітніх шкіл.

Методи дослідження. Методологічною основою дисертаційної роботи стали загальнонаукові методи пізнання, методологічні засади комплексного та системного аналізу.

Для дослідження поставленої у роботі мети використано методи аналізу і синтезу, історичний; статистичний, ретроспективного аналізу, аналітичного групування; метод математичного моделювання, експертних оцінок, послідовних ітерацій.

Теоретичною основою дослідження є наукові досягнення сучасної зарубіжної і вітчизняної думки у галузі енергозбереження та підвищення енергоефективності будівель, дослідження провідних фахівців, присвячені проблемам термомодернізації будівель, організаційним та технологічним механізмам підвищення її енергоефективності.

Інформаційною базою дослідження послужили законодавчі, нормативні та інструктивні документи, дані статистичної звітності Держстату, Мінрегіону України, результати наукових досліджень, дані технічних обстежень та енергетичних аудитів більш ніж 160 будівель, а також публікації в спеціальних та періодичних виданнях України, документи міжнародних організацій, ресурси Internet.

Наукова новизна:

Розроблено новий підхід до організації проектів термомодернізації об'єктів будівництва в тому числі за рахунок використання інструментарію щодо критеріальної оцінки для вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій що дозволяє збільшити енергоефективність при заданих витратах.

вперше:

- розроблено інструментарій для оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій будівлі з урахуванням показників енергозбереження та витрат на термомодернізацію;

удосконалено:

- організаційний підхід до управління проектами термомодернізації об'єктів будівництва, який включає оновлений деталізований перелік технічних, конструктивно-технологічних, економічних заходів, необхідних для підготовки та реалізації проектів термомодернізації, їх взаємозв'язок та послідовність здійснення;

- систему критеріальної оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожжуваних конструкцій та інженерних систем на підставі урахування сукупності параметрів щодо надійності, безпеки та економічної експлуатації будівлі;

- організаційно-технологічну модель вибору конструктивно-технологічних рішень для різних видів огорожжуваних конструкцій, що включає оновлену систему критеріальної оцінки та відповідну процедуру вибору з використанням сучасного інформаційного забезпечення.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні сукупності наукових підходів, деталізованих (опрацьованих) до рівня методичних рекомендацій для застосування різними суб'єктами будівельної діяльності (інвесторами, замовниками будівництва, аудиторями, проектними організаціями тощо) при організації термомодернізації об'єктів будівництва. Розроблений розрахунковий програмний комплекс щодо оцінки, вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації.

Рекомендації автора щодо виконання робіт з теплової ізоляції зовнішніх огорожжувальних конструкцій будинків, заміни вікон, балконних та зовнішніх дверей, внутрішніх інженерних мереж, включені до ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків».

Отримані результати, зокрема методика оптимальних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації для окремих огорожжувальних конструкцій та методика оптимізації конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожжувальних конструкцій будівлі для забезпечення заданого рівня енергоефективності при найменших витратах реалізовані при здійсненні проектування низки об'єктів, зокрема: проектів повторного використання для 6-ти найбільш розповсюджених типів будівель загальноосвітніх шкіл (робота 0112U008191), проектів санації будівлі Криворізької загальноосвітньої спеціалізованої школи I-III ступенів №4 (реконструкція) та санації будівлі Криворізької загальноосвітньої спеціалізованої школи I-III ступенів №69 (реконструкція).

Результати дослідження впроваджені в роботу підприємств: Департаменту житлово-комунального господарства Чернівецької міської ради (довідка №04-25/2240 від 23.11.2020 р.), Гільдії інженерів проектувальників (довідка №2309-2020/1 від 23.09.2020 р.) ДП «Стратегія регіонального розвитку» (довідка №0210/10-20 від 02.10.2020 р.), ТОВ «Український науково-проектний інститут цивільного будівництва» (довідка №1011-20 від 10.11.2020 р.), ТОВ «АЙСІ КОНСУЛЕНТЕН» (довідка №206/5 від 16.11.2020 р.)

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є одноосібно виконаною науковою працею, в якій всі наукові положення, розрахунки, висновки й рекомендації отримані автором одноосібно.

Публікації: Основні результати досліджень опубліковані у 26 наукових публікаціях з яких: 8 у фахових наукових виданнях, рекомендованих Міністерством освіти і науки України [1–8], з них 5 публікації у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз [1, 4, 6–8]; 6 публікацій апробаційного характеру у збірниках матеріалів наукових конференцій, конгресів, семінарів [9–14]; 12 додаткових публікацій [15–26], з них 2 – державні будівельні норми, 2 – державні стандарти. Загальний обсяг публікацій 8,32 друкованих аркушів, з яких авторові особисто належать 3,23 друкованих аркуша.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати наукових розробок і досліджень автора з теми дисертації апробовані і отримали позитивну оцінку на II Міжнародній науково-практичній конференції «Реконструкція житла-2012» в рамках VIII Міжнародного конгресу «Інституційні та технічні аспекти реформування житлово-комунального господарства», 6 - 9 листопада 2012 року, в Міжнародному виставковому центрі, Броварський проспект 15, м. Київ, Україна; Конференції «Енергоефективні інженерні системи життєзабезпечення будівлі», в ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Київ, 23 квітня 2013; «Міжнародній конференції з гармонізації норм та стандартів законодавства з питань енергоефективності» в рамках IX Міжнародного конгресу «Інституційні та технічні аспекти реформування житлово-комунального господарства», 5 листопада 2013 року; в Міжнародному виставковому центрі, Броварський проспект 15, м. Київ, Україна, Секції з реформування та розвитку житлово-комунального господарства Науково-технічної ради Мінрегіону, 12 листопада 2013 року, м. Київ; на Міжнародній Конференції «Зелена реструктуризація економіки, як пріоритет економічної складової Угоди про асоціацію між Україною і Європейським союзом» Мінекономрозвитку, 10 квітня 2013 року; на круглому столі на тему: «Термомодернізація будівель. Сучасний стан. Проблеми та перспективи» в рамках Міжнародного конгресу «Інституційні та технічні аспекти реформування житлово-комунального господарства», 12 листопада 2015 року, м. Київ; VI Міжнародній науково-практичній конференції Інтегровані енергоефективні технології в архітектурі та будівництві: «Енергоінтеграція-2016», 13-15 квітня 2016 року, Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ; на Конференції «Модернізація будівель», 13-15 вересня 2017 року, м. Одеса; на I міжнародній конференції «Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції, укріплення об'єктів спеціального призначення підвищеної надійності» 13-14 березня 2019 року, м. Київ; на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні проблеми енергоресурсозбереження в будівництві, містобудуванні та житлово-комунальному господарстві» 16-18 листопада 2020 р., м. Запоріжжя.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації складає 174 сторінки, у тому числі 126 сторінок основного тексту, 39 рисунків і 17 таблиць. Робота містить перелік літератури з 193 джерел та 5 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано об'єкт і предмет досліджень, робочу гіпотезу, мету та завдання. Відображено методи реалізації поставлених завдань і наведено дані про наукову новизну, практичну цінність та апробацію проведених досліджень. Представлено інформацію щодо впровадження теоретичних та практичних розробок, публікації результатів, зв'язку з науковими програмами і темами, а також щодо обсягу дисертації.

У першому розділі «Аналіз існуючих організаційних підходів до здійснення термомодернізації» визначені особливості термомодернізації, проаналізовані та визначені основні організаційні етапи термомодернізації, та здійснений аналіз їх методичного забезпечення. Проведений аналіз вимог нормативної та законодавчої бази стосовно вимог до реалізації проектів з термомодернізації об'єктів будівництва.

В результаті аналізу методичного забезпечення можливості реалізації цих етапів визначено, що потребує вдосконалення:

- організаційна модель реалізації термомодернізації в частині організації підготовки термомодернізації – деталізації представлених в літературі етапів, визначення їх черговості, зв'язків, забезпечення інформацією.

- методика з вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації для окремих огорожувальних конструкцій;

Потребує розробки методика оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації теплової оболонки будівлі.

В другому розділі дисертації «Загальна методика та основні методи дослідження» обґрунтовано напрямки проведення досліджень, сформульовані наукова гіпотеза, мета та задачі роботи, розроблена методика проведення дослідження.

Визначені основні етапи дослідження, задачі, які на них вирішуються. Визначені відповідні методи дослідження та джерела інформації, розроблена структурно-логічна схема дослідження.

Прийняття рішення щодо вибору варіантів технічних рішень для здійснення термомодернізації має ґрунтуватись на їх всебічній оцінці, для чого має бути сформована відповідна система критеріїв. Аналіз найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, що використовуються при термомодернізації, показав, що неможливо здійснити вибір оптимального рішення для окремої огорожувальної конструкції лише за прямою оцінкою фізико-механічних та техніко-економічних характеристик. Для формування системи всебічної комплексної оцінки необхідно з усієї сукупності наявних

критеріїв обрати найбільш вагомі та розробити підходи до розрахунку узагальнюючої оцінки. Обґрунтовано, що для здійснення ранжування критеріїв доцільно використати методи експертної оцінки, зокрема метод Дельфі.

Третій розділ «Вдосконалення організаційної моделі здійснення термомодернізації» присвячений розробці сукупності інструментів для забезпечення організації підготовки та реалізації проекту термомодернізації будівель.

В роботі вдосконалений порядок підготовки проектів з підвищення енергоефективності, за рахунок включення додаткових етапів, зокрема етап щодо підбору об'єктів-складових для реалізації проектів термомодернізації групи будинків; етап щодо створення організаційно-фінансового механізму реалізації проекту (рис. 1).

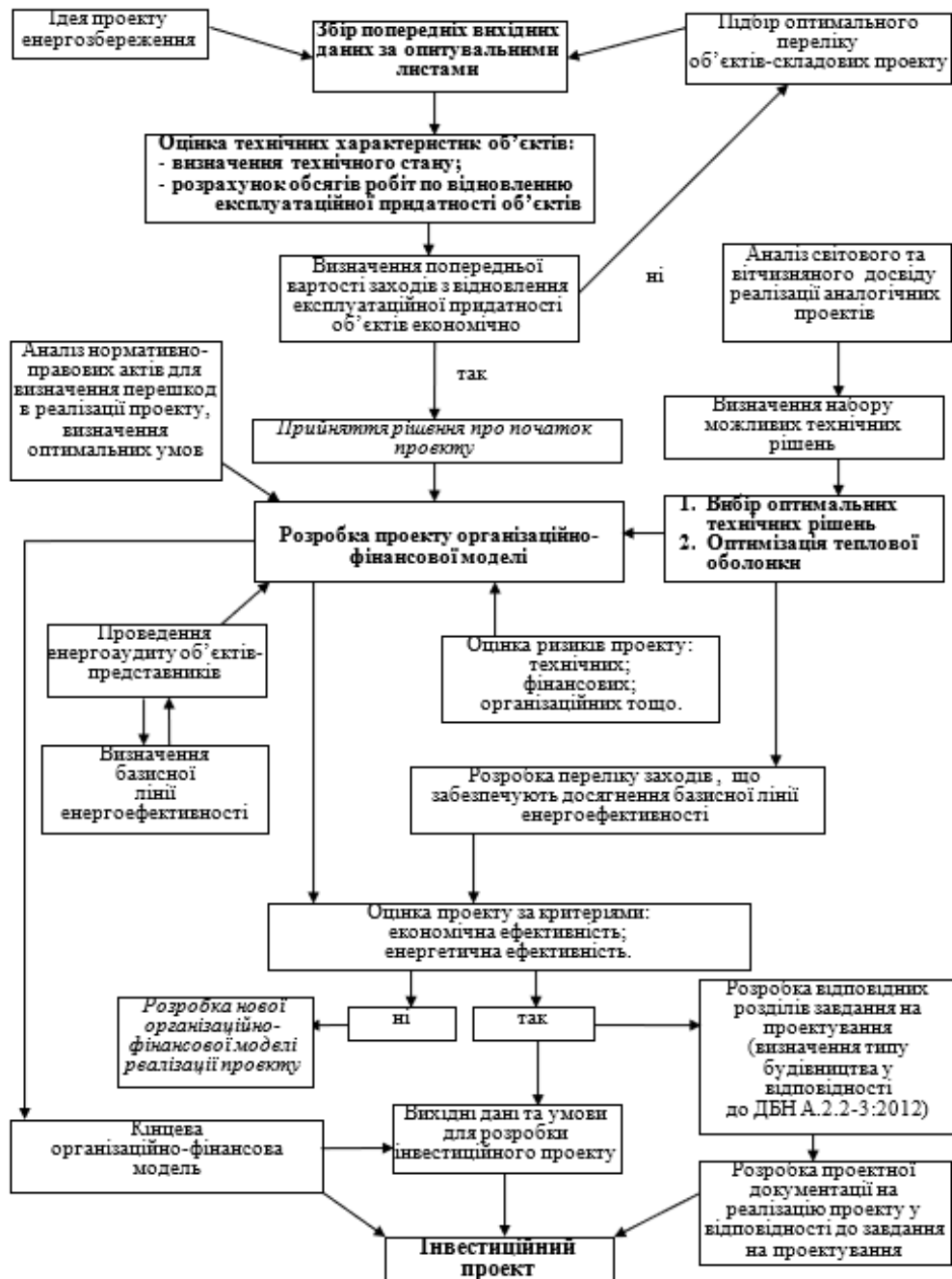


Рис. 1. Порядок підготовки проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва

Включення таких етапів до порядку підготовки проектів сприяє підвищенню ймовірності успішної реалізації проекту термомодернізації. Визначений основний зміст та порядки реалізації запропонованих додаткових етапів.

Порядок організації проектів термомодернізації, вдосконалений в роботі шляхом систематизації передбачених нормативною та законодавчою базою необхідних заходів. Встановлення їх взаємозв'язку та послідовності здійснення, створює методичну основу для реалізації проектів термомодернізації найбільш ефективним шляхом. В порядку пропонується встановити вимоги до складання Завдання на проектування проектів з термомодернізації, до якого включати перелік конструктивно-технологічних рішень, обраних енергоаудитором на етапі енергоаудиту за допомогою розроблених в роботі підходів, що спростить та скоротить час на проектування.

Вибір оптимального конструктивно-технологічного рішення з усіх можливих запропоновано здійснювати в 2 етапи (рис.2).

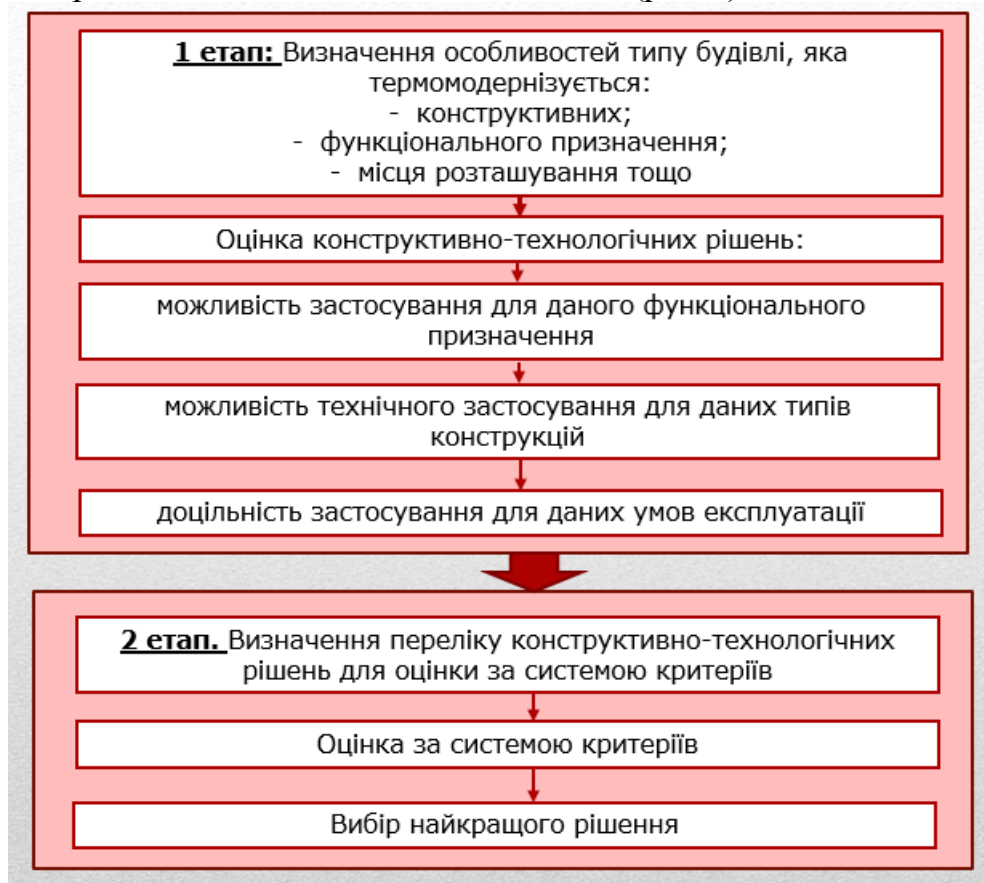


Рис. 2. Порядок вибору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації

На першому етапі необхідно відкинути ті рішення, реалізація яких для даного типу будівлі технічно неможлива або потребує значних коштів.

На другому етапі здійснюється оцінка конструктивно-технологічних рішень. Розроблена система критеріальної оцінки, яка забезпечує порівнянність рішень (таблиця 1).

Таблиця 1.

Перелік критеріїв для оцінки конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожуючих конструкцій будівлі

Назва критерію		Використання критерію при оцінці						Оцінка	
		фасаду	Вага критерію	конструкції підлоги першого поверху, перекриття над неопалюваним підвалом	Вага критерію	покриття	Вага критерію	Значення	В балах
1. Густина утеплювача, кг/м ³		+	0,04	+	0,03	-		Так/ні	5/3
2.Теплотехнічна однорідність, К		+	0,04	+	0,04	+	0,09	Так/ні	5/3
3.Дифузія і конденсація водяної пари:		+	0,04	+	0,05	+	0,02		
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	+	0,01	+	0,0125	+	0,005	Так/ні	5/3
	3.2.Паропроникність, г/м ²	+	0,01	+	0,0125	+	0,005	<0.3/>0.3	1/5
	3.3. Вологість по масі, %	+	0,01	+	0,0125	+	0,005	<0.5/>0.5	5/1
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	+	0,01	+	0,0125	+	0,005	<1.5/>1.5	5/1
4.Вплив ґрунтових вод		-	-	+	0,03	-	-	Так/ні	3/5
5.Екологічність		+	0,2	+	0,2	+	0,2		
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	+	0,12	+	0,06	+	0,07	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	+	0,02	+	0,03	+	0,03	Так/ні	5/3
	5.3.Біологічна стійкість, бали	+	0,03	+	0,03	+	0,03	Так/ні	5/3
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м ³	+	0,03	+	0,08	+	0,07	Так/ні	5/3
6.Надійність і стабільність		+	0,2	+	0,2	+	0,2		
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м ²	+	0,03	+	0,07	+	0,03	мін/сер/макс	5/3/1
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря, цикли	+	0,03	+	0,03	+	0,04	мін/сер/макс	5/3/1
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	+	0,02	+	0,05	+	0,03	мін/сер/макс	5/3/1
	6.4. Ударна міцність, Дж	+	0,05	+	0,05	+	0,04	мін/сер/макс	1/3/5
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	+	0,03	-	-	+	0,03	мін/сер/макс	5/3/1
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	+	0,02	-	-	+	0,03	мін/сер/макс	5/3/1
7.Ремонтопридатність		+	0,04	-	-	+	0,08	мін/сер/макс	1/3/5

8. Сезонність виконання робіт		+	0,04	-	-	+	0,05	сезон/весь рік	3/5
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи		+	0,1	+	0,1	+	0,07		
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	+	0,01	-	-	+	0,01	Так/ні	5/3
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	+	0,02	+	0,04	+	0,01	Так/ні	3/5
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	+	0,01	-	-	+	0,01	Менше 5%/10-15%/більше 15%	5/3/1
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	+	0,01	+	0,02	+	0,01	низька/середня/висока	5/3/1
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	+	0,03	+	0,04	+	0,01	низька/середня/висока	5/3/1
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	+	0,02	-	-	+	0,01	мін/сер/макс	5/3/1
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	+	0,01	+	0,01	+	0,01	мін/сер/макс	5/3/1
10. Економічний (економічна ефективність)		+	0,2	+	0,2	+	0,2		
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	+	0,1	+	0,1	+	0,15	мін/сер/макс	5/3/1
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	+	0,05	+	0,07	+	0,05	Менше 5%/10-15%/більше 15%	5/3/1
	10.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплюючого матеріалу, а отже і його вартості на 10%, м ² ·К/Вт·грн	+	0,05	+	0,03	-	-	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5
11. Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		+	0,02	+	0,05	+	0,02	мін/сер/макс	1/3/5
12. Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		+	0,04	+	0,1	-	-	мін/сер/макс	1/3/5
13. Художньо-естетичний		+	0,04	-	-		0,05	Так/ні	5/3
	13.1. Яскравість	+	0,008	-	-	+	0,01	Так/ні	5/3
	13.2. Кольоровість	+	0,008	-	-	+	0,01	Так/ні	5/3
	13.3. Тональність	+	0,008	-	-	+	0,01	Так/ні	5/3
	13.4. Фактурність	+	0,008	-	-	+	0,01	Так/ні	5/3
	13.5. Колір	+	0,008	-	-	+	0,01	Так/ні	5/3

В таблиці 1 представлена система критеріїв для фасаду, конструкції підлоги першого поверху, перекриття над неопалюваним підвалом покриття. В роботі таку ж систему розроблено для модернізації заповнення віконних прорізів, зовнішніх дверей.

Розроблена система оцінки технічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій передбачає, що оцінка по критеріях, які мають підкритерії, визначається, як сума оцінок підкритеріїв. Кожен підкритерій оцінюється виконавцем (аудитором чи проектувальником) в балах від 1 до 5, де 1 - найгірше значення показника, 5 – найкраще.

Вагові коефіцієнти критеріїв для оцінки різних видів огорожувальних конструкцій були визначені експертним шляхом. Причому більш важливі критерії мають вищу вагу, а менш важливі – нижчу, а сума всіх вагових коефіцієнтів має складати одиницю. Таким чином відбувається врахування важливості критерію та його оцінки. Відповідно, оптимальним технічним рішенням визнається те рішення, яке набрало найвищу оцінку за сумарним показником.

В результаті застосування таких підходів можуть бути визначені принципові конструктивно-технологічні рішення для термомодернізації кожної окремо огорожувальної конструкції будівлі.

Перелік конструктивно-технологічних рішень з підвищення енергетичної ефективності об'єкту в цілому формується шляхом реалізації різних комбінацій енергозберігаючих заходів (з утеплення огорожуючих конструкцій, заміни вікон тощо) із використанням різних конструкцій з різними технічними та економічними характеристиками. Так з'являється великий масив набору рішень, що визначають:

- відповідну вартість виконання будівельних робіт;
- рівень економії теплової енергії, що може бути досягнута.

В результаті постає задача вибору оптимального варіанту комбінації конструктивно-технологічних рішень – яка за найменші кошти забезпечить більшу економію теплової енергії. В роботі розроблений відповідний Інструментарій, який включає Порядок оптимізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі (рис. 3) та Графічну модель залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації (рис. 5).

В четвертому розділі «Організація термомодернізації на прикладі будівлі загальноосвітньої школи» розроблені в попередньому розділі підходи апробовані на прикладі загальноосвітньої школи серії Т-8740 (Т-8189).

На першому етапі з найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, були відібрані ті, що придатні для застосування в даній серії школи.

На другому етапі рішення, що залишились після відбору на першому етапі, були оцінені за критеріальною системою оцінки.

Для оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації теплової оболонки будівлі обрані модифікації конструктивно-

технологічних рішень за опором теплової передачі $0,8R_{\text{норм}}$, $R_{\text{норм}}$ та

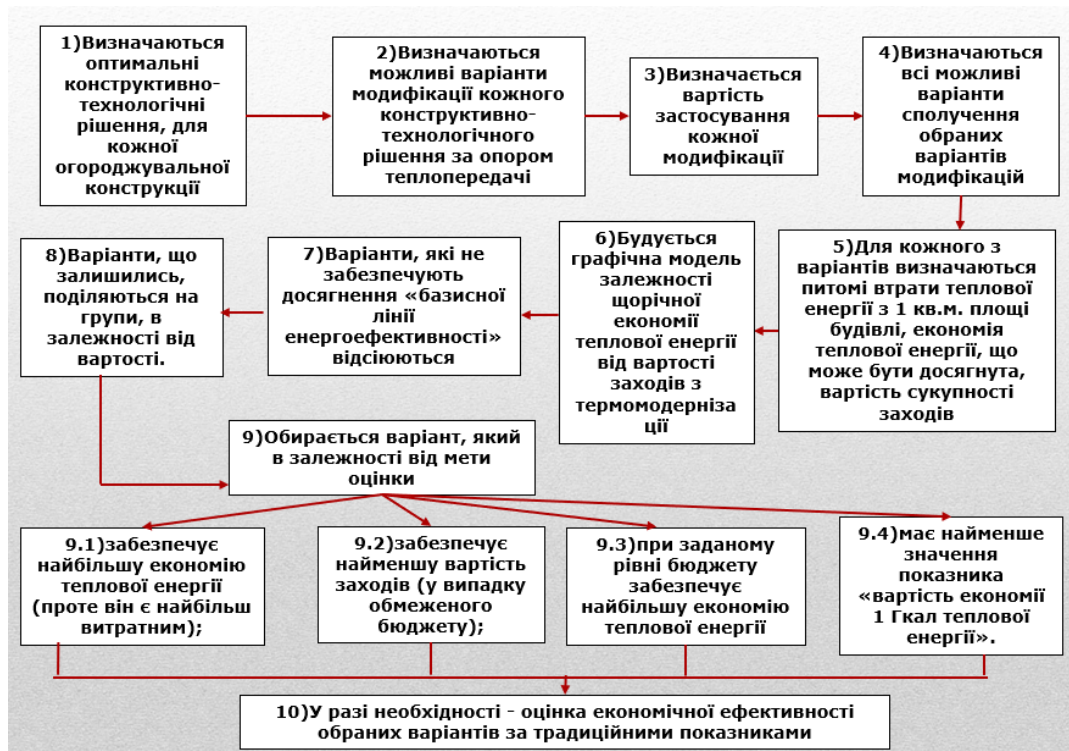


Рис. 3. Порядок оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термо модернізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі

$1,3 \cdot R_{\text{норм}}$, де $R_{\text{норм}}$ – опір теплопередачі, передбачений для кожного з видів огорожуючих конструкцій ДБН Б.В-2.6-31:2016. Моделюванню підлягали конструктивно-технологічні рішення з утеплення зовнішніх стін, утеплення покриття (даху) технічного поверху, модернізація заповнення віконних прорізів, утеплення перекриття над неопалювальним підвалом (рис. 4).

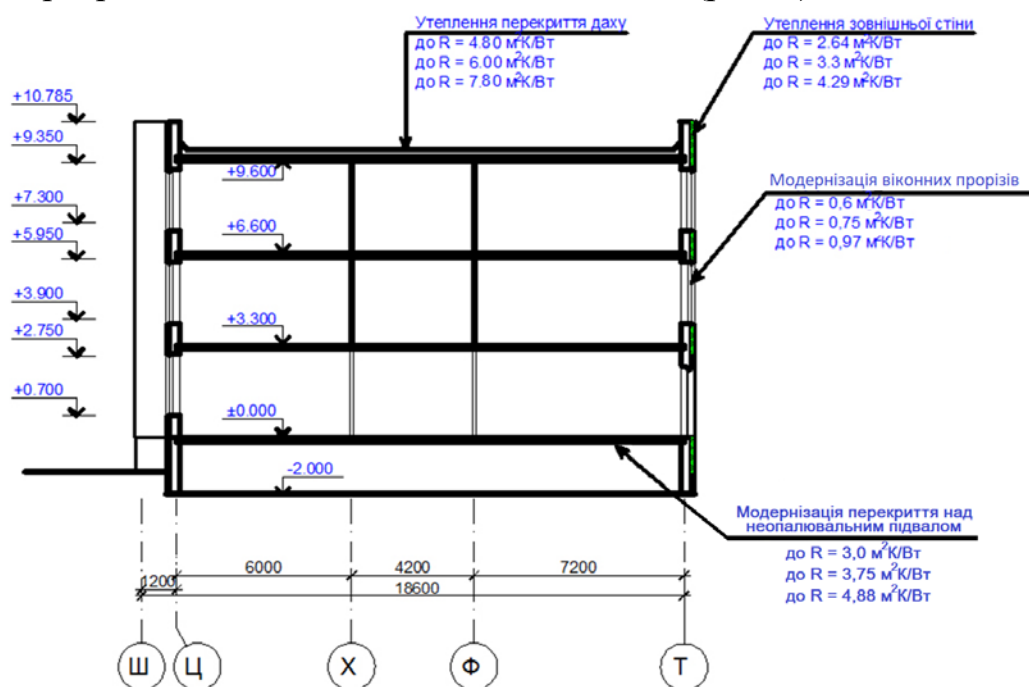


Рис. 4. Ілюстрація можливих варіантів термо модернізації огорожувальних конструкцій

Утеплення дверей входу в будинок та дверей на сходових клітинах прийнято на нормативному рівні до $\cdot R_{\text{норм}}$, тобто до $0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Кількість варіантів всіх можливих сполучень модифікацій 3 варіантів конструктивно-технологічних рішень (з опором теплопередачі $0,8R_{\text{норм}}$, $R_{\text{норм}}$ $1,3 \cdot R_{\text{норм}}$) та для 4-х огорожувальних конструкцій (дах, зовнішні стіни, вікна та перекриття над неопалювальним підвалом) становить 81.

Для кожного з варіантів визначена вартість виконання робіт та щорічна економія теплової енергії, яка буде забезпечена в результаті впровадження кожного з варіантів. Побудована Графічна модель залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів термомодернізації (рис. 5) дозволяє обрати найбільш оптимальні варіанти термомодернізації одночасно за критеріями економічної та енергетичної ефективності. Зокрема, на графіку варіанти комплексної термомодернізації, що забезпечують приблизно однакову економію теплової енергії, виділені у 7 груп: А, Б, В, Г, Д, Е та Ж. Аналіз варіантів в межах кожної з груп дозволяє обрати найбільш ефективний варіант по групі.

Наприклад, в групі А найбільш ефективним є варіант 44, який забезпечує економію тепла 1346 Гкал, що є майже максимальною в групі (інші варіанти в групі – 1346, 1347, 1341, 1336, 1331), проте вартість реалізації цього варіанту є найменшою.

За допомогою такого графіку можна приймати рішення виходячи:

- із заданого (бажаного) рівня енергоефективності – знаходити варіант, який при одному й тому ж рівні енергоефективності буде дешевшим. Наприклад, для досягнення економії у 1370 Гкал найкращим є варіант №17;
- із заданого (можливого) рівня витрат на заходи з енергоефективності обирати той варіант, що забезпечить найбільшу економію теплової енергії.

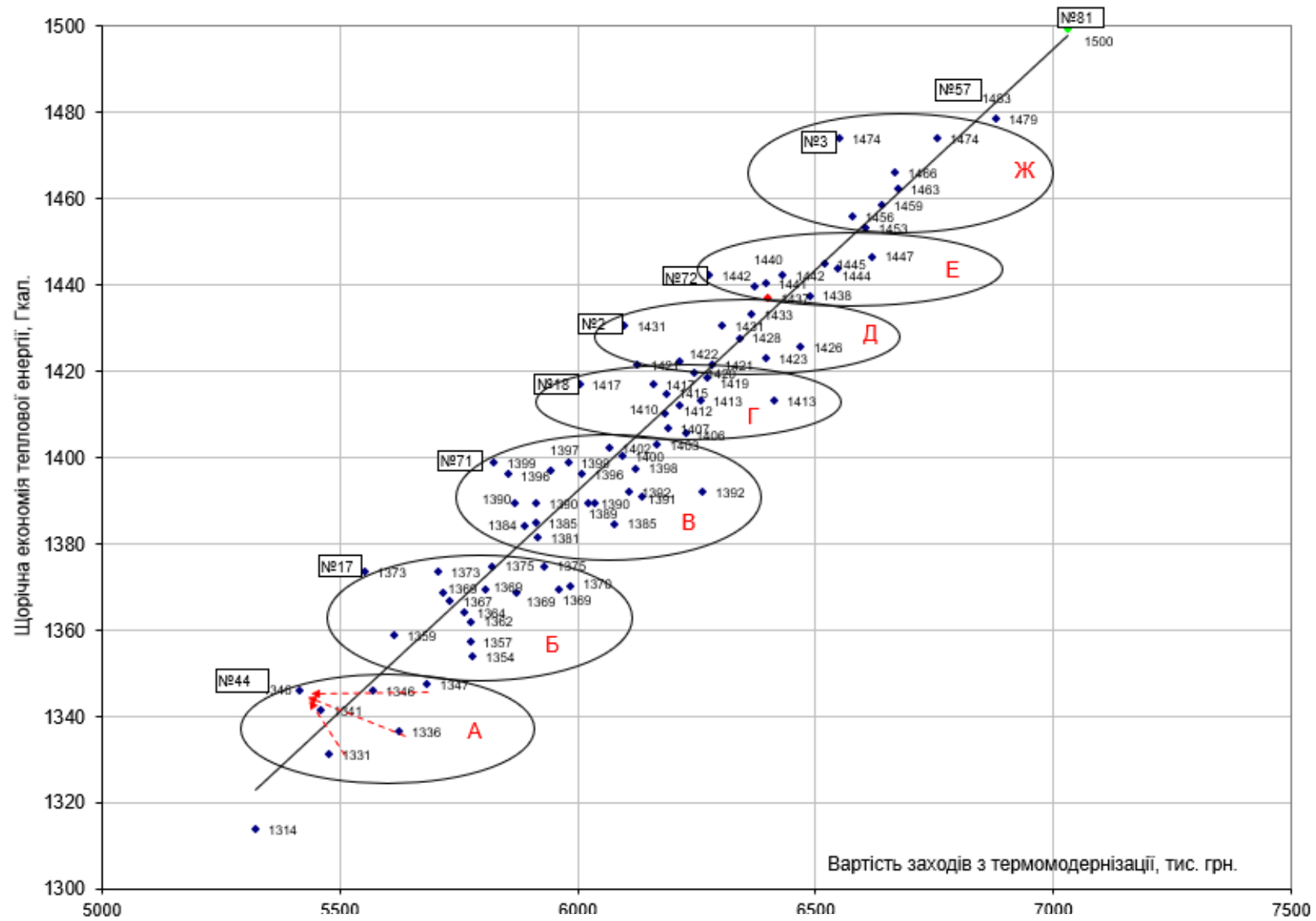
Наприклад, при витратах близько 6 млн грн найбільш ефективним буде варіант №18.

За графіком залежності економії теплової енергії від вартості заходів, які необхідно для цього вжити, визначений оптимальний варіант – варіант № 18.

Для цього варіанту рекомендовано розробити проект термомодернізації школи для повторного застосування, для чого розроблене відповідне завдання на проектування.

Аналогічні розрахунки проведені для будинків загальноосвітніх шкіл бюджетного утримання (серії 20-02-7(8); серії 222-1-289/79; серії Т-8635; серії Т-8635; серії 224-1-502.86).

Для оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень та оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень для будівлі в цілому автором розроблена розрахункова програма на базі Excel.



ВИСНОВКИ

1. В роботі вирішено важливу науково-прикладну задачу щодо вдосконалення організаційних підходів підготовки та реалізації термомодернізації об'єктів будівництва, в тому числі за рахунок вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій, що забезпечить підвищення енергоефективності та зниження вартості будівельної продукції.

2. Проведено аналіз наявних інформаційних джерел з метою виявлення найбільш поширених організаційно-технологічних рішень щодо термомодернізації, формування набору критеріїв їх оцінки і оптимізації. Аналіз існуючих організаційних та технологічних підходів до підготовки та реалізації проектів з підвищення енергоефективності будівельних об'єктів дозволив визначити їх особливості. Потребує доопрацювання метод вибору оптимальних конструктивно-технологічних рішень, розробки — методика оптимізації термомодернізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі.

3. Виявлено основні організаційні етапи реалізації проектів термомодернізації, розроблено порядки організації та підготовки проектів термомодернізації будівель. Визначення основних етапів організації проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва та їх аналіз дозволив встановити необхідність формування послідовностей їх виконання та взаємозв'язків. Використання розроблених підходів щодо організації та підготовки проектів термомодернізації суб'єктами діяльності будівельного комплексу забезпечить достовірність даних для складання Завдання на проектування та Інвестиційного проекту.

4. Запропоновано систему критеріальної оцінки конструктивно-технологічних рішень для різних видів огорожуючих конструкцій з метою формування складу проектів термомодернізації із збалансованими техніко-економічними показниками. Аналіз та систематизація існуючих конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації показав наявність великої кількості альтернативних рішень для різних типів огорожувальної конструкцій. Це створює необхідність розробки універсальної критеріальної оцінки кожної конструкції, здатної забезпечити задані параметри проекту, яка має включати сукупність показників, що забезпечує зважену оцінку за різними напрямками, зокрема надійність, екологічність, технологічність, економічність тощо.

5. Розроблений порядок вибору конструктивно-технологічних рішень для термомодернізації різних видів огорожуючих конструкцій будівлі дозволяє вибрати їх із збалансованими техніко-економічними показниками, однак не вирішує питання щодо оптимізації конструктивно-технологічних рішень та зменшення витрат на виконання робіт з термомодернізації.

6. Розроблено інструментарій для оптимізації конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожувальних конструкцій будівлі для забезпечення заданого рівня енергозбереження при найменших витратах. Розроблений Інструментарій включає Порядок оптимізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі та Графічну модель залежності

щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації, використання яких забезпечує максимальний рівень енергозбереження при визначених витратах.

7. Здійснено апробацію результатів дослідження на прикладі термомодернізації будівель загальноосвітніх шкіл. Проведені аналітичні дослідження та запропонований підхід стали основою принципових будівельно-технічних рішень при розробці проектів повторного застосування комплексної термомодернізації будинків загальноосвітніх шкіл бюджетного утримання (серії 20-02-7(8); серії 222-1-289/79; серії Т-8635; серії Т-8635; серії Т-8740, серії 224-1-502.86).

8. Подальшого вдосконалення може дістати методика з оптимізації теплової оболонки будівлі, яка наразі передбачає вибір оптимального варіанту сполучення конструктивно-технологічних рішень огорожуючих конструкцій, шляхом включення до неї інженерних систем.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у спеціалізованих виданнях України, закордонних спеціалізованих виданнях та у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз:

1. Максимов А.С. Техніко-економічне обґрунтування варіантів конструктивних схем комплексної термомодернізації/ Максимов А.С. , Дорошук Ю.В. // *Будівельне виробництво*. – 2014. - Вип. 56.- С.7 - 13. (Особистий внесок: підходи щодо техніко-економічного обґрунтування варіантів термомодернізації).(Видання внесене до МНБ Google Scholar, Ulrichweb).

2. Максимов А.С. Деякі аспекти відбору та оцінювання будівельно-технічних рішень при проведенні комплексної термомодернізації будівель / Максимов А.С., Дорошук Ю.В. // *Нові технології в будівництві*. – 2014. - Вип. 27-28.- С.64 - 67. (Особистий внесок: принципи оцінки та вибору будівельно-технічних рішень термомодернізації).

3. Максимов А.С. Загальні принципи та підходи до реалізації інвестиційних рішень при проведенні комплексної термомодернізації будівель / Максимов А.С. , Вахович І.В. // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. – 2014. - Вип. 32.- С.259 - 264. (Особистий внесок: організаційні підходи до підготовки проектів термомодернізації).

4. Максимов А.С. Стимулювання реалізації інвестиційно-будівельних проектів через впровадження сучасних підходів до реформування підприємств комунальної теплоенергетики // *Будівельне виробництво*. – 2014. - Вип. 57.- С.3 - 5. (Видання внесене до МНБ Google Scholar, Ulrichweb).

5. Максимов А.С. Організаційні заходи необхідні при реалізації проектів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві // *Нові технології в будівництві*. – 2017. - Вип. 33/1.- С.36 - 40.

6. Максимов А.С. Система оцінки та вибору конструктивно-

технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій будівель / Максимов А.С., Галінський О.М. // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, вип.37, технічний, 2018 – С.19-28. (Особистий внесок: Система оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій будівель). (Видання внесене до МНБ Google Scholar, BACE).

7. Максимов А.С. Вдосконалення підходів до організації термомодернізації на прикладі будівництва загальноосвітньої школи. // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, вип.41, технічний, 2019 – С.106-117. (Видання внесене до МНБ Google Scholar, BACE).

8. Максимов А.С. Вибір оптимальних технічних рішень термомодернізації будівель шкіл/ Максимов А.С., Вахович І.В. // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, вип. 45, технічний, 2020 – С.106-117. (Особистий внесок: система критеріальної оцінки огорожуючих конструкцій будівель шкіл). (Видання внесене до МНБ Google Scholar, BACE).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Максимов А.С. Техніко-економічне обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності об'єктів невинробничого призначення. «Зелена» економіка – шлях до сталого розвитку: зб. матеріалів / А.С. Максимов, В.М. Довганюк, І.В. Вахович, Т.Ю. Цифра. – К.: 2013. 113-117.

10. Максимов А.С. Організація реалізації інвестиційних проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва / Максимов А.С., Вахович І.В. //Збірник матеріалів XI загальноукраїнська науково-практична конференція для фахівців будівельної і житлово-комунальної галузі, замовників, інвесторів, проектантів на тему: «Визначення вартості об'єктів будівництва, проектних, будівельно-монтажних та ремонтно-будівельних робіт із застосуванням сучасних технологій і матеріалів. Ціноутворення, управління та документообіг у будівництві – Івано-Франківськ, 2015. С.11-14.

11. Максимов А.С. Необхідні організаційні заходи щодо реалізації проектів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. *Нові технології в будівництві. Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва. Проектування, будівництво, експлуатація. Науково-технічний супровід*. IV Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 2017 С.113-116.

12. Максимов А.С. Принциповий підхід до організації та проведенню термомодернізації житлових кварталів. *Модернізація будівель: матеріали VI Наук.-практ. конф., 13–15 вересня 2017 р., Одеса, 2017, режим доступу: [http://conf.esco.agency/].*

13. Максимов А.С. Алгоритм з розробки проектів повторного застосування з термомодернізації для серійних житлових будинків. *Ефективні технології в будівництві. II Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 2017. С.56-57.*

14. Максимов А.С. Особливості термомодернізації житлових будинків

Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: матеріали Міжн. наук.-практ. конф., 21–22 травня 2020 р., Рівне, 2020. С.122-124.

Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

15. ДБН В.2.2–41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. [Чинний з 2020-01–01]. Франівський А., Максименко В., Басанський В., Григоровський П., Максимов А. та ін. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2019. 47 с. (Державні будівельні норми) *(Особистий внесок: вимоги щодо енергоефективності висотних будівель)*.

16. ДБН В.2.6–220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинний з 2020-01–01]. Галінський О., Гармаш О., Іваненко В., Максимов А. та ін. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2017. 43 с. (Державні будівельні норми) *(Особистий внесок: вимоги щодо проектування теплоізоляції)*.

17. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків. [Чинний з 2015–10–01]. Бабічева П.; Войналович І.; Галінський О., Максимов А. та ін. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2015. 39 с. (Національний стандарт України). *(Особистий внесок: перелік основних робіт з термомодернізації та послідовність їх виконання)*.

18. ДСТУ Б В.2.6-187:2013 Теплогідроізоляція монолітна пінополіуретанова, що напілюється. Загальні технічні умови. [Чинний з 2014–07–01 Бабічева П.; Войналович І.; Галінський О., Максимов А. та ін. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2014. 36 с. (Національний стандарт України). *(Особистий внесок: конструювання, улаштування, експлуатація, ремонт пінополіуретанової теплогідроізоляції)*.

19. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти /Бригілевич В., Гьоллер К., Шреккенбах Л., Максимов А. та інші/ За заг. редакцією Бригілевича В. - Львів, ФОП П'ятак Ю.О., 2013. - 262 с. *(Особистий внесок: розд.6.4.-6.5: досвід реалізації проектів термомодернізації в м. Жовква та м. Київ)*.

20. Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / Максимов А.С. та інші. – AMU, USAID, 2015. –184 с. *(Особистий внесок: інструментарій для оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій будівлі з урахуванням показників енергозбереження та витрат на термомодернізацію)*.

21. Максимов А.С. Методичні рекомендації для співвласників багатоквартирних будинків: розробка енергоефективних проектів (Схвалено 23.12.2015 р. секцією з реформування та розвитку житлово-комунального господарства Науково-технічного ради Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України)/ Шаповаленко В., Максимов А. – GIZ, 2015. – 69 с. *(Особистий внесок: організаційний підхід до управління проектами термомодернізації об'єктів будівництва)*.

22. Максимов А.С. Передумови та потенціал оптимізації теплової

оболонки будівель // *Теорія і практика будівництва*. – 2014. - Вип. 14.- С.20 - 23.

23. Максимов А.С. Галінський О.М. Особливості організації реалізації проектів термомодернізації // *Управління розвитком складних систем*, вип. 44, 2020 – С.168-174. (*Особистий внесок: порядок організації проектів термомодернізації*).

24. Максимов А.С. Вдосконалення організаційних підходів до здійснення термомодернізації // *Молодий вчений*. – 2015. - Вип. 9(24).- С.28 - 31.

25. Maksymov A., Halinskyi O. Principled approaches to optimization of solutions for thermomodernization of buildings. // *Norwegian Journal of development of the International Science*. - 2021. №55/2021, ISSN 3453-9875, С.51-55. (*Особистий внесок: принципиальні підходи до оптимізації технічних рішень з термомодернізації будівель*).

26. Maksymov A., Galinskyi O. Selection of solutions for thermomodernization of buildings. // *Magyar Tudomány Journal*. - 2021. №50/2021, ISSN 1748-7110, С.62-65. (*Особистий внесок: підходи до вибору технічних рішень з термомодернізації будівель*).

АНОТАЦІЯ

Максимов А.С. Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» – Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2021.

Удосконалено підходи щодо організації термомодернізації об'єктів будівництва, в тому числі за рахунок використання критеріальної оцінки для вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій з врахуванням показника енергозбереження та витрат на термомодернізацію.

Запропоновано здійснювати вибір конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації в 2 етапи.

Розроблено систему оцінки для вибору оптимального технічного рішення для термомодернізації будівель шкіл. Система оцінки містить: переліки критеріїв оцінки, різні для кожної з інженерних систем та кожної з огорожувальної конструкції; вагові коефіцієнти, що враховують важливість кожного підкритерію та критерію у сукупній оцінці, які були визначені методом експертних оцінок.

При розробці методичних підходів до оптимізації конструктивно-технологічних для термомодернізації огорожуючих конструкцій будівлі було розроблено власний спосіб оцінки варіантів комплексної термомодернізації, який

дозволив визначити найбільш одночасно технічно, енергетично та економічно ефективні варіанти комплексної термомодернізації.

Ключові слова: термомодернізація, організація термомодернізації, оптимальні конструктивно-технологічні рішення, оцінка технічних рішень термомодернізації.

SUMMARY

Maxymov A.S. Organizational approaches to thermomodernization of buildings on the basis of optimizing the choice of design and technological solutions - qualifying research work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 05.23.08 "Technology and the organization of industrial and civil construction" - Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, 2021.

Approaches to the preparation of the organization of thermomodernization of construction objects have been improved, including through the use of criteria for the selection and optimization of structural and technological solutions of enclosing structures, taking into account energy saving and thermal modernization costs.

It is established that compliance with the established organizational procedure for preparation and implementation of thermomodernization projects, which contains a complete list of necessary stages and their relationship, includes a system of organizational and structural-technological decisions, will increase energy efficiency of construction sites, reduce construction costs and effective use of investment resources.

One of the features of thermomodernization is that one of the first stages of thermomodernization is an inspection of the technical condition of the object, which determines the list of measures necessary to restore its normal serviceability. Significant costs for these measures may lead to the rejection of the idea of thermomodernization or the involvement of other than cost savings for energy consumption of the facility. Also, the characteristics and differences of thermomodernization include the following: the list of initial data for designing measures and evaluating the effectiveness of the project is wider than for a conventional construction project and is not limited to the old project data. Yes, in particular, the required results of energy consumption and a description of the modes of operation of the facility for the last 3 years. There are no statutory requirements for the task of designing and implementing the section of the project "Energy Efficiency".

The organization of energy efficiency projects should first of all ensure the reliability of calculations of environmental and economic efficiency of the project, which depend on the reliability of technical data and calculations collected and identified at different stages of its preparation, which depends on systematization and their consistent collection. A number of entities participating in the project may be involved in the implementation of thermomodernization, the interaction of which requires the construction of an organizational and economic mechanism, risk

assessment of the project and the development of appropriate precautionary measures, including organizational and technical.

Analysis of the regulatory framework in Ukraine on thermomodernization and energy audit has shown that the regulatory framework covers almost all issues and regulates all processes related to the implementation of energy efficiency projects.

The normative base stipulates that as part of the energy audit report, the energy auditor determines the level of required investment, develops a financing plan and possible economic conditions, determines the best option for thermomodernization in terms of energy and economic parameters. The normative base does not contain recommendations on how to determine the optimal variant of thermomodernization.

It is offered to carry out a choice of constructive-technological decisions on thermomodernization in 2 stages. At the first stage to weed out constructive and technological decisions which technically cannot be executed in the given building. At the second stage, the choice of solutions according to the developed evaluation system is made.

An evaluation system has been developed to select the optimal technical solution for thermomodernization of buildings. The evaluation system contains: lists of evaluation criteria, different for each of the enclosing structures; weights that take into account the importance of each sub-criterion and criterion in the overall assessment, which were determined by the method of expert assessments.

When developing methodological approaches to the optimization of structural and technological for thermomodernization of building envelopes and further analysis revealed a clear linear relationship between the increase in thermal energy savings and the corresponding increase in the cost of integrated thermomodernization. As a result, these indicators indicate different, opposite options. For further analysis, we developed our own method of evaluating options for integrated thermomodernization. The developed method of estimating the options of complex thermomodernization, which is based on a pairwise comparison of options depending on the annual savings of thermal energy on the cost of thermomodernization measures, allowed to determine the most technically, energy and cost-effective options for complex thermomodernization.

Keywords: thermomodernization, organization of thermomodernization, optimal constructive and technological solutions, evaluation of technical solutions of thermomodernization.

АННОТАЦИЯ

Максимов А.С. Организационные подходы к термомодернизации зданий на основании оптимизации выбора конструктивно-технологических решений - квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» - Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, 2021.

Усовершенствована подходы к организации термомодернизации объектов строительства, в том числе за счет использования критериальной оценки для выбора и оптимизации конструктивно-технологических решений ограждающих конструкций с учетом показателя энергосбережения и затрат на термомодернизации.

Предложено осуществлять выбор конструктивно-технологических решений по термомодернизации в 2 этапа.

Разработана система оценки для выбора оптимального технического решения для термомодернизации зданий школ. Система оценки содержит перечни критериев оценки, разные для каждой из ограждающей конструкции; весовые коэффициенты, учитывающие важность каждого подкритерия и критерия в совокупной оценке, которые были определены методом экспертных оценок.

При разработке методических подходов к оптимизации конструктивно-технологических для термомодернизации ограждающих конструкций здания был разработан собственный метод оценки вариантов комплексной термомодернизации, который позволил определить наиболее одновременно технически, энергетически и экономически эффективные варианты комплексной термомодернизации.

Ключевые слова: термомодернизация, организация термомодернизации, оптимальные конструктивно-технологические решения, оценка технических решений термомодернизации.