

Міністерство регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства
Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім.
В.С. Балицького»
Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Максимов Артем Сергійович

УДК 658.5:330.332

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

05.23.08 - Технологія та організація промислового та цивільного будівництва
Спеціальність
19- архітектура та будівництво
Галузь знань

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



А.С. Максимов

Науковий керівник
Галінський Олександр Михайлович,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

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» (19 – Архітектура та будівництво). – ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім. В.С. Балицького», Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2021.

Удосконалено підходи щодо підготовки 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.

Встановлено, 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.

Термомодернізація – це комплекс будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення рівня енергетичної ефективності будівель не нижче мінімальних нормативних вимог.

Визначені основні особливості термомодернізації, які визначають відповідно необхідність окремого підходу до її організації. Так, термомодернізація може бути здійснена під час різних видів будівництва – реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення. Термомодернізація об'єктів культурної спадщини можлива у випадках, якщо заходи, що виконуються, не впливають на предмет

охорони. При цьому на відміну від реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення та реставрації, термомодернізація може бути здійснена без відселення мешканців житлових будинків чи призупинення експлуатації об'єктів іншого призначення на час виконання будівельних робіт або його частин (за умови їх автономності). Деякі види робіт з термомодернізації можуть виконуватись за спрощеною процедурою для отримання дозвільних документів. Проте доцільним є розробка окремого порядку проектування термомодернізації та прийняття спрощеної процедури щодо будівництва. Аналіз інформаційних джерел з питань термомодернізації та енергоаудиту, показав, що єдиного документу, що узагальнює всі етапи організації термомодернізації, в тому числі її підготовки не існує. Законодавча та нормативна база містить окремі етапи, які, зважаючи на те, що замовниками термомодернізації як правило є непрофесійні будівельники, доцільно об'єднати в системний порядок.

Вдосконалений порядок організації термомодернізації. Принципові відмінності полягають в наступному:

- 1) На першому етапі здійснюється оцінка технічного стану об'єкту, який підлягає термомодернізації, визначається перелік заходів, які необхідно здійснити для забезпечення безпечної експлуатації будівлі, її надійності та стійкості. Оцінюється вартість цих заходів та доцільність її термомодернізації з урахуванням необхідних обсягів капіталовкладень в заходи з відновлення нормальної експлуатаційної придатності будівлі.

- 2) Окремим етапом виділено визначення базисної лінії енергоефективності. Визначення базисної лінії енергоефективності. Базисна лінія енергоефективності – це фактичний рівень енергоефективності, який передбачається досягти в проекті.

- 3) До складу енергоаудиту запропоновано включити такі етапи як, вибір оптимальних технічних рішень та оптимізацію теплової оболонки будівлі.

- 4) Зазначено, що у разі, якщо перелік заходів, визначений за результатами енергетичного аудиту не забезпечує необхідний (встановлений замовником) рівень енергетичної та економічної ефективності, розробка заходів, що ґрунтується на розроблених автором методиках оцінки та вибору конструктивно-технологічних

рішень та оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень для будівлі в цілому, повинна бути здійснена заново.

5) Зазначено, що до Завдання на проектування має бути включений узгоджений перелік заходів, рекомендований за результатами обстеження технічного стану та енергоаудиту. Перелік заходів з енергоаудиту надається у вигляді конкретних конструктивно-технологічних рішень для цієї будівлі. Такий підхід забезпечує комплексне врахування всіх факторів щодо необхідності відновлення нормальної експлуатаційної придатності будівлі та підвищення її енергоефективності. Забезпечується скорочення процесу проектування, шляхом виключення дублювання щодо аналізу, підбору конструктивних рішень, розрахунку енергоефективності тощо. Проектувальник отримує чіткі рекомендації.

Організація підготовки проектів з підвищення енергоефективності в першу чергу повинна забезпечити достовірність розрахунків екологічної та економічної ефективності проекту, що залежать від достовірності технічних даних та розрахунків, зібраних та визначених на різних стадіях його підготовки що залежить від систематизації та їх послідовного збору. Для реалізації термомодернізації може бути залучено низку суб'єктів – учасників проекту, взаємодія яких потребує побудови організаційно-економічного механізму, оцінки ризиків проекту та розробки відповідних запобіжних заходів, зокрема організаційно-технічних.

Запропоновано здійснювати вибір конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації в 2 етапи. На першому етапі відсіювати конструктивно-технологічні рішення, які технічно не можуть бути виконані в даній будівлі. На другому етапі здійснюється вибір рішень за розробленою системою оцінки.

Розроблено систему оцінки для вибору оптимального технічного рішення для термомодернізації будівель шкіл. Система оцінки містить: переліки критеріїв оцінки, різні для кожної з огорожувальної конструкції; вагові коефіцієнти.

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.

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 та Графічну модель залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації.

Розроблений інструментарій дозволяє обрати той варіант, який в залежності від поставленої мети оптимізації:

- забезпечує найбільшу економію теплової енергії (проте він є найбільш витратним);
- забезпечує найменшу вартість заходів (у випадку обмеженого бюджету);
- при заданому рівні бюджету забезпечує найбільшу економію теплової енергії;
- має найменше значення показника «вартість економії 1 Гкал теплової енергії».

Здійснено апробацію результатів дослідження на прикладі термомодернізації будівель загальноосвітніх шкіл. Проведені аналітичні дослідження та запропонований підхід стали основою принципів 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).

Для спрощення практичного використання запропонованих методичних підходів оптимізації конструктивно-технологічних рішень, розроблено програмний продукт на базі розрахункової програми Excel. Запропонований розрахунковий комплекс не є повністю автоматизованим, проте суттєво зменшує трудомісткість застосування запропонованих в роботі методики оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації різних видів огорожуючих конструкцій та віконних і дверних прорізів та методики оптимізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі

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

Список публікацій здобувача:

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 невиробничого 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, проєктантів на тему: «Визначення вартості об'єктів будівництва, проєктних, 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 проєктів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. *Нові технології в будівництві. Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва. Проєктування, 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 проєктів 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 напилюється. 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: принципіальні підходи до оптимізації технічних рішень з термомодернізації будівель*).

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

SUMMARY

Maksymov 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 thermal modernization of construction objects have been improved, including through the use of criterion evaluation for the selection and optimization of structural and technological solutions of enclosing structures taking into account the energy saving rate and the cost of thermomodernization.

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, reducing the cost of construction products and efficient use of investment resources.

Thermomodernization is a set of construction works aimed at improving the thermal performance of building envelopes, energy consumption of engineering systems and ensuring the level of energy efficiency of buildings not lower than the minimum regulatory requirements.

The main features of thermomodernization are determined, which determine the need for a separate approach to its organization. Thus, thermomodernization can be carried out during various types of construction - reconstruction, overhaul, technical re-equipment. Thermomodernization of cultural heritage sites is possible in cases where the measures taken do not affect the subject of protection. In this case, in contrast to reconstruction, overhaul, technical re-equipment and restoration, thermomodernization can be carried out without relocation of residents or suspension of operation of other facilities for the duration of construction works or its parts (subject to their autonomy). Some types of thermomodernization works can be performed according to a simplified procedure for obtaining permits. Analysis of information sources on thermomodernization and energy audit showed that there is no single document that summarizes all stages of the organization of thermomodernization, including its preparation. The legislative and regulatory framework contains separate stages, which, given that the customers of thermomodernization are usually non-professional builders, it is advisable to combine in a systematic manner.

Improved procedure for organizing thermomodernization. The main differences are as follows:

- 6) At the first stage, the assessment of the technical condition of the object to be thermo-modernized is carried out, the list of measures that must be taken to ensure the safe operation of the building, its reliability and stability is determined. The cost of these measures and the feasibility of its thermomodernization is estimated, taking into account

the required amount of investment in measures to restore the normal serviceability of the building.

7) A separate stage is the definition of the baseline of energy efficiency. Determination of the baseline of energy efficiency. The energy efficiency baseline is the actual level of energy efficiency that is expected to be achieved in the project.

8) The energy audit is proposed to include such stages as the selection of optimal technical solutions and optimization of the thermal envelope of the building.

9) It is noted that if the list of measures determined by the energy audit does not provide the required (set by the customer) level of energy and economic efficiency, the development of measures based on the author's methods of assessment and selection of design solutions and optimization of design and technology decisions for the building as a whole must be implemented anew.

10) It is noted that the Design Task should include an agreed list of measures recommended based on the results of the technical condition and energy audit. The list of energy audit measures is provided in the form of specific design and technological solutions for this building. This approach provides a comprehensive consideration of all factors regarding the need to restore the normal operational suitability of the building and increase its energy efficiency. The design process is reduced by eliminating duplication of analysis, selection of design solutions, calculation of energy efficiency, etc. The designer receives clear recommendations.

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 thermal modernization, 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.

It is offered to carry out a choice of constructive-technological decisions on thermal modernization 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 decision of decisions on the developed system of an estimation is carried out.

An evaluation system has been developed to select the optimal technical solution for thermal modernization of school buildings. The evaluation system contains: lists of evaluation criteria, different for each of the enclosing structures; weights.

The weights of the criteria for the assessment of different types of enclosing structures were determined by experts. And more important criteria have a higher weight, and less important—lower, and the sum of all weights must be one. Thus, the importance of the criterion and its evaluation is taken into account. Accordingly, the optimal technical solution is the solution that received the highest score on the total.

The list of design and technological solutions to improve the energy efficiency of the facility as a whole is formed by implementing various combinations of energy saving measures (insulation of enclosing structures, replacement of windows, etc.) using different structures with different technical and economic characteristics. So there is a large array of a set of solutions that determine:

- the corresponding cost of construction work;
- the level of thermal energy savings that can be achieved.

As a result, there is a problem of choosing the optimal combination of design and technological solutions - which at the lowest cost will provide greater savings in thermal energy. The corresponding Toolkit is developed in the work, which includes the Procedure of optimization of enclosing constructions (thermal shell) of the building and the Graphic model of dependence of annual economy of thermal energy on cost of measures on thermomodernization.

The developed toolkit allows you to choose the option that, depending on the goal of optimization:

- provides the greatest savings in thermal energy (however, it is the most expensive);
- provides the lowest cost of activities (in the case of a limited budget);
- at the set level of the budget provides the greatest economy of thermal energy;

- has the lowest value of the indicator "cost of saving 1 Gcal of thermal energy".

The results of the research were tested on the example of thermomodernization of secondary school buildings. The conducted analytical researches and the offered approach became a basis of the basic building and technical decisions at development of projects of repeated application of complex thermomodernization of buildings of comprehensive schools of budgetary maintenance (series 20-02-7 (8); series 222-1-289 / 79; series T-8635; series T-8635; series T-8740, series 224-1-502.86).

To simplify the practical use of the proposed methodological approaches to optimize design and technological solutions, a software product based on the calculation program Excel. The proposed calculation complex is not fully automated, but significantly reduces the complexity of the proposed methods of evaluation and selection of design and technological solutions for thermal modernization of various types of enclosing structures and window and door openings and methods of optimizing the enclosing structures (thermal shell) of the building

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

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1 Аналіз існуючих організаційних та конструктивно-технологічних підходів до здійснення проектів термомодернізації.....	12
1.1 Особливості термомодернізації як виду будівництва в Україні	12
1.2 Основні організаційні етапи здійснення термомодернізації	20
1.3 Аналіз методичного забезпечення основних організаційних етапів термомодернізації	25
1.4 Дослідження найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, що використовуються при термомодернізації.....	40
Висновки до розділу 1	50
Розділ 2 Загальна методика та основні методи дослідження	41
2.1 Обґрунтування актуальності, мети та задач дослідження	41
2.2 Критерії вибору конструктивно-технологічних рішень та оптимізації теплової оболонки будівлі	44
2.3 Методи вибору конструктивно-технологічних рішень та оптимізації теплової оболонки будівлі	55
Висновки до розділу 2	59
Розділ 3 Розробка інструментального забезпечення організаційної моделі здійснення термомодернізації	60
3.1 Розробка організаційного порядку підготовки проектів термомодернізації об'єктів будівництва	60
3.2 Розробка системи критеріальної оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень	71

3.3 Розробка новітніх підходів щодо оптимізації конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожуючих конструкцій будівлі (методологія оптимізації)	91
Висновки до розділу 3	104
Розділ 4 Організація термомодернізації на прикладі будівлі загальноосвітньої школи	106
4.1 Вибір оптимальних конструктивно-технологічних рішень на прикладі будівлі загальноосвітньої школи	106
4.2 Оптимізація набору конструктивно-технологічних рішень для огорожувальних конструкцій будівлі загальноосвітньої школи	115
Висновки до розділу 4	138
Висновки	140
Список використаних джерел	142
Додатки	163
Додаток А. Акти про впровадження результатів дослідження	164
Додаток Б. Оцінка конструктивно-технологічних рішень фасадів та покрівель для термомодернізації шкіл	170
Додаток В. Оцінка конструктивно-технологічних рішень заповнення віконних прорізів для термомодернізації шкіл	186
Додаток Г. Графічні моделі залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації	195
Додаток Д. Список опублікованих праць за темою дисертації	201

ВСТУП

Актуальність теми. За даними Енергетичного балансу України за 2018 рік, загальне споживання енергії житловим (побутовим) сектором становило 16,203 млн. т н.е, що становить майже 31,66% загального кінцевого споживання енергії в 2018 році.

Житловий фонд України з точки зору ефективності використання палива та енергії перебуває у незадовільному стані, що підтверджується даними Державної служби статистики України, згідно з якими станом на 2020 рік у майже половини домогосподарств (41,9 %) не проводилось капітального ремонту житла (у міських поселеннях цей показник становить 50,2%). У 4,6% домогосподарств останній капітальний ремонт проводився до 1990 року. Необхідно також зазначити, що відповідно до статистичних даних у 2020 році в цілому по Україні 88,3% домогосподарств проживає у житлі, збудованому до 1991 року (у міських поселеннях – 88,2%). Таким чином відсутність капітального ремонту житла значної частини домогосподарств України може говорити про, як мінімум, недостатність та неповноту заходів, необхідних для покращення його характеристик (в тому числі енергетичних).

Незадовільні теплотехнічні показники житлових будинків, що виникають внаслідок відсутності в тому числі їх капітального ремонту, мають наслідком надмірні втрати теплової енергії в процесі їх експлуатації (до 50%). Фактично ефективність використання теплової енергії в будівлях України у 3-5 разів нижча, ніж у західних країнах.

Так, 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 кВтгод 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 Галінський О.М., Григоровський П.Є., Плоский В.О., Ушацький С.А., Галушко В.О., Гойко А.Ф., Тугай А.А., Чигасов С.Г., Чертков О.Ю., Степаненко В.А., Савйовський В.В., Нечепорчук А.А., Торкатюк В.І., Тормосов Р.Ю., Тянь Р.Б., Фаренюк Г.Г., Шпаков А.В., Шаленний В.Т. 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., Менеїлюк 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» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства 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 автору, 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 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 огорожуючих 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 Державного комітету статистики України, Міністерства регіональної політики, будівництва та житлово-комунального господарства 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 огорожувальних 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 огорожувальних конструкцій та інженерних систем, 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, аудиторам, 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 огорожувальних 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 огорожувальних конструкцій та методика оптимізації конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожувальних 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 проєктувальників (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-проєктний 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.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ДО ЗДІЙСНЕННЯ ПРОЕКТІВ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ

1.1 Особливості термомодернізації як виду будівництва в Україні

Низькі показники енергоефективності будівель України можна пояснити відсутністю необхідності використання сучасних енергоощадних технологій через низькі показники вартості енергоресурсів, які були чи не найменші в Європі.

Через це будівлі та енергогенеруючі підприємства оснащені застарілим та зношеним технологічним обладнанням, мають низькі показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, суттєві втрати енергії при виробництві, транспортуванні та споживанні, неощадне та не ефективне використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі України. Енергоємність внутрішнього валового продукту (ВВП) У Україні є більшою у 2,5 рази в порівнянні із розвиненими індустріальними країнами, енергоспоживання будівель на опалення приблизно в 3-3,5 разів вище.

З метою вирішення цієї проблеми в 2017 році був прийнятий Закон «Про енергетичну ефективність будівель» [75]. Він визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Вперше визначення терміну «термомодернізація» дано в ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків» [51]: термомодернізація – це комплекс будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення рівня енергетичної ефективності будівель не нижче мінімальних нормативних вимог.

Місце термомодернізації в системі заходів щодо забезпечення безпечної експлуатації будівель та споруд відображено на рисунку 1.1.:

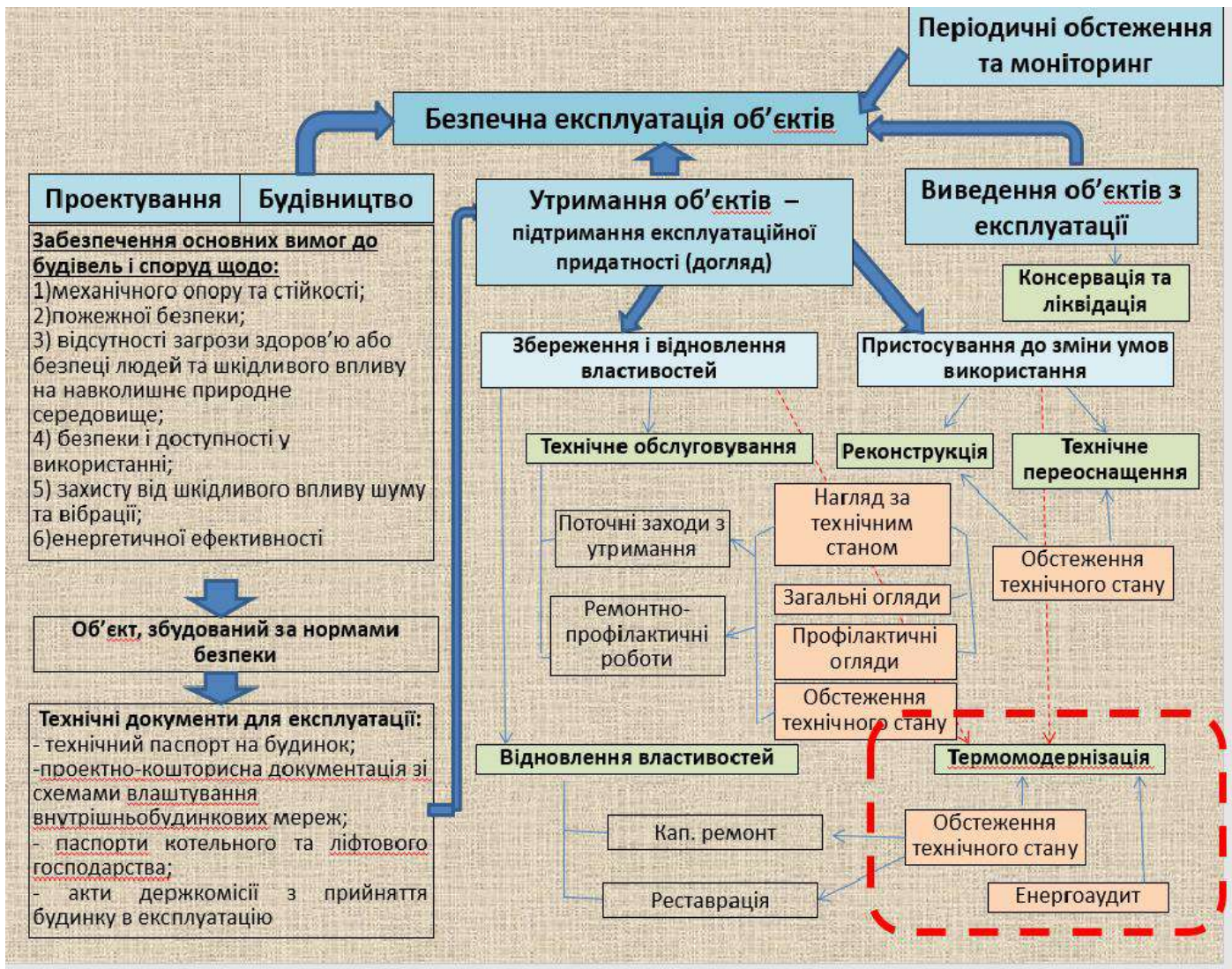


Рис. 1.1. Місце термомодернізації в системі заходів щодо забезпечення безпечної експлуатації будівель та споруд (складено автором)

До основних особливостей термомодернізації, які визначають відповідно необхідність окремого підходу до її організації, можна віднести наступні:

Термомодернізація може бути здійснена під час різних видів будівництва [74,75,31] – реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення. Термомодернізація об'єктів культурної спадщини можлива у випадках, якщо заходи, що виконується не впливають на предмет охорони, положення ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель» не розповсюджується.

На відміну від реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення та реставрації (у відповідності згідно з їх визначенням згідно з ДБН А.2.2-3) може

бути здійснена без відселення мешканців житлових будинків чи призупинення експлуатації об'єктів іншого призначення на час виконання будівельних робіт або його частин (за умови їх автономності). Необхідно пам'ятати при цьому, що здійснення будівельних робіт без зупинки експлуатації потребує розробки додаткових (компенсаційних) заходів з організації та технології робіт.

Ця особливість термомодернізації знайшла своє відображення в Законі «Про енергетичну ефективність будівель» [75], в якому надано таке визначення: термомодернізація будівель - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту будівель або робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію.

У більшості випадків при впровадженні енергоефективних заходів не потрібно отримувати дозвіл на виконання таких робіт та акт про прийняття об'єкта в експлуатацію (Постанова КМУ від 07.06.2017 №406), а саме при виконанні робіт з [159]:

1. Заміна покрівлі будівель і споруд згідно з будівельними нормами без втручання в несучі конструкції.

2. Реконструкція, капітальний ремонт, технічне переоснащення внутрішніх систем:

опалення, у тому числі що передбачає встановлення або заміну обладнання індивідуальних теплових пунктів, заміна трубопроводів систем опалення, балансування систем опалення, встановлення балансувальних клапанів та/або витратомірів, зміна типу систем опалення з однострубною на двотрубну та/або з вертикальної на горизонтальну, встановлення та/або заміна опалювальних приладів, обладнання опалювальних приладів автоматичними регуляторами температури в

приміщеннях, встановлення та заміна приладів-розподільовачів та іншого обладнання регулювання і обліку теплової енергії;

вентиляції; водопостачання та водовідведення, у тому числі трубопроводів; силових та слабкострумових систем, які забезпечують функціонування будівель і споруд.

3. Заміна існуючих заповнень віконних, балконних та дверних прорізів.

4. Оснащення будівель і споруд приладами для ведення відокремленого обліку теплової енергії, гарячої і холодної води.

5. Роботи з теплової ізоляції введених в експлуатацію житлових будинків (стін, даху, горища, технічного, цокольного, підвального поверхів), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними (СС1) та середніми (СС2) наслідками.

У відповідності до положень частини 3 статті 12 Закону «Про енергетичну ефективність будівель» [75] термомодернізація будівель здійснюється без розроблення проектної документації при виконанні робіт із:

1) існуючими заповненнями віконних, балконних та дверних блоків або інженерними системами (крім робіт з реконструкції або капітального ремонту інженерних систем);

2) огорожувальними конструкціями об'єктів із незначними наслідками (СС1);

3) заміни покриття покрівель будівель, які не передбачають втручання в огорожувальні та/або несучо-огорожувальні конструкції;

4) приєднання та підключення індивідуальних (садибних) житлових будинків, садових, дачних будинків до інженерних мереж.

Виконання зазначених будівельних робіт повинно здійснюватися з дотриманням вимог законодавства, зокрема будівельних норм, стандартів.

Законом передбачено [75], що розроблення проектної документації на виконання робіт із термомодернізації будівель, не передбачених наведеним вище переліком, здійснюється лише в обсязі проектних рішень, необхідних для виконання таких робіт, та здійснюється у порядку, що визначається центральним органом

виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва. Нажаль в решті підзаконних актів та нормативних документів, що регулюють сферу проектування та будівництва об'єктів, не конкретизовано поняття «лише в обсязі проектних рішень, необхідних для виконання таких робіт», таким чином оцінка «достатності» становиться предметом суб'єктивної думки проектувальника, експертизи та контролюючо-перевіряючих органів, що не дозволяє в повному обсязі використовувати визначені Законом положення.

Згідно з Законом [75] термомодернізація будівель не потребує отримання технічних умов на підключення до теплових мереж (крім випадків збільшення теплового навантаження або теплової потужності інженерних систем будівлі).

Замовник термомодернізації письмово повідомляє постачальника енергії та/або води протягом одного місяця після початку робіт з термомодернізації про орієнтовний обсяг скорочення споживання енергії та/або води, зменшення теплового навантаження за видами споживання та зміну температурного графіка системи опалення будівлі, що виникнуть після виконання робіт з термомодернізації.

Таким чином, з прийняттям Постанови КМУ від 07.06.2017 №406 та Закону України порядок організації реалізації проектів термомодернізації спростився. Введені новації дозволили суттєво зменшити тривалість проектів термомодернізації, які включають лише перелічені роботи та забезпечити економію замовникам на розробці та експертизі проектної документації. Проте у випадку здійснення проектів комплексної термомодернізації – що передбачає повний перелік робіт з підвищення енергетичної ефективності будівель, чи у випадку якщо будівля відноситься до класу наслідків ССЗ, порядок організації виконання передпроектних, проектних та будівельних робіт, залишається таким як і для решти проектів з капітального ремонту, реконструкції чи технічного переоснащення.

З метою спрощення процедури організації термомодернізації експерти галузі підвищення енергоефективності будівель спочатку вважали за потрібне ввести в нормативну базу будівництва України термомодернізацію як окремий вид будівництва, відповідні пропозиції неодноразово направлялись до Мінрегіону України. З часом, зважаючи на те, що термомодернізація може бути реалізовано при

здійсненні інших видів будівництва, таких як капітальний ремонт, реконструкція, технічне переоснащення та іноді – при реставрації – було вирішено, що відокремлювати окремих вид будівництва є недоцільним. Доцільним є розробка окремого порядку проектування термомодернізації та прийняття спрощеної процедури щодо будівництва [78]. Наразі ця ідея активно розвивається Фондом енергетичної ефективності [132,192].

Наступною особливістю термомодернізації є те, що одним із перших етапів термомодернізації є обстеження технічного стану об'єкту в результаті якого визначається перелік заходів, необхідних для відновлення його нормальної експлуатаційної придатності. Значні витрати на ці заходи можуть стати причиною для відмови від ідеї здійснення термомодернізації або залучення інших ніж економія витрат на енергоспоживання об'єкта.

Заходи щодо відновлення нормальної експлуатаційної придатності будівлі, в залежності від її стану, можуть включати заходи, щодо як відновлення інженерних мереж так і несучих конструкцій. І ті і інші мають бути реалізовані, оскільки вони забезпечують надійність експлуатації будинку.

Програмою «ЕНЕРГОДІМ» Фонду енергоефективності передбачено 2 пакети можливих заходів щодо підвищення енергоефективності будівлі – А та Б. Кожен з пакетів містить перелік обов'язкових та необов'язкових заходів з енергоефективності.

Обов'язкові заходи пакету А містять наступні [166]:

1. Встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії.
2. Встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту (ІТП).
3. Заміна або модернізація загальнобудинкового котла або/та допоміжного обладнання (наприклад, насосів, систем автоматичного регулювання тощо).
4. Теплоізоляція або/та заміна трубопроводів системи внутрішнього теплопостачання в неопалювальних приміщеннях.
5. Теплоізоляція або/та заміна трубопроводів системи гарячого водопостачання в неопалювальних приміщеннях .
6. Гідравлічне балансування системи опалення шляхом встановлення автоматичних (балансувальних) клапанів.

Необов'язкові:

1. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування опалювальних та неопалювальних горищ (технічних поверхів) та дахів.
2. Модернізація системи гарячого водопостачання.
3. Встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії на потреби опалення або/та приладів – розподільовачів теплової енергії у квартирах.
4. Встановлення автоматичних регуляторів температури повітря у приміщеннях на опалювальних приладах водяної системи опалення у квартирах або/та у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі.
5. Заміна або/та теплоізоляція трубопроводів системи опалення або/та приладів водяної системи опалення у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі.
6. Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверних у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі
7. Заміна або ремонт зовнішніх дверей або/та облаштування тамбурів зовнішнього входу
8. Комплекс робіт із модернізації та облаштування системи освітлення у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі.

Пакет Б містить наступні обов'язкові заходи:

1. Всі обов'язкові заходи з Пакету заходів «А»
2. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування зовнішніх стін
3. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування опалювальних та неопалювальних горищ (технічних поверхів) та дахів
4. Комплекс робіт із теплоізоляції та улаштування плит перекриття підвалу
5. Заміна або ремонт зовнішніх дверей або/та облаштування тамбурів зовнішнього входу
6. Заміна або ремонт блоків віконних або/та блоків балконних дверних у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі

Таким чином перелік заходів як пакету А так і пакету Б містить заходи щодо відновлення інженерних мереж. При їх незадовільному стані до складу проекту

термомодернізації автоматично включається заміна мереж і такий захід є енергоефективним.

Проте в результаті оцінки технічного стану може бути виявлена необхідність в заходах щодо відновлення експлуатаційної придатності конструкцій – наприклад підсилення стін чи отворів, ремонт бетону чи цегляної кладки. Якщо вартість таких заходів не впливає на принципове рішення щодо доцільності проекту термомодернізації, то вони мають обов’язково увійти до складу проекту капітального ремонту/ реконструкції будівлі одночасно з заходами щодо її термомодернізації.

Включати заходи щодо відновлення експлуатаційної придатності до інвестиційного проекту з термомодернізації не доцільно, оскільки таким чином буде викривлена економічна ефективність проекту.

Заходи власне з підвищення енергоефективності будівлі розробляються за результатами енергоаудиту.

Чинними нормативними документами [52,53,157,160] передбачено виконання обстеження будівлі до енергоаудиту чи в його процесі, проте прямо не сказано, що при розробці заходів з термомодернізації мають бути враховані і заходи, розроблені на етапі обстеження технічного стану, оскільки вони чинять конструктивний та технологічний вплив і в результаті мають бути об’єднані в єдиний цілісний проект.

Тому на нашу думку енергоаудитор або має бути одночасно експертом з оцінки технічного стану, або робота з розробки заходів з підвищення енергоефективності має здійснюватись із залученням експерта з оцінки технічного стану та інженера-проектувальника, сертифікованого за напрямом «забезпечення механічного опору та стійкості».

Необхідно зауважити, що методика обстеження технічного стану, пристосована для потреб саме проектів з термомодернізації, відсутня і потребує розробки, оскільки має бути комплексною.

Також до характерних рис та відмінностей термомодернізації можна віднести наступні:

- Перелік вихідних даних для проектування заходів та оцінки ефективності проекту ширший ніж для звичайного будівельного проекту та не обмежується даними

старого проекту чи даними БТІ. Так, зокрема необхідні результати енергоспоживання та опис режимів експлуатації об'єкту за останні 3 роки.

- Відсутні нормативно встановлені вимоги до завдання на проектування та виконання розділу проекту «Енергоефективність».
- Організація підготовки проектів з підвищення енергоефективності в першу чергу повинна забезпечити достовірність розрахунків екологічної та економічної ефективності проекту, що залежать від достовірності технічних даних та розрахунків, зібраних та визначених на різних стадіях його підготовки що залежить від систематизації та їх послідовного збору.
- Для реалізації термомодернізації може бути залучено низку суб'єктів – учасників проекту, взаємодія яких потребує побудови організаційно-економічного механізму, оцінки ризиків проекту та розробки відповідних запобіжних заходів, зокрема організаційно-технічних.

1.2 Основні організаційні етапи здійснення термомодернізації

Основні організаційні етапи з підготовки та реалізації проектів термомодернізації залежать від складу заходів та класу наслідків об'єкту, що підлягає термомодернізації, оскільки, як було зазначено в попередньому розділі, Законом України «Про енергетичну ефективність будівель» встановлені певні послаблення для окремих видів робіт.

В загальному випадку законодавчі та нормативні вимоги щодо порядку організації та реалізації проектів термомодернізації встановлені в документах [31,48,50,52,53,58,74,75,76,157,160-163,167] Єдиного документу, що узагальнює всі етапи організації термомодернізації, в тому числі її підготовки не існує.

Основні етапи організації та реалізації термомодернізації згідно з положеннями чинної законодавчої та нормативної бази представлені на рис. 1.2.

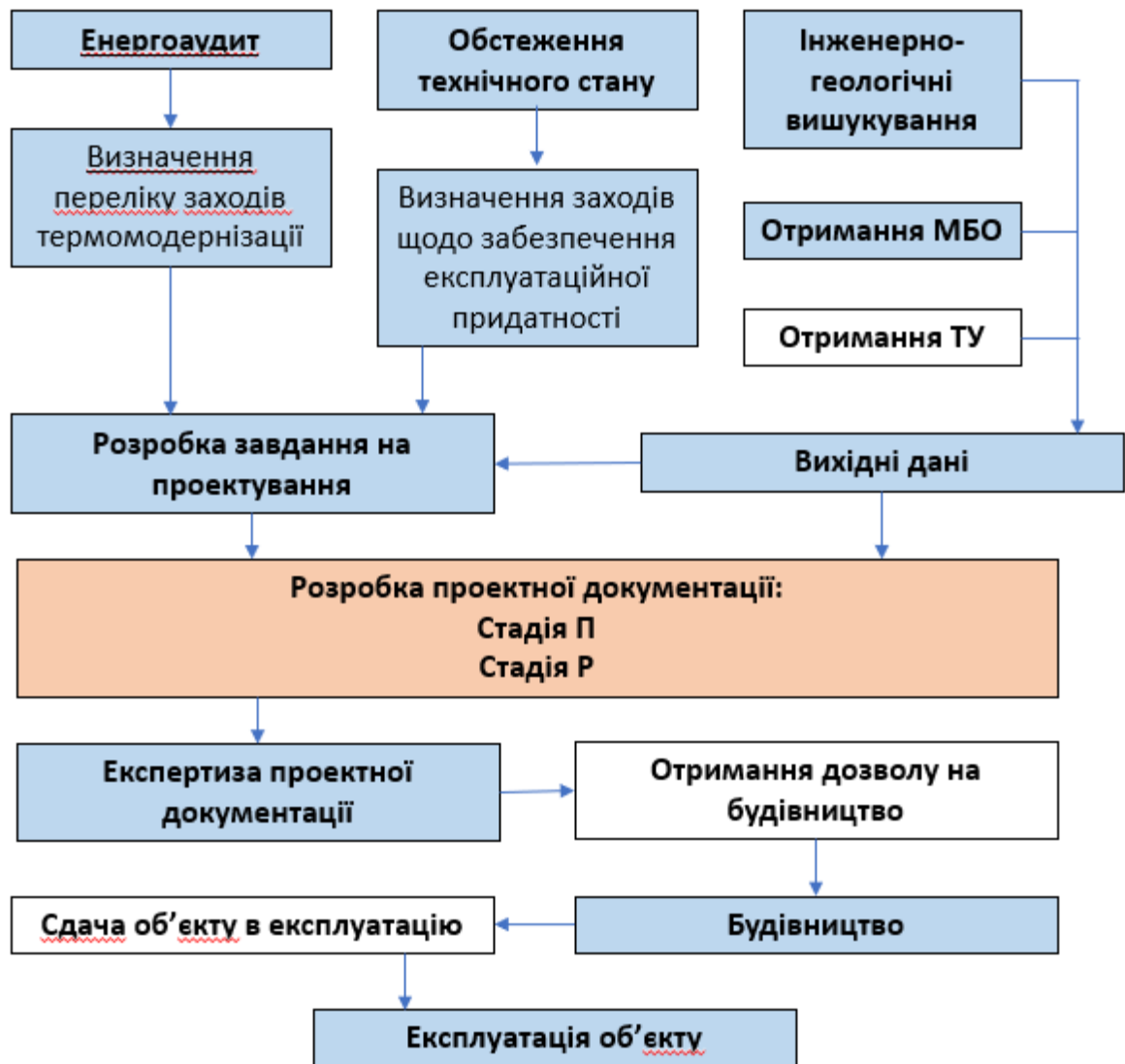


Рис. 1.2. Основні етапи організації та реалізації термо модернізації згідно з положеннями чинної законодавчої та нормативної бази (складено автором)

Номенклатура організаційних етапів термо модернізації залежить від складу проекту термо модернізації та виду робіт до якого її віднесено.

Згідно із Законом України «Про енергоефективність будівель» термо модернізація може бути виконана у складі робіт з поточного ремонту.

Поточний ремонт не є видом будівництва, а отже на нього не розповсюджуються законодавчі та нормативні документи у сфері будівництва, а отже організація та реалізація таких робіт з позиції вимог законодавства та нормативної бази є найпростішою.

Перелік робіт, які відносяться до поточного ремонту визначається наказом Держбуду України від 10.08.2004 № 150 із змінами та доповненнями «Про затвердження Примірною переліку послуг з утримання будинків і споруд та прибудинкових територій та послуг з ремонту приміщень, будинків, споруд». Аналіз цього документу вказує на крайню обмеженість робіт з термомодернізації, що можуть бути виконані при поточному ремонті, це наприклад:

- Заміна лампочок;
- Ремонт та заміна окремих віконних і дверних блоків.
- Частковий ремонт або відновлення окремих місць облицювання фасадів будівель тощо.

Про обмежену можливість виконання робіт з термомодернізації при реставрації ми зазначали в п.1.1. дисертації.

Таким чином основними видами будівництва при якому здійснюється термомодернізація є капітальний ремонт, реконструкція та технічне переоснащення.

У випадку, якщо склад заходів з термомодернізації відповідає вимогам частини 3 статті 12 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», до нього може бути застосована спрощена процедура. На схемі етапи, які замовник може не виконувати в цьому випадку позначені білим кольором.

Основним документом, що визначає порядок проектування є Наказ Мінрегіону ві 16.05.2011 №45 із змінами та доповненнями «Про затвердження Порядку розроблення проектної документації на будівництво об'єктів».

Згідно з наказом №45 для забезпечення проектування об'єкта будівництва замовник повинен надати генпроектувальнику вихідні дані на проектування.

Основними складовими вихідних даних є:

містобудівні умови та обмеження;

технічні умови;

завдання на проектування.

ДБН А.2.2-3-2014 зазначено, що у складі вихідних даних для проектування Замовник має надати проектувальнику також матеріали інженерно-геологічних вишукувань та звіт про обстеження технічного стану об'єкта.

Законом України «Про енергетичну ефективність будівель» встановлено, що виконанню робіт з термомодернізації передуює обстеження інженерних систем, яке в свою чергу згідно з ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель» є складовою енергетичного аудиту будівель.

За результатами енергетичного аудиту визначаються рекомендації щодо заходів, які мають бути включені до складу проекту.

Законодавчо не встановлена черговість виконання обстеження технічного стану та енергоаудиту. На практиці це 2 взаємонепов'язані дії, результатом яких не пов'язані між собою технічні звіти, які аналізуються вже проектувальником при проектуванні.

Щодо стадійності проектування. У відповідності до наказу №45 для об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), а також комплексів (будов), до яких входять лише об'єкти з незначними наслідками (СС1), проектування може здійснюватися:

в одну стадію - стадія робочий проект (далі - стадія РП) або;

2) для об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми наслідками (СС2), а також комплексів (будов), до складу яких входить хоча б один об'єкт, що за класом наслідків (відповідальності) належить до об'єктів із середніми наслідками (СС2), за рішенням замовника проектування може здійснюватися у дві або три стадії.

Таким чином, якщо об'єкт, що підлягає термомодернізації належить до класу наслідків СС1 – проектування може бути здійснено в 1 стадії, до класу наслідків СС2 чи СС3- проектування в 2 стадії.

Вимоги щодо обов'язкової експертизи проекту встановлені Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності».

Порядок та склад робіт з експертизи проектів будівництва визначений Постановою КМУ від 11.05.2011 р. № 4560 «Про затвердження Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України» та ДСТУ

8907:2019 «Настанова щодо організації проведення експертизи проектної документації на будівництво».

У відповідності з цими документами, якщо об'єкт за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, експертиза обов'язково здійснюється за напрямками - щодо додержання нормативів з питань санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, екології, охорони праці, енергозбереження, пожежної, техногенної, ядерної та радіаційної безпеки, міцності, надійності, довговічності будинків і споруд, їх експлуатаційної безпеки та інженерного забезпечення, у тому числі щодо додержання нормативів з питань створення умов для безперешкодного доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

Якщо об'єкт належить до класу наслідків СС1, то будівельні роботи можуть здійснюватись на підставі поданого замовником повідомлення про початок виконання будівельних робіт відповідному органу державного архітектурно-будівельного контролю. Якщо об'єкт належить класу наслідків СС2 чи СС3 – замовник має отримати дозвіл на виконання будівельних робіт.

Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), та об'єктів, будівництво яких здійснювалося на підставі будівельного паспорта, здійснюється шляхом реєстрації відповідним органом державного архітектурно-будівельного контролю на безоплатній основі поданої замовником декларації про готовність об'єкта до експлуатації протягом десяти робочих днів з дня реєстрації заяви.

Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, здійснюється на підставі акту готовності об'єкта до експлуатації шляхом видачі органами державного архітектурно-будівельного контролю сертифіката у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

Приведені етапи не пов'язані в єдину методику, наведені в розрізнених документах, а отже потребують при реалізації спеціальних фахових знань.

Не в достатній мірі відображені етапи підготовки термомодернізації – на стадії передпроектних робіт, тоді як саме на цьому етапі мають бути прийняті рішення, що забезпечують необхідний для замовника рівень енергоефективності, техніко-економічні показники проекту.

1.3 Аналіз методичного забезпечення основних організаційних етапів термомодернізації

В попередньому підрозділі були висвітлені основні організаційні етапи термомодернізації.

Більшість з цих етапів, такі як збір окремих видів вихідних даних, виконання вишукувальних робіт, проектування, експертиза проектної документації, отримання дозвільних документів, виконання будівельних робіт – забезпечені відповідними керівними документами.

Документів, які визначають загальну ефективність реалізації проектів, в тому числі проектів енергоефективності існує достатньо. Передбачається застосування таких методик на етапі, коли перелік заходів з енергоефективності вже визначено.

Визначення заходів з енергоефективності передбачається методиками здійснення енергоаудиту [52,53,160,167].

Згідно з ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель» рекомендації з підвищення енергоефективності розробляють з урахуванням віку технічних систем будівлі, їх стану та способу їх експлуатації та обслуговування, технологій, що застосовувались під час встановлення систем у будівлі, порівняння цих технологій з сучасними технологіями та можливості застосування передових технологій.

При розробленні рекомендацій слід:

- визначити технічну суть вдосконалення, що пропонується, та принципи отримання економії;
- розрахувати потенційну річну економію в фізичному та грошовому вираженні;

- визначити склад обладнання, необхідного для реалізації рекомендацій, його приблизну вартість, витрати на доставку, встановлення та введення в експлуатацію;
- розглянути всі можливі способи зниження витрат;
- визначити можливі побічні ефекти від впровадження рекомендацій, що впливають на реальну економічну ефективність;
- оцінити загальний ефект від запропонованих рекомендацій з урахуванням всіх вище перерахованих пунктів;
- визначити рентабельність запропонованих заходів та ранжувати їх за економічними показниками, що погоджені із замовником (наприклад, коефіцієнт чистої приведеної вартості, внутрішня норма рентабельності або простий строк окупності);
- оцінити життєздатність проекту з точки зору впровадження рекомендацій з енергозбереження;
- навести правила та вимоги з експлуатації, обслуговування та енергомоніторингу для підтримання енергоспоживання на запланованому рівні після виконання запропонованих заходів.

ДСТУ Б В.2.2-39:2016 передбачено, що Звіт з енергоаудиту містить в тому числі:

- детальний опис кожного запропонованого заходу з підвищення енергоефективності;
- оцінки впливу запропонованих заходів на навколишнє середовище та отримання екологічної переваги від їх застосування;
- пропозиції з організації робіт із реалізації запропонованих заходів з відповідним календарним графіком виконання робіт;
- рівень необхідного інвестування (якщо обумовлено договором із замовником), плану фінансування та можливих економічних умов. Визначення оптимального варіанту термомодернізації за енергетичними та економічними параметрами.

Рекомендацій стосовно того яким саме чином визначити оптимальний варіант термомодернізації за енергетичними та економічними параметрами ДСТУ не містить.

Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту», затверджена наказом Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів від 20.05.2010 № 56 [167], визначає що на етапі розроблення рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів необхідно:

- визначити технічну суть пропонованих вдосконалень та джерела отримання економії ПЕР;

- визначити пріоритет впровадження пропонованих вдосконалень;

- визначити всі можливості зменшення витрат, що можуть бути здійснені силами самого Замовника;

- розрахувати потенційну річну економію у фізичному та вартісному вираженні;

- визначити перелік обладнання, необхідного для реалізації рекомендацій, оцінити його вартість з урахуванням доставки, монтажу та введення в експлуатацію;

- визначити можливі екологічні та інші ефекти від впровадження рекомендацій, які впливають на реальну економічну ефективність;

- оцінити загальний економічний ефект з урахуванням всіх згаданих вище особливостей.

Аналіз інформації про об'єкт енергетичного аудиту необхідно проводити на основі попередньо розробленої методики, яка буде представляти вказівки або методичні рекомендації щодо виконання аналітичного дослідження.

Методика повинна містити такі положення:

- цілі та завдання аналізу;

- об'єкти аналізу;

- система показників, за допомогою яких буде досліджуватися кожен об'єкт аналізу;

- рекомендації щодо послідовності та періодичності проведення аналізу;

- опис способів та методики аналізу об'єктів енергетичного аудиту;

- джерела інформації, на підставі якої здійснюється аналіз;

вимоги щодо організації аналізу (які особи та служби будуть проводити окремі частини дослідження тощо);

технічні засоби, які доцільно використати для аналітичної обробки інформації;

порядок оформлення результатів аналізу;

споживачі результатів аналізу.

Тобто енергоаудитор має до здійснення енергоаудиту розробити Методику щодо виконання аналітичного дослідження.

Типова методика № 56 містить наступні Вимоги до розроблення рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів:

1. Обґрунтування та оцінку економічної ефективності впровадження енергоощадних заходів необхідно здійснювати згідно ДСТУ 2155.

2. Для обґрунтування та оцінки економічної ефективності впровадження енергоощадних заходів, що потребують значних фінансових інвестицій та залучення коштів банківських установ, необхідно проводити фінансовий аналіз, який базується на визначенні:

- прибутку від впровадження запропонованих енергоощадних заходів;
- чистого приведенного (дисконтованого) прибутку;
- внутрішньої норми прибутковості;
- простого періоду окупності.

Чинною нормативною базою не регламентовано порядок складання завдання на проектування. Не регламентований зв'язок між заходами, передбаченими Звітами щодо технічного стану об'єкту та енергоаудиту, відображенням їх в Завданні на проектування.

1.4 Дослідження найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, що використовуються при термомодернізації

Для вибору оптимальних технічних рішень з термомодернізації необхідно дослідити існуючі конструктивно-технологічні рішення, визначити особливості та обмеження їх застосування.

Теплоізоляція зовнішніх стін може бути виконана як ззовні так і з середини приміщення.

При улаштуванні теплоізоляції ззовні будівлі можна виділити наступні переваги:

- захист стіни від змінного замерзання і відтавання та інших атмосферних впливів;
- збільшення довговічності несучої частини зовнішньої стіни через виключення появи тріщин внаслідок нерівномірних температурних деформацій, що особливо актуально для зовнішніх стін з великих панелей;
- зміщення точки роси до зовнішнього теплоізоляційного шару, завдяки чому виключається зволоження внутрішньої частини стіни,
- створення сприятливого режиму роботи стіни за умовами її паропроникності, що виключає необхідність улаштування спеціальної пароізоляції, у тому числі на віконних укосах, що потрібно в разі внутрішньої теплоізоляції;
- формування більш сприятливого мікроклімату приміщення;
- можливість поліпшення оформлення фасадів будівель, що реконструюються;
- відсутність ефекту зменшення площі приміщень;
- можливість проведення робіт пов'язаних з утепленням фасадів без необхідності припинення функціонування загальноосвітніх закладів.

Класифікація конструктивно-технологічних рішень фасадної теплоізоляції представлена в ДСТУ Б В.2.6-34:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги».

Представлена в документі класифікація представлена на рис. 1.3.

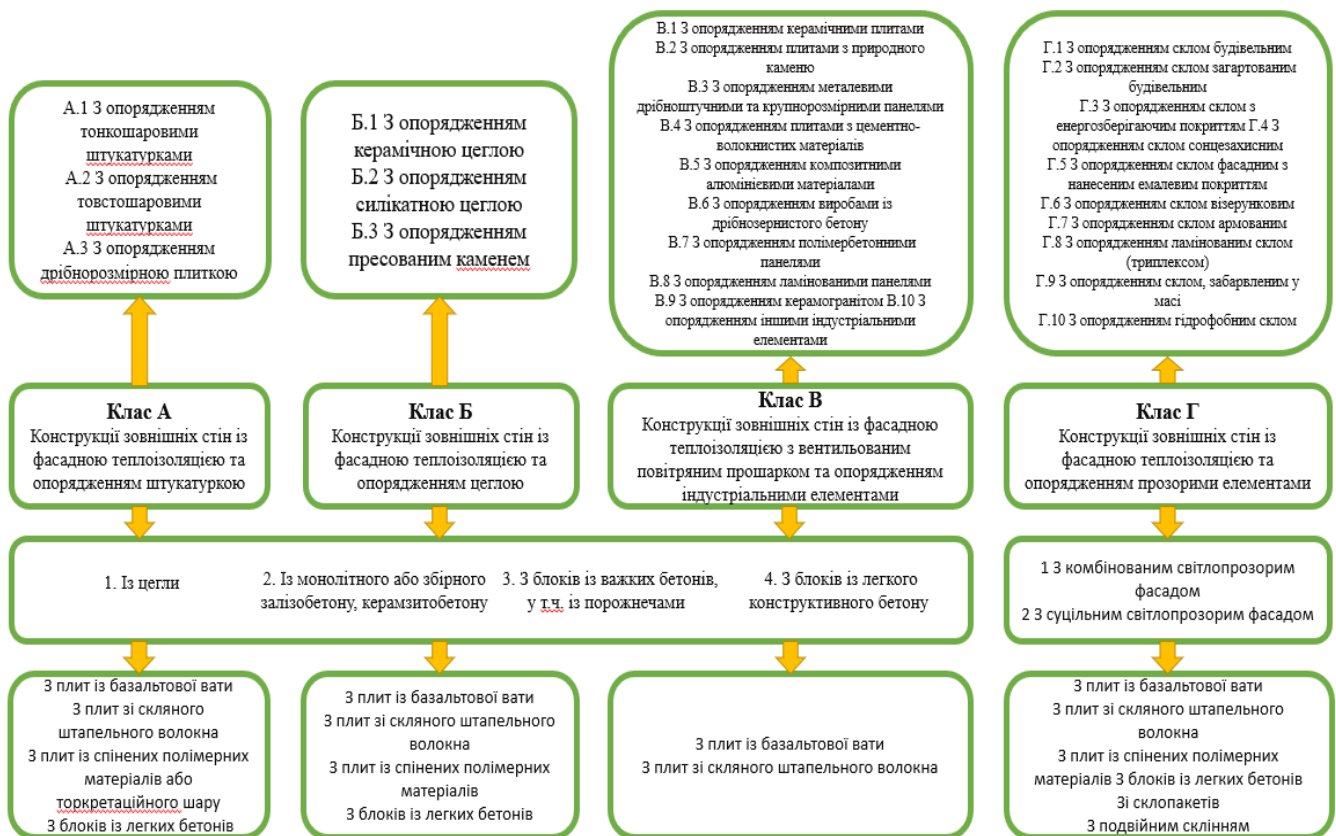


Рис. 1.3. Класифікація фасадних систем згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008

Конструктивні рішення термомодернізації покрівлі слід вибирати в залежності від стану збереження конструктивних елементів покриття.

При задовільному стані покрівлі, але недостатній теплоізоляції огорожуючих конструкцій будівлі:

- необхідно влаштувати додаткову паро- і теплоізоляцію з влаштуванням покрівельного килима з рулонних, плівкових, мембранних, мастикових матеріалів (для суміщених і роздільних покриттів);
- необхідно влаштувати додаткову теплоізоляцію;
- демонтувати конструктивні елементи покриття з влаштуванням паро-, теплоізоляції і покрівельного килима з рулонних, плівкових, мембранних, мастикових матеріалів.

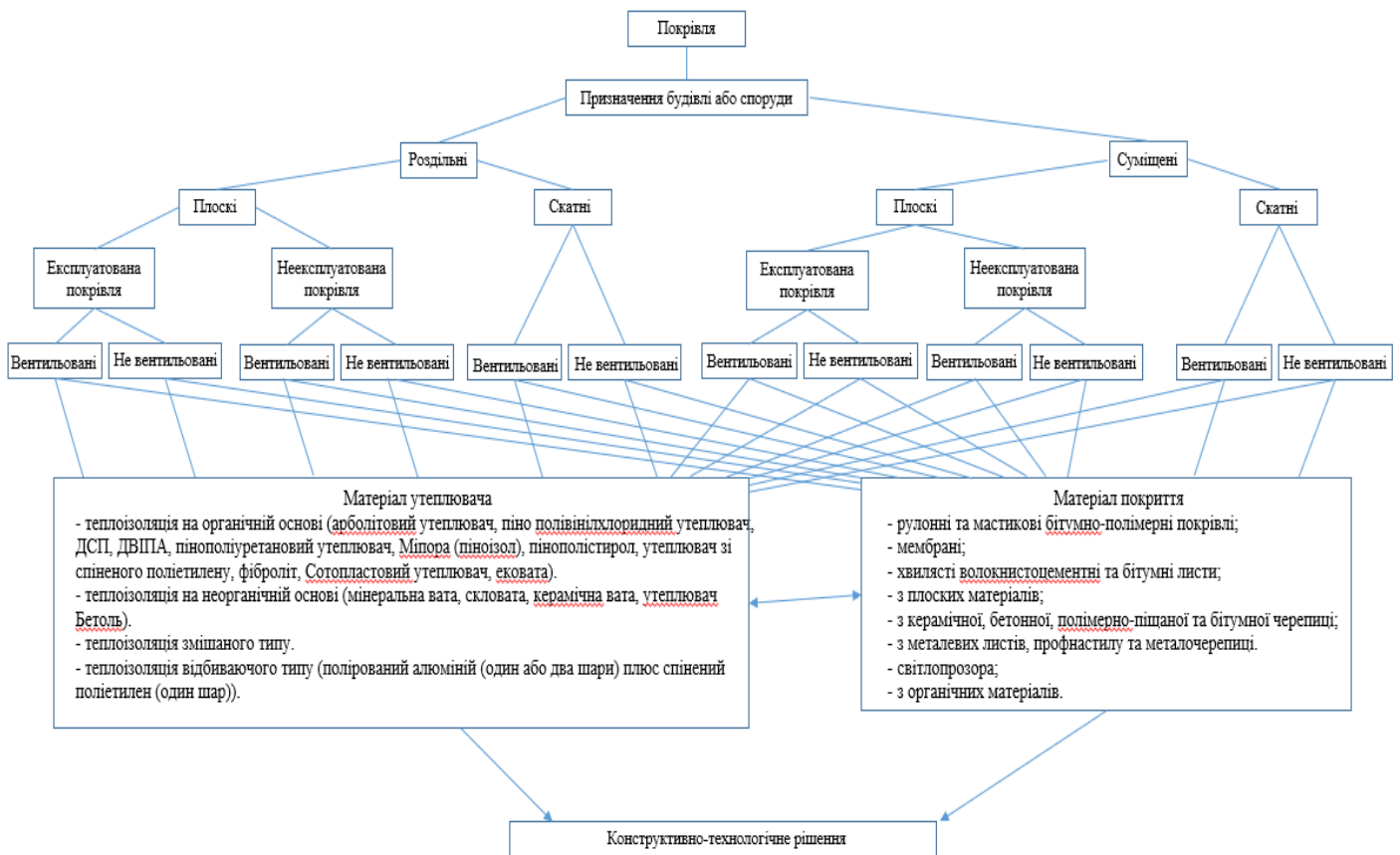


Рис.1.4. Принципові підходи до вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації покрівлі.

Вид покрівлі залежить від її планової довговічності (від капітальності споруди), від задуму архітектора, ухилу даху та фінансових можливостей інвестора.

Більш довговічні матеріали вимагають більш крутого ухилу даху і вони більш дорогі. Недовговічні бітумінозні матеріали можна укласти на плоских майже горизонтальних дахах і ціна їх значно найнижча. Але слід пам'ятати, що покрівлі із більш дешевих матеріалів необхідно капітально ремонтувати за період експлуатації будинку декілька разів.

Горищні покриття значно надійніші в експлуатації, оскільки створюють більш сприятливі умови для роботи покрівельного килима і дозволяють застосовувати довговічні мінеральні покрівельні матеріали (шифер, черепиця). Проте вони трудомісткі, оскільки улаштовуються з малорозмірних штучних матеріалів.

З похилих дахів дощова та тала вода швидко стікає з покрівлі, а тому покрівля може бути виготовлена з несучільного матеріалу (черепиця, дерев'яний гонт, очерет, солома тощо). Такі дахи матеріаломісткі, дорожчі від плоских і для їх спорудження витрачається багато кваліфікованої праці. Крім того, вони більш складні у виготовленні та експлуатаційному обслуговуванні і роботи для їх влаштування важко механізувати.

Плоскі покрівлі без горищ можуть утеплюватись як із зовнішньої, так і з внутрішньої сторони. У зв'язку з простотою виконання рекомендується зовнішній спосіб утеплення покрівлі. Основою під ізоляційний килим можуть служити рівні поверхні: теплоізоляційних плит з межею міцності на стиск при 10 % деформації не менше 0,06 МПа; вирівнюючих монолітних стяжок із цементно-піщаного розчину з міцністю на стиск не менше 5 МПа; під монолітну цементно-піщану стяжку при бетонній несучій основі можуть використовуватися теплоізоляційні плити з межею міцності на стиск при 10 % деформації не менше 0,035 МПа.

Розглядання термомодернізації покриттів із утепленням по плиті перекриття даху для розділених та суміщених покриттів з висота повітряного прошарку 300-800 мм та відсутністю доступу до нього не доцільно у зв'язку із технічно неможливістю виконання робіт, тому як оптимальний варіант термомодернізації покрівлі необхідно розглядати технічні рішення термомодернізації покриття ззовні.

Проаналізувавши різні варіанти технічних рішень з модернізації конструкцій для термомодернізації суміщених та розділених дахів необхідно найбільш ефективних є рішення із відновленням строгого покриття за допомогою УІВ та нанесенням теплогідроізоляційного покриття на основі пінополіуретанових композицій, а також улаштування нової покрівлі із вентильованим теплоізоляційним шаром.

В процесі виконання роботи з дослідження та аналізу варіантів утеплення підлог на перших поверхах будинків були розглянуті конструктивні рішення з застосуванням різних утеплювачів, що передбачають:

- утеплення підлог на перекритті зі сторони опалювального приміщення;

- утеплення підлог на перекритті зі сторони неопалювального підвального приміщення;
- утеплення підлог на перекритті зі сторони опалювального приміщення над проїздами (арками);
- утеплення підлог, що улаштовані на ґрунті.

Конструктивні рішення щодо улаштування теплоізоляції зі сторони першого поверху на перекритті із суцільних плит та на перекритті із багатопустотних плит, які передбачають використання пінополістирольних плит в якості утеплювача, не рекомендуються до застосування при термомодернізації у зв'язку з тим, що плити мають низьку міцність на стиск і при загорянні виділяють токсичні речовини.

Конструктивні рішення щодо улаштування теплоізоляції зі сторони першого поверху, де в якості утеплювача застосовують мінераловатні плити, не були рекомендовані до впровадження тому, що ці конструктивні рішення не передбачають улаштування гідроізоляції на поверхні перекриття. При улаштуванні пароізоляції ускладнено кріплення пароізоляційного матеріалу. Крім того дерев'яне покриття укладене по лагах в процесі експлуатації може вібрувати.

Конструктивне рішення щодо улаштування теплоізоляції зі сторони неопалювального підвального приміщення, де в якості утеплювача застосовують мінераловатні плити, не було рекомендовано до впровадження тому, що дане конструктивне рішення не передбачає улаштування пароізоляції для захисту мінерального утеплювача від вологи і крім того передбачає кріплення обрешіток (у два шари), що вимагає додаткових трудовитрат та коштів.

Конструктивне рішення щодо улаштування теплоізоляції підлоги на ґрунті що передбачає використання пінополістирольних плит в якості утеплювача, не рекомендується до застосування при термомодернізації у зв'язку з тим, що в будинках, які експлуатуються на даний час, підлоги улаштовані і для того, щоб застосувати це конструктивне рішення необхідно демонтувати існуючі підлоги. Крім того дане конструктивне рішення не може бути застосоване, тому що:

- пінополістирольні плити укладають на шар ущільненого гравію, що може призвести до їх пошкодження в процесі виконання наступних технологічних процесів з улаштування підлоги;

- пінополістирол має низьку міцність на стиск;

- гідроізоляція повинна улаштовуватись по вирівняній бетонній стяжці перед укладанням мінераловатних плит.

Конструктивні рішення щодо улаштування теплоізоляції зі сторони першого поверху на перекритті із суцільних плит та на перекритті із багатопустотних плит, не рекомендується до застосування при термомодернізації у зв'язку з тим, що дані рішення складні у реалізації, вимагають значних трудовитрат та коштів і не забезпечують довговічність підлог.

Конструктивні рішення щодо улаштування теплоізоляції зі сторони першого поверху на перекритті із суцільних плит, не рекомендуються до застосування у зв'язку з тим, що дані рішення вимагають значних трудовитрат та коштів, і крім того пінополістирол не бажано використовувати в якості утеплювача при термомодернізації житлових та громадських будинків.

Аналіз всіх конструктивних рішень з термомодернізації підлог першого поверху будинків, показав, що найбільш доцільними є конструктивні рішення:

- улаштування теплогідрозвукоізоляції зі сторони першого поверху на перекритті із багатопустотних плит з застосуванням негорючого утеплювача;

- улаштування теплогідрозвукоізоляції зі сторони опалювального приміщення на перекритті із суцільних плит з облицюванням “плаваючої” підлоги керамічними плитками;

- улаштування теплогідрозвукоізоляції з підігрівом зі сторони опалювального приміщення на перекритті із суцільних плит з облицюванням “плаваючої” підлоги керамічними плиткам;

- улаштування теплоізоляції підлоги по ґрунту з застосуванням мінераловатних плит;

- улаштування теплоізоляції перекриття між першим поверхом і неопалювальним підпіллям з застосуванням мінераловатних плит.

Для вибору найбільш ефективних утеплювачів для термомодернізації огорожувальних конструкцій розглянемо основні, що розповсюджені на ринку в Україні.

Мінеральна вата (залежно від виду початкової сировини), може мати різну структуру волокнистості, задану технологічно: горизонтально-шарувату, вертикально-шарувату, гофровану або просторову, що розширює можливості її застосування в тих або інших конструкціях.

Вона характеризується значною стійкістю до високих температур і дії хімічних речовин. Мінеральна вата має також відмінні тепло і звукоізоляційними властивостями.

Сфери її застосування - це теплова ізоляція стін і перекриттів, так само мінеральна вата широко використовується для ізоляції високотемпературних поверхонь (печі, трубопроводи і тд.), вогнезахист конструкцій і в якості звукоізоляційного матеріалу в перегородках, акустичних екранах.

За своїми фізико-механічними показниками мінераловатний утеплювач може бути використаний в конструкціях покрівлі та перекриттях.

Пінобетон — це бетон, що має пористу структуру за рахунок замкнутих пор (бульбашок) по всьому об'єму, отриманий в результаті твердіння розчину, що складається з цементу, піску, води, і піни.

Пінобетон має високі фізико-механічні властивості, однак через порівняно високу теплопровідність необхідно улаштувати значну товщину (300-450 см) для досягнення необхідних показників опору теплопередачі конструкції. Це дуже важливо особливо при улаштуванні утеплення перекриттів перших поверхів.

Застосування цього матеріалу для термомодернізації перекриттів перших поверхів вважаємо недоцільним.

Пінополістиро́л — легкий матеріал, що складається з атомів водню і вуглецю. Цей матеріал застосовується, як теплоізоляційний шар для зовнішніх стін будівель.

Структура пінополістиролу забезпечує його унікальні теплоізоляційні властивості, він водостійкий, має високу механічну міцність, не вбирає вологу. А висока густина пінополістиролу в будівельних елементах і спеціальна конструкція

сполучних замків виключають порушення теплопровідності, як на стадії монтажу, так і в процесі експлуатації будівлі. На відміну від інших будівельних матеріалів, пінополістирол не радіоактивний. Пінополістирол не містить речовини, живі мікроорганізми, тому не схильний до дії гризунів, цвілі, грибків і бактерій.

Легкозаймистий матеріал. Температура займання 310 °С; температура самозаймання 440 °С. Займається від полум'я сірника (650—835 °С). Горить в розплавленому стані з виділенням значної кількості тепла.

Горіння пінополістирола супроводжується сильним виділенням (267 м³/м³) густого чорного диму. Продукти горіння токсичні. Засоби гасіння: Розпилена вода зі змочувачами. Горіння пінополістиролу близьке до горіння напалму (швидкість горіння біля 10,5 м/хв).

Пінополістирол має високі теплотехнічні характеристики при помірних механічних властивостях і може бути використаний як теплоізоляційний шар як в конструкціях підлог та покриттів житлових будинків.

Пінополіуретан - відноситься до групи газонаповнених пластмас, які на 85-90 % складаються з інертної газової фази.

Завдяки його дуже низькій теплопровідності (0,019 - 0,03 Вт/(м), малій паропроникності і гідроізоляційним характеристикам - жорсткі пінополіуретани із закритою клітинною структурою застосовується практично всюди і використовується при роботах по:

- теплоізоляції покрівель і горищних приміщень;
- утепленні і акустична ізоляція стін як зсередини приміщень так і зовні будівлі;
- гідроізоляції і утепленні фундаментів.

Високі коефіцієнти адгезії роблять цей матеріал дуже універсальним, він може з однаковим успіхом наноситься на папір, метал, деревину, штукатурку, цеглину, руберойд, черепицю і багато що інше. Можливість робити і наносити пінополіуретан безпосередньо на будівельному майданчику значно знижує супутні витрати і робить теплоізоляційний шар, що наноситься, повністю монолітним - що гарантує відсутність містків холоду.

Піноскло — скло з комірчастою (пористою) структурою; вид теплоізоляційного, звукопоглинального та будівельного (конструкційного) матеріалу.

Діаметр рівномірно розподілених в склі пор $0,1 \div 0,5$ мм. Газова фаза піноскла займає 80—95 %, а скляна маса 5—20 % об'єму. Піноскла з об'ємною масою 140—200 кг/м³, з міцністю на стиснення 8—20 кгс/см² і водопоглинанням не більше 1 %.

Піноскло має високі фізико механічні характеристики, однак враховуючи дуже високу ціну сьогодні для розробки рішень з термомодернізації не застосовуємо.

Екструзійний пінополістирол (ЕППС) — синтетичний теплоізоляційний матеріал.

Екструзійний пінополістирол має однорідну структуру (герметично замкнених пухирців). Саме така структура надає матеріалу низької теплопровідності і високої міцності, робить матеріал паронепроникним і не дозволяє вбирати вологу.

Переваги при використанні матеріалу:

- зниження температурних навантажень на конструкційний матеріал
- захист стін від атмосферної вологи,
- можливість утеплення будівель без виселення мешканців,
- збільшення довговічності житлового фонду.

Недоліки:

- невисокі звукоізоляційні властивості,
- займистість.

Екструзійний пінополістирол застосовується не тільки для утеплення стін, але і фундаментів, цокольних поверхів, підземного утеплення теплових комунікацій і каналізаційних систем, пристрою теплих покрівель. Покрівля з використанням плит ЕППС може експлуатуватися без ремонту не менше 25—30 років. Така довговічність досягається особливим розташуванням елементів, а саме: теплоізоляція знаходиться вище уразливої гідроізоляції, захищаючи, її від руйнування під впливом кліматичних навантажень. ЕППС може бути використаний для теплоізоляції підлог, зокрема що обігріваються, для утеплення шатрових покрівель, мансардних поверхів і міжповерхових перекриттів.

Класифікація конструктивно-технологічних рішень вікон наведено на рис. 1.5.

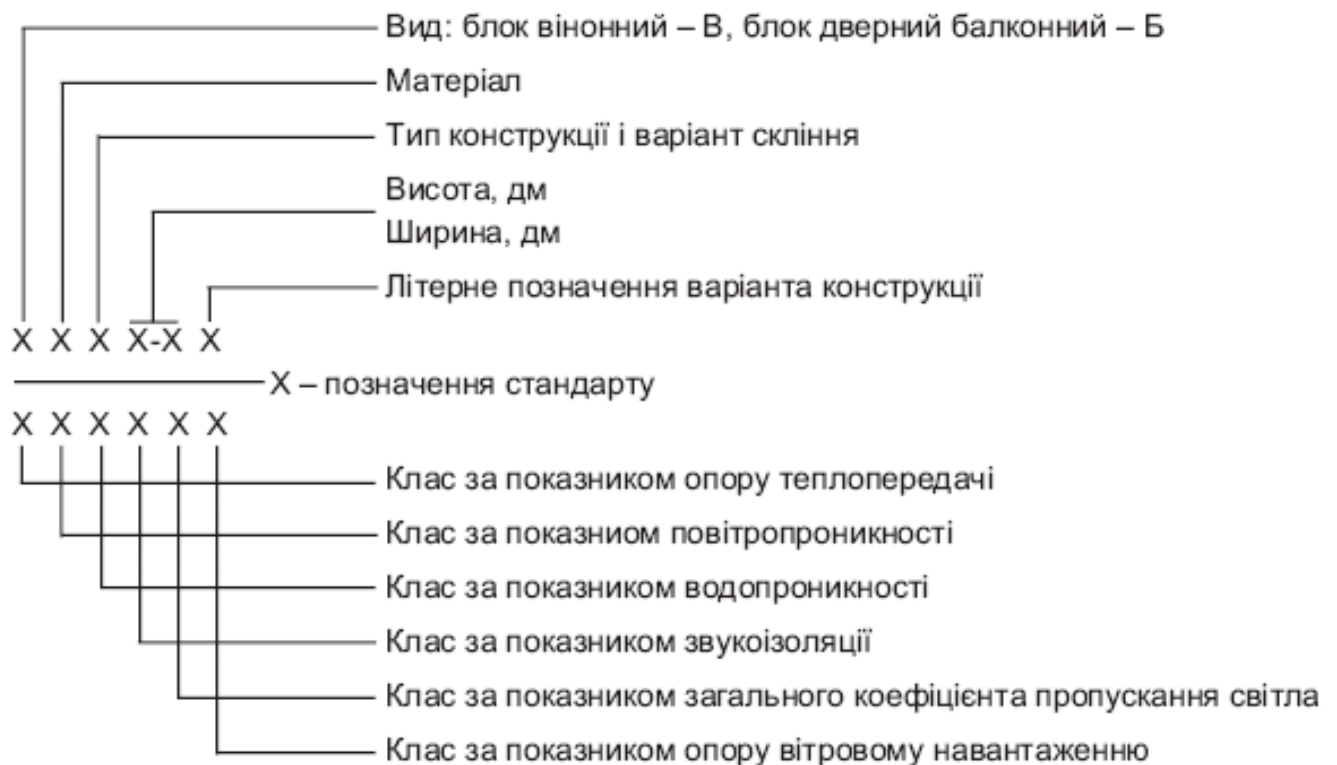


Рис. 1.5. Класифікація конструктивно-технологічних рішень вікон

Особливостями конструкцій сучасних вікон та дверей становить:

- створення нових склопрозорих конструкцій та дверей під вибагливі вимоги конкретного споживача, зокрема, такі як фасадні системи скління, зимові сади, віконниці, внутрішні декоративні двері для саун, басейнів, барів;
- різноманітність конструкцій за формами та дизайном (з новим наповненням таким як атріуми, арочні або радіальні конструкції), а також функціональним забезпеченням (протиударні, сонцезахисні, декоративні, енергозберігаючі, куленепробивні, протипожежні тощо);
- становлять стильний елемент оформлення фасадів будинків;
- багатоскладність елементів конструкцій вікон та дверей (віконні плівки, багатокамерні профілі складної конфігурації, комбіновані матеріали для самих конструкцій вікон та дверей з використанням композиційних полімерів, металевих сплавів, деревини);

- дверні полотна виготовляють з використання крім традиційної сосни інших порід дерев таких як дуб, вільха, ясен, клен, а також екзотичних деревинних порід;
- різновиди моделей та стилів виготовлення з наданням фірмових імен кожної окремої конструкції (наприклад, “Хвиля”, “Лотос”, “Наталі”);
- різновиди фурнітури з широкою гамою кольорів та конструктивним оформленням;
- різновиди технологій виготовлення дверних полотен (дверні полотна з ламінатних зовнішніх матеріалів, фільончасті дверні полотна, двері шпоновані тощо)
- додаткові елементи такі як фіксатори нахилу вікна, фіксатори повороту вікна та блокування ручки для цілей підвищення безпеки та зручності в користуванні;
- нові функціональні послуги: москітні сітки, зимове провітрювання.

Теплоізоляційні характеристики вікон майже в 5 раз менші теплоізоляційних параметрів зовнішніх стін (значення $R_{q \min}$ для стін температурної зони I становить $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, для вікон – $0,73,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$). Це значить, що теплові втрати через вікна в 5 раз перевищують теплові втрати зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Термічний опір віконного скла теплопровідністю $0,76 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, товщиною 3 мм становить всього лише $0,004 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Тому цією величиною під час розрахунків часто нехтують, беручи до уваги лише товщину повітряного прошарку заклої частини. Проте збільшення повітряного прошарку більше 5 см практично не призводить до підвищення термічного опору віконного заклої.

Для збільшення цього параметру виробники вживають таке конструктивне виконання скління, у якого є декілька повітряних прошарків. Для вітчизняного клімату достатньо двох прошарків (потрійне заклої) [81].

Висновки до розділу 1

1. Аналіз нормативної бази в Україні з питань термомодернізації та енергоаудиту, показав, що нормативна база висвітлює практично всі питання та регулює всі процеси, пов'язані з реалізацією проектів з підвищення енергоефективності.

2. В той же час відсутній алгоритм використання наявних нормативних документів для здійснення процесу термомодернізації в цілому – від ідеї проекту, вибору об'єктів до виконання БМР. Таким чином окремі важливі етапи можуть залишитись поза увагою суб'єктів процесу термомодернізації, а значить створення методології, яка би містила сукупність методик для виконання кожного з етапів процесу комплексної термомодернізації та забезпечувала би їх послідовне виконання, є актуальним.

3. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 передбачено, що у складі звіту про енергоаудит, енергоаудитор визначає рівень необхідного інвестування, розробляє план фінансування та можливі економічних умов, визначає оптимальний варіант термомодернізації за енергетичними та економічними параметрами. Рекомендацій стосовно того яким саме чином визначити оптимальний варіант термомодернізації нормативна база не містить.

4. Чинною нормативною базою не регламентовано порядок складання завдання на проектування. Не регламентований зв'язок між заходами, передбаченими Звітами щодо технічного стану об'єкту та енергоаудиту, відображенням їх в Завданні на проектування.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обґрунтування актуальності, мети та задач дослідження

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, 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. Тян, Г.Г. Фаренюк, А.В. Шпаков, Шаленний В.Т. 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., Дікарев К.Б. Савйовський В.В., Меньлюк О.І., Тян Р.Б., Черепашук Л.А., Олійник Н.В., Ратушняк Г. С, Ратушняк О. Г., Шаленний В.Т., Понізов С.Є. та інш. Проте досі не запропоновано методик комплексної оцінки та оптимізації конструктивно-технологічних рішень для проектів термомодернізації.

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

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, який містить повний перелік необхідних етапів, та їх взаємозв'язок, включає використання інструментарію щодо критеріальної оцінки для вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій, 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 огорожуючих 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 термомодернізації;
- здійснити апробацію результатів дослідження на прикладі термомодернізації будівель загальноосвітніх шкіл.

Проведений аналіз та зіставлення задач дослідження, його етапів та класифікація методів дослідження, що використовуються, дозволяє систематизувати та якісніше оцінити отримані в подальшому результати дослідження.

Таблиця 2.1

Структурно-логічна схема дослідження

1 Етап: Аналіз теоретичних підходів до здійснення термомодернізації об'єктів будівництва			
Задачі:			
Проаналізувати існуючі організаційні та технологічні підходи реалізації проектів з підвищення енергоефективності будівельних об'єктів.	Визначення основних етапів організації підготовки проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва	Визначення особливостей термомодернізації	
Методи: узагальнення, систематизації, класифікації, абстрагування, аналізу, синтезу			
Інформаційна основа: Наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, нормативна та законодавча база			
2 Етап: Аналіз практичного досвіду здійснення термомодернізації об'єктів будівництва			
Задачі:			
Визначення основних етапів організації підготовки проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва		Визначення особливостей термомодернізації	
Методи: узагальнення, систематизації, класифікації, абстрагування, аналізу, синтезу			
Інформаційна основа: Наукові роботи фахівців-практиків Дані щодо підготовки проектів термомодернізації більш ніж 160 об'єктів Дані щодо існуючих організаційних схем реалізації будівельних проектів			
3 Етап: Розробка організації та методики дослідження			
Задачі:			
Аналіз існуючого методичного забезпечення виконання основних організаційних етапів термомодернізації об'єктів будівництва, визначення етапів, методичне забезпечення яких потребує розроблення чи вдосконалення		Підбір джерел інформації Вибір методів дослідження	
Методи узагальнення, систематизації, класифікації			
Інформаційна основа: Наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, нормативна та законодавча база			
4 Етап: Вдосконалення організаційної моделі здійснення термомодернізації			
Задачі:			
Аналіз та систематизація існуючих конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації технічних рішень	Розробка методичних засад з вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації	Розробка методичних засад оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожувальних конструкцій будівлі	Розробка порядку організації термомодернізації будівель
Методи узагальнення, систематизації, класифікації, абстрагування, аналізу, синтезу			
	Метод експертних оцінок	Методи ітерацій, математичного моделювання	
Дані щодо характеристик можливих технічних рішень з термомодернізації			
5 Етап: Апробація результатів дослідження на прикладі організації термомодернізації будівель загальноосвітніх шкіл			
Задачі:			
Апробація методики з вибору (окремих) оптимальних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації (для окремих огорожувальних конструкцій та інженерних систем) на прикладі будівель загальноосвітніх шкіл		Апробація методики оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації оболонки будівлі на прикладі будівель загальноосвітніх шкіл	
Метод експертних оцінок			
Інформаційна основа: Результати обстеження технічного стану та енергетичного аудиту будівель шкіл			

Інформаційною базою дослідження послужили законодавчі, нормативні та інструктивні документи, дані статистичної звітності Державного комітету статистики України, Міністерства регіональної політики, будівництва та житлово-комунального господарства 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.

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.

2.2 Критерії вибору конструктивно-технологічних рішень та оптимізації теплової оболонки будівлі

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 літературних джерел показав, що можуть бути застосовані різні підходи до оцінки теплоізоляційних систем.

Згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008 основні фізико-механічні показники збірних систем оцінюються за наступними показниками:

Таблиця 2.2

Фізико-механічні показники збірних систем

Показники	Класи			
	А	Б	В	Г
1 Приведений опір теплопередачі	+	+	+	+
2 Міцність зчеплення теплоізоляційного шару з захисно-опоряджувальним шаром	+	-	-	-
3 Теплоізоляційний шар:				
- термін ефективної експлуатації;	+	+	+	+
- теплопровідність;	+	+	+	+
- густина;	+	+	+	+
- міцність на осьовий розтяг;	+	+	+	+
- міцність на стиск при 10 %-й лінійній деформації;	+	+	+	+
- товщина	+	+	+	+
4 Товщина повітряного прошарку	-	+	+	+
5 Зусилля виривання дюбеля з несучої стіни	+	-	+	+
6 Допустиме зниження опору теплопередачі системи після випробувань надійності теплової ізоляції конструкції	+	+	+	+
7 Допустимі відхилення від проектного положення (фасаду, плит опорядження, повітряного прошарку, елементів кріплення)	-	+	+	+
8 Кількість дюбелів для кріплення каркаса до несучої частини стіни	-	-	+	+
9 Стійкість опоряджувального шару до впливу кліматичних факторів	+	+	+	+
10 Стійкість опоряджувального шару при ударі	+	+	+	-
11 Безпека опоряджувального шару при ударі	-	-	-	+
12 Маса 1 м ² фасадної теплоізоляції у стані експлуатаційної вологості	+	-	-	-
13 Коефіцієнт паропроникності теплоізоляційного та повітрязахисного шарів	+	+	+	+
14 Опір паропроникності опоряджувального шару	+	-	-	-
15 Вимоги до антикорозійного захисту кріпильних елементів каркаса конструкцій фасадної теплоізоляції	-	+	+	+

16 Вимоги до матеріалу, геометричних розмірів дюбелів, глибини їх анкерування	+	-	+	+
17 Опір повітропроникності шару (шарів) теплоізоляції та повітроізоляції	-	+	+	+
18 Вимоги до марок металу кріпильних елементів каркаса, клямерів тощо, та товщини профілів кріпильного каркаса	-	+	+	+
19 Допустима довжина монтажних елементів стояків та ригелів	-	-	+	+
20 Групи горючості матеріалів теплоізоляційного шару	+	+	+	+
21 Групи горючості матеріалів опоряджувального шару	+	-	+	-
22 Здатність конструкцій фасадної теплоізоляції поширювати вогонь	+	-	-	-
23 Водонепроникність	-	-	-	+
24 Деформативність каркаса під вітровими навантаженнями	-	-	-	+

Основою кожної теплоізоляційної системи є теплоізоляційний матеріал (шар), який визначає основні теплотехнічні показники системи. Опоряджувальний та ізоляційні шари в основному виконують захисні та естетичні функції.

Вибір теплоізоляційного матеріалу (теплоізоляційної системи) має здійснюватись з урахуванням природнокліматичних умов району будівель, архітектурно-конструктивних рішень щодо формування фасадів та архітектурно-планувальних рішень всередині будівель і властивостей матеріалів, який буде виконуватись відповідно до структурної моделі еколого-економічного моніторингу та розрахунків щодо умов експлуатації – температура і вологість матеріалу, що визначають перенос тепла і вологи через матеріал при його експлуатації в огорожувальних конструкціях.

Головним показником теплоізоляційних матеріалів є коефіцієнт теплопровідності λ , за значенням якого їх поділяють на три класи:

- клас А – малотеплопровідні [$\lambda < 0,058 \text{ Вт/(м.К)}$];
- клас Б — середньотеплопровідні [$\lambda — 0,058...0,116 \text{ Вт/(м. К)}$];
- клас В — підвищеної теплопровідності [$\lambda > 0,180 \text{ Вт/(м.К)}$].

Теплоізоляційні матеріали класифікують за середньою густиною, яка дає достатнє наближене уявлення про теплопровідність. За цим показником матеріали поділяють на марки, кг/м³:

- ОЛ (особливо легкі) - 15, 25, 35, 50, 75, 100;
- Л (легкі) - 125, 150, 175, 200, 250, 300;
- Т (важкі) —400, 450, 500, 600.

Наближеність теплопровідності матеріалу, оцінюваної середньою густиною, пояснюється впливом хімічного складу, молекулярної будови та характеру пористості. За решти незмінних умов теплопровідність матеріалів кристалічної будови вища, ніж аморфної чи мішаної.

Із матеріалів, які мають однакову загальну пористість, вищий опір теплопередачі чинять ті, в яких пори закриті, сферичні діаметром 0,1...2,0 мм. Повітря, що міститься в таких порах, практично нерухоме й показує найменший з усіх земних матеріалів коефіцієнт теплопровідності 0,023 Вт/(м.К). Якби не створювалися теплоізоляційні матеріали, основне завдання при цьому наблизитися до наведеного значення.

Крупні, особливо сполучені між собою пори, зумовлюють переміщення повітря, наслідком чого є конвекційне передавання теплоти, тобто по суті повітря перетворюється з теплоізолятора на теплоносій. Звідси мета створення матеріалу – одержати високо й дрібнопористий легкий матеріал. При цьому міжпоровий простір – «каркас» – має утворюватися речовиною аморфною, а не кристалічною.

Пористість теплоізоляційних матеріалів, як правило, вища ніж 50%, а деякі матеріали, наприклад ніздрюваті пластмаси, мають пористість 90...98%.

Водонасичення і особливо замерзання води в порах матеріалу призводить до різкого збільшення теплопровідності, оскільки теплопровідність води приблизно в 25, а льоду в 100 разів вищі, ніж повітря. З цієї причини теплоізоляційний шар потрібно обов'язково захищати від зволоження.

Саме тому до властивостей теплоізоляційних матеріалів висувають ряд вимог:

- низька теплопровідність ;
- стійкість до коливань температур при експлуатації;

- однорідність властивостей;
- оптимальна густина;
- низький рівень займистості і вибухонебезпечності;
- міцність при транспортуванні і монтажі;
- волого та водостійкість;
- стійкість до атмосферних впливів;
- стійкість до впливу комах;
- хімічна стійкість;
- нешкідливість для людини.

Положення ДБН В.2.6–31:2016 встановлюють мінімальні вимоги до теплотехнічних показників конструкцій теплоізоляційної оболонки будівель та до енергетичних характеристик будівель або відокремлених їх частин, що визначені на підставі економічно обґрунтованого рівня енергетичної ефективності будівлі з урахуванням очікуваного життєвого її циклу за умови задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі.

В документі зазначено, що технічні рішення для забезпечення оптимального рівня витрат на споживання енергії та подальшого підвищення енергетичної ефективності будівель повинні враховувати кліматичні і місцеві особливості, внутрішнє кліматичне середовище та економічну ефективність. Такі заходи не повинні суперечити істотним вимогам стосовно будівель, таким як легкість доступу, безпека та призначення будівлі.

Матеріали та конструкції, що використовуються для теплоізоляції будівель, не повинні вміщувати та виділяти токсичних та шкідливих для здоров'я людини речовин. Величина ефективної питомої активності природних радіонуклідів в матеріалах, що використовуються для теплоізоляції будівель, не повинна перевищувати 370 Бк/кг.

Також ДБН встановлене мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будівель.

Автори [134] здійснюють порівняння конструктивних рішень енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій за наступними показниками: товщина стіни, опір теплопередачі, вага 1 м² стіни, вартість 1 м² стіни, трудомісткість зведення стін, корисна площа внутрішніх приміщень.

Так, автори [169] розподілили фактори, що впливають на прийняття організаційно-економічних рішень при виборі матеріалів для термореновації будівель за такими групами:

1. Економічні:

- a. Вартість матеріалу;
- b. Вартість робіт;
- c. Трудомісткість робіт;
- d. Довговічність;
- e. Експлуатаційні витрати;

2. Екологічні:

- a. Вогнетривкість;
- b. Хімічна стійкість;
- c. Біологічна стійкість;
- d. Шкідливість

3. Теплофізичні:

- a. Теплопровідність;
- b. Густина;
- c. Паропроникність;
- d. Гігроскопічність;
- e. Морозостійкість;
- f. Міцність на стискування;
- g. Звукопоглинання;

4. Художньо-естетичні:

- a. Яскравість;
- b. Кольоровість;
- c. Тональність;

- d. Фактурність;
- e. Колір.

Автори [175] розглядають критерії вибору замовником системи теплоізоляції дещо з іншої позиції, враховуючи організаційний аспект:

1. Наявність успішно змонтованих і експлуатованих систем теплоізоляції на будинках аналогічного класу.
2. Комплектність системи з урахуванням правильно зазначених витрат матеріалів на одиницю площі.
3. Наявність технічної документації на систему, альбому технічних рішень з примикань системи до елементів фасаду, детальних інструкцій з монтажу.
4. Ціни, розраховуючи на один квадратний метр поверхні фасаду, з урахуванням повної комплектації системи.
5. Строки й умови поставок матеріалів, що входять у комплект системи (графік поставок).
6. Власна вага пропонованої системи (цей пункт особливо важливий для будинків підвищеної поверховості).
7. Надання постачальником вибору фактур і видів штукатурок, а також їхнє тонування в об'ємі.
8. Інжинірингове обслуговування (навчання, шеф-монтаж, технічний нагляд).
9. Видача гарантій на систему не менше 5-10 років.

Автор [21] виділяє та обґрунтовує наступні критерії оцінки зовнішніх систем утеплення:

1) Надійність і стабільність системи утеплення.

Система утеплення повинна забезпечувати надійність при експлуатації в результаті впливу:

- власної ваги системи;
- вітрового напору та вітрового відсмоктування;
- гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря;
- деформації при усадці;

- сонячної радіації;
- дощового навантаження;
- ударна міцність.

Надійність повинна підтверджуватися розрахунковими даними за відповідним моделям навантаження і впливу, протоколами випробувань незалежних лабораторій і досвідом експлуатації в реальних умовах.

2) Протипожежний захист.

3) Тепловий захист.

При розрахунках приведеного опору теплопередачі необхідно враховувати точкові тепловтрати через дюбелі. Дані по тепловтратами через конкретний дюбель повинні надаватися виробником дюбелів.

4) Теплопривкість.

Теплова інерція огорожувальної конструкції є сума добутків термічних опорів окремих шарів на розрахункові коефіцієнти теплозасвоєння матеріалів цих шарів.

Застосування ефективних утеплювачів дозволяє перейти до легких огорожувальних конструкцій. Втрати по теплостійкості огорожувальної конструкції за рахунок зниження розрахункового коефіцієнта теплозасвоєння можна компенсувати за рахунок високого термічного опору утеплювача. Це повинно підтверджуватися кожен раз відповідним розрахунком.

5) Звукоізоляція.

Застосування багатошарових огорожувальних конструкцій вимагає більш ретельного аналізу питання звукоізоляції. З точки зору будівельної фізики терміни «звукоізоляція» і «звукопоглинання» мають різну природу. Звукопоглинання залежить безпосередньо від властивостей матеріалу, тоді як звукоізоляція - від виду і будови огорожувальної конструкції. Можна застосувати чудові звукопоглинальні матеріали, проте сама захисна конструкція при певних умовах може мати мінімальну звукоізоляцію.

Так, наприклад, системи зовнішнього утеплення «мокрого» типу являють собою класичний приклад двошарової акустичної коливальної конструкції, описуваної моделлю «маса 1 - пружина - маса 2». Масами 1 і 2 виступають,

відповідно, несуча стіна і загальний зовнішній штукатурний шар, пружиною - ефективний утеплювач.

Звукоізоляція може істотно знизитися, теоретично навіть до нуля, коли обидві маси під впливом зовнішнього шуму почнуть коливатися на одній частоті, тобто настане резонанс.

Оптимальною, з точки зору звукоізоляції, буде та захисна конструкція, у якій резонансна частота винесена за область так званих «будівельно-акустичних частот», яка зазвичай відповідає інтервалу [100 ... 4000] Гц.

6) Дифузія і конденсація водяної пари.

Надзвичайно важливе питання для багатошарових огорожувальних конструкцій. Ігнорування цього питання при експлуатації може призвести до локального, а іноді і до повної відмови системи зовнішнього утеплення.

Захисна конструкція з зовнішньої системою утеплення повинна бути ретельно проаналізована з точки зору балансу між набором і віддачею вологи з урахуванням зовнішніх кліматичних умов і експлуатаційних характеристик конкретного будинку.

7) Антикорозійний захист та хімічна стійкість.

В системі зовнішнього утеплення в якості несучих, кріпильних і обрамляють елементів можуть застосовуватися різноманітні вироби зі сталі або кольорових металів.

Крім того, в системі можуть знаходитися або проходити через неї конструктивні елементи, наприклад, огороження балконів, введення / висновки комунікацій, кріплення водостоків, ламп освітлення і т. п. Всі ці елементи повинні бути захищені від корозії спеціальними фарбами і ґрунтовками.

Елементи, конструктивно розташовані в штукатурних шарах, повинні мати хімічну стійкість до дії лугів.

8) Довговічність.

Під довговічністю системи зовнішнього утеплення зазвичай розуміється здатність системи зберігати свої експлуатаційні якості протягом тривалого часу.

Оцінити довговічність тієї або іншої системи утеплення можна по двом основним факторам. До них відносяться експериментальне підтвердження і практика.

Експериментальне підтвердження довговічності базується на кліматичних випробуваннях.

Так, для «мокрих» систем в кліматичній камері багатошаровий зразок піддається багаторазовим циклічним впливам низьких і високих температур при різних значеннях відносної вологості, при додатковому опроміненні ультрафіолетовими і інфрачервоними лампами. За кількістю циклів, витриманих зразком без руйнування, визначається прогнозована довговічність. Однак остаточні висновки по довговічності тієї чи іншої системи утеплення можна отримати тільки після тривалої практичної експлуатації.

9) Ремонтопридатність.

У процесі експлуатації система зовнішнього утеплення може піддаватися різним кліматичним і механічним впливам як природного, так і штучного походження. В результаті цих впливів може бути порушена цілісність системи утеплення.

З питань проведення ремонтних робіт, які завжди носять індивідуальний характер, необхідно звертатися до постачальника системи утеплення.

10) Комфортні умови проживання.

Очевидно, підвищення теплозахисту огорожувальної конструкції спрямоване не тільки на економію енергоресурсів, але й на створення комфортних умов для проживання людини. Застосування тієї чи іншої системи зовнішнього утеплення обов'язково повинно бути перевірено на неприпустимість появи у людини почуття перегріву чи переохолодження, що знаходиться як в середині приміщення (перша умова комфортності), так і безпосередньо біля внутрішньої поверхні зовнішньої стіни (друга умова комфортності). Як відомо, це в першу чергу визначається поєднаннями середньої температури внутрішньої поверхні зовнішньої стіни і температури повітря всередині приміщення.

11) Колірні та архітектурні рішення.

Естетичне сприйняття фасаду будівлі нерозривно пов'язане з кольором і фактурою декоративного облицювального шару зовнішньої системи утеплення.

Сучасні методи комп'ютерної кольоровки (як фарб, так і штукатурок) дозволяє отримати практично необмежену колірну гаму на фасаді.

У системах утеплення «мокрого» типу прості архітектурні рішення зазвичай намагаються повторити плитним утеплювачем, який легко кроїться. Проте існує цілий ряд накладних декоративних архітектурних елементів, які останнім часом часто виконують з пінополістиролу.

До них можна віднести: портали входних дверей і їх обрамлення, фронтони для вікон і підвіконні карнизи, профільовані карнизи, пілони, медальйони і т. д.

Легкі накладні декоративні елементи разом з будівельним підставою повинні складати єдину архітектурну композицію для кожного конкретного будинку. Декоративний елемент повинен бути надійно і жорстко закріплений на зовнішній поверхні несучої стіни будівлі, витримувати атмосферні впливи, а в деяких випадках (наприклад, на цокольній частині) і механічні впливи.

Аналіз російського документу СП 23-101-2004 „Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты”, показав, що при оцінці системи теплоізоляційної системи огорожувальних конструкцій необхідно враховувати наступне:

- коефіцієнт теплотехнічної однорідності;
- міцність, жорсткість, стійкість, довговічність, відповідність архітектурним, експлуатаційним, санітарно-гігієнічним вимогам;
- міцність, жорсткість, довговічність і герметичність з'єднань у збірних конструкціях;
- довговічність огорожувальних конструкцій, яка забезпечується застосуванням матеріалів, що мають належну стійкість (морозостійкість, вологостійкість, біостійкість, стійкість проти корозії, високої температури, циклічних температурних коливань і інших руйнівних впливів навколишнього середовища), а також відповідними конструктивними рішеннями, що передбачають у разі потреби спеціальний захист елементів конструкцій, що виконуються з недостатньо стійких матеріалів.

- застосування в системі утеплення виробів повної заводської готовності, в тому числі конструкцій комплектного постачання, зі стабільними теплоізоляційними властивостями, що досягаються застосуванням ефективних теплоізоляційних матеріалів з мінімумом теплопровідних включень і стикових з'єднань в поєднанні з надійною гідроізоляцією, що не допускає проникнення вологи в рідкій фазі і максимально скорочує проникнення водяної пари в товщу теплоізоляції;
- застосування в системі утеплення матеріалів і виробів, апробованих на практиці і випускаються за стандартами;
- кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі (має бути мінімальною);
- можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів.

Таким чином існує значна кількість критеріїв, за якими можуть бути оцінені конструктивно-технологічні рішення. Постає задача формування системи їх комплексної всебічної оцінки, яка би дозволяла врахувати різні за напрямком оцінки критерії.

2.3 Методи вибору конструктивно-технологічних рішень та оптимізації теплової оболонки будівлі

Для формування системи всебічної комплексної оцінки конструктивно-технологічних рішень необхідно з усієї сукупності наявних критеріїв обрати найбільш вагомі та розробити підходи до розрахунку узагальнюючої оцінки.

Методи, які використовуються для одержання експертних оцінок, достатньо численні і різноманітні.

Методи, що ґрунтуються на використанні експертних оцінок, діляться на дві групи: індивідуальні (персональні) експертні оцінки та групові (колективні) експертні оцінки [29].

Поділ на методи індивідуальних та колективних експертних оцінок проводиться в залежності від того, розробляється прогноз на основі висновків окремих ізольованих один від одного експертів, або групи експертів, які певним чином зв'язані між собою.

Методи колективної роботи експертної групи передбачають отримання загальної думки в ході спільного обговорення вирішуваної проблеми.

Іноді ці методи називають методами прямого отримання колективної думки. Основна перевага цих методів полягає в можливості різнобічного аналізу проблем. Недоліками методів є складність процедури отримання інформації, складність формування групової думки за індивідуальними судженням експертів, можливість тиску авторитетів у групі. Методи колективної роботи включають методи "мозкової атаки", сценаріїв, ділових ігор, нарад і "суду", "дерева цілей".

Методи отримання індивідуальної думки членів експертної групи засновані на попередньому зборі інформації від експертів, опитуваних незалежно один від одного, з подальшою про розробкою отриманих даних. До цих методів можна віднести методи анкетного опитування, інтерв'ю та метод Дельфі.

Основні переваги методу індивідуального експертного оцінювання складаються в їх оперативності, можливості в повною мірою використовувати індивідуальні здібності експерта, відсутність тиску авторитетів і в низьких витратах на експертизу. Головним їх недоліком є висока ступінь суб'єктивності одержуваних оцінок через обмеженість знань одного експерта.

Метод анкетного опитування передбачає розробку спеціалізованих анкет, що містять перелік питань по розв'язуваній задачі. Анкети розмножуються за кількістю експертів і направляються за відповідними адресами. В процесі заповнення анкет необхідно виконати наступні вимоги: забезпечити взаємну незалежність суджень експертів; за необхідності перевірити однозначність розуміння експертами питань анкети; не допускати за конання однієї анкети декількома експертами; анкету заповнювати та надсилати в задані терміни.

Анкети збирає керівник експертизи. Обробляються вони з використанням статистичних методів обробки експертної інформації.

Основними перевагами методу анкетного опитування є можливість збору великого обсягу інформації за досить короткий термін і незалежність суджень експертів. До недоліків слід віднести складність розробки ефективної анкети.

Метод інтерв'ю передбачає бесіду керівника експертизи з експертом, в ході якої перед ним за заздалегідь розробленою програмою ставляться сформульовані питання. Особливістю методу інтерв'ю є те, що керівник та експерт знаходяться в безпосередньому контакті.

Умовно виділяють три форми інтерв'ю: вільна бесіда, коли додаткові питання формуються в ході інтерв'ю; бесід по типу "питання - відповідь", коли визначено обмежене коло питань і на них необхідно дати чітку відповідь; перехресне опитування, коли експерта запитують кілька дослідників.

Перевагою методу інтерв'ю є можливість отримати відомості, малодоступні при анкетному опитуванні.

Метод Дельфі, або метод дельфійського оракула, являє собою ітеративну процедуру анкетного опитування. Назва цього методу зобов'язане давньогрецького місту Дельфі, відомому своїми мудрецами - провісниками майбутнього. Цей метод відноситься до класу методів групових експертних оцінок і являє собою ітеративну процедуру анкетного опитування. Він був розроблений в США в 1964 р співробітниками науково-дослідницької корпорації РЕНД О. Хелмером і Т. Гордоном. При цьому дотримується вимога відсутності особистих контактів між експертами і забезпечення їх повною інформацією по всім результатам оцінок після кожного туру опитування з збереженням анонімності оцінок, аргументації і критики.

Процедура методу включає кілька послідовних етапів (турів) опитування. На першому етапі проводиться індивідуальне опитування експертів, зазвичай у формі анкет. Експерти дають відповіді, не аргументуючи їх. Потім результати опитування обробляються, і формується колективна думка групи експертів, виявляються і узагальнюються аргументації на користь різних суджень. На другому - вся інформація повідомляється експертам і, їх просять переглянути оцінки і пояснити причини своєї незгоди з колективним судженням. Нові оцінки знову обробляються, і здійснюється перехід до наступного етапу. Практика показує, що після трьох-чотирьох етапів відповіді експертів стабілізуються і необхідно припиняти процедуру.

Процедура проведення експертизи на основі методу Дельфі охоплює низку етапів, послідовність і зміст яких визначається відповідно до характеру і складності досліджуваного об'єкта (явища, процесу, проблеми).

До найбільш типових етапів проведення експертизи можна віднести:

- постановка проблеми, її теоретичне і логічне формулювання;
- формування групи організаторів експертизи;
- відбір експертів і формування експертної групи;
- розробка опитувальної анкети;
- визначення кількісних параметрів за даними експертного опитування;
- оцінка ступеня узгодженості думок експертів;
- аналіз результатів експертного опитування;
- точність і надійність оцінок за методом Дельфі.

Точність і надійність результатів експертизи залежить від якісно підібраної групи експертів.

Серед переваг цього методу зазначають: „Анонімність дельфійської процедури є способом послаблення впливу окремих „домінуючих” експертів, а регулюючий зворотний зв'язок дозволяє знизити „шуми”, під якими розуміється вплив індивідуальних і групових інтересів, не пов'язаних з проблемами, які вирішуються. Окрім того, використання зворотного зв'язку вносить елемент об'єктивності й робить прогностні оцінки надійнішими”. Що стосується проведення опитування в кілька турів, то це „дозволяє зменшити коливання в індивідуальних відповідях, обмежує внутрігрупові коливання” [105].

Висновки до розділу 2

1. Сформульовано робочу гіпотезу, якою є припущення про те, що дотримання встановленого організаційного порядку підготовки та реалізації проектів термомодернізації, який містить повний перелік необхідних етапів, та їх взаємозв'язок, включає використання інструментарію щодо критеріальної оцінки для вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій, забезпечить підвищення енергоефективності будівельних об'єктів, зниження вартості будівельної продукції та ефективне використання інвестиційних ресурсів.

2. При виборі конструктивно-технологічних рішень підвищення енергозбереження теплової оболонки будівлі має бути враховувано низку критеріїв. Для вибору з сукупності таких критеріїв та їх об'єднання в єдину систему оцінки необхідно здійснити ранжування критеріїв та визначити питому вагу кожного з них в загальній оцінці. З цією метою доцільно використати методи експертної оцінки.

3. Для відбору критеріїв – складових системи оцінки конструктивно-технологічних рішень підвищення енергозбереження теплової оболонки будівлі – доцільно використати метод Дельфі, який передбачає залучення до експертної оцінки експертів – професіоналів у сфері підвищення енергоефективності будівель. Анонімність дозволяє виключити вплив авторитетних та розкрити потенціал знань та досвід кожного з експертів. Проведення опитування в декілька турів забезпечує зворотній зв'язок та дозволяє зменшити коливання оцінок.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗДІЙСНЕННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ

3.1 Розробка організаційного порядку підготовки проектів термомодернізації об'єктів будівництва

Аналіз інформаційних джерел з питань термомодернізації та енергоаудиту, показав, що єдиного документу, що узагальнює всі етапи організації термомодернізації, в тому числі її підготовки не існує. Законодавча та нормативна база містить окремі етапи, які, зважаючи на те, що замовниками термомодернізації як правило є непрофесійні будівельники, доцільно об'єднати в системний порядок.

Такий порядок має містити перелік необхідних заходів, їх взаємозв'язок та послідовність здійснення.

Визначені законодавством та нормативною базою основні організаційні етапи здійснення термомодернізації передбачають:

- 1) Здійснення енергоаудиту, у ході якого мають бути визначені основні заходи із термомодернізації будівлі та проведена оцінка їх економічної та енергетичної ефективності;
- 2) Збір вихідних даних для проектування об'єкту, включаючи інженерно-геологічні вишукування, містобудівні умови та обмеження, технічні умови;
- 3) оцінка технічного стану об'єкту з метою визначення принципової придатності об'єкта для термомодернізації та заходи щодо забезпечення подальшої експлуатаційної придатності будівлі;
- 4) Визначення виду будівництва (поточний ремонт, капітальний ремонт, технічне переоснащення, реконструкція, реставрація) та класу наслідків;
- 5) Розробка завдання на проектування;
- 6) Розробка проектної документації стадія П;
- 7) Експертиза проектної документації;
- 8) Отримання дозволу на виконання будівельних робіт;
- 9) Розробка проектної документації стадія Р;

10) Виконання будівельних робіт, здійснення авторського та технічного нагляду. За необхідності виконання робіт з науково-технічного супроводу.

11) Сдача об'єкту в експлуатацію.

Вдосконалений порядок організації термомодернізації, розроблений автором, міститься на рисунку 3.1.

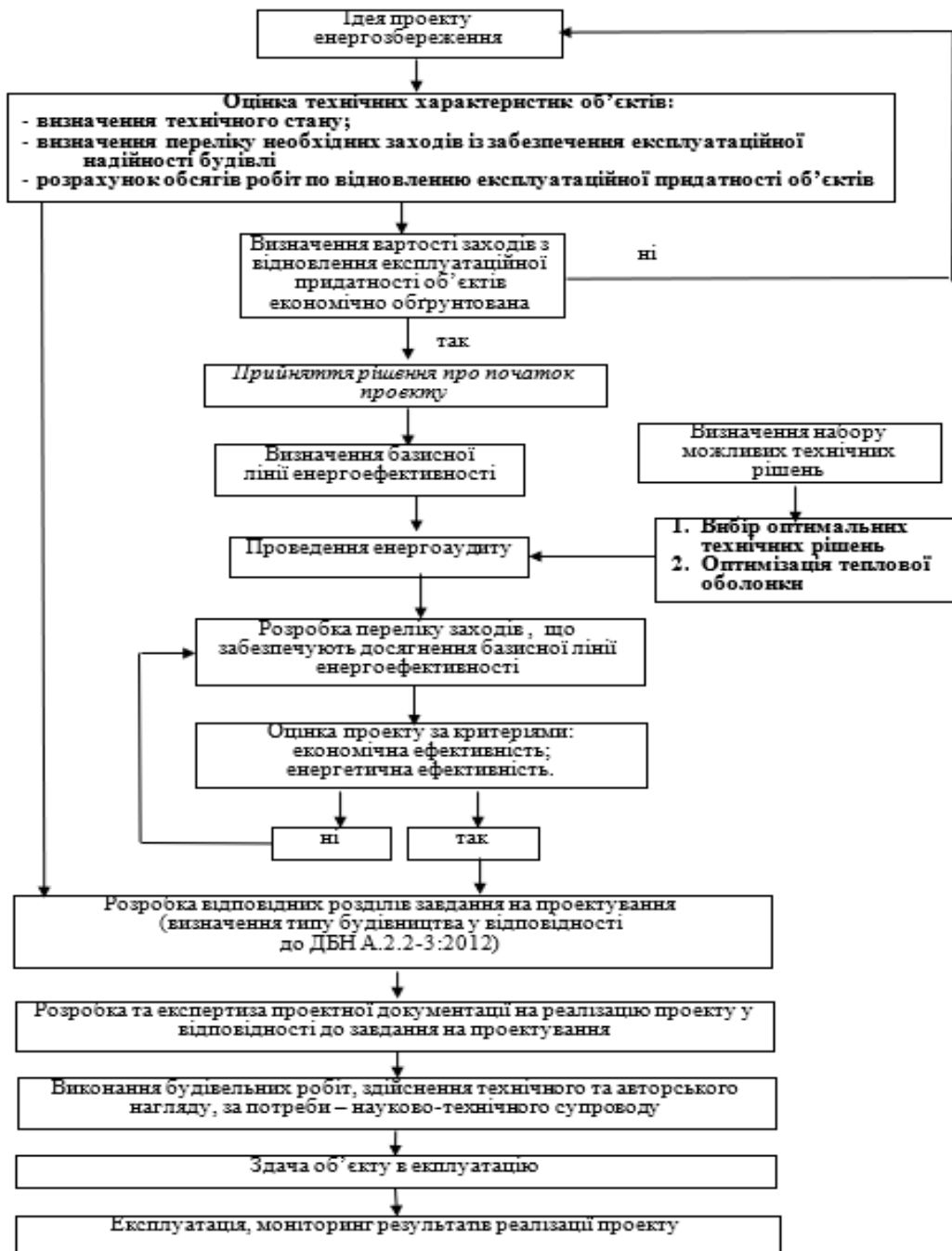


Рис.3.1. Вдосконалений порядок організації термомодернізації
(розроблено автором)

Принципові відмінності розробленого порядку полягають в наступному:

11) На першому етапі здійснюється оцінка технічного стану об'єкту, який підлягає термомодернізації, визначається перелік заходів, які необхідно здійснити для забезпечення безпечної експлуатації будівлі, її надійності та стійкості. Оцінюється вартість цих заходів та доцільність її термомодернізації з урахуванням необхідних обсягів капіталовкладень в заходи з відновлення нормальної експлуатаційної придатності будівлі.

12) Окремим етапом виділено визначення базисної лінії енергоефективності. Визначення базисної лінії енергоефективності. Базисна лінія енергоефективності – це фактичний рівень енергоефективності, який передбачається досягти в проекті.

13) До складу енергоаудиту запропоновано включити такі етапи як, вибір оптимальних технічних рішень та оптимізацію теплової оболонки будівлі.

14) Зазначено, що у разі, якщо перелік заходів, визначений за результатами енергетичного аудиту не забезпечує необхідний (встановлений замовником) рівень енергетичної та економічної ефективності, розробка заходів, що ґрунтується на розроблених автором методиках оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень та оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень для будівлі в цілому, повинна бути здійснена заново.

15) Зазначено, що до Завдання на проектування має бути включений узгоджений перелік заходів, рекомендований за результатами обстеження технічного стану та енергоаудиту. Перелік заходів з енергоаудиту надається у вигляді конкретних конструктивно-технологічних рішень для цієї будівлі. Такий підхід забезпечує комплексне врахування всіх факторів щодо необхідності відновлення нормальної експлуатаційної придатності будівлі та підвищення її енергоефективності. Забезпечується скорочення процесу проектування, шляхом виключення дублювання щодо аналізу, підбору конструктивних рішень, розрахунку енергоефективності тощо. Проектувальник отримує чіткі рекомендації.

Роботи з термомодернізації виконують в такій послідовності [51]:

- підготовчі роботи;

- ремонт або заміна вікон, вхідних дверей до будинку, дверей тамбурів та балконних дверей;
- ремонт або заміна вікон на сходових клітках, коридорах та холах загального користування, технічному поверсі та горищі;
- модернізація внутрішньобудинкових інженерних систем будинку;
- теплоізоляція зовнішніх огорожувальних конструкцій та гідроізоляція покрівлі.

Послідовність виконання робіт може бути іншою, залежно від раніше виконаних заходів з термомодернізації.

При поетапному виконанні робіт з термомодернізації будинку, в приміщеннях якого температура повітря нижча за нормовану, та/або температура й витрата теплоносія на ввіді у будинок нижчі за необхідні, в першу чергу виконують роботи з модернізації внутрішньобудинкових систем.

Підготовчі роботи слід виконувати згідно з ДБН А.3.1-5 .

Крім того підготовчі роботи повинні включати:

- а) ознайомлення з переліком основних робіт з термомодернізації;
- б) установлення послідовності, паралельності та зміщуваності (за необхідності – розробка графіку) виконуваних робіт з термомодернізації;
- в) установлення (монтаж) засобів підмошування.

Для централізованих (призначених для всього будинку) внутрішньобудинкових інженерних систем будинку роботи з термомодернізації рекомендується здійснювати поетапно у напрямку від вводу зовнішніх інженерних мереж у будинок до кінцевого споживача.

Роботи з модернізації систем опалення, внутрішнього теплопостачання та гарячого водопостачання слід виконувати в такій послідовності:

- заміна індивідуального теплового пункту;
- оснащення автоматичними балансувальними клапанами (окрім допустимих винятків, зазначених у ДБН В.2.5-67) на стояках/вітках;
- теплоізоляція трубопроводів, запірно-регулювальної арматури та обладнання;

- установлення у кінцевого споживача засобів зменшення витрати енергії/води (наприклад, терморегулятори опалювальних приладів, аератори водорозбірної арматури тощо) та засобів обліку енергії/води.

Установлення квартирних засобів обліку (теплотічильники або прилади-розподільувачі) теплової енергії, споживаної опалювальними приладами квартир, слід здійснювати одночасно, або після встановлення на цих приладах автоматичних регуляторів температури повітря (наприклад, терморегуляторів).

Теплоізоляцію зовнішніх огорожувальних конструкцій слід здійснювати за наступною послідовністю:

- а) зовнішні стіни та зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом;
- б) інші конструкції у будь-якій послідовності:
 - суміщені покриття;
 - горищні покриття та перекриття неопалюваних горищ;
 - перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами;
 - тепла ізоляція підлог на ґрунті.

Зазначену послідовність рекомендується застосовувати також при поетапній термомодернізації.

В процесі організації термомодернізації важливе місце займає процес її підготовки. Відповідні висновки зрозумілі автором на основі аналізу та підготовки до термомодернізації більш ніж 160 об'єктів при розробці проекту «Теплий дім», який передбачає комплексну термомодернізацію 9-ти житлових кварталів в містах Тернопіль, Чернівці, Нововолинськ, Черкаси, Жовква, Бердянськ, що загалом охоплюють 165 житлових будинків та 17 об'єктів бюджетної сфери.

Одним із визначальних етапів підготовки термомодернізації є розроблення організаційно-фінансової моделі реалізації проекту. Опосередковано необхідність розробки такої моделі передбачена і ДСТУ Б В.2.2-39:2016, де зазначено, що в звіті про енергоаудит, має міститись інформація про рівень необхідного інвестування (якщо обумовлено договором із замовником), плану фінансування та можливих економічних умов.

Крім можливих економічних умов, важливим є також врахування організаційних, правових та інших обмежень.

Порядок підготовки проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва, що пропонується, представлений на рисунку 3.2.

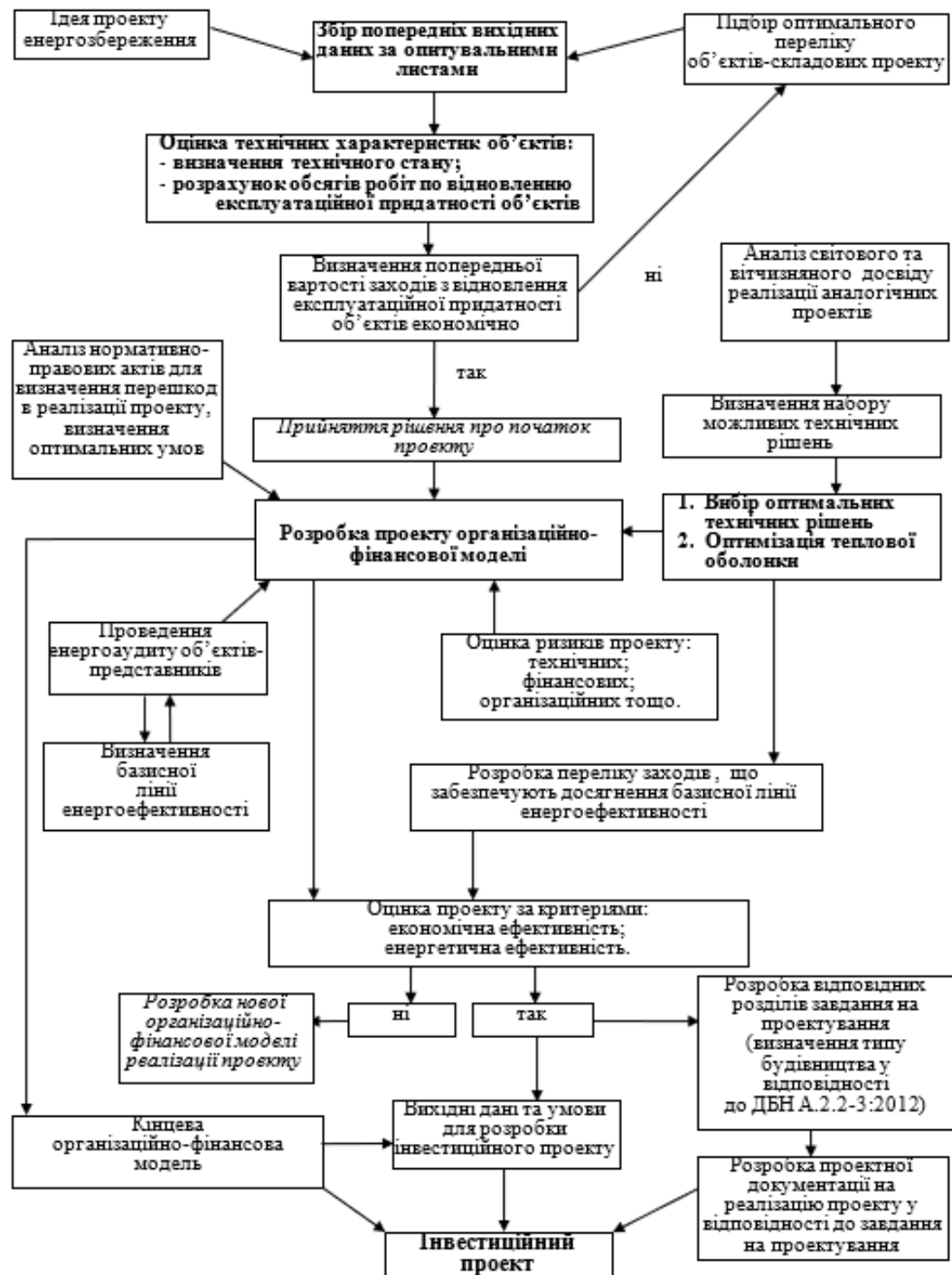


Рис. 3.2 Порядок підготовки проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва

Порядок розроблений з урахуванням доцільності проведення термомодернізації не окремих об'єктів, а їх комплексів, і може бути використаний органами місцевого самоврядування при прийнятті відповідних рішень.

Першим кроком будь-якого проекту є його ідея, при формулюванні якої визначаються мета проекту, джерела фінансування, основні можливі учасники, можливі обмеження, зокрема щодо обсягів фінансування, строків реалізації проекту тощо. Наступним етапом є підбір оптимального переліку об'єктів-складових проекту та збір вихідних даних про технічні характеристики об'єктів, який може бути пророблений шляхом заповнення опитувальних листів.

Групування об'єктів, які включено до переліку, що потребують термомодернізації та модернізації, слід здійснювати за категоріями споживачів: житлових будинків; будинків бюджетної сфери та інших споживачів, які живляться від одного джерела централізованого постачання теплової енергії.

Для кожного об'єкта, який включено до переліку, необхідно розробити проект з термомодернізації.

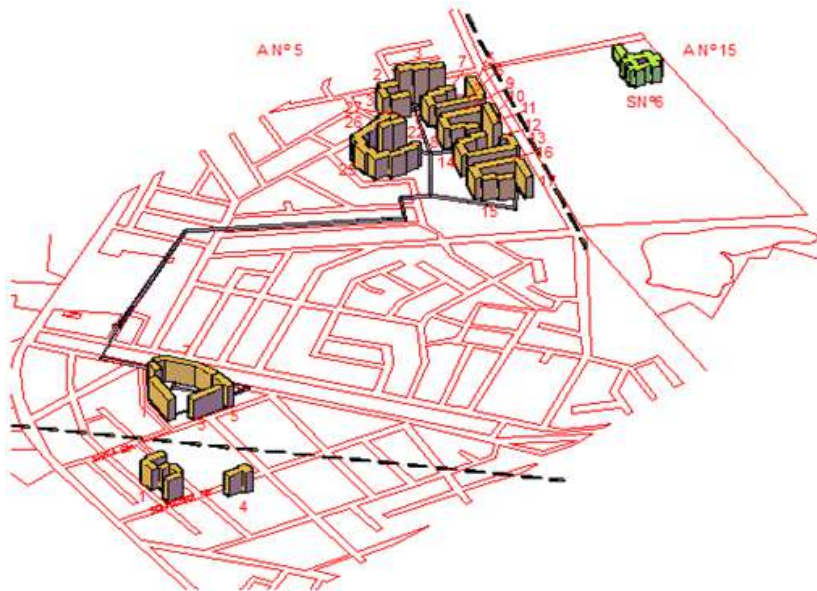
З метою скорочення витрат на розробку проектів та зменшення їх кількості пропонується провести групування об'єктів в кожній категорії за наступними критеріями:

- за конструктивними рішеннями, прийнятими при будівництві (перші масові серії забудови) з врахуванням матеріалів, які були використані при будівництві, та їх характеристик;
- функціональним призначенням;
- за ступенем зношеності конструкцій в процесі експлуатації будівлі (споруди);
- за показниками енергоефективності;
- видом системи опалення та вентиляції;
- видом системи вентиляції;
- за обсягами робіт та їх окупністю.

Об'єкти за попередньою оцінкою повинні мати задовільний технічний стан і достатній потенціал для економії теплової та інших видів енергії. Якщо

передбачається здійснити термомодернізацію групи будинків, то доцільно щоб вони жились від однієї котельні, яка може бути модернізована (в тому числі з переходом на відновлювальні джерела енергії).

а)



б)

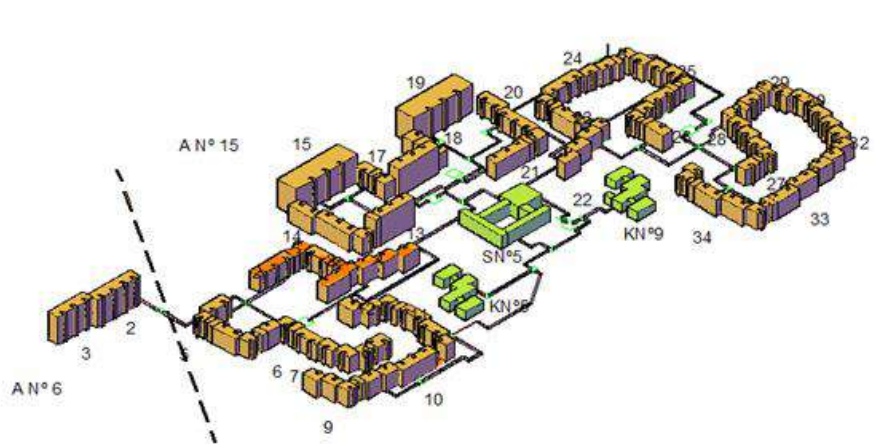


Рис. 3.3. Ілюстрована схема мережі централізованого тепlopостачання від котельні - схема теплового кварталу, що підлягає термомодернізації

Іноді доцільною є модернізація цілого житлового кварталу, що включає житлові будинки, об'єкти бюджетної та соціальної сфери, адміністративного призначення. В такому випадку крім модернізації котельні здійснюється і

модернізація зовнішніх інженерних мереж теплопостачання, гарячого водопостачання, зовнішнього освітлення вулиць [82].

Згрупувавши об'єкти в окремі групи, необхідно розробити графік черговості розроблення проектів з термомодернізації та модернізації будівель. Графік черговості необхідно розробляти в залежності від:

- наявності достатнього фінансування;
- технічного стану будівлі;
- окупності впровадженого проекту.

Після визначення попереднього переліку об'єктів – складових проекту – обов'язковим етапом є оцінка технічного стану будинків та інженерних мереж. Метою цього етапу є визначення переліку, обсягів та вартості робіт, необхідних для відновлення об'єктом нормальної експлуатаційної придатності. Якщо вартість таких робіт незначна (роботи переважно носять косметичний характер), приймається рішення про початок проекту.

Якщо для відновлення експлуатаційної придатності об'єкту необхідно здійснити підсилення фундаментів, ремонт тримальних конструкцій, вартість таких робіт може суттєво вплинути на економічну ефективність проекту в цілому. В такому випадку доцільно або виключити такий об'єкт з проекту, або включити фінансування таких заходів до іншого проекту (не з підвищення енергоефективності).

Необхідно зауважити, що методика обстеження технічного стану, пристосована для потреб саме проектів з термомодернізації, відсутня і потребує розробки. Окрім узгодження переліку об'єктів, що складатимуть проект, результатом обстеження технічного стану об'єктів є інформація, необхідна для подальшого проектування заходів.

Технічний стан об'єкта термомодернізації, його окремих конструктивних елементів, впливає не лише на принципове рішення щодо доцільності здійснення термомодернізації на тому чи іншому об'єкті, але й визначає конструктивно-технологічні рішення, які можуть бути застосовані для цієї конструкції. Так, стан конструктивних елементів покриття, наступним чином впливає на заходи з термомодернізації:

При задовільному стані покрівлі, але недостатній теплоізоляції покриття необхідно влаштувати додатково паро- та теплоізоляцію з наступним улаштуванням покрівельного килима з рулонних, мембранних, мастикових матеріалів або влаштувати додаткову теплоізоляцію з наступним улаштуванням покрівельного килима з рулонних, мембранних, мастикових матеріалів.

При незадовільному стані покрівельного килима необхідно виконати ремонтні роботи з відновлення покрівельного килима або демонтажу існуючого покрівельного килима.

При незадовільному стані теплоізоляційного шару, пароізоляції та захисного гідроізоляційного килиму слід демонтувати всі вказані конструктивні елементи покрівлі, виконати ремонт покриття (роботи виконують за наявності значних пошкоджень покриття).

Після обстеження технічного стану об'єктів здійснюють їх енергоаудит, результатом якого мають бути перелік рекомендованих заходів з підвищення енергоефективності об'єктів та їх вартість, розрахунки показників економії енергії

Перелік заходів з підвищення енергетичної ефективності об'єктів формується виходячи з заданої «базисної лінії енергоефективності» – максимально можливий рівень втрат будинком теплової енергії.

Наступним етапом є розробка організаційно-фінансового механізму реалізації проекту.

Розробка організаційно-фінансового механізму передбачає [120,122]:

- визначення основних суб'єктів – учасників проекту, їх інтересів, можливостей та основних обмежень для них, пов'язаних з реалізацією проекту;
- оптимізацію розподілення між учасниками проекту повноважень та відповідальності;
- розробку варіантів використання доступних джерел фінансування;
- вибір способу визначення економії коштів, отриманих внаслідок реалізації заходів з підвищення енергоефективності будівель;
- визначення послідовності здійснення необхідних кроків.

Організаційно-фінансова модель реалізації проекту має визначати суб'єктів таких процедур:

- визначення переліку робіт і матеріалів;
- фінансування проекту;
- надання гарантій;
- проведення тендерів;
- укладення договорів;
- постачання товарів, виконання робіт, надання послуг;
- контроль виконання проекту;
- оплата за придбані товари, виконані роботи, надані послуги;
- інші організаційно-фінансові процедури.

Для розроблення організаційно-фінансового механізму необхідно здійснити:

- аналіз нормативно-правових актів для визначення перешкод у реалізації проекту, визначення оптимальних умов;
- аналіз світового та вітчизняного досвіду реалізації аналогічних проектів;
- аналіз ризиків (технічних, фінансових, організаційних) всіх учасників проекту;
- визначення заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків;
- розрахунок орієнтовного необхідного обсягу фінансування.

Якість організаційно-фінансового механізму забезпечує достовірність розрахованих показників економічної ефективності інвестицій та забезпечує можливість реалізації проекту в цілому. Оскільки обсяги фінансування прямо залежать від обраних заходів, і в процесі розробки організаційно-фінансового механізму може виявитись, що загального доступного обсягу фінансування недостатньо для реалізації рекомендованих заходів, перелік заходів потрібно буде уточнювати.

Після вибору оптимального варіанту заходів і відповідного визначення обсягу потрібного фінансування корегується розроблена раніше організаційно-фінансова модель, яка разом з проектною документацією є вихідними даними для розробки інвестиційного проекту.

Після отримання фінансування здійснюється власне термомодернізація та відбувається подальша експлуатація об'єкту.

У найкращому випадку розробці інвестиційного проекту має передувати створення проектної документації. Наявність проекту дає можливість використати при розрахунках економічної ефективності інвестицій точніші вартісні показники, показники економії енергії тощо, точно визначити тривалість будівництва та щомісячну потребу в фінансуванні на базі календарного плану виконання робіт з термомодернізації.

Основні положення щодо розробленого автором порядку організації та реалізації проектів термомодернізації, що представляє собою систематизацію вимог законодавчої та нормативної бази, а також узагальнення власного досвіду, викладені в роботах [111-127].

3.2 Розробка системи критеріальної оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень

Вибір конструктивно-технологічних рішень для термомодернізації пропонується здійснювати в 2 етапи (рис. 3.4.).

На першому етапі вибору конструктивно-технологічних рішень визначаються особливості типу будівлі, що термомодернізується, а саме:

- конструктивні – матеріал із якого виконані окремі огорожуючі конструкції (стіни, покрівля, перекриття, заповнення віконних та дверних прорізів), їх конструкція (наприклад покрівля пласка чи скатна), поверховість будівлі тощо;
- функціональне призначення – будівля є житловою чи нежитловою, громадського призначення, чи виробничого;
- місце розташування будівлі – в першу чергу має значення температурна зона чи сеймозона регіону, де розташована будівля, далі особливості місцевої локації. Наприклад будівля розташована в місці біля водойми, а значить оточуюче повітря має більшу вологість, а якщо водойма є морем – то повітря ще й і солоне, а значить є більш агресивним до матеріалів, що використовуються для зовнішнього

оздоблення. Також має значення вітрове навантаження на будівлю, а отже її місцерозташування стосовно рози вітрів.

Далі із сукупності конструктивно-технологічних рішень відкидаються ті, які не можуть бути використані або використання яких є недоцільним для цього типу будівлі (конструкції) в даних умовах експлуатації.



Рис. 3.4. Порядок вибору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації

На другому етапі здійснюється оцінка та вибір з решти конструктивно-технологічних рішень, що залишилися для аналізу на першому етапі.

З урахуванням проаналізованих підходів до оцінки систем утеплення огорожувальних конструкцій, вимог нормативних документів та власного досвіду щодо розробки проектів термомодернізації будівель, обстеження технічного стану

існуючих будівель тощо нами було розроблено власну систему оцінки та вибору технічних рішень з термомодернізації.

Не викликає сумнівів що, для всіх утеплюючих систем найважливішим є забезпечення заданого рівня опору теплопередачі. Тому при створенні системи оцінки, ми виходили з того, що всі технічні рішення термомодернізації одного конструктивного елементу, що порівнюються, забезпечують однаковий, заданий нормами, рівень опору теплопередачі.

Перелік критеріїв, складені з урахуванням доцільності оцінки фасадів, конструкції підлоги першого поверху, перекриття над неопалюваним підвалом, покриття наведені нижче (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

**Перелік критеріїв для оцінки технічних рішень термомодернізації
фасадів, конструкції підлоги першого поверху,
перекриття над неопалюваним підвалом та покриття**

Назва критерію		Використання критерію при оцінці		
		фасаду	конструкції підлоги першого поверху, перекриття над неопалюваним підвалом	покриття
1. Густина утеплювача		+	+	-
2.Теплотехнічна однорідність		+	+	+
3.Дифузія і конденсація водяної пари		+	+	+
	3.1.Гігроскопічність	+	+	+
	3.2.Паропроникність	+	+	+
4.Вплив ґрунтових вод		+	+	-
5.Екологічність		+	+	+
	5.1.Вогнетривкість	+	+	+
	5.2.Хімічна стійкість	+	+	+
	5.3.Біологічна стійкість	+	+	+
	5.4.Шкідливість	+	+	+

6. Надійність і стабільність		+	+	+
	6.1. Вплив власної ваги системи	+	+	+
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря	+	+	+
	6.3. Вплив деформації при усадці	+	+	+
	6.4. Ударна міцність	+	+	+
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	-	-	+
	6.6. Вплив сонячної радіації	-	-	+
7. Ремонтопридатність		+	-	+
8. Сезонність виконання робіт		+	-	+
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи		+	+	+
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	+	-	+
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	+	+	+
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту	+	-	+
	9.4. Трудомісткість робіт	+	+	+
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців	+	+	+
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі	-	-	+
	9.7. Кількість технологічних процесів	-	-	+
10. Економічний (економічна ефективність)		+	+	+
	10.1. Вартість влаштування 100 м ² системи	+	+	+

10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м ²)	+	+	+
10.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплюючого матеріалу, а отже і його вартості на 10%.	+	+	-
11.Звукоізоляція	+	+	+
12.Теплопровідність тепло ізолюючого шару	+	-	
13. Художньо-естетичний	+	-	+

Розроблена система містить показники, що характеризують фізичні властивості утеплювача та всієї конструктивної системи, відображають ступень її екологічності, надійності та стабільності, економічну ефективність використання, звукоізоляційні властивості, художньо-естетичні якості.

До показників, що характеризують конструктивно-технологічне рішення з боку технології будівельного виробництва, застовані наступні – ремонтпридатність, сезонність виконання робіт, забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи (можливість взаємозамінності застосовуваних в системі елементів, необхідність підготовки поверхні для кріплення системи, обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, трудомісткість робіт, необхідна кваліфікація виконавців, кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, кількість технологічних процесів).

Критерії для оцінки технічних рішень щодо заповнення віконних та дверних прорізів є специфічними, тому їх перелік наводимо окремо:

1 Показники призначення:

- 1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання
- 1.2 Індекс звукоізоляції
- 1.3 Приведений опір теплопередачі
- 1.4 Повітропроникність

1.5 Водонепроникність

2 Показники надійності:

- 2.1 Стійкість до статичних вантажень
- 2.2 Зміна лінійних розмірів під діє температури
- 2.3 Стійкість до удару
- 2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання
- 2.5 Водовідведення
- 2.6 Стійкість до вітрових навантажень
- 2.7 Міцність зварних з'єднань
- 2.8 Довговічність
- 2.9 Ремонтопридатність

3 Конструктивні:

- 3.1 Формула склопакету (тип склопакету)
- 3.2 Маса виробу
- 3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю

4 Енергетично-захисні:

- 4.1 Захист від вилому
- 4.2 Тепловтрати
- 4.3 Теплотехнічна однорідність

5 Пожежна безпека:

- 5.1 Група горючості
- 5.2 Група самозаймання
- 5.3 Група поширення полум'я
- 5.4 Група за токсичністю при пожежі

6 Екологічна безпека:

- 6.1 Хімічна стійкість
- 6.2 Утилізація відходів

7 Монтажно-технологічні показники:

- 7.1 Сезонність виконання робіт
- 7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі

7.3 Кріплення фурнітури

7.4 Наявність спеціалістів високого фаху

7.5 Монтажна ширина

7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт

7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції

7.8 Наявність закритих робіт

8 Естетичні показники:

9 Економічні показники:

9.1 Вартість улаштування

10 Споживчі властивості:

10.1 Кліматична зона застосування

10.2 Індивідуальне замовлення

10.3 Масове замовлення

При складанні переліку показників для оцінки та вибору заповнення віконних та дверних прорізів, використовувались такі ж принципи, як і при формування переліку критерієв для оцінки огорожуючих конструкцій, а саме – систему складають критерії, що характеризують ступень відповідності призначенню, надійність та безпечність системи, естетичність, економічність. До монтажно-технологічних критерієв відносяться наступні: сезонність виконання робіт, кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі, кріплення фурнітури, наявність спеціалістів високого фаху, монтажна ширина, складність підготовчих та монтажних робіт, коефіцієнт складності збірки конструкції, наявність закритих робіт. Цікавим є блок «споживчі властивості», що фактично характеризує широту можливостей (кількість споживачів) використання системи.

Для оцінки конструктивно-технологічних рішень за визначеними критеріями розроблена система критеріальної оцінки, яка забезпечує порівнянність рішень.

Система критеріальної оцінки для огорожувальних конструкцій наведена в таблиці 3.2.

**Система критеріальної оцінки конструктивно-технологічних рішень для
термомодернізації огорожувальних конструкцій**

Назва критерію		Оцінка	
		Значення	В балах
<i>1. Густина утеплювача</i>		Так/ні	5/3
<i>2. Теплотехнічна однорідність</i>		Так/ні	5/3
<i>3. Дифузія і конденсація водяної пари</i>			
	3.1. Гігроскопічність	Так/ні	5/3
	3.2. Паропроникність	<0.3/>0.3	1/5
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	1/5
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	1/5
<i>4. Вплив ґрунтових вод</i>		Так/ні	5/3
<i>5. Екологічність</i>			
	5.1. Вогнетривкість	НГ/Г1, Г2/Г3, Г4	5/3/1
	5.2. Хімічна стійкість	Так/ні	5/3
	5.3. Біологічна стійкість	Так/ні	5/3
	5.4. Шкідливість	Так/ні	5/3
<i>6. Надійність і стабільність</i>			
	6.1. Вплив власної ваги системи	мін/сер/макс	5/3/1
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря	мін/сер/макс	5/3/1
	6.3. Вплив деформації при усадці	мін/сер/макс	5/3/1
	6.4. Ударна міцність	мін/сер/макс	5/3/1
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	мін/сер/макс	5/3/1
	6.6. Вплив сонячної радіації	мін/сер/макс	5/3/1
<i>7. Ремонтопридатність</i>		мін/сер/макс	5/3/1
<i>8. Сезонність виконання робіт</i>		сезон/весь рік	3/5
<i>9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи</i>			
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3

	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	5/3
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5
	9.4. Трудомісткість робіт	низька/середня/висока	1/3/5
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців	низька/середня/висока	1/3/5
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі	мін/сер/макс	1/3/5
	9.7. Кількість технологічних процесів	мін/сер/макс	1/3/5
<i>10. Економічний (економічна ефективність)</i>			
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	1/3/5
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5
	10.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплюючого матеріалу, а отже і його вартості на 10%.	<10%/<25%/<50 %/<75%/<100%	1/2/3/4/5
<i>11. Звукоізоляція</i>		мін/сер/макс	1/3/5
<i>12. Теплопровідність теплоізолюючого шару</i>		мін/сер/макс	1/3/5
<i>13. Художньо-естетичний</i>		Так/ні	5/3
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3
	13.2. Кольоровість	Так/ні	5/3
	13.3. Тональність	Так/ні	5/3
	13.4. Фактурність	Так/ні	5/3
	13.5. Колір	Так/ні	5/3

З метою забезпечення порівнюваності різних за одиницями вимірювання показників для кожного з них умовно виділені межі варіювання та розроблені шкали оцінки: вербальна яка включає рівні: «так» чи «ні»; «мінімум», «середній», «максимум» та для деяких – діапазонна: наприклад – «менше 5%», «10-15%», «більше15%».

З метою отримання єдиної числової оцінки конструктивно-технологічного рішення за сукупністю критеріїв для кожної вербальної оцінки чи діапазону значень визначено відповідність у балах від 1 до 5.

Аналогічна система критеріальної оцінки розроблена для віконних та дверних заповнень (таблиця 3.3.):

Таблиця 3.3

Система критеріальної оцінки розроблена для віконних та дверних заповнень

Назва критерію		Оцінка	
		Значення	В балах
1 Показники призначення			
	1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання, K	$\leq 0,33 / \leq 0,50 / \geq 0,50$	1/3/5
	1.2 Індекс звукоізоляції, дБА	$\leq 30 / \leq 36 / \geq 36$	1/3/5
	1.3 Приведений опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$	$\leq 0,8[R] / \leq 1,2[R] / \geq 1,2[R]$	1/3/5
	1.4 Повітропроникність, $\text{м}^3 / (\text{год} \cdot \text{м}^2)$	$\geq 50 / \leq 50 / \leq 27$	5/3/1
	1.5 Водонепроникність, Па	$\geq 450 / \geq 250$	5/3
2 Показники надійності			
	2.1 Стійкість до статичних вантажів	мін/сер/макс	1/3/5
	2.2 Зміна лінійних розмірів під дією температури	мін/сер/макс	5/3/1
	2.3 Стійкість до удару	мін/сер/макс	1/3/5
	2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання	Так/ні	3/5
	2.5 Водовідведення	Так/ні	5/3
	2.6 Стійкість до вітрових навантажень	Висока/мала	5/3
	2.7 Міцність зварних з'єднань	Так/ні	5/3
	2.8 Довговічність, роки	$\geq 25 / \leq 25 / \leq 15$	5/3/1
	2.9 Ремонтопридатність	Так/ні	5/3
3 Конструктивні показники			
	3.1 Формула склопакету (тип склопакету), ефективність	мін/сер/макс	1/3/5
	3.2 Маса виробу, кг	мін/сер/макс	5/3/1
	3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю	мін/сер/макс	1/3/5
4 Енергетично-захисні			
	4.1 Захист від вилому	Так/ні	5/3

	4.2 Тепловтрати, кВт/м ² год	мін/сер/макс	5/3/1
	4.3 Теплотехнічна однорідність, К	Висока/низька	5/3
5 Пожежна безпека			
	5.1 Група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1
	5.2 Група самозаймання	В1/В2/В3	5/3/1
	5.3 Група поширення полум'я	РП1/РП2/РП3	5/3/1
	5.4 Група за токсичністю при пожежі	Т1/Т2/Т3	5/3/1
6 Екологічна безпека			
	6.1 Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3
	6.2 Утилізація відходів	Так/ні	5/3
7 Монтажно-технологічні показники			
	7.1 Сезонність виконання робіт, сезон	Сезон/весь рік	3/5
	7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі, шт	мін/сер/макс	1/3/5
	7.3 Кріплення фурнітури	Так/ні	3/5
	7.4 Наявність спеціалістів високого фаху	Так/ні	3/5
	7.5 Монтажна ширина, см	мін/сер/макс	5/3/1
	7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт	мін/сер/макс	5/3/1
	7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції	мін/сер/макс	5/3/1
	7.8 Наявність закритих робіт	Так/ні	3/5
8 Естетичні показники		мін/сер/макс	1/3/5
9 Економічні показники			
	9.1 Вартість улаштування	мін/сер/макс	5/3/1
10 Споживчі властивості			
	10.1 Кліматична зона застосування, зона	Всі/одна	5/2
	10.2 Замовлення	Індивідуальне/масове	1/5

Розроблена система оцінки технічних рішень термомодернізації термомодернізації огорожувальних конструкцій передбачає, що оцінка по критеріях, які мають підкритерії, визначається, як сума оцінок підкритеріїв.

Сумарний показник оцінки технічних рішень (K_0) визначається, як сума оцінок по кожному з критеріїв (K_i) з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів (a_i , c_i), що враховують важливість кожного з критерію чи підкритерію (k_i):

$$k_0 = \sum_{i=1}^n K_i \quad (3.1)$$

$$K_i = \sum_{j=1}^y k_j \cdot a_j \quad (3.2)$$

де: K_0 – сума оцінок за відповідним технічним рішенням, K_i – критерій оцінки відповідного технічного рішення, k_j – підкритерій критерію, a_j – відповідні вагові коефіцієнти критеріїв та підкритеріїв, n – кількість критеріїв, y – кількість підкритеріїв відповідного критерію.

Оптимальним технічним рішенням визнається те рішення, яке набрало найвищу оцінку за сумарним показником.

Вагові коефіцієнти визначені методом експертних оцінок, а саме застосований метод Дельфі.

До експертного оцінювання залучено 18 експертів (m_{1-18}), які є професіоналами у галузі підвищення енергоефективності будівель, енергоаудитори та проектувальники. Оцінювання проводилось в 2 тури.

Нижче наведено результати оцінювання 2-го туру для критеріїв вибору конструктивно-технологічних рішень для утеплення фасадів.

Експертам було запропоновано оцінити 12 критеріїв (без підкритеріїв) для вибору конструктивно-технологічних рішень:

- n_1 - густина утеплювача
- n_2 - Теплотехнічна однорідність
- n_3 - Дифузія і конденсація водяної пари
- n_4 - Екологічність
- n_5 - Надійність і стабільність
- n_6 - Ремонтопридатність
- n_7 - Сезонність виконання робіт
- n_8 - Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи
- n_9 - Економічний (економічна ефективність)
- n_{10} - Звукоізоляція
- n_{11} - Теплопровідність тепло ізолюючого шару
- n_{12} - Художньо-естетичний

Експерти мали оцінити вагу кожного критерію в загальній оцінці За 100 бальною шкалою, де «0» - найменша вага, «100» - найбільша.

Результати оцінки наведені в таблиці 3.4.:

Таблиця 3.4

Результати експертної оцінки критеріїв для вибору фасадних теплоізоляційних систем (2-й тур) – матриця балів

	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12
m1	18	20	22	100	100	20	15	50	95	12	18	25
m2	25	20	20	100	90	15	15	50	100	12	25	18
m3	20	20	18	100	90	22	15	45	100	12	15	22
m4	20	15	18	90	100	18	20	50	100	15	22	22
m5	20	18	18	100	100	22	15	50	90	12	15	20
m6	20	18	20	100	90	22	22	45	100	15	25	15
m7	18	22	22	95	100	18	30	50	100	15	25	15
m8	25	18	20	100	100	20	15	50	90	18	15	25
m9	12	15	20	100	90	20	22	50	100	15	25	22
m10	18	22	22	100	100	20	25	45	90	15	20	18
m11	22	20	22	90	100	18	15	50	95	12	25	15
m12	18	25	20	100	95	25	22	50	90	15	18	20
m13	25	15	18	95	100	22	22	45	100	18	20	20
m14	18	20	20	95	100	22	25	50	100	15	18	22
m15	20	18	25	100	90	20	25	55	100	12	18	22
m16	25	25	18	100	100	18	20	50	95	15	22	20
m17	20	20	25	100	100	18	22	55	94	12	18	22
m18	18	18	22	90	100	20	25	50	100	15	25	20
$\overline{M_j}$	20,11	19,39	20,56	97,50	96,94	20,00	20,56	49,44	96,61	14,17	20,50	20,17

За даними матриці балів здійснюється ранжування факторів, результати якого наведені в таблиці 3.5.

Ранг, рівний одиниці, присвоюється найбільш важливому фактору; ранг з числом n – найменш важливому фактору. Якщо експерт надає однакову кількість балів декільком факторам, то іншим присвоюється стандартизовані ранги.

Стандартизований ранг – це частка виділення суми місць, зайнятих факторами з однаковими рангами, на загальну кількість таких альтернатив.

Стандартизовані ранги отримані таким чином: $7,5 = (7 + 8) : 2$.

Матриця рангів оцінки факторів

	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12
m1	9,5	7,5	6	1,5	1,5	7,5	11	4	3	12	9,5	5
m2	5,5	7,5	7,5	1,5	3	9,5	9,5	4	1,5	12	5,5	11
m3	7,5	7,5	9	1,5	3	5,5	10,5	4	1,5	12	10,5	5,5
m4	7,5	11,5	9,5	3	1,5	9,5	7,5	4	1,5	11,5	5,5	5,5
m5	6,5	8,5	8,5	1,5	1,5	5	10,5	4	3	12	10,5	6,5
m6	8,5	10	8,5	1,5	3	6,5	6,5	4	1,5	11,5	5	11,5
m7	9,5	7,5	7,5	3	1,5	9,5	5	4	1,5	11,5	6	11,5
m8	5,5	9,5	7,5	1,5	1,5	7,5	11,5	4	3	9,5	11,5	5,5
m9	12	10,5	8,5	1,5	3	8,5	6,5	4	1,5	10,5	5	6,5
m10	10,5	6,5	6,5	1,5	1,5	8,5	5	4	3	12	8,5	10,5
m11	6,5	8	6,5	3	1	9	10,5	4	2	12	5	10,5
m12	10,5	5,5	8,5	1	2	5,5	7	4	3	12	10,5	8,5
m13	5	12	10,5	3	1,5	6,5	6,5	4	1,5	10,5	8,5	8,5
m14	10,5	8,5	8,5	3	1,5	6,5	5	4	1,5	12	10,5	6,5
m15	8,5	10,5	5,5	1,5	3	8,5	5,5	4	1,5	12	10,5	7
m16	5,5	5,5	10,5	1,5	1,5	10,5	8,5	4	3	12	7	8,5
m17	8,5	8,5	5	1,5	1,5	10,5	6,5	4	3	12	10,5	6,5
m18	10,5	10,5	7	3	1,5	8,5	5,5	4	1,5	12	5,5	8,5

$$\begin{array}{l}
 \bar{s}_j \\
 d_j \\
 L
 \end{array}
 \begin{array}{cccccccccccc}
 8,2 & 8,6 & 7,8 & 2,0 & 1,9 & 7,9 & 7,7 & 4,0 & 2,1 & 11,6 & 8,1 & 8,0 \\
 961 & 1482 & 576 & 6642 & 6806 & 676 & 462 & 2025 & 6241 & 8464 & 812 & 702 \\
 =\sum_{j=1}^n d_j = 35\ 851
 \end{array}$$

Для оцінки ступеня узгодженості думок експертів розраховується коефіцієнт конкордації:

$$K_{\text{кон}} = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \quad (3.3.)$$

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n s_j}{n} \quad (3.4.)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (3.5.)$$

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l) \quad (3.5.)$$

де l – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів;

t_l – кількість зв'язаних рангів у кожній групі.

За даними матриці рангів (табл. 3.5.) $l=70$. Наприклад для першого експерта $l=3$ (9,5;9,5), (7,5; 7,5), (1,5;1,5). Для зручності підрахунку групи зв'язаних (однакових) рангів позначені в таблиці 3.7. оранжевим кольором.

$$\sum_{i=1}^m T_i = (2^3-2) \cdot 70 = 420$$

Коефіцієнт конкордації згідно з формулою 3.3. дорівнює:

$$K_{\text{кон}} = \frac{12 \cdot 35851}{(18^2(12^3-12)-18 \cdot 420)} = 0,78$$

Коефіцієнт конкордації змінюється в межах від 0 до 1,0. Чим більше значення коефіцієнта конкордації, тим вище ступінь узгодженості думок експертів.

Якщо $K_{\text{кон}} = 1,0$, то є повна узгодженість думок експертів; якщо $K_{\text{кон}} = 0$, то узгодженість повністю відсутня.

В нашому випадку значення коефіцієнту конкордації свідчить про доволі високий рівень.

Статистична істотність коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Персона (χ^2)

$$\chi^2_p = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^n d^2}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \quad (3.6.)$$

На основі отриманих раніше даних розрахункове значення критерію Пірсона становить:

$$\chi^2_p = \frac{12 \cdot 35851}{18 \cdot 12(12+1) - \frac{1}{12-1} \cdot 420} = 155,32$$

Розрахункове значення χ^2_p зіставляють з табличним значення $\chi^2_{\text{т}}$ для $n-1$ ступенів свободи та довірчої ймовірності ($P = 0,95$ або $P = 0,99$). Якщо $\chi^2_p > \chi^2_{\text{т}}$, то коефіцієнт конкордації істотний, якщо ж $\chi^2_p < \chi^2_{\text{т}}$, то необхідно збільшити кількість експертів. Для нашого випадку $n = 12 - 1$ ступенів свободи та $P = 0,95$ $\chi^2_{\text{т}} = 19,67$, а для $P = 0,99$ $\chi^2_{\text{т}} = 24,71$.

У даному та інших випадках $\chi^2_p > \chi^2_{\text{т}}$, що свідчить про статистичну істотність коефіцієнта конкордації.

Розкид думок експертів, рівень якого по суті відображає узгодженість думок експертів, крім коефіцієнта конкордації, оцінюється також статистичними показниками, зокрема:

а) дисперсія оцінок, поставлених j -му критерію:

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{m_j - 1} \sum (c_{ij} - M_j)^2 \quad (3.7.)$$

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m c_{ij}}{m_j} \quad (3.8.)$$

C_{ij} – оцінка в балах і-м експертом j-го критерію;

M_j – середня оцінка j-го критерію в балах.

Розрахунок дисперсії оцінок за критеріями приведений в таблиці 3.6.:

Таблиця 3.6

Розрахунок дисперсії та коефіцієнту варіації оцінок

	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12
m1	4,46	0,37	2,09	6,25	9,34	0,00	30,86	0,31	2,60	4,69	6,25	23,36
m2	23,90	0,37	0,31	6,25	48,23	25,00	30,86	0,31	11,48	4,69	20,25	4,69
m3	0,01	0,37	6,53	6,25	48,23	4,00	30,86	19,75	11,48	4,69	30,25	3,36
m4	0,01	19,26	6,53	56,25	9,34	4,00	0,31	0,31	11,48	0,69	2,25	3,36
m5	0,01	1,93	6,53	6,25	9,34	4,00	30,86	0,31	43,71	4,69	30,25	0,03
m6	0,01	1,93	0,31	6,25	48,23	4,00	2,09	19,75	11,48	0,69	20,25	26,69
m7	4,46	6,82	2,09	6,25	9,34	4,00	89,20	0,31	11,48	0,69	20,25	26,69
m8	23,90	1,93	0,31	6,25	9,34	0,00	30,86	0,31	43,71	14,69	30,25	23,36
m9	65,79	19,26	0,31	6,25	48,23	0,00	2,09	0,31	11,48	0,69	20,25	3,36
m10	4,46	6,82	2,09	6,25	9,34	0,00	19,75	19,75	43,71	0,69	0,25	4,69
m11	3,57	0,37	2,09	56,25	9,34	4,00	30,86	0,31	2,60	4,69	20,25	26,69
m12	4,46	31,48	0,31	6,25	3,78	25,00	2,09	0,31	43,71	0,69	6,25	0,03
m13	23,90	19,26	6,53	6,25	9,34	4,00	2,09	19,75	11,48	14,69	0,25	0,03
m14	4,46	0,37	0,31	6,25	9,34	4,00	19,75	0,31	11,48	0,69	6,25	3,36
m15	0,01	1,93	19,75	6,25	48,23	0,00	19,75	30,86	11,48	4,69	6,25	3,36
m16	23,90	31,48	6,53	6,25	9,34	4,00	0,31	0,31	2,60	0,69	2,25	0,03
m17	0,01	0,37	19,75	6,25	9,34	4,00	2,09	30,86	6,82	4,69	6,25	3,36
m18	4,46	1,93	2,09	56,25	9,34	0,00	19,75	0,31	11,48	0,69	20,25	0,03
δ_2	11,28	8,60	4,97	15,44	21,00	5,29	21,44	8,50	17,90	4,03	14,62	9,21
V_j	16,7%	15,1%	10,8%	4,0%	4,7%	11,5%	22,5%	5,9%	4,4%	14,2%	18,7%	15,0%

Розраховані дисперсії оцінок за критеріями становлять :

$$\sigma_1^2 - 11,28; \sigma_2^2 - 8,60; \sigma_3^2 - 4,97; \sigma_4^2 - 15,44; \sigma_5^2 - 21,00; \sigma_6^2 - 5,29; \sigma_7^2 - 21,44; \sigma_8^2 - 8,50;$$

$$\sigma_9^2 - 17,90; \sigma_{10}^2 - 4,03; \sigma_{11}^2 - 14,62; \sigma_{12}^2 - 9,21.$$

б) коефіцієнт варіації оцінок, даних j-му напрямку:

$$V_j = \frac{\delta_j}{M_j} \quad (3.9.)$$

Розраховані варіації оцінок за критеріями наведені в таблиці 3.6.

Розмах варіації оцінок знаходиться в межах від 4,0% до 22,5%, що менше 30%, а отже є задовільним.

Для визначення питомої ваги кожного з критеріїв в загальній оцінці необхідно перейти до нормованих показників.

Середня вага кожного фактора (нормована оцінка) розраховується за формулою:

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^m W_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m W_{ij}} \quad (3.10.)$$

$$W_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^n C_{ij}} \quad (3.12.)$$

Де W_{ij} – вага (нормована оцінка), надана i -м експертом j -го критерію;

W_j – загальна вага, надана експертами j -го критерію.

Результат розрахунку нормованих оцінок наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Розрахунок нормованих оцінок

	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10	n11	n12
m1	0,04	0,04	0,04	0,20	0,20	0,04	0,03	0,10	0,19	0,02	0,04	0,05
m2	0,05	0,04	0,04	0,20	0,18	0,03	0,03	0,10	0,20	0,02	0,05	0,04
m3	0,04	0,04	0,04	0,21	0,19	0,05	0,03	0,09	0,21	0,03	0,03	0,05
m4	0,04	0,03	0,04	0,18	0,20	0,04	0,04	0,10	0,20	0,03	0,04	0,04
m5	0,04	0,04	0,04	0,21	0,21	0,05	0,03	0,10	0,19	0,03	0,03	0,04
m6	0,04	0,04	0,04	0,20	0,18	0,04	0,04	0,09	0,20	0,03	0,05	0,03
m7	0,04	0,04	0,04	0,19	0,20	0,04	0,06	0,10	0,20	0,03	0,05	0,03
m8	0,05	0,04	0,04	0,20	0,20	0,04	0,03	0,10	0,18	0,04	0,03	0,05
m9	0,02	0,03	0,04	0,20	0,18	0,04	0,04	0,10	0,20	0,03	0,05	0,04
m10	0,04	0,04	0,04	0,20	0,20	0,04	0,05	0,09	0,18	0,03	0,04	0,04
m11	0,05	0,04	0,05	0,19	0,21	0,04	0,03	0,10	0,20	0,02	0,05	0,03
m12	0,04	0,05	0,04	0,20	0,19	0,05	0,04	0,10	0,18	0,03	0,04	0,04
m13	0,05	0,03	0,04	0,19	0,20	0,04	0,04	0,09	0,20	0,04	0,04	0,04
m14	0,04	0,04	0,04	0,19	0,20	0,04	0,05	0,10	0,20	0,03	0,04	0,04
m15	0,04	0,04	0,05	0,20	0,18	0,04	0,05	0,11	0,20	0,02	0,04	0,04
m16	0,05	0,05	0,04	0,20	0,20	0,04	0,04	0,10	0,19	0,03	0,04	0,04
m17	0,04	0,04	0,05	0,20	0,20	0,04	0,04	0,11	0,19	0,02	0,04	0,04
m18	0,04	0,04	0,04	0,18	0,20	0,04	0,05	0,10	0,20	0,03	0,05	0,04
Wj	0,04	0,04	0,04	0,20	0,20	0,04	0,04	0,10	0,20	0,03	0,04	0,04

W_j – i є вага критеріїв в загальній оцінці.

Аналогічним чином була виконана експертна оцінка критеріїв для оцінки інших видів огорожуючих конструкцій та визначена вага оцінки за кожним із критерієм в загальній оцінці.

Вагові коефіцієнти для оцінки фасадів, конструкцій першого поверху та перекриття над неопалювальним підвалом представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8.

Вагові коефіцієнти критеріїв для оцінки різних видів огорожувальних конструкцій

Критерій		фасаду	конструкції підлоги першого поверху, перекриття над неопалювальним підвалом	покриття
1. Густина утеплювача		0,04	0,03	
2. Теплотехнічна однорідність		0,04	0,04	0,09
3. Дифузія і конденсація водяної пари		0,04	0,05	0,02
	3.1. Гігроскопічність	0,01	0,025	0,01
	3.2. Паропроникність	0,01	0,025	0,01
4. Вплив ґрунтових вод			0,03	
5. Екологічність		0,2	0,2	0,2
	5.1. Вогнетривкість	0,12	0,06	0,07
	5.2. Хімічна стійкість	0,02	0,03	0,03
	5.3. Біологічна стійкість	0,03	0,03	0,03
	5.4. Шкідливість	0,03	0,08	0,07
6. Надійність і стабільність		0,2	0,2	0,2
	6.1. Вплив власної ваги системи	0,03	0,07	0,03
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря	0,03	0,03	0,04
	6.3. Вплив деформації при усадці	0,02	0,05	0,03

Продовження таблиці 2.2

	6.4. Ударна міцність	0,05	0,05	0,04
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	0,03		0,03
	6.6. Вплив сонячної радіації	0,02		0,03
7. Ремонтпридатність		0,04		0,08
8. Сезонність виконання робіт		0,04		0,05
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
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	0,02	0,04	0,01
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту	0,01		0,01
	9.4. Трудомісткість робіт	0,01	0,02	0,01
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців	0,03	0,04	0,01
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі	0,02		0,01
	9.7. Кількість технологічних процесів			0,01
10. Економічний (економічна ефективність)		0,2	0,2	0,2
	10.1. Вартість влаштування 100 м ² системи	0,1	0,1	0,15
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м ²)	0,05	0,07	0,05
	10.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплюючого матеріалу, а отже і його вартості на 10%.	0,05	0,03	
11. Звукоізоляція		0,02	0,05	0,02
12. Теплопровідність тепло ізолюючого шару		0,04	0,1	
13. Художньо-естетичний		0,04		0,05

Вагові коефіцієнти для оцінки віконних та дверних заповнень представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Вагові коефіцієнти критеріїв для оцінки конструктивно-технологічних рішень для віконних та дверних заповнень

Назва критерію		Вага критерію та розподіл ваги підкритеріїв
1 Показники призначення		0,135
	1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання	0,02
	1.2 Індекс звукоізоляції	0,02
	1.3 Приведений опір теплопередачі	0,06
	1.4 Повітропроникність	0,02
	1.5 Водонепроникність	0,015
2 Показники надійності		0,2
	2.1 Стійкість до статичних вантажів	0,015
	2.2 Зміна лінійних розмірів під дією температури	0,015
	2.3 Стійкість до удару	0,015
	2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання	0,015
	2.5 Водовідведення	0,015
	2.6 Стійкість до вітрових навантажів	0,015
	2.7 Міцність зварних з'єднань	0,015
	2.8 Довговічність	0,08
	2.9 Ремонтопридатність	0,015
3 Конструктивно-технологічні показники		0,045
	3.1 Формула склопакету (тип склопакету)	0,015
	3.2 Маса виробу	0,015
	3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю	0,015
4 Енергетично-захисні		0,045
	4.1 Захист від вилому	0,015
	4.2 Тепловтрати	15
	4.3 Теплотехнічна однорідність	0,015
5 Пожежна безпека		0,1
	5.1 Група горючості	0,025
	5.2 Група самозаймання	0,025
	5.3 Група поширення полум'я	0,025
	5.4 Група за токсичністю при пожежі	0,025
6 Екологічна безпека		0,1

Продовження таблиці 2.2

	6.1 Хімічна стійкість	0,07
	6.2 Утилізація відходів	0,03
7	Монтажно-технологічні показники	0,08
	7.1 Сезонність виконання робіт	0,01
	7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	0,01
	7.3 Кріплення фурнітури	0,01
	7.4 Наявність спеціалістів високого фаху	0,01
	7.5 Монтажна ширина	0,01
	7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт	0,01
	7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції	0,01
	7.8 Наявність закритих робіт	0,01
8	Естетичні показники	0,015
9	Економічні показники	0,2
	9.1 Вартість улаштування	0,2
10	Споживчі властивості	0,08
	10.1 Кліматична зона застосування	0,04
	10.2 Індивідуальне/масове замовлення	0,04

Аналіз вагових коефіцієнтів, визначених експертами для оцінки технічних рішень, показує, що серед всіх критеріїв оцінки, найважливішими визнані надійність, екологічність та економічна ефективність.

Приклад оцінки конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації будівлі школи наведений в розділі 4.

3.3. Розробка новітніх підходів щодо оптимізації конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації огорожуючих конструкцій будівлі

Максимально можливий рівень втрат будинком теплової енергії, заданий будівельними нормами, досягається шляхом реалізації різних комбінацій енергозберігаючих заходів (з утеплення огорожуючих конструкцій, заміни вікон, модернізації інженерних систем) із використанням різних конструкцій та обладнання 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 заходів – яка за найменші кошти забезпечить більшу економію теплової енергії.

Вирішення цієї задачі пропонується здійснити наступним чином.

Основною метою комплексної термомодернізації є досягнення нормативного показника енергоефективності, який визначається згідно вимог ДБН Б В.2.6-31 (таблиця 1). Крім того цим нормативним документом в п. 6.2.1 визначено, що можна обґрунтовано знизити або підвищити нормативний показник опору теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій (п.4.1).

Як показали попередні дослідження, зміна вартості термомодернізації, наприклад фасаду, із доведенням його до показників $0,8R$, R та $1,3R$ (де R – нормативний опір теплопередачі) є незначною і коливається в межах 15-20%, тому що змінюється тільки товщина теплоізоляційного шару та довжина механічного кріплення, які є незначною часткою вартості системи в цілому.

Зміна вартості термомодернізації вікон із доведенням його до показників $0,8R$, R та $1,3R$, змінюється в межах 50%, тому що принципово змінюється їх конструкція. При цьому для кожної окремої будівлі відношення площ окремих огорожувальних конструкцій до загальної площі огорожувальних конструкцій будинку в цілому різні.

Для того, щоб при проведенні комплексної термомодернізації вийти на нормативний показник питомих тепловтрат, можна, наприклад, знизити опір теплопередачі вікон та підвищити його для фасадів. При цьому буде отримана економія витрат на проведення комплексної модернізації.

Моделюванням різних варіантів наборів конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій будівлі можна знайти варіант із достатнім забезпеченням рівнем енергоефективності та найменшими капіталовкладеннями у проведення комплексної модернізації.

Для вибору оптимального варіанту змоделюємо всі можливі варіанти сполучення ефективних рішень щодо термомодернізації окремих огорожувальних

конструкцій (фасаду, покрівлі, вікон, перекриття над неопалюваним підвалом) для опору теплопередачі на рівнях $0,8R_n$, R_n , $1,3 R_n$.

Вибір ефективного варіанту комплексної термомодернізації має ґрунтуватись на оцінці рівня економії тепла, який він забезпечує, та обсягів витрат, які необхідно здійснити.

Для визначення можливого рівня економії тепла, після запровадження заходів з комплексної термомодернізації, необхідно виконати теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій та витрат теплової енергії на опалення будинків.

Алгоритм виконання теплотехнічного розрахунку представлений на рисунках 3.5. – 3.11.

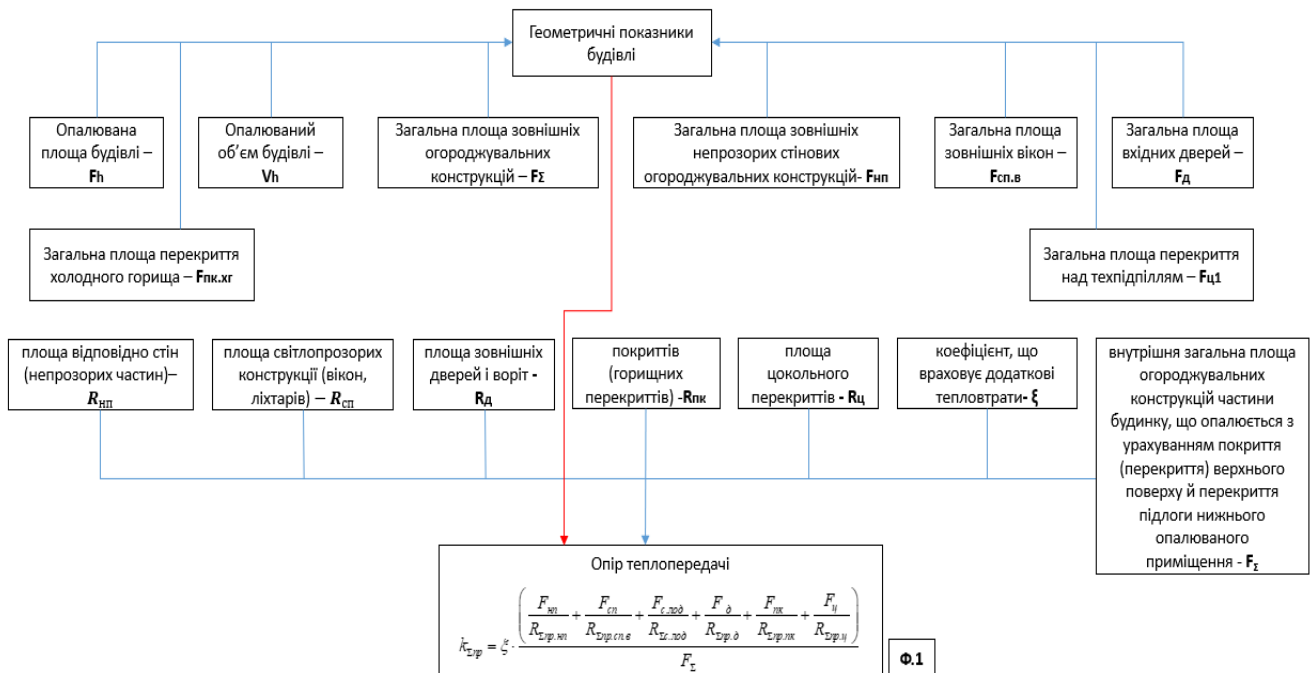


Рис. 3.5. Вихідні дані для розрахунку опору теплопередачі огорожуючих конструкцій будівлі

Порядок розрахунку інфільтраційного коефіцієнту наведений на рис. 3.6.

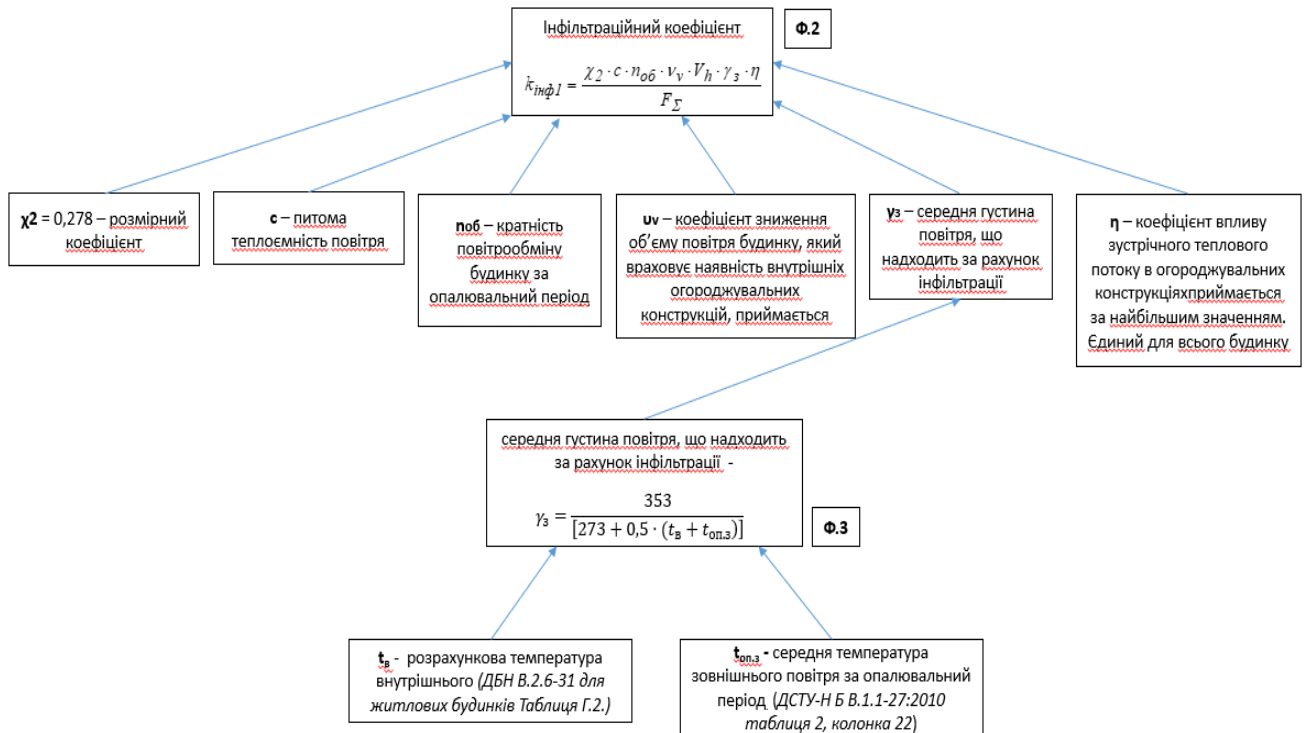


Рис. 3.6. Порядок розрахунку інфільтраційного коефіцієнту

Порядок розрахунку загального коефіцієнту теплопередачі будинку приведено на рис. 3.7.

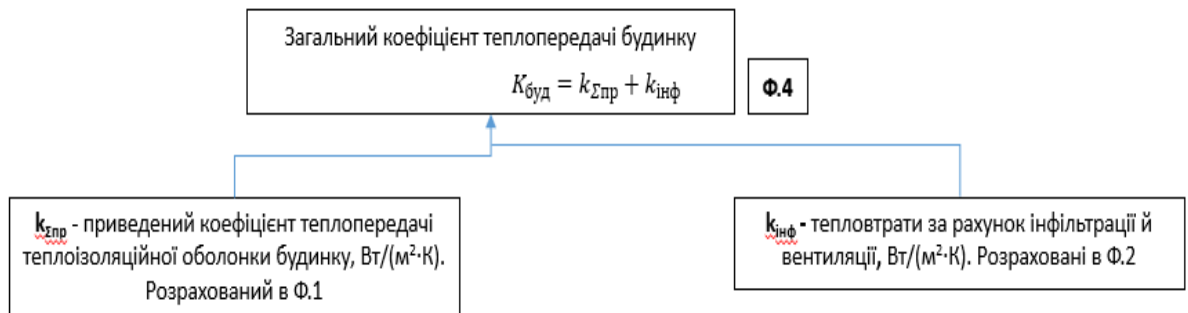


Рис. 3.7. Порядок розрахунку загального коефіцієнту теплопередачі будинку

Порядок визначення розрахункових витрат теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду наведено на рис. 3.8.:

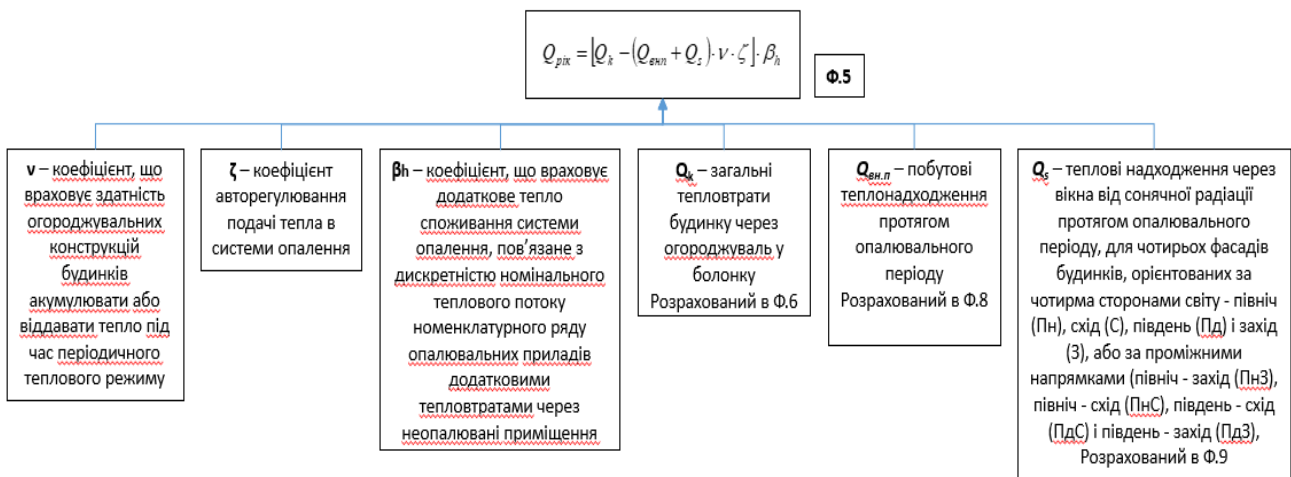


Рис. 3.8. Порядок визначення розрахункових витрат теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду

Для визначення розрахункових витрат теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду необхідно мати значення коефіцієнту, що враховує здатність огорожувальних конструкцій будинків акумулювати або віддавати тепло під час періодичного теплового режиму; коефіцієнту авторегулювання подачі тепла в системи опалення; коефіцієнту, що враховує додаткове тепло споживання системи опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів додатковими тепловтратами через неопалювані приміщення; загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку; побутові теплонадходження протягом опалювального періоду; теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу.

Порядок визначення загальних тепловтрат будинку через огорожувальну оболонку наведений на рис. 3.9.:

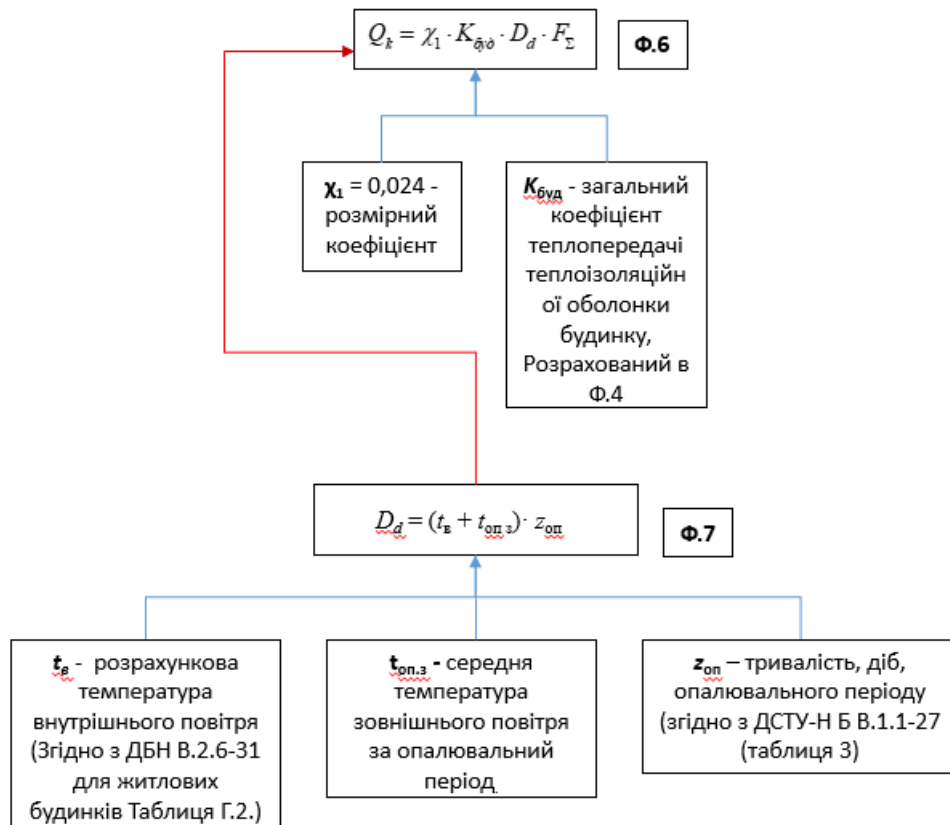


Рис. 3.9. Порядок визначення загальних тепловтрат будинку через огорожувальну оболонку

Порядок визначення побутових теплонадходжень протягом опалювального періоду наведено на рис. 3.10:

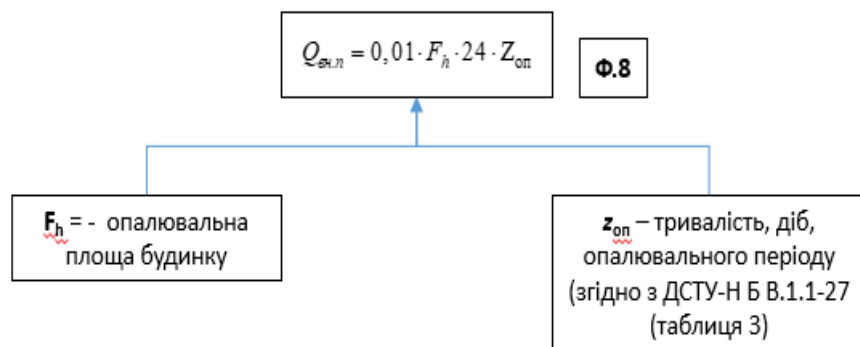


Рис. 3.10. Визначення побутових теплонадходжень протягом опалювального періоду

Порядок розрахунку теплових надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу наведений на рис. 3.11:

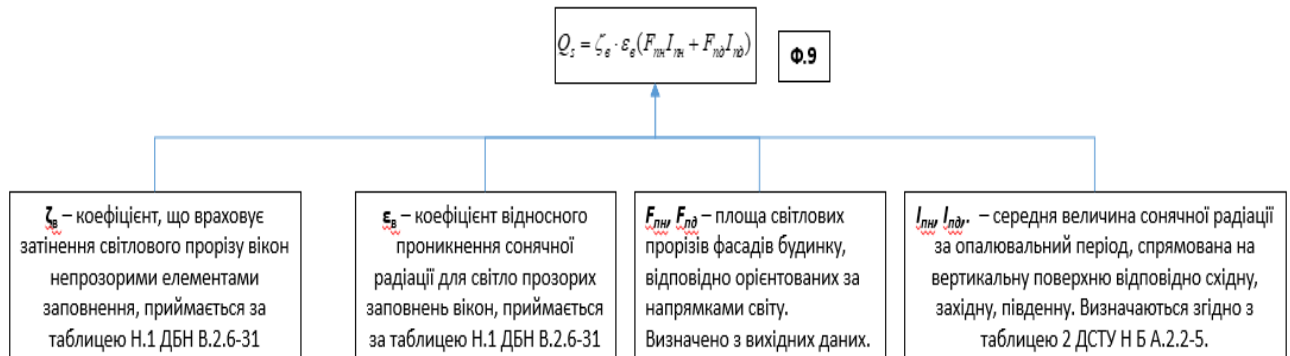


Рис. 3.11. Порядок розрахунку теплових надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду

Для моделювання теплової оболонки житлових та громадських будівель визначені такі варіанти утеплення:

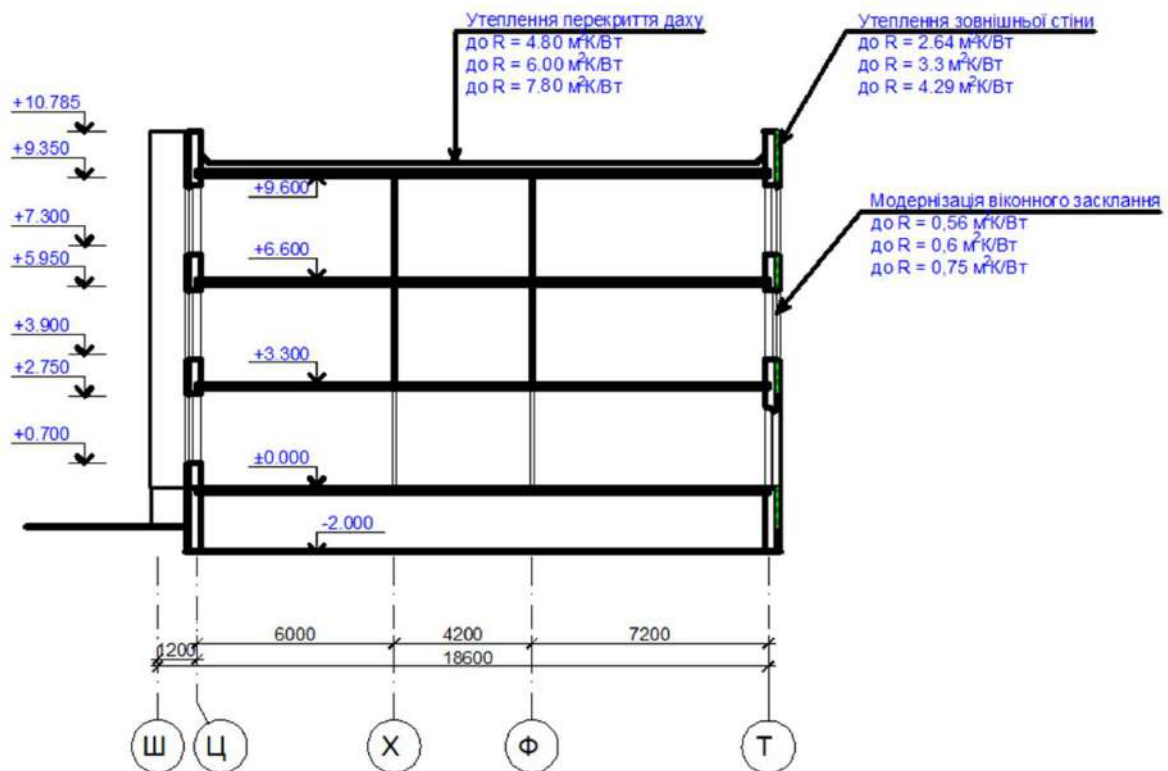


Рис.3.12. Ілюстрація можливих варіантів утеплення при умові досягнення нормованої енергетичної ефективності

Утеплення зовнішніх стін передбачено в 3 варіантах:до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $2,64 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;до $R_{\text{норм}}$, тобто до $3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;до $1,3 \cdot R_{\text{норм}}$, тобто до $4,29 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;Утеплення покриття (даху) технічного поверху:до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $4,80 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;до $R_{\text{норм}}$, тобто до $6,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;до $1,3 \cdot R_{\text{норм}}$, тобто до $7,80 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;Модернізація віконного скління:до $0,75R_{\text{норм}}$, тобто до $0,56 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;до $0,8R_{\text{норм}}$, тобто до $0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;до $R_{\text{норм}}$, тобто до $0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.Утеплення перекриття над підвалом:

Передбачене зовнішнє утеплення стін підвалу до перекриття шва між панелями (відмітка 0.000) та внутрішнє утеплення перекриття підвалу.

Утеплення дверей входу в будинок та дверей на сходових клітинах:до $R_{\text{норм}}$, тобто до $0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Можливі сполучення наведених варіантів утеплення окремих конструктивних елементів утворюють наступні варіанти комплексної термомодернізації будівлі:

Таблиця 3.10

**Варіанти сполучення конструктивних рішень утеплення
огорожувальних конструкцій в проекті комплексної термомодернізації**

варіант	Опір теплопередачі стін*вікон*покрівлі*перекриття	варіант	Опір теплопередачі стін*вікон*покрівлі*перекриття	варіант	Опір теплопередачі стін*вікон*покрівлі*перекриття
$R_{\text{н}}$	$3,3*0,75*6,00*3,75$	28	$2,64*0,75*6,00*3,75$	55	$4,29*0,75*6,00*3,75$
2	$3,3*0,75*6,00*3,0$	29	$2,64*0,75*6,00*3,0$	56	$4,29*0,75*6,00*3,0$
3	$3,3*0,75*6,00*4,875$	30	$2,64*0,75*6,00*4,875$	57	$4,29*0,75*6,00*4,875$
4	$3,3*0,6*6,00*3,75$	31	$2,64*0,6*6,00*3,75$	58	$4,29*0,6*6,00*3,75$
5	$3,3*0,6*6,00*3,0$	32	$2,64*0,6*6,00*3,0$	59	$4,29*0,6*6,00*3,0$

Продовження таблиці 3.10

6	3,3*0,6*6,00*4,875	33	2,64*0,6*6,00*4,875	60	4,29*0,6*6,00*4,875
7	3,3*0,56*6,00*3,75	34	2,64*0,56*6,00*3,75	61	4,29*0,56*6,00*3,75
8	3,3*0,56*6,00*3,0	35	2,64*0,56*6,00*3,0	62	4,29*0,56*6,00*3,0
9	3,3*0,56*6,00*4,875	36	2,64*0,56*6,00*4,875	63	4,29*0,56*6,00*4,875
10	3,3*0,56*4,80*3,75	37	2,64*0,56*4,28*3,75	64	4,29*0,56*4,28*3,75
11	3,3*0,56*4,80*3,0	38	2,64*0,56*4,28*3,0	65	4,29*0,56*4,28*3,0
12	3,3*0,56*4,80*4,875	39	2,64*0,56*4,80*4,875	66	4,29*0,56*4,28*4,875
13	3,3*0,56*7,80*3,75	40	2,64*0,56*7,80*3,75	67	4,29*0,56*7,80*3,75
14	3,3*0,56*7,80*3,0	41	2,64*0,56*7,80*3,0	68	4,29*0,56*7,80*3,0
15	3,3*0,56*7,80*4,875	42	2,64*0,56*7,80*4,875	69	4,29*0,56*7,80*4,875
16	3,3*0,6*4,80*3,75	43	2,64*0,6*4,28*3,75	70	4,29*0,6*4,80*3,75
17	3,3*0,6*4,80*3,0	44	2,64*0,6*4,80*3,0	71	4,29*0,6*4,80*3,0
18	3,3*0,6*4,80*4,875	45	2,64*0,6*4,80*4,875	72	4,29*0,6*4,80*4,875
19	3,3*0,6*7,80*3,75	46	2,64*0,6*7,80*3,75	73	4,29*0,6*7,80*3,75
20	3,3*0,6*7,80*3,0	47	2,64*0,6*7,80*3,0	74	4,29*0,6*7,80*3,0
21	3,3*0,6*7,80*4,875	48	2,64*0,6*6,96*4,875	75	4,29*0,6*7,80*4,875
22	3,3*0,75*4,80*3,75	49	2,64*0,75*4,80*3,75	76	4,29*0,75*4,80*3,75
23	3,3*0,75*4,80*3,0	50	2,64*0,75*4,80*3,0	77	4,29*0,75*4,80*3,0
24	3,3*0,75*4,80*4,875	51	2,64*0,75*4,80*4,875	78	4,29*0,75*4,80*4,875
25	3,3*0,75*7,80*3,75	52	2,64*0,75*7,80*3,75	79	4,29*0,75*7,80*3,75
26	3,3*0,75*7,80*3,0	53	2,64*0,75*7,80*3,0	80	4,29*0,75*7,80*3,0
27	3,3*0,75*7,80*4,875	54	2,64*0,75*7,80*4,875	81	4,29*0,75*7,80*4,875

Вартість набору конструктивно-технологічних рішень складається з суми вартостей окремих конструктивно-технологічних рішень, що є складовою набору.

Найбільш точним способом визначення вартості конструктивно-технологічного рішення є складання ресурсної моделі відповідного проектного рішення та розрахунок кошторису.

Порядок оптимізації конструктивно-технологічних рішень теплової оболонки будівлі схематично представлений на рис. 3.13.

Оптимізація набору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації теплової оболонки будівлі складається з наступних етапів:

1. Визначаються конструктивно-технологічні рішення, що можуть бути застосовані для кожної огорожувальної конструкції;

2. Визначаються можливі варіанти модифікації кожного конструктивно-технологічного рішення за опором теплопередачі, який може бути в результаті забезпечений для конструкції. Така модифікація може бути досягнута, наприклад, зміною товщини утеплювача.

3. Визначається вартість застосування кожної модифікації кожного конструктивно-технологічного рішення.

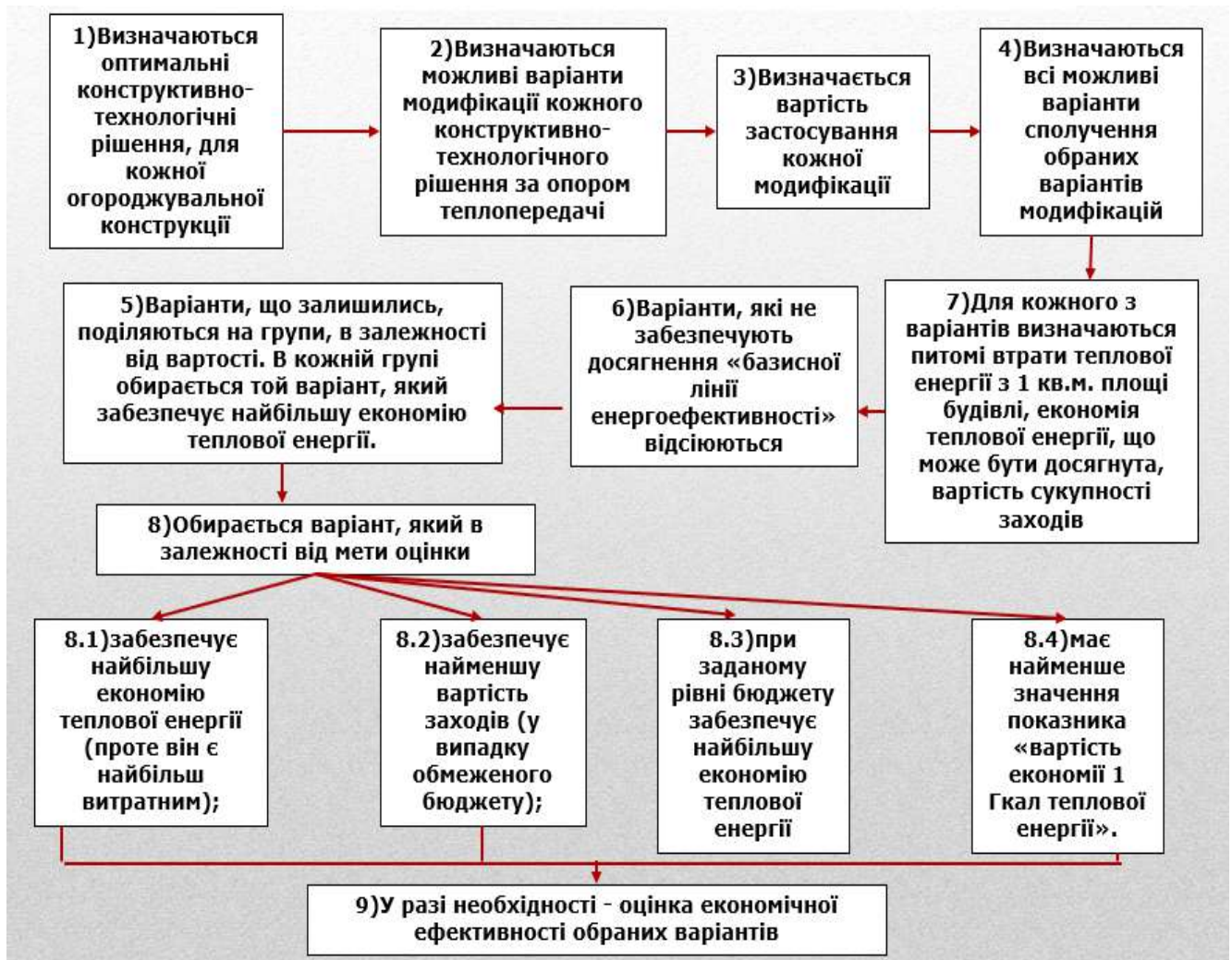


Рис. 3.13. Порядок оптимізації конструктивно-технологічних рішень теплової оболонки будівлі

4. Визначаються всі можливі варіанти сполучення обраних варіантів модифікацій конструктивно-технологічних рішень.

5. Для кожного з варіантів визначаються питомі втрати теплової енергії з 1 кв.м. площі будівлі, економія теплової енергії, що може бути досягнута, вартість сукупності заходів.

6. Варіанти, які не забезпечують досягнення «базисної лінії» енергоефективності» відсіюються.

7. Варіанти, що залишилися, оцінюються одночасно за критеріями «економія теплової енергії» та «вартість заходів». Для цього всі варіанти поділяються на групи, в залежності від вартості. В кожній групі обирається той варіант, який забезпечує найбільшу економію теплової енергії. Серед обраних варіантів остаточно обирається той варіант, який в залежності від поставленої мети оптимізації:

- a. забезпечує найбільшу економію теплової енергії (проте він є найбільш витратним);
- b. забезпечує найменшу вартість заходів (у випадку обмеженого бюджету);
- c. при заданому рівні бюджету забезпечує найбільшу економію теплової енергії;
- d. має найменше значення показника «вартість економії 1 Гкал теплової енергії».

8. У разі необхідності оцінки економічної ефективності варіантів заходів щодо комплексної термомодернізації обираємо наступну систему показників:

1) Без урахування фактору часу:

- сукупні витрати на комплексну термомодернізацію будинку;
- дохід за рахунок економії енергоресурсів за опалювальний сезон при зменшенні тепловтрат після проведення робіт по комплексній термомодернізації;
- дохід за рахунок економії енергоресурсів при зменшенні тепловтрат після проведення робіт з комплексної термомодернізації за строк експлуатації заходів щодо енергозбереження. Мінімальний строк експлуатації заходів з енергозбереження приймається на рівні 25 років.
- прибуток від термомодернізації за період експлуатації заходів з енергозбереження (25 років);
- індекс прибутковості;
- строк окупності витрат.

2) З урахуванням фактору часу:

- чиста приведена вартість (NPV);
- внутрішня норма доходності (IRR);
- строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (DPP);
- індекс прибутковості з урахуванням дисконтування (PI);

- сукупний капіталізований дохід від скорочення тепловтрат при опаленні будинку після теплової санації.
- капіталізований прибуток;
- індекс прибутковості з урахуванням капіталізації;
- строк окупності витрат на термомодернізацію з урахуванням капіталізації.

Чиста приведена вартість (NPV) визначається за формулою:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r_k)^k} - \sum_{j=1}^m \frac{I_j}{(1+i_j)^j}, \quad (3.13)$$

де: n – період прогнозування;

CF_k – чистий вхідний потік коштів (доходи) у рік, k ;

r_k – річна ставка дисконту в рік, k ;

m – кількість років, протягом яких планується інвестування у проект;

I_j – інвестиції (витрати) у рік, j ;

i_j – прогнозований рівень інфляції у рік, j .

Внутрішня норма дохідності (IRR) визначається із співвідношення.:

$$\sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} = I_0, \quad (3.14)$$

де: IRR – таке значення ставки дисконтування, при якій поточне значення витрат дорівнює поточному значенню потоків грошових коштів (доходів).

CF_k – вхідний грошовий потік (доходи) у рік, k ;

I_0 – поточне значення витрат.

IRR визначається методом ітерацій – підбору.

Дисконтований період окупності (DPP) – це період часу від початку інвестування, до моменту коли NPV стає додатнім.

Індекс прибутковості (PI) визначається за формулою:

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r_k)^k} / \sum_{j=1}^m \frac{I_j}{(1+i_j)^j}. \quad (3.15)$$

Чистий нарощений (капіталізований) дохід D_k визначається за формулою:

$$D_k = \sum_{t=1}^{T_{\text{сл}}} D_t (1+r)^{t-1} - K \quad (3.16)$$

Де $T_{\text{сл}}$ – строк експлуатації енергозберігаючих заходів;

D_t – дохід від впровадження енергозберігаючих заходів, отриманий в період t ;

r – ставка капіталізації.

Строк окупності витрат, визначений з урахуванням дисконтування, у випадку коли витрати є одноразовими і здійснюються в перший період реалізації проекту, може бути розрахований за такою формулою:

$$T_{ок} = \frac{-\ln(1 - T_{ок} \cdot r)}{\ln(1 + r)}, \text{ де} \quad (3.17)$$

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta D}, \text{ де} \quad (3.18)$$

K – витрати на енергозберігаючі заходи;

ΔD – щорічний додатковий дохід, отриманий в результаті впровадження енергозберігаючих заходів.

Строк окупності витрат, визначений з урахуванням капіталізації може бути розрахований за формулою:

$$T_{ок} = \frac{\ln(1 - T_{ок} \cdot r)}{\ln(1 + r)} \quad (3.19)$$

Індекс доходності з урахуванням капіталізації визначається за формулою:

$$ИД_k = \frac{\sum_{t=1}^{T_{ср}} D_t (1 + r)^{t-1}}{K} \quad (3.20)$$

Дохід від скорочення тепловтрат D_t за опалювальний сезон після термомодернізації визначається за формулою:

$$D_t = \Delta T \cdot B_m \quad (3.21)$$

ΔT – зменшення тепловтрат за сезон (Гкал або куб.м газу) після термомодернізації;

B_m – вартість 1 Гкал або тис. куб. м газу;

Досвід застосування показників економічної ефективності при виборі варіантів свідчить про те, що різні показники, можуть вказувати на різні варіанти проекту. Для однозначного вибору необхідно або розробляти додаткові критерії, або надати перевагу одному із критеріїв, наведених вище.

Досвід оцінки економічної ефективності інвестицій проектів з підвищення енергоефективності в Україні, в тому числі з урахуванням довгострокової перспективи, дозволяє визначити в якості превалюючого показника економічної ефективності обрати показник IRR – внутрішня норма рентабельності.

Висновки до розділу 3

1. Рівень достовірності результатів розрахунків, отриманих в інвестиційному проекті прямо залежить від якості вихідних даних для його розроблення. Це забезпечується якісним виконанням послідовності дій з організаційної підготовки проекту термомодернізації.

2. Вдосконалений порядок організації термомодернізації містить перелік необхідних заходів, їх взаємозв'язок та послідовність здійснення, що створює методичну основу для реалізації проектів термомодернізації найбільш ефективним шляхом. Зокрема пропонується встановити вимоги до складання Завдання на проектування, що спростить та скоротить час на проектування.

3. Розроблений порядок підготовки проектів з підвищення енергоефективності містить зокрема етапи щодо підбору об'єктів-складових для реалізації проектів термомодернізації групи будинків; етап щодо створення організаційно-фінансового механізму реалізації проекту. Включення таких етапів до порядку підготовки проектів сприяє підвищенню ймовірності успішної реалізації проекту термомодернізації, досягненню запланованих техніко-економічних показників.

4. Запропоновано здійснювати вибір конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації в 2 етапи. На першому етапі відсіювати конструктивно-технологічні рішення, які технічно не можуть бути виконані в даній будівлі. На другому етапі здійснюється вибір рішень за розробленою системою оцінки.

5. На основі аналізу літературних джерел та за результатами проведених досліджень щодо необхідних властивостей матеріалів та конструктивних систем щодо утеплення окремих огорожувальних конструкцій (фасадів, покрівлі, вікон, перекриття над не утепленим підвалом) в цілому, модернізації інженерних систем було сформовано 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.

8. Методика оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень дозволяє обрати той варіант, який в залежності від поставленої мети оптимізації:

- забезпечує найбільшу економію теплової енергії (проте він є найбільш витратним);
- забезпечує найменшу вартість заходів (у випадку обмеженого бюджету);
- при заданому рівні бюджету забезпечує найбільшу економію теплової енергії;
- має найменше значення показника «вартість економії 1 Гкал теплової енергії».

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ БУДІВЛІ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

4.1 Вибір оптимальних конструктивно-технологічних рішень на прикладі будівлі загальноосвітньої школи

Апробація розроблених методичних підходів щодо оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень для різних видів огорожуючих конструкцій та інженерних систем для формування складу проектів термомодернізації із збалансованими техніко-економічними показниками виконана на прикладі шкіл серії Т-8740 (Т-8189).

Загальноосвітній навчальний заклад № 303 на вул. Драгоманова, 9А розташований у Дарницькому районі м. Києва.

Загальноосвітній навчальний заклад відноситься до класу наслідків ССЗ. Ступінь вогнестійкості будівлі – II.

Загальноосвітній навчальний заклад №303 на вул. Драгоманова, 9А у Дарницькому районі м. Києва був побудований в 1989 році минулого століття.

Будівля навчального закладу на 1320 учнів забезпечує навчання 6-річних учнів, розвиток кабінетної системи навчання з широким використанням ТЗН в учбовому процесі, поліпшення умов для трудового навчання та фізичного виховання учнів. Основним композиційним ядром навчального закладу являється внутрішній дворик, навколо якого периметрально розташовані чотири блоки:

- блоки I та III учбових класів та кабінетів (3 поверхи з техпідпіллям);
- адміністративно-видовищний блок II (3 поверхи з проїздом на першому поверсі та підвалом);
- блок IV спортивних залів, їдальні та стрілкового тиру (3 поверхи з підвалом).

До блоку III через надземний перехід на другому поверсі примикає блок V басейну. Блок басейну – двоповерховий з підвалом.

Блоки розділені між собою деформаційними швами.

Конструктивні рішення:

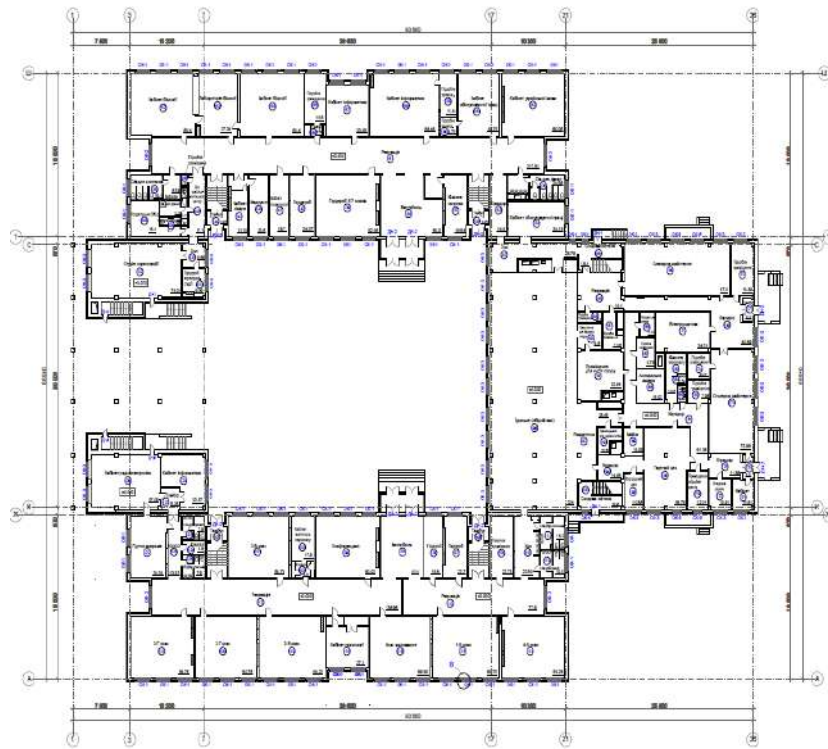


Рис. 4.1. План типового поверху школи серії Т-8740 (Т-8189)

Блоки I, III. Два блоки учбових класів та кабінетів запроектовані в панельних конструкціях на основі серії 1.090.1-1. Конструктивна схема будівлі – з несучими повздовжніми стінами. Просторова жорсткість забезпечена повздовжніми та поперечними стінами з дисками перекриттів.

Фундаменти – стрічкові із збірних залізобетонних та бетонних блоків.

Огороджуючі конструкції – стінові панелі із керамзитозолобетону класу В5, масою 1000 кг/м³, товщиною 350мм (для панелей вище відм.0,000) та класу В7,5, масою 1150 кг/м³, товщиною 300мм (для цокольних панелей).

Внутрішні стіни – із залізобетонних панелей класу В12,5, масою 2400 кг/м³, товщиною 160мм.

Блоки II, IV. Адміністративно-видовищний блок і блок спортивних залів та їдальні запроектовано в каркасі 1.020/83 з використанням елементів покриттів прольотом 12 і 18м для актового та спортивного залів.

Фундаменти під колони – збірні залізобетонні стаканного типу, під діафрагми жорсткості – монолітні залізобетонні.

Огороджуючі конструкції – стінові навісні панелі із керамзитобетону класу В3,5, масою 1150 кг/м³ по серії 1.030.

Блок V. Конструктивна схема – каркасна. Зовнішні стіни – самонесучі панелі серії 1.030.1-1, в.1-1. Висота поверху – 3,3м.

Основні техніко-економічні показники будівлі наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Техніко-економічні показники будівлі

№ п/п	Найменування показників	Од. виміру	Значення показника
1	2	3	4
3	Кількість поверхів	шт.	2-3
4	Кількість місць	уч.	1688
5	Площа забудови	м ²	4 111,97
6	Загальна площа будинку	м ²	11 474,48
7	Корисна площа будинку	м ²	10 642,79
8	Розрахункова площа будинку	м ²	8 527,95
9	Будівельний об'єм будинку, в т.ч. - нижче відм.0,000 - вище відм.0,000	м ³ м ³ м ³	43 551,70 3 960,50 39 591,20

На першому етапі оптимізації обрані конструктивно-технологічні рішення, які доцільно використовувати при термомодернізації школи даного типу.

Далі, відповідно до методичних підходів, викладених в попередньому розділі, виконана оцінка конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожуючих конструкцій, віконних та дверних прорізів, які технічно можуть бути реалізовані в будівлі, що розглядається.

Приклад оцінки кожної з системи наведено в таблиці 4.2.

На рисунку представлена оцінка вентиляційної теплоізоляційно-опоряджувальної системи Техно-Ніколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент).

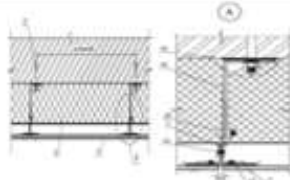
Показник	Вентиляційно-теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система				
	ТехноНіколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент)				
	 1-Потріслювач із Т-образним профілем; 2-Кліпсові б-г; 3-Плита парозахисна; 4-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 5-Волокниста теплоізоляція 12-40; 6-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 7-Волокниста теплоізоляція 12-40; 8-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 9-Волокниста теплоізоляція 12-40; 10-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 11-Волокниста теплоізоляція 12-40; 12-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 13-Волокниста теплоізоляція 12-40; 14-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 15-Волокниста теплоізоляція 12-40; 16-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 17-Волокниста теплоізоляція 12-40; 18-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ; 19-Волокниста теплоізоляція 12-40; 20-Вітровий захист «ТЕХНОВЕНТ» ДИФУЗІОННИЙ.				
	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
1. Густина утеплювача, кг/м ³	Тис/ні	5/3	0,04	5	0,2
2. Теплопровідність, К	Тис/ні	5/3	0,04	3	0,12
3. Дифузія і конденсація водяної пари:			0,04		0
3.1. Гігроскопічність, % по масі	Тис/ні	5/3	0,01	5	0,05
3.2. Паропровідність, г/м ²	<0,3 / >0,3	1/5	0,01	5	0,05
3.3. Вологість по масі, %	<0,5 / >0,5	5/1	0,01	5	0,05
3.4. Вологість дифузії по об'єму, %	<1,5 / >1,5	5/1	0,01	5	0,05
4. Вага оптимізації вод	Тис/ні	3/3	0		0
5. Екологічність			0,2		0
5.1. Водостійкість, група герметичності	НГ/Г1,Г2,Г3,Г4	5/3/1	0,12	5	0,6
5.2. Хімічна стійкість, Кхс	Тис/ні	5/3	0,02	3	0,06
5.3. Біологічна стійкість, бала	Тис/ні	5/3	0,03	5	0,15
5.4. Пилоємкість, ПДК1 м/м ³	Тис/ні	5/3	0,03	5	0,15
6. Надійність і стабільність			0,2		0
6.1. Вплив власної ваги системи, м/м ³	мін/ср/макс	5/3/1	0,03	1	0,03
6.2. Вплив гідростатичних навантажень на розумові навантаження, вплив на температуру і вологість повітря, мм/год	мін/ср/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/ср/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
6.4. Ударна міцність, Дж	мін/ср/макс	1/3/5	0,05	5	0,25
6.5. Вплив вітрового навантаження та вітрового відривування, мПа	мін/ср/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
6.6. Вплив хімічних речовин, речі	мін/ср/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7. Рівень енергоефективності	мін/ср/макс	1/3/5	0,04	5	0,2
8. Стійкість до пошкодження руйнів	середній руй	3/5	0,04	5	0,2
9. Вплив теплової ізоляції на розумові навантаження системи			0,1		0
9.1. Можливість використання системи в системі утеплення елементів	Тис/ні	5/3	0,01	5	0,05
9.2. Можливість підготовки поверхні для армування системи	Тис/ні	3/5	0,02	3	0,06
9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання експлуатаційного проекту, грн	Менше 5% / 10-15% / більше 15%	5/3/1	0,01	3	0,03
9.4. Трудомісткість робіт, лиц./ч.м.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01
9.5. Можливість використання матеріалів, речі	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	1	0,03
9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/ср/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/ср/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
10. Екологічний вплив на довкілля (екологічність)			0,2		0
10.1. Вартість встановлення 100 м ² системи	мін/ср/макс	5/3/1	0,1	3	0,3
10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (проценти на 100 м ²)	Менше 5% / 10-15% / більше 15%	5/3/1	0,05	3	0,15
10.3. Ступінь збільшення обсягу теплоперенесення конструкції за умови збільшення товщини шару теплоізоляційного матеріалу, а також його вартості на 10%, м ² ·К/Вт·гр	<10% / <25% / <50% / <75% / <100%	1/2/3/4/5	0,05	5	0,25
11. Вентиляція (важкостворений повітряний потік), Дж	мін/ср/макс	1/3/5	0,02	3	0,06
12. Теплопровідність теплоізоляційного шару, Вт/(м·К)	мін/ср/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Естетичність системи	Тис/ні	5/3	0,04		0
13.1. Ісходність	Тис/ні	5/3	0,008	5	0,04
13.2. Колірність	Тис/ні	5/3	0,008	5	0,04
13.3. Текстура	Тис/ні	5/3	0,008	5	0,04
13.4. Фактурність	Тис/ні	5/3	0,008	5	0,04
13.5. Колір	Тис/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка					3,89

Рис. 4.2. Приклад оцінки конструктивно-технологічного рішення за розробленою системою оцінки

Результати оцінки конструктивно-технологічних рішень для термомодернізації огорожувальних конструкцій будівлі даного типу наведені в додатках Б, В та Г.

Узагальнення результатів оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації фасадів, покрівель та вікон для будівель шкіл наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Узагальнення результатів оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації фасадів, покрівель та вікон для будівель шкіл

Назва системи	Узагальнена оцінка
термомодернізації фасадів	
Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна система Техно-Ніколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент)	3,89
Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна система Scanroc	3,69
Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками ТехноНіколь ТН-ФАСАД Декор (Технофас)	3,79
Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками ТехноНіколь ТН-ФАСАД Комбі	3,498
Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit MB	4,09
Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit ПС	4,07
термомодернізації покрівлі	
Невентильована покрівля Стандарт	3,84
Невентильована покрівля Універсал	4
Невентильована класична покрівля Баласт-класик	4,22
Невентильована інверсійна покрівля Інверс	3,86
Невентильована інверсійна покрівля Пішохід	4,06
Невентильовані інверсійні Зелені покрівлі	4,12

Продовження таблиці 4.2

Вентильована суміщена покрівля Вент	4
Тепло-гідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТГІ»	4,38
термомодернізації вікон	
Профільна система REHAU GENEО	3,91
Профільна система SalamanderStreamline	3,945
Профільна система WDS 505	3,75
Профільна система Internova 6000	3,83

Результати оцінки фасадних систем відображено на рис. 4.3:

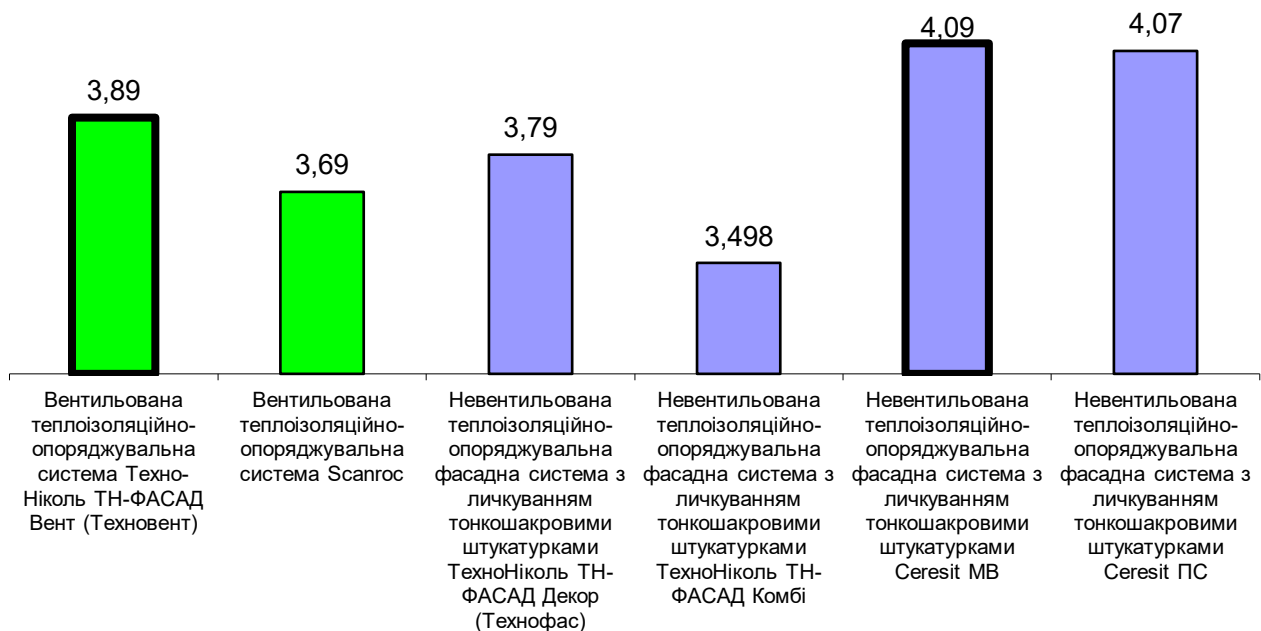


Рис. 4.3. Результати оцінки систем термомодернізації фасадів будівель шкіл

Лідерами серед фасадних система стали Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна система Техно-Ніколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент) та Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit MB.

Меншу кількість балів набрали:

- вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна система Scanroc;

- невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками ТехноНіколь ТН-ФАСАД Декор (Технофас);

- невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками ТехноНіколь ТН-ФАСАД Комбі;

- Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit ПС.

Результати оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації покрівель відображено на рис. 4.4.

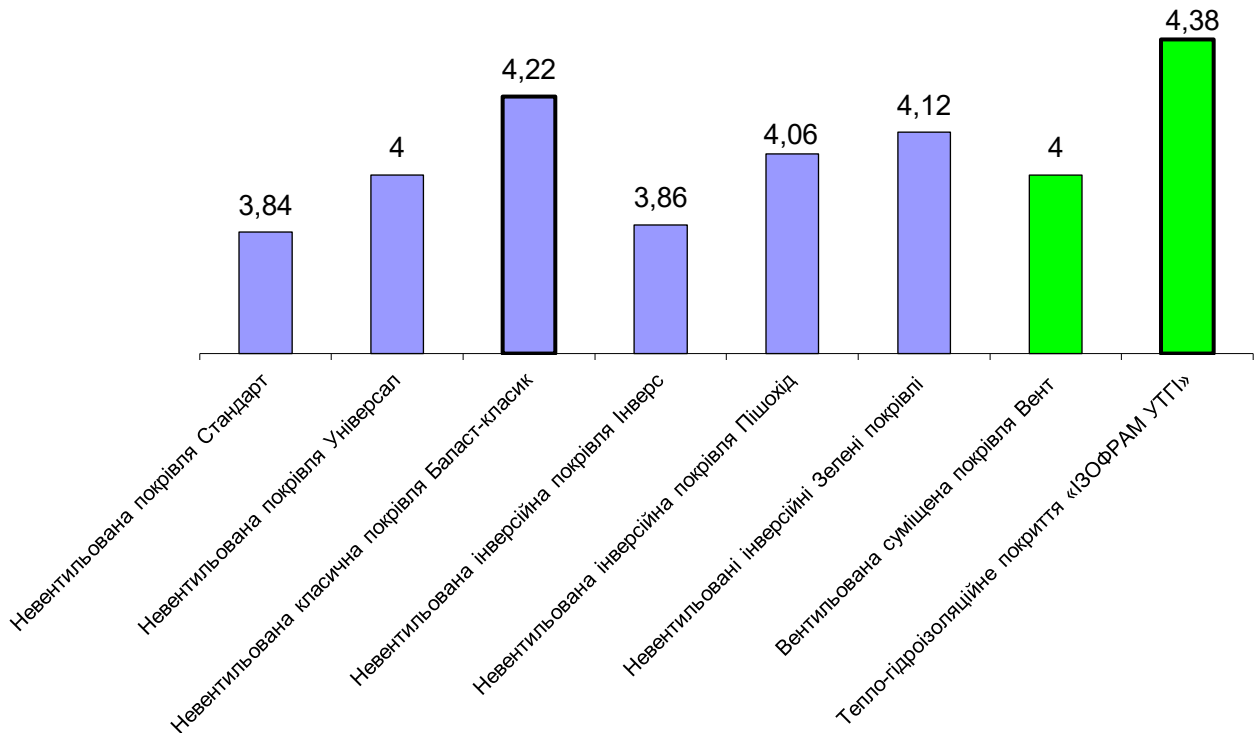


Рис. 4.4. Результати оцінки систем термомодернізації покрівель будівель шкіл

Переможцями при оцінці конструктивно-технологічних рішень покрівель стали Невентильована класична покрівля Баласт-класик та Тепло-гідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТГІ». Меншу кількість балів набрали:

- невентильована покрівля Стандарт;
- невентильована покрівля Універсал;
- невентильована інверсійна покрівля Інверс;
- невентильована інверсійна покрівля Пішохід;

- невентильовані інверсійні Зелені покрівлі;
- вентильована суміщена покрівля Вент .

Результати оцінки конструктивно-технологічних рішень модернізації вікон відображено на рис. 4.5.:

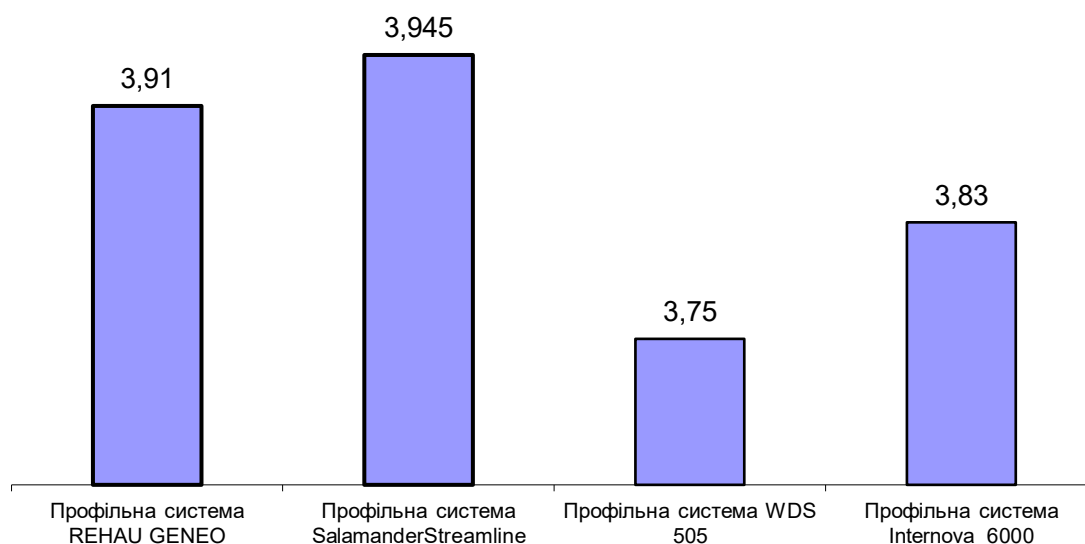


Рис. 4.5. Результати оцінки систем термомодернізації вікон будівель шкіл

Найбільшу кількість балів набрали профільні системи REHAU GENEО та SalamanderStreamline. Меншу кількість балів отримали системи WDS 505 та Internova_6000.

Аналогічно наведеним виконана оцінка конструктивно-технологічних рішень термомодернізації перекриття над неопалювальним підвалом та/ або підлоги для будівель шкіл. Узагальнення результатів наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Узагальнення результатів оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації перекриття над неопалювальним підвалом та/ або для будівель шкіл

Назва системи	Узагальнена оцінка
Система теплоізоляції підлог, улаштованих по ґрунту із застосуванням плит з екструдованого пінополітиролу в якості утеплювача ПП "УРСА" технічне рішення 1	3,684

Система теплоізоляції підлог, улаштованих по ґрунту із застосуванням плит з екструдованого пінополітиролу в якості утеплювача ПП "УРСА" технічне рішення 2	3,596
Система теплоізоляції, улаштована на підлозі по ґрунту	3,961
Система теплоізоляції перекриття між першим поверхом та неопалювальним підпіллям з застосуванням плит з екструдованого пінополітиролу в якості утеплювача ПП "УРСА"	3,492
Система теплоізоляції перекриття між першим поверхом та неопалювальним підвальним приміщенням із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит	3,835
Система теплоізоляції, улаштована зі сторони неопалювального підвального приміщення, на перекритті із багатопутостних плит із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит	3,917

Графічне відображення результатів оцінки представлено на рисунку 4.6.:

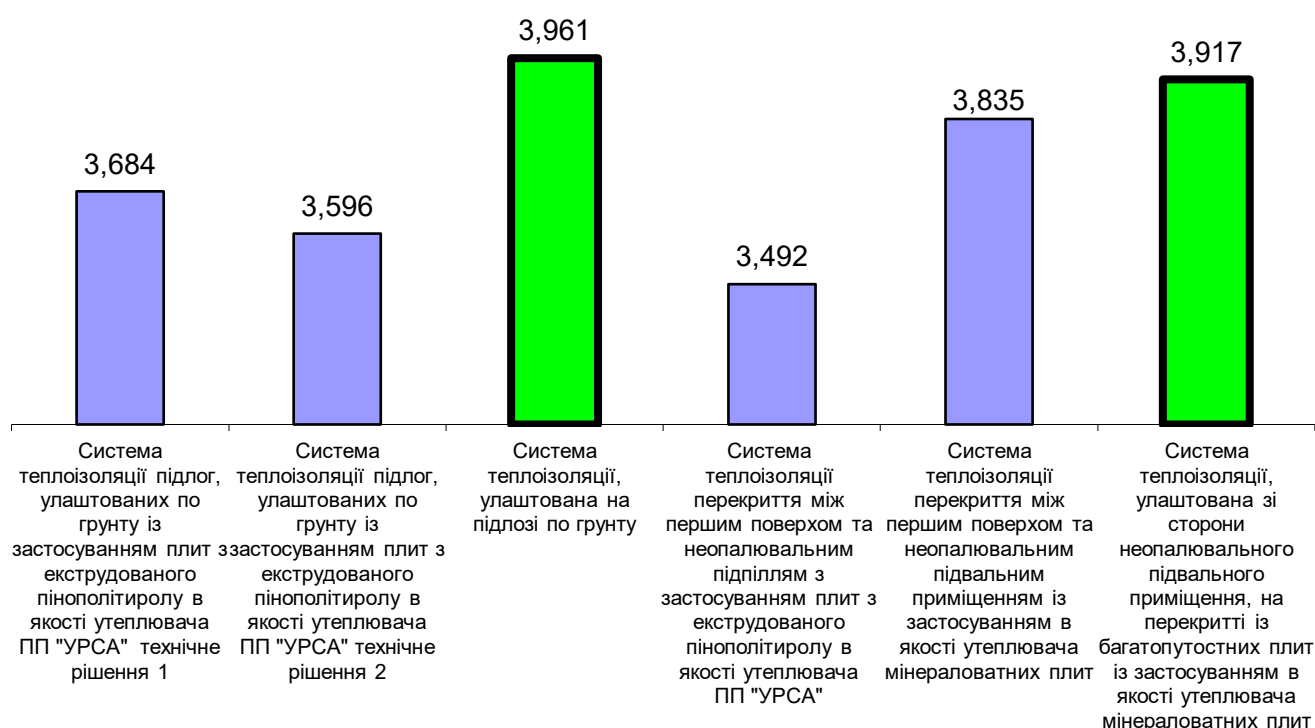


Рис. 4.6. Результати оцінки систем термомодернізації підлог першого поверху по ґрунту та перекриттів над неопалювальним підвалом будівель шкіл

Лідерами серед систем для термомодернізації перекриття над неопалювальним підвалом стала система теплоізоляції, улаштована зі сторони неопалювального підвального приміщення, на перекритті із багатопутостних плит із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит.

4.2 Оптимізація набору конструктивно-технологічних рішень для огорожувальних конструкцій будівлі загальноосвітньої школи

На першому етапі оптимізації згідно з методичними підходами, викладеними в попередньому розділі, для рішень, обраних на попередньому етапі, виконується розрахунок енергетичних показників за кожним з варіантів термомодернізації.

Оптимізація набору конструктивно-технологічних рішень виконана з використанням найкращих конструктивно-технологічних рішень для кожної із огорожувальної конструкції:

- Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit MB;
- Тепло-гідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТПІ»;
- Профільної віконної система SalamanderStreamline;
- Системи теплоізоляції, улаштованої зі сторони неопалювального підвального приміщення, на перекритті із багатопутостних плит із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит.

Розрахункові річні витрати теплової енергії школи серії Т-8740 (Т-8189) за варіантами термомодернізації представлені на рисунку 4.7.:

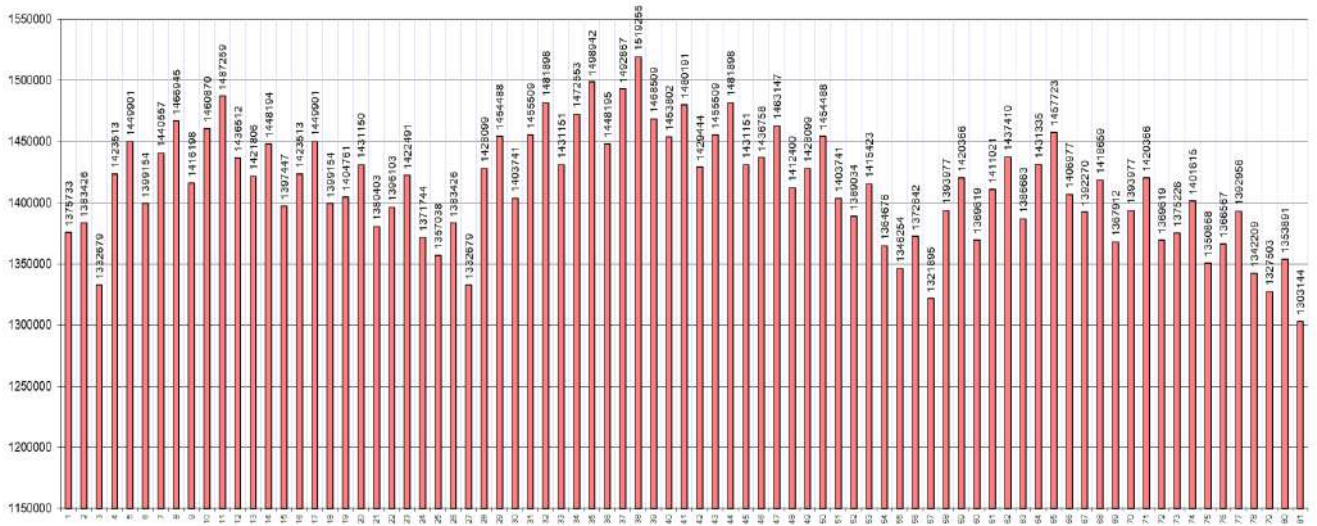


Рис. 4.7. Розрахункові річні витрати теплової енергії школи серії Т-8740 (Т-8189) за варіантами, Q рік , кВт·год

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення школи серії Т-8740 (Т-8189) за варіантами термомодернізації представлено на рисунку 4.8.

Вибір варіантів конструктивних схем комплексної термомодернізації ґрунтується на порівнянні їх енергетичної та економічної ефективності: найбільш прийнятним варіантом буде той, що забезпечить більшу економію енергоресурсів за менші кошти.

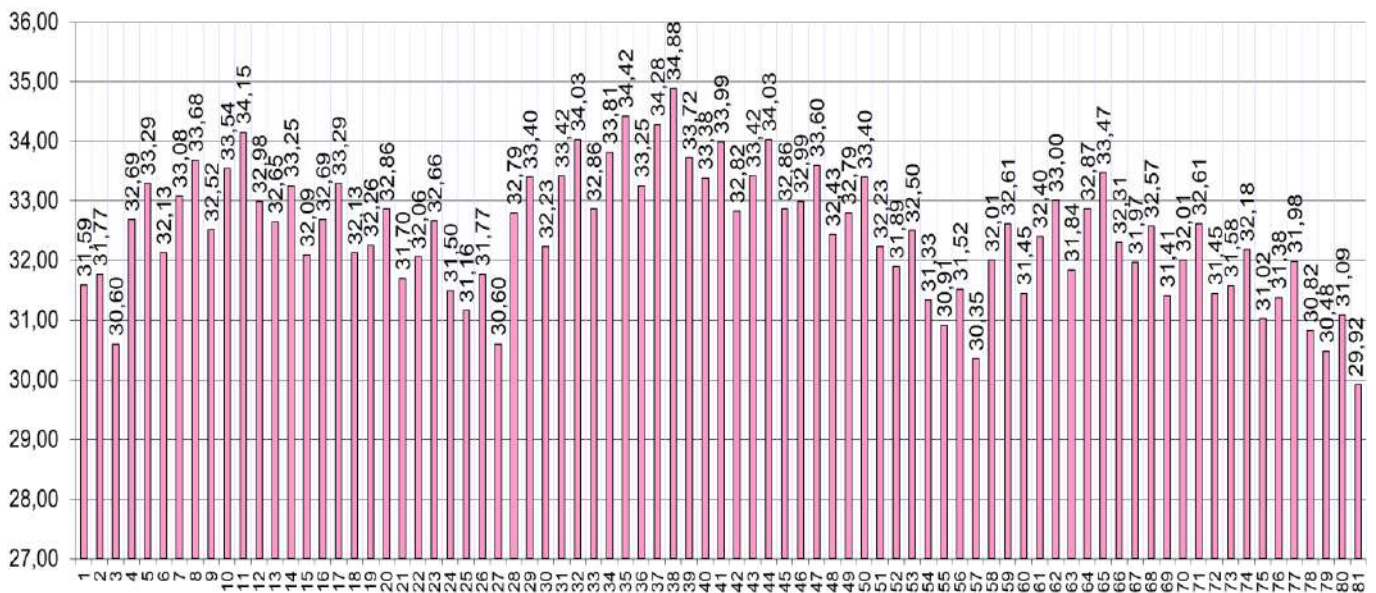


Рис. 4.8. Розрахункові значення питомих тепловитрат на опалення школи серії Т-8740 (Т-8189) за варіантами, q_{буд} , кВт·год/м³

Вартість варіантів комплексної термомодернізації будівлі школи була визначена виходячи з ресурсної моделі для реалізації проектного рішення для кожної з систем на базі комерційних пропозицій щодо вартості термомодернізації 1 кв. м. конструкції.

Загальна вартість комплексної термомодернізації будівлі школи серії Т-8740 (Т-8189) за варіантами графічно відображена на рис. 4.9.

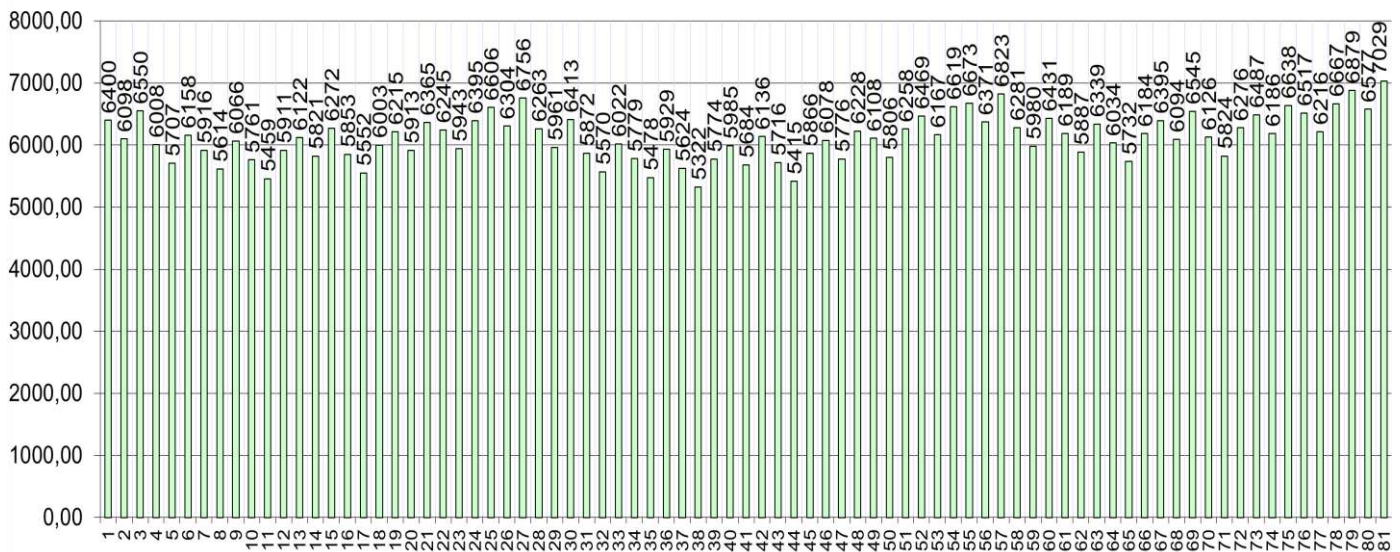


Рис. 4.9. Вартість заходів із комплексної термомодернізації школи серії Т-8740 (Т-8189) за варіантами, тис. грн.

Для порівняльного аналізу варіантів комплексної термомодернізації були розраховані коефіцієнти відносної енергетичної ефективності та відносної економічної ефективності кожного варіанту.

Коефіцієнт відносної енергетичної ефективності i -го варіанту комплексної термомодернізації (E_{en_i}) визначався за наступною формулою:

$$E_{en_i} = Q_{річ_0} / Q_{річ_i} \quad (4.1)$$

$Q_{річ_0}$ – найменше значення розрахункових річних витрат теплової енергії – значення варіанту 81;

$Q_{річ_i}$ – значення розрахункових річних витрат теплової енергії i -го варіанту комплексної термомодернізації.

Коефіцієнт відносної економічної ефективності i -го варіанту комплексної термомодернізації (E_{ek_i}) визначався за наступною формулою:

$$E_{ek_i} = B_0 / B_i \quad (4.2)$$

B_0 – найменше значення витрат коштів, які необхідно здійснити для реалізації комплексної термомодернізації будівлі – значення варіанту 38;

B_i – значення витрат коштів, необхідних для реалізації i -го варіанту комплексної термомодернізації.

Коефіцієнт сумарної ефективності визначався як добуток коефіцієнту відносної енергетичної ефективності та коефіцієнту відносної економічної ефективності.

Результати розрахунків цих показників представлені на рис. 4.10.

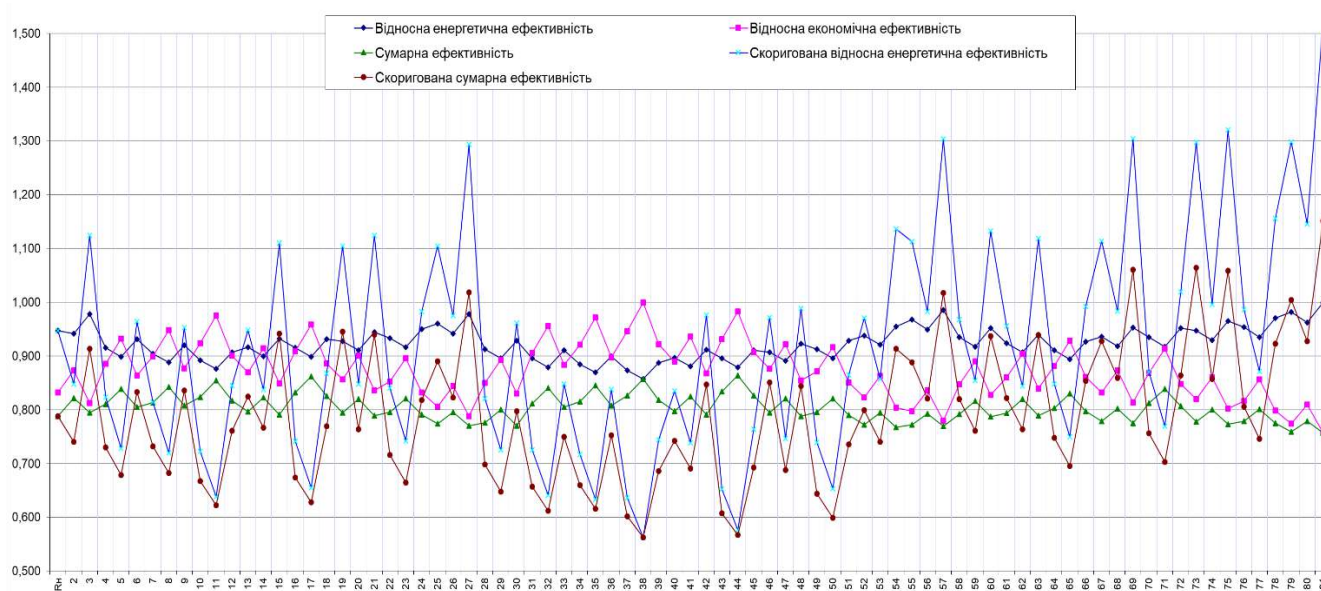


Рис. 4.10. Оцінка ефективності варіантів конструктивних схем комплексної термомодернізації школи серії Т-8740 (Т-8189) за показниками відносних енергетичної та економічної ефективності

З рисунку 4.10. видно, що коефіцієнти відносної енергетичної та економічної ефективності вказують на прямо протилежні варіанти комплексної термомодернізації: найбільш енергетично ефективними є варіанти 3, 27, 57 та 81, економічно ефективними – варіанти 11, 35, 38, 44 та 65. Коефіцієнт сумарної ефективності вказує на 11, 17, 44 та 38 варіанти.

Виходячи з наявної світової тенденції до підвищення вимог нормативних документів щодо рівня енергоефективності будівель, коефіцієнт відносної

енергетичної ефективності було скориговано шляхом введення наступних коефіцієнтів:

0,9 – до рішення щодо утеплення окремого елементу конструкції будівлі, яке забезпечує опір теплопередачі на рівні менше діючої норми;

1,15 – до рішення щодо утеплення окремого елементу конструкції будівлі, яке забезпечує опір теплопередачі на рівні більше діючої норми.

Також було розраховано скоригований сумарний коефіцієнт ефективності. За таких підрахунків найбільш ефективними виявились 27, 57, 69, 73, 75, 79 та 81 варіанти.

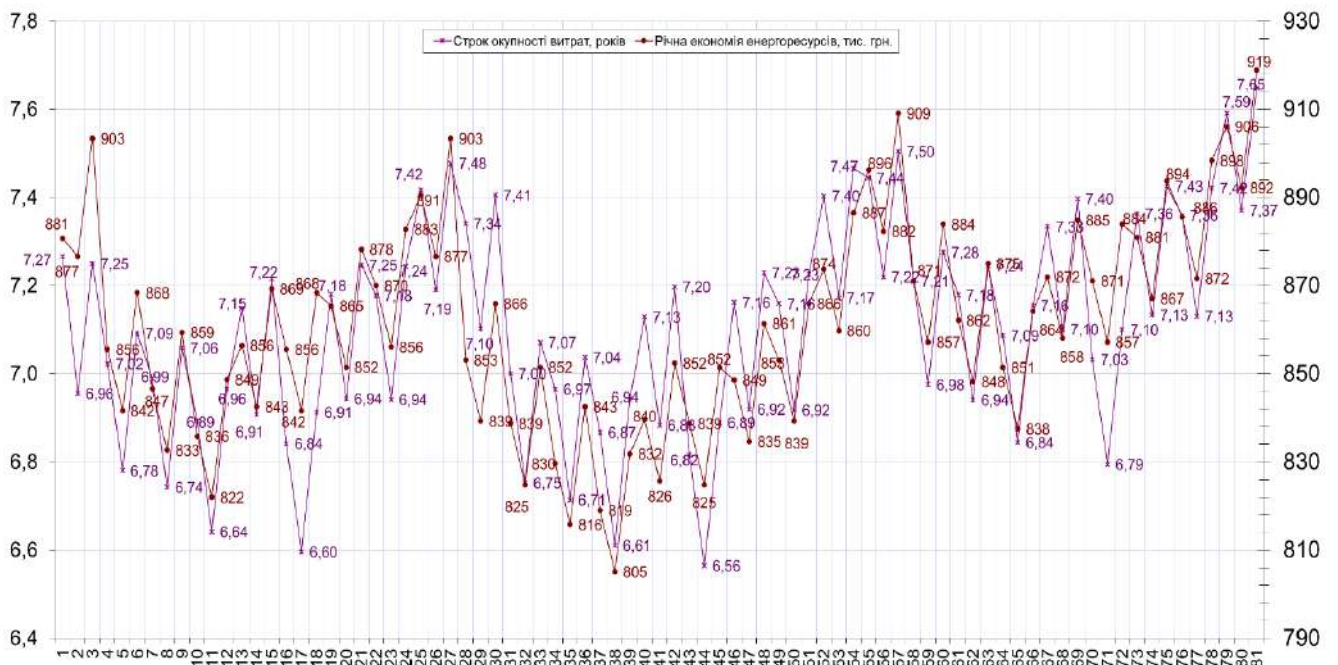


Рис. 4.11. Оцінка ефективності варіантів конструктивних схем комплексної термомодернізації школи серії Т-8740 (Т-8189)

за показниками "Строк окупності витрат" та "Річна економія енергоресурсів"

Аналіз рисунку 4.11. показує, що найбільш економічно вигідні варіанти відзначаються низькою енергетичною ефективністю. Енергетично ефективні варіанти забезпечують більші строки окупності витрат, проте більший рівень щорічної економії енергоресурсів на рік. В той же час різниця між максимальним і мінімальним строком окупності витрат є не дуже значною: $7,65 - 6,56 = 1,09$ року, різниця між максимальною та мінімальною економією енергоресурсів, вираженою в грошових одиницях, становить $919 - 805 = 104$ тис. грн. на рік.

Економія енергоресурсів в грошовому вимірі визначалась виходячи з перерахунку відповідної економії теплової енергії в газ та його ціни на рівні 4870 грн. за 1 тис. куб. м.

З метою підвищення об'єктивності прийняття рішення для кожного з варіантів було розраховано кількість зекономленої в результаті комплексної термомодернізації енергії у Гкал у розрахунку на 1 тис. грн. витрат, які необхідно здійснити. Результати розрахунків представлені на рис. 4.12. За цим показником найкращими є 11, 17, 38 та 44 варіанти – ті на які вказував коефіцієнт сумарної ефективності.

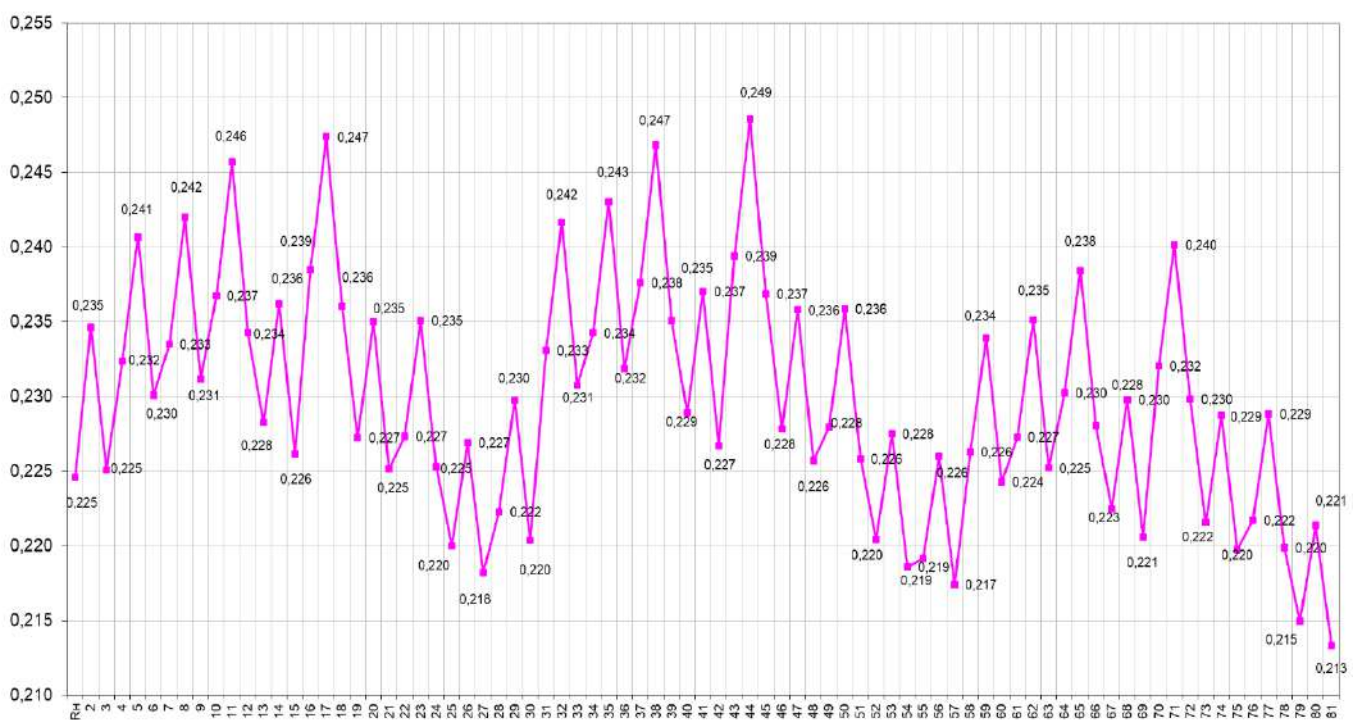


Рис. 4.12. Кількість щорічно зекономлених Гкал в розрахунку на 1 тис. грн. витрат на термомодернізацію школи серії Т-8740 (Т-8189)

Для співставлення темпів зростання енергетичної ефективності та відповідної вартості варіантів було побудовано Графік залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації (рис. 4.13.).

Аналіз графіку вказує на існування явно вираженої лінійної залежності між приростом економії теплової енергії та відповідним приростом витрат на здійснення комплексної термомодернізації, що пояснює протилежність результатів, отриманих при оцінці варіантів за показниками енергетичної та економічної ефективності.

Побудований графік залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації дозволяє обрати найбільш ефективні варіанти термомодернізації одночасно за критеріями економічної та енергетичної ефективності шляхом попарного порівняння варіантів.

Так, 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.

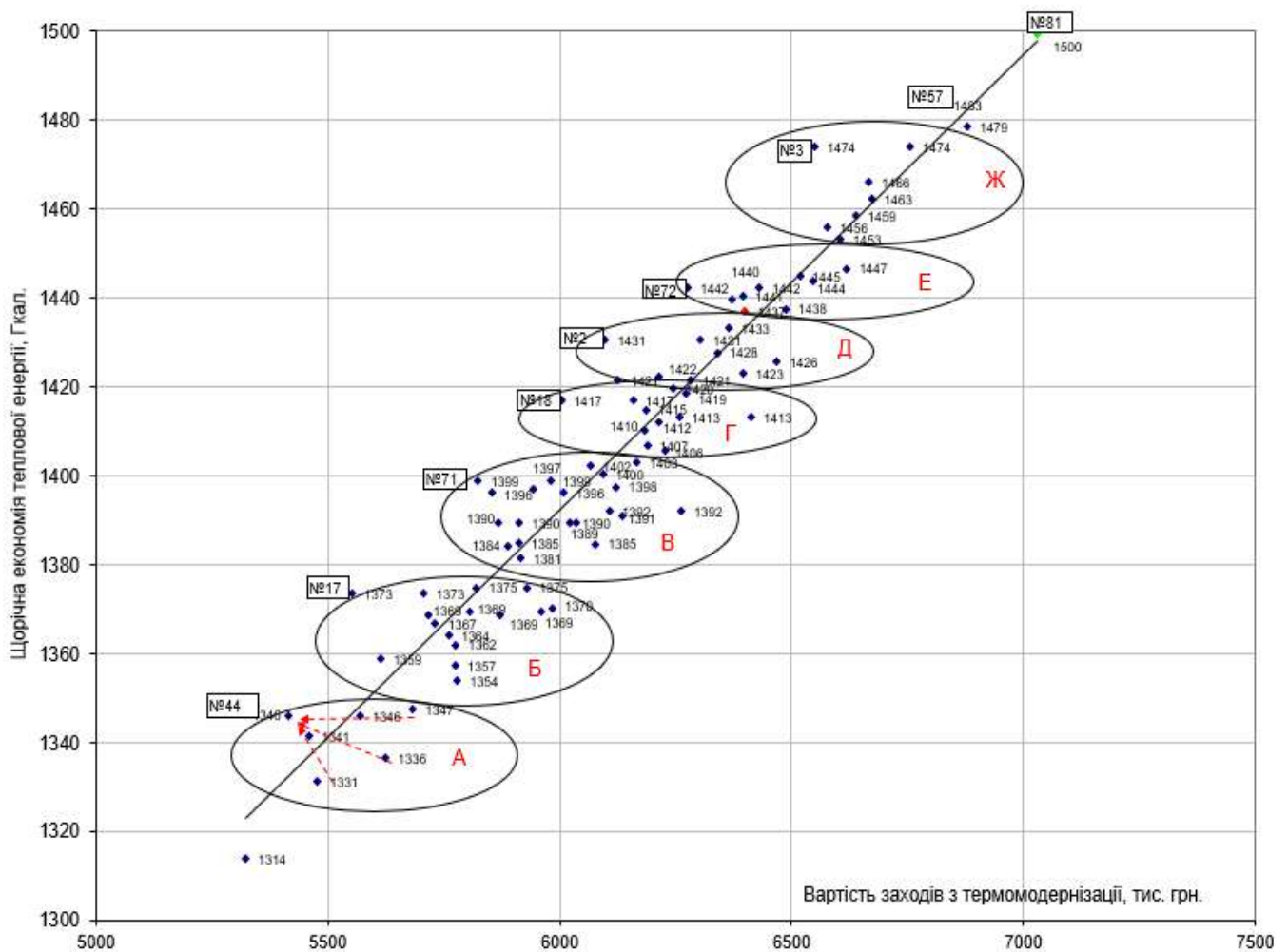


Рис. 4.13. Модель залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації

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.

Аналогічним чином в групі Б визначився варіант 17 з економією тепла у 1373 Гкал, у групі В – варіант 71 (економія тепла 1399 Гкал), у групі Г – варіант 18 (економія тепла 1417 Гкал), у групі Д – варіант 2 (економія тепла 1431 Гкал), у групі Е – варіант 42 (економія тепла 1472 Гкал), у групі Ж – варіант 3 (економія тепла 1474 Гкал).

Нормативний варіант утеплення (R_n) відзначений на графіку червоною точкою. Він забезпечує щорічну економію тепла на рівні 1437 Гкал.

Варіант 57 та 81, що знаходяться вище групи Ж за рівнем ефективності є рівнозначними.

З обраних варіантів, варіанти 44, 17, 71 та 42 виключаються, оскільки вони не забезпечують розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення $q_{\text{буд}} = 31$ кВт·год/м³, як це вимагають норми (їх $q_{\text{буд}}$ становить відповідно 34, 33, 33 та 33 кВт·год/м³). Варіанти 18 та 2, які забезпечують $q_{\text{буд}}$ на рівні 32 залишаємо для подальшого аналізу, як і варіанти 3 ($q_{\text{буд}} = 31$), 57 ($q_{\text{буд}} = 30$) та 81 ($q_{\text{буд}} = 30$).

Для варіантів 2, 3, 18, 57 та 81 аналіз економічної ефективності витрат було виконано більш ретельно.

Вихідні дані для ретельного аналізу економічної ефективності витрат на комплексну термомодернізацію за обраними варіантами представлено в таблиці 4.4:

Таблиця 4.4

Вихідні дані для проведення аналізу економічної ефективності витрат

	варіанти комплексної термомодернізації				
	2	3	18	57	81
Загальна вартість модернізації, тис.грн	6097,85	6549,68	6003,40	6822,56	7028,72
Витрати тепла після тепломодернізації, Гкал	1189,53	1145,90	1203,06	1136,63	1120,50
Економія тепла після тепломод., Гкал на рік	1430,57	1474,20	1417,04	1483,47	1499,60

Продовження таблиці 4.4

Економія тепла після тепломодернізації, тис. м3 газу на рік	183,41	189,00	181,67	190,19	192,26
Економія тепла після тепломодернізації, тис. грн. на рік	876,68	903,42	868,39	909,10	918,98

Узагальнення розрахунку показників економічної ефективності витрат з урахуванням фактору часу приведено – в таблиці 4.5:

Таблиця 4.5

**Результати розрахунків показників економічної ефективності витрат на
здійснення комплексної термомодернізації**

Показники економічної ефективності витрат:

без урахування фактору часу	2 варіант	3 варіант	18 варіант	57 варіант	81 варіант
Дохід від економії енергоресурсів, що забезпечується реалізацією проекту, тис. грн. на рік	876,7	903,4	868,4	909,1	919,0
Строк окупності витрат на реалізацію проекту (без урахування фактору часу)	6,96	7,25	6,91	7,50	7,65
Дохід за рахунок економії енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	21917,0	22585,5	21709,8	22727,6	22974,6
Прибуток (різниця між доходами та витратами) за рахунок економії для всього будинку енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	15819,2	16035,8	15706,4	15905,0	15945,9
Співвідношення доходів та витрат за 25 років	3,59	3,45	3,62	3,33	3,27

з урахуванням дисконтуванням

Чистий приведений дохід (NPV), грн.	771,1	528,7	800,6	300,39	171,65
Індекс прибутковості (PI), разів	1,13	1,08	1,13	1,04	1,02
Внутрішня норма рентабельності (IRR), долі од.	0,162	0,154	0,164	0,148	0,144
Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (PP), років	14	16	14	19	21

з урахуванням капіталізації

Строк окупності витрат на реалізацію проекту з урахуванням капіталізації	5,1	5,3	5,1	5,4	5,5
Сукупний капіталізований дохід	159443	164306	157935	165339	167136
Капіталізований прибуток	153345	157756	151932	158517	160108
Індекс прибутковості, з урахуванням капіталізації	26,15	25,09	26,31	24,23	23,78

Аналіз даних таблиці 4.4. свідчить про те, що з економічної точки зору найбільш ефективними є 18, 2 та 3 варіанти. Очевидно, що із зростанням вартості енергоносіїв (газу) економічна ефективність запропонованих заходів збільшиться.

Зважаючи на необхідність виконання вимог нормативних документів щодо забезпечення мінімального рівня питомих тепловитрат на опалення будинку, на наш погляд перевагу доцільно надати варіанту 3.

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

Послідовність дій в Програмі відповідає викладенем раніше методичним положенням.

На першому етапі з сукупності конструктивно-технологічних рішень щодо утеплення фасадів, покрівлі, перекриття над неопалюваним підвалом, вікон

обираються рішення, які є технічно доцільними для даного типу будівлі та конструкцій саме цієї будівлі в конкретних заданих умовах експлуатації.

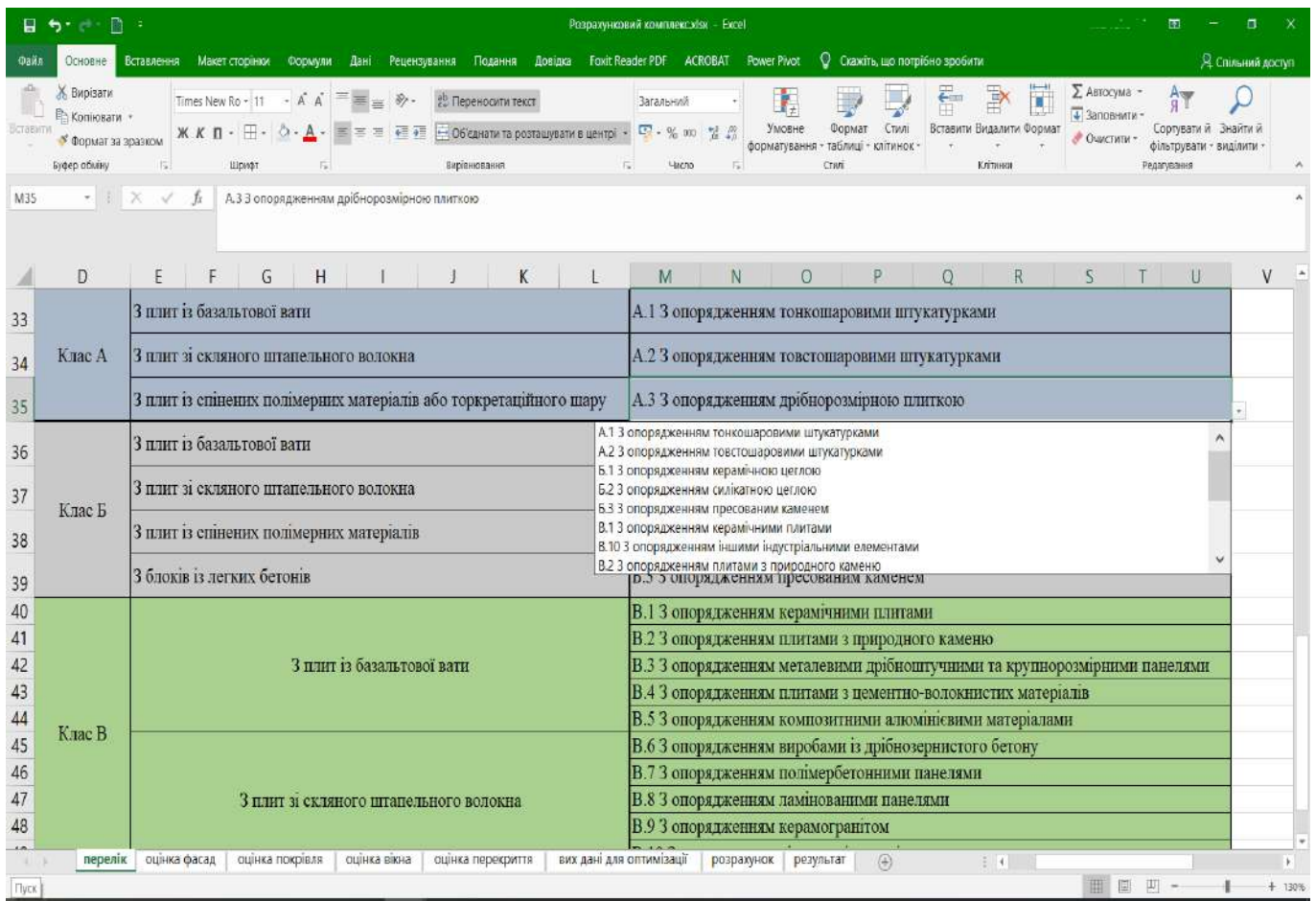


Рис. 4.14. Етап вибору конструктивно-технологічного рішення фасаду в Розрахунковому комплексі

Прикладом обмеження щодо вибору рішень для утеплення будівель шкіл є заборона використовувати горючі теплоізоляційні матеріали. Отже з первісного перелку виключаються конструктивно-технологічні рішення, які, наприклад, містять пінополістирол.

Наступним кроком є оцінка обраних конструктивно-технологічних рішень за запропонованою в роботі системою оцінки. Оцінка виконується шляхом проставлення відповідних балів. Бали виставляються вручну для всіх систем, що аналізуються. Підсумки підраховуються автоматично, будуються відповідні діаграми, що вказують на пріоритети (рис. 4.15).

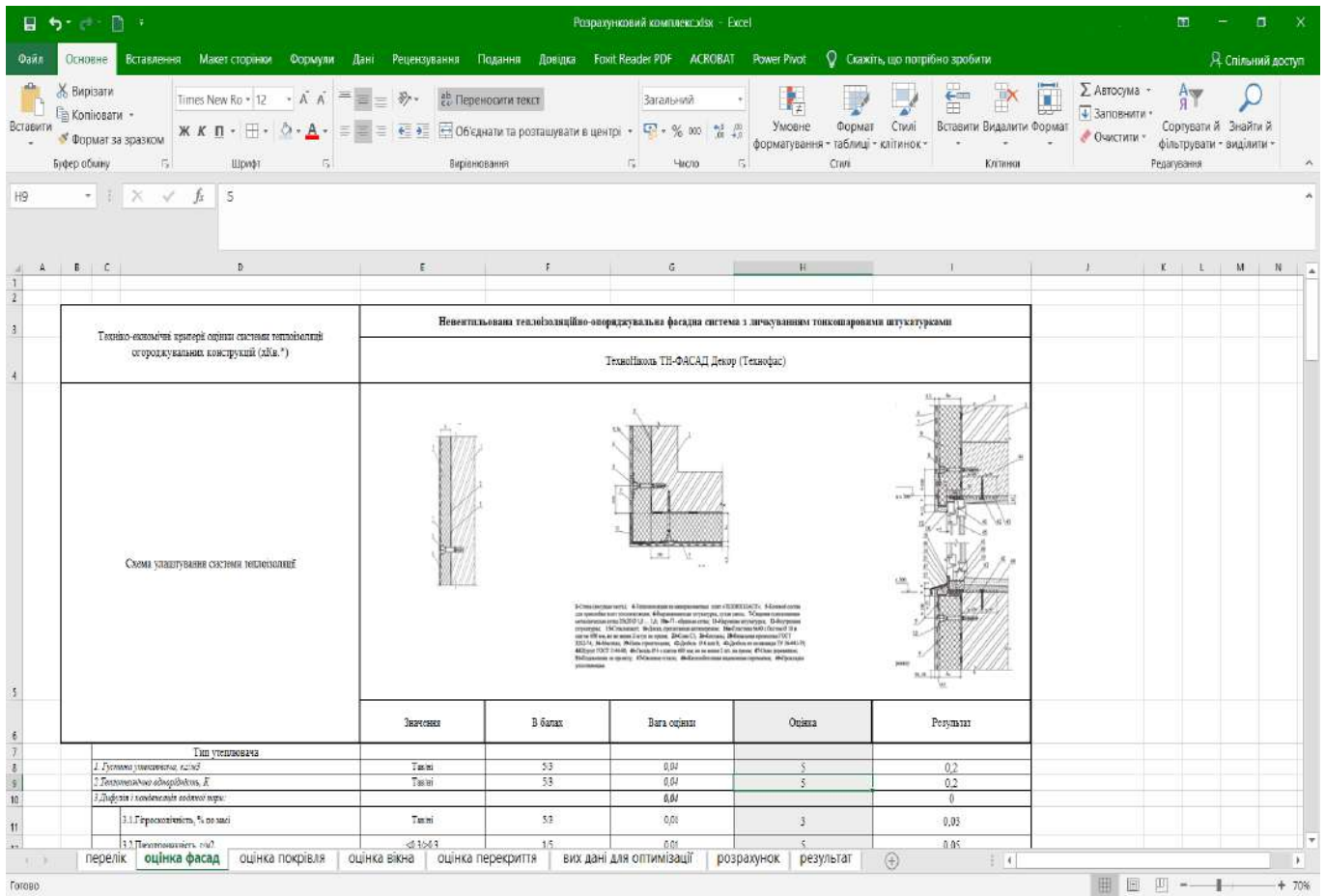


Рис. 4.15. Діалогове оцінки конструктивно-технологічних рішень фасадів в Розрахунковому комплексі

На наступному етапі вводяться вихідні дані для оптимізації теплової оболонки будівлі (рис. 4.16).

До таких вихідних даних відносяться низка площ – вікон і балконних дверей, площі будівлі за сторонами світу, опалювальна площа будинку, площа непрозорих огорожувальних конструкцій стін, площа покрівлі, площа зовнішніх дверей, підвалу, стін, загальна площа огорожувальних конструкцій, розрахункова площа тощо.

№	Найменування	Одиниця вимірювання	Показник	Величина сумарної сонячної радіації
1	Площа вікон і балконних дверей	м²	1245,82	
2	Північний фасад вікон	м²	285,04	140
3	Південний фасад вікон	м²	207,64	332
4	Західний фасад вікон	м²	376,57	209
5	Східний фасад вікон	м²	376,57	204
6	Опалювальна площа	м²	13285,41	
7	Опалювальний об'єм	м³	43551,7	
8	Площа непрозорих огорожувальних конструкцій стін	м²	3675,18	
9	Площа покрівлі	м²	3782,71	
10	Площа зовнішніх дверей	м²	57,64	
11	Площа підвалу	м²	3444,33	
12	Висота підвалу	м	2,8	
13	Площа стін	м²	0	
14	Загальна площа огорожувальних ко	м²	12205,7	
15	Периметр	м	594,47	
16	Розрахункова площа	м²	8527,95	

Вартість утеплювача, грн за 1 м³	400
Інтенсивність виконання робіт, %	105
Середня заробітна плата в будівництві для розряду 3,8, грн	9800
Облікова ставка НБУ, %	8,4
Вартість 1 м³ газу, грн з ПДВ	7,2

Рис. 4.16. Введення вихідних даних для оптимізації теплової оболонки будівлі в Розрахунковому комплексі

Для розрахунку економічної складової оптимізації вводиться інформація щодо вартості утеплювача, оскільки в переважній більшості саме вартість утеплювача визначає вартість матеріальної складової конструктивно-технологічного рішення з підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій будівлі. За необхідності можна у відповідному кошторисному розрахунку, пов'язаному з обраним рішенням, задати і вартість всіх інших матеріальних складових.

Для визначення власне вартості роботи з улаштування конструктивно-технологічного рішення задається рівень заробітної плати у будівництві за розрядом 3,8.

При розрахунку показників економічної ефективності інвестицій необхідною є ставка дисконтування, яка вказує на ступень зміни вартості грошей з часом та враховує можливі ризики проекту. Є багато підходів щодо визначення рівня ставки

дисконтування для конкретного проекту. Найбільш розповсюджений спосіб передбачає, що ставка дисконтування розраховується як сума:

- рівня інфляції, у відсотках на рік, що планується на період реалізації проекту;
- мінімальної гарантованої ставки доходу, яка може бути отримана в країні у відсотках на рік. У якості індикатора часто використовують ставку доходу за облігаціями державного займу;
- рівня ризику проекту, у відсотках на рік. Рівень ризику проекту залежить від багатьох факторів, визначається ймовірністю того, що очікуваний від реалізації проекту дохід буде отриманий. Іноді до ризику власне проекту додається так званий країновий ризик, який відображає стабільність економічної та політичної ситуації в країні та ймовірний вплив цих факторів на величину майбутнього доходу.

В Україні для проектів з підвищення енергоефективності будівель, при їх оцінці за показниками економічної ефективності інвестицій з урахуванням часу, рекомендується в якості ставки дисконтування використовувати облікову ставку Національного банку України.

Після введення вихідних даних розрахункових показників енергетичної та економічної ефективності визначається автоматично.

Розрахунок здійснюється для всіх варіантів, що забезпечують сполучення заданих варіантів зміни опору теплопередачі для огорожуючих конструкцій, що розглядаються.

Ключовим етапом вибору оптимального рішення варіанту термомодернізації є побудова Графічної моделі залежності економії теплової енергії, що досягається заходами та вартості цих заходів.

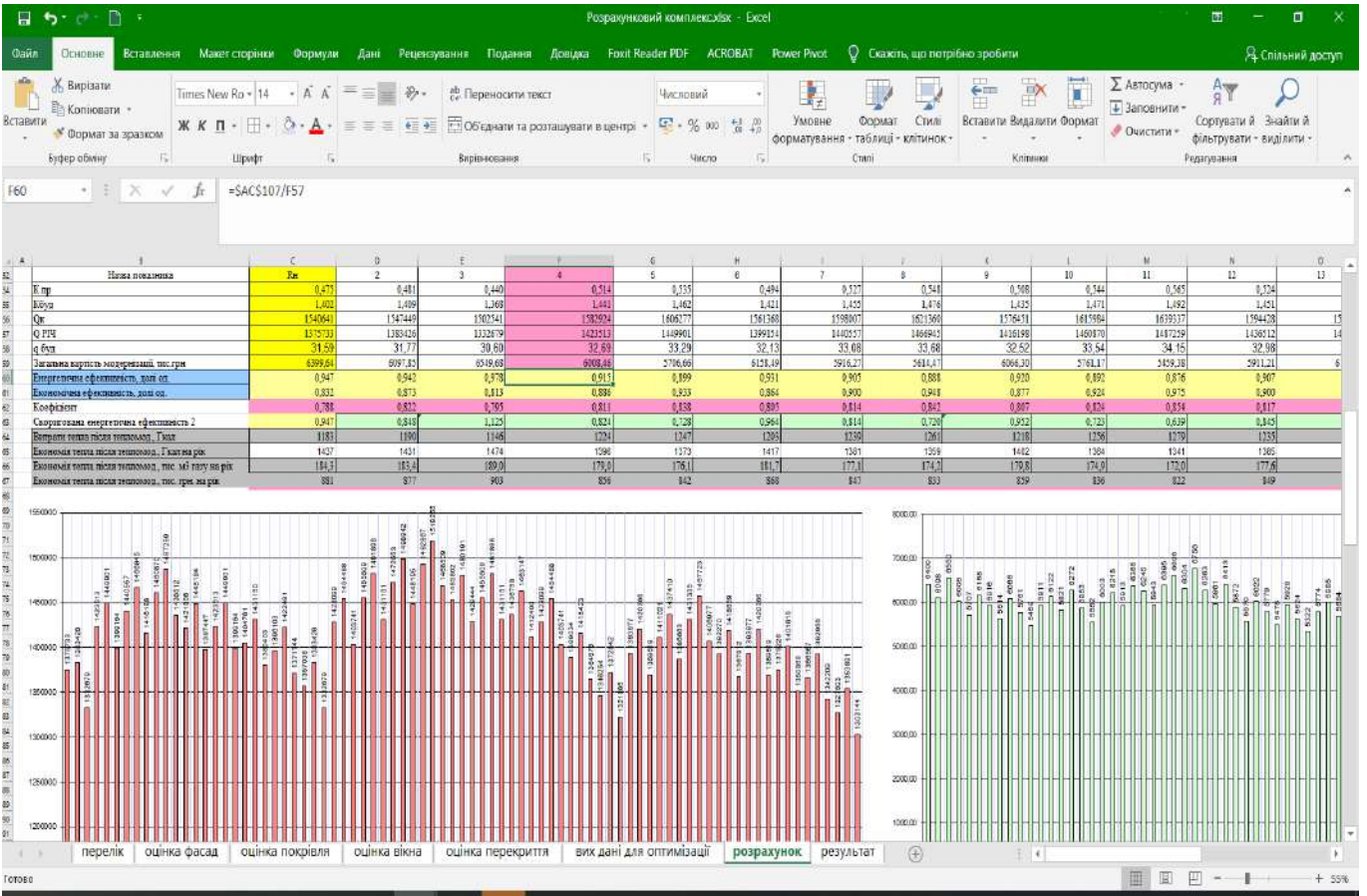


Рис. 4.17. Вікно розрахунків показників енергетичної та економічної ефективності варіантів термомодернізації будівлі в Розрахуноковому комплексі

Для обраних варіантів термомодернізації виконується розрахунок показників економічної ефективності інвестицій з урахуванням та без урахування фактору часу.

Вибір варіантів, для яких необхідно виконати розрахунок економічної ефективності інвестицій, здійснюється вручну на основі аналізу Графічної моделі.

Запропонований розрахунковий комплекс не є повністю автоматизованим, проте суттєво зменшує трудомісткість застосування запропонованих в роботі методики оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації різних видів огорожуючих конструкцій та віконних і дверних прорізів та методики оптимізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі

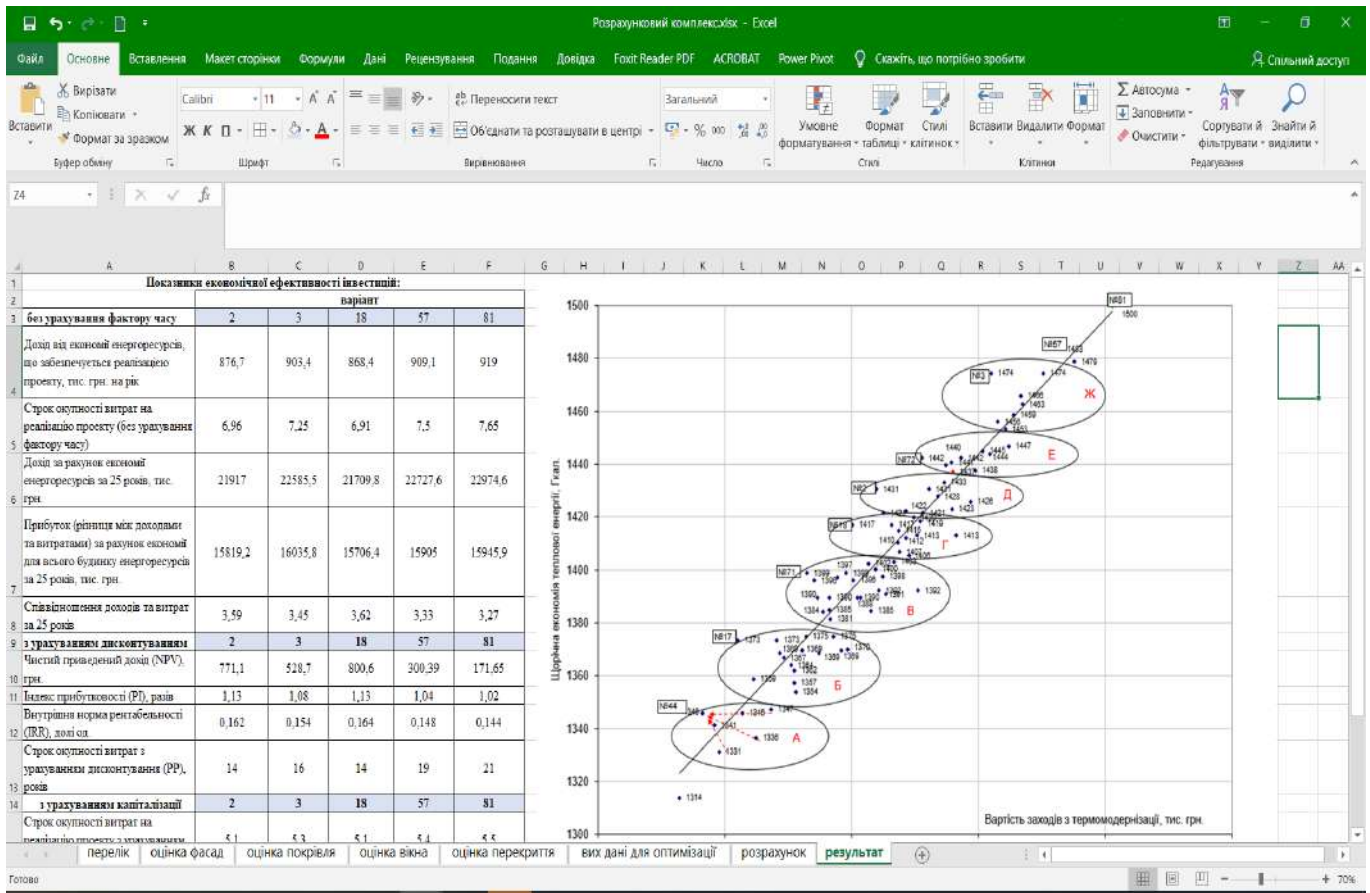
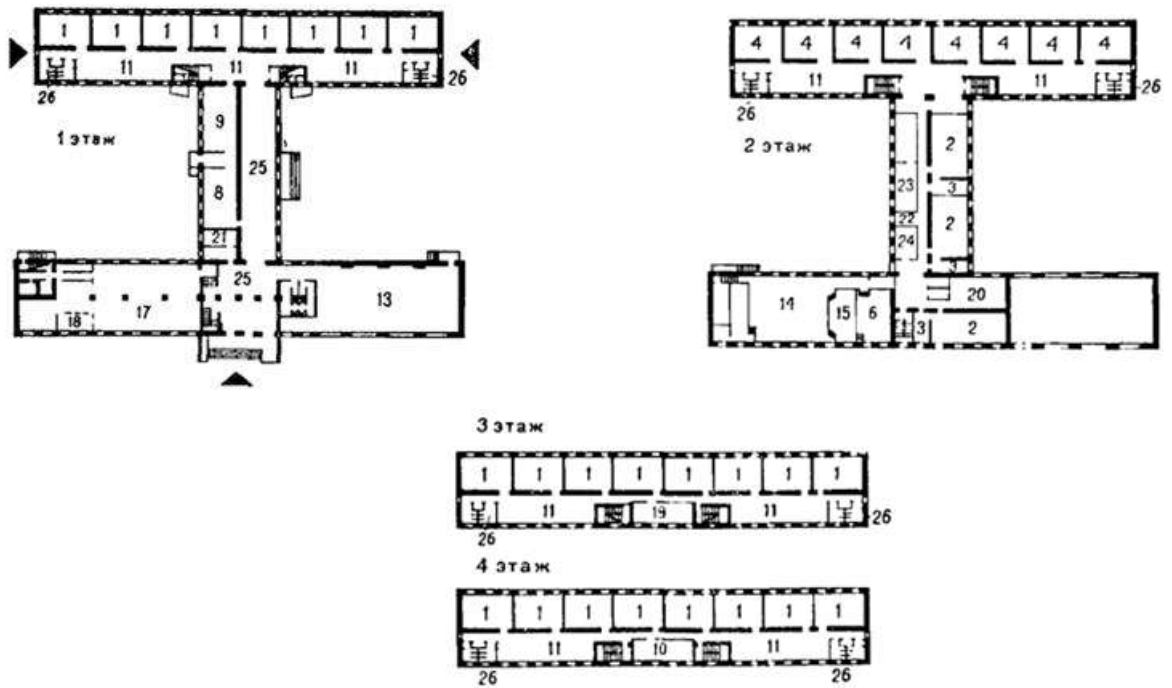


Рис. 4.18. Завершальний етап вибору оптимального варіанту термомодернізації будівлі в Розрахунковому комплексі

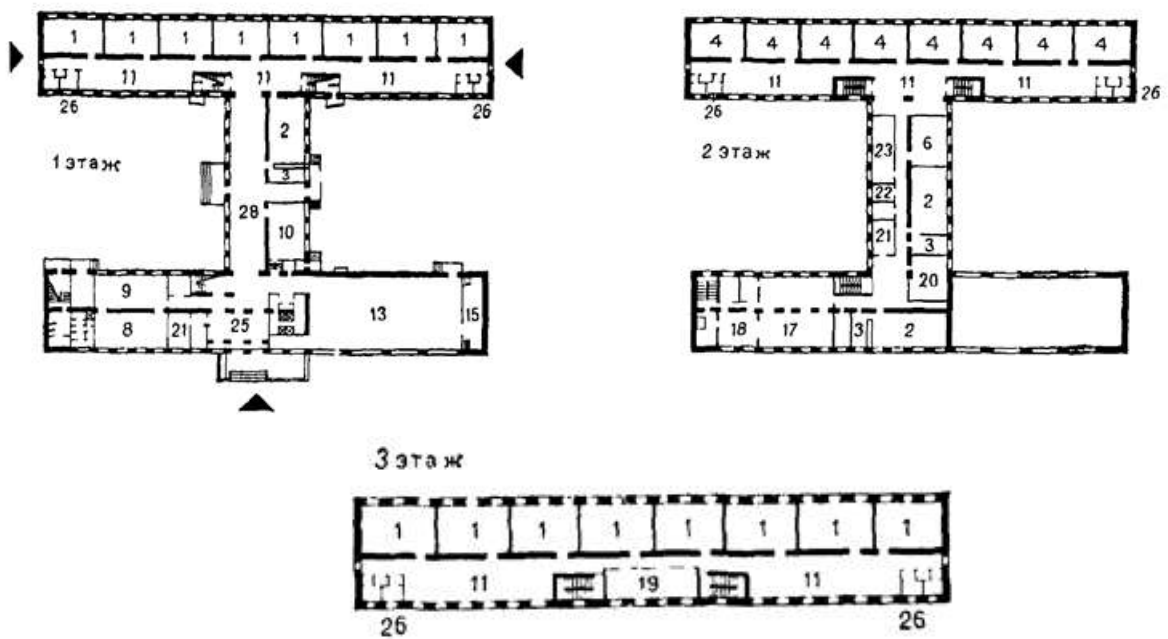
Проведені аналітичні дослідження за запропонованим підходом стали основою принципових будівельно-технічних рішень при розробці проектів повторного застосування комплексної термомодернізації будинків загальноосвітніх шкіл бюджетного утримання (серії 20-02-7(8); серії 222-1-289/79; серії Т-8635; серії Т-8635; серії Т-8740, серії 224-1-502.86) [81] та для проектів санації будівлі Криворізької загальноосвітньої спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів №4 (реконструкція) та санації будівлі Криворізької загальноосвітньої спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів №69 (реконструкція).

Далі наведено короткий опис технічних та теплотехнічних характеристик будівель типових шкіл, які були досліджені.

Загальноосвітні заклади **серії 2С-02-7(8)** розраховані на 960 учнів, змінної поверховості (2-3 поверхи).



а)



б)

Рис. 4.19. Плани школи серії 2С-02-7 (8)

Будівля загальноосвітнього навчального закладу (серія 2С-02-7(8)) оснащена наступними санітарно-технічними та електротехнічними системами: опаленням, вентиляцією, холодним та гарячим водопостачанням, каналізацією, внутрішнім водовідведенням, електропостачанням, охоронно-пожежною сигналізацією.

Теплопостачання будівлі забезпечується від зовнішніх мереж з параметрами теплоносія 95-700. Приєднання системи опалення – по залежній схемі.

Водопостачання – від зовнішніх мереж.

Каналізація приєднана до зовнішніх мереж.

Водовідведення організоване, внутрішнє з приєднанням до зовнішніх мереж.

Електропостачання – від зовнішніх мереж.

Зовнішні стіни - із керамічної цегли товщиною 510 мм на цементно-піщаному розчині.

Перекриття – збірні багатопустотні та ребристі плити.

Покрівля - суміщена, рулонна, не вентильована із внутрішнім водовідведенням.

Горище – відсутнє.

Опір теплопередачі для основних огорожуючих конструкцій:

- стіна – $R_q = 0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- вікно – $R_q = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- двері зовнішні – $R_q = 0,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- покриття – $R_q = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- перекриття над підвалом – $R_q = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Загальноосвітні заклади **серії 222-1-289/79** розраховані на 1176 учнів, змінної поверховості (2-3 поверхи). Будівля навчального закладу оснащена наступними санітарно-технічними та електротехнічними системами: опаленням, вентиляцією, холодним та гарячим водопостачанням, каналізацією, внутрішнім водовідведенням, електропостачанням, охоронно-пожежною сигналізацією.

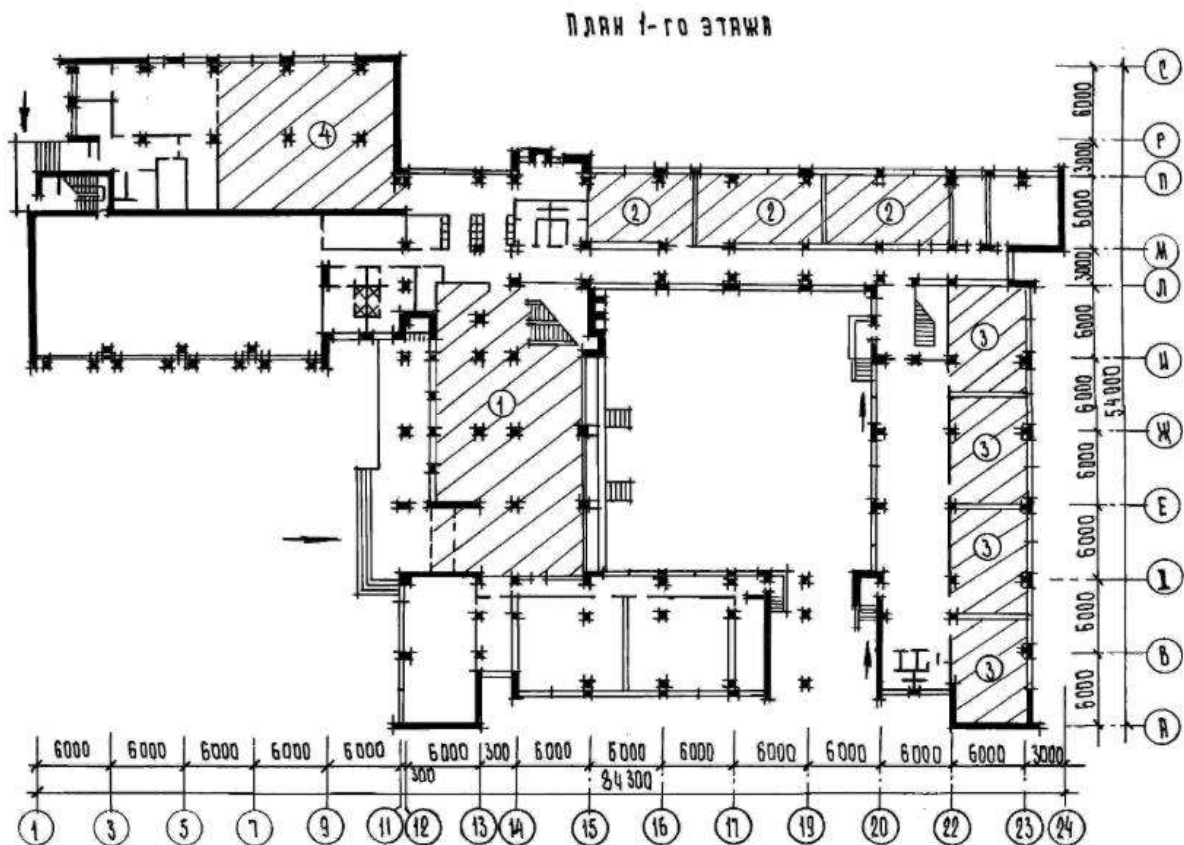


Рис.4.20. План 1-го поверху школи серії 222-1-289/79

Теплопостачання будівлі забезпечується від зовнішніх мереж.

Водопостачання – від зовнішніх мереж.

Каналізація приєднана до зовнішніх мереж.

Водовідведення організоване, внутрішнє з приєднанням до зовнішніх мереж.

Електропостачання – від зовнішніх мереж.

Зовнішні стіни - із керамзитобетонних панелей товщиною 350 мм.

Переkritтя – збірні багатопустотні товщиною 220 мм.

Покрівля - суміщена, рулонна, не вентилярована із внутрішнім водовідведенням.

Горище – відсутнє.

Опір теплопередачі для основних огорожуючих конструкцій:

- стіна – $R_q = 0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- вікно – $R_q = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- двері зовнішні – $R_q = 0,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- покриття – $R_q = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- переkritтя над підвалом – $R_q = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Загальноосвітні заклади **серії Т-8635** розраховані на 1266 учнів. Будівлю загальноосвітньої школи обладнано центральним опаленням, вентиляцією, водопроводом, каналізацією, електричними та слабкострумними пристроями.

Будівля загальноосвітньої школи 3-4 поверхова, блочної структури. Композиція симетрична з 3 блоків. Під частиною будівлі знаходиться підвал.

Зовнішні стіни – керамзитобетонні товщиною 350 мм.

Перекрыття – збірні багатопустотні панелі товщиною 220 мм.

Дах – плоский суміщений. Покрівля – рулонна з 4 шарів руберойда з захисним шаром гравію.

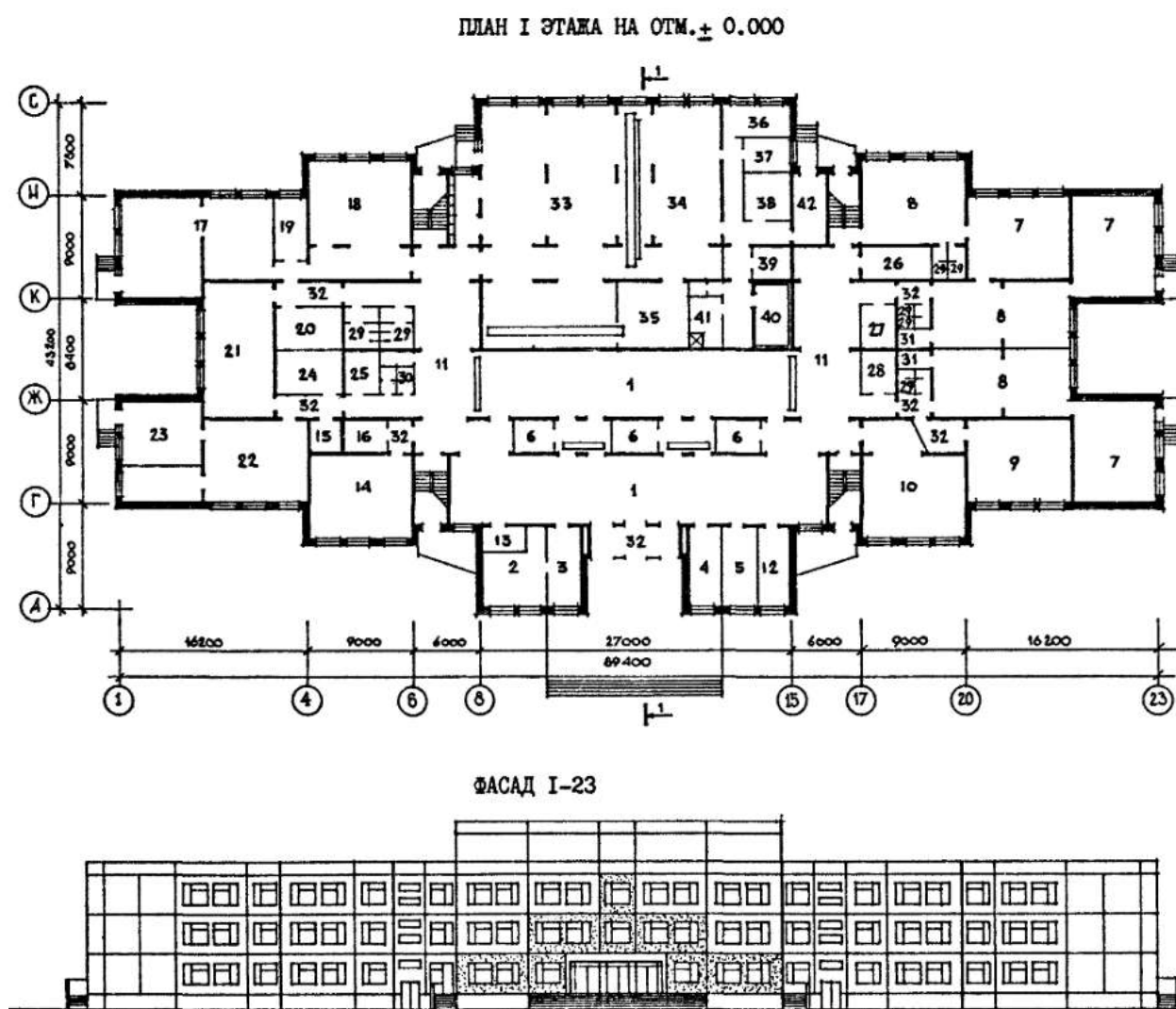


Рис.4.20. План 1-го поверху та фасад школи серії Т-8635

Опір теплопередачі для основних огорожуючих конструкцій:

- стіна – $R_q = 0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- вікно – $R_q = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- двері зовнішні – $R_q = 0,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- покриття – $R_q = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- перекриття над підвалом – $R_q = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Загальноосвітні заклади **серії 2-02-964у** розраховані на 1302 учня. Будівлю загальноосвітньої школи обладнано центральним опаленням, вентиляцією, водопроводом, каналізацією, електричними та слабкострумними пристроями.

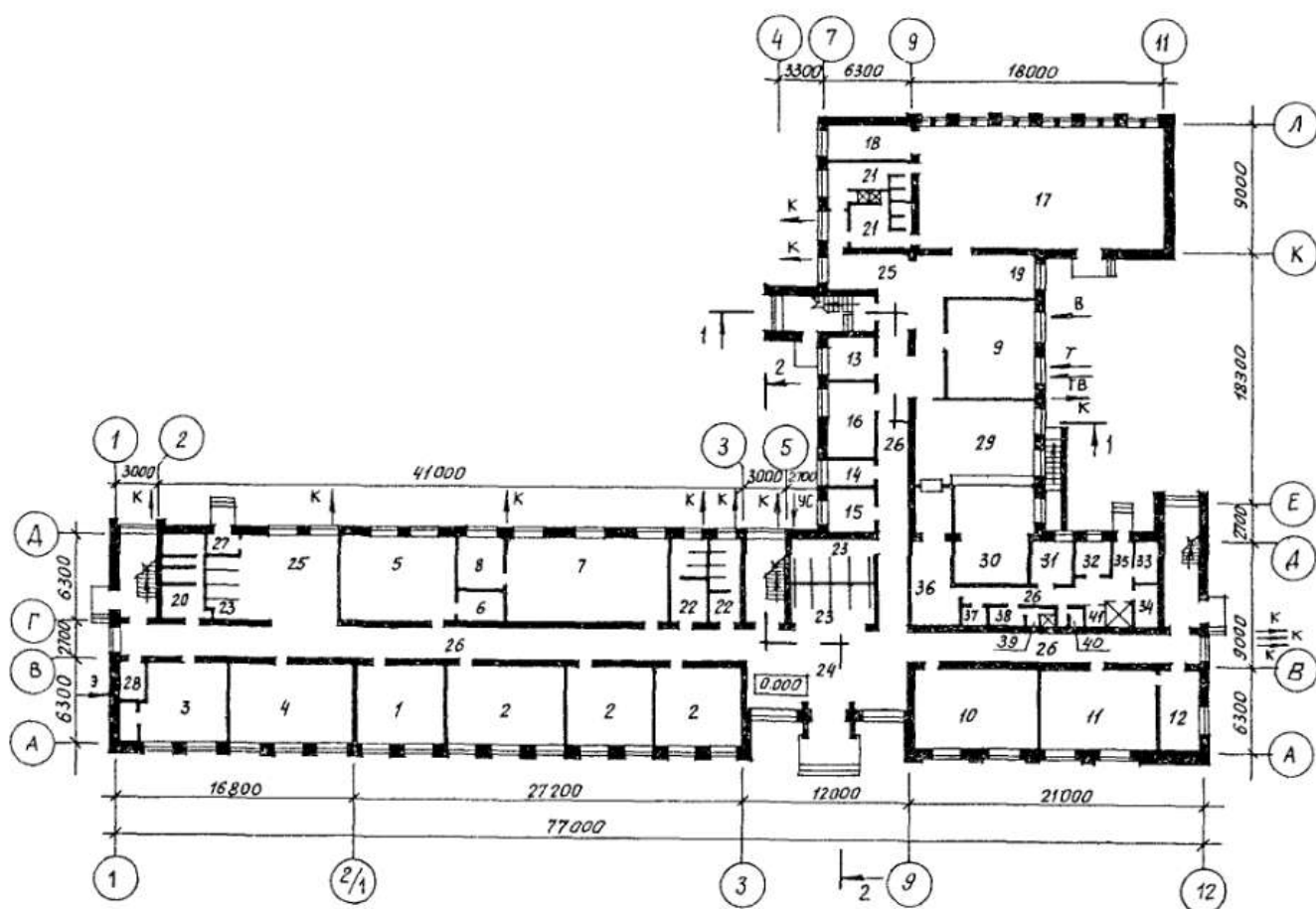


Рис. 4.21. Фасад школи, серія 2-02-964у

Будівля загальноосвітньої школи перемінної поверховості (1-4 поверхи). Під частиною будівлі знаходиться підвал.

Зовнішні стіни – із керамічної цегли товщиною 510 мм на цементно-піщаному розчині.

Перекрыття – збірні багатопустотні панелі товщиною 220 мм.

Дах – плоский суміщений. Покрівля – рулонна з 3 шарів руберойда.

Опір теплопередачі для основних огорожуючих конструкцій:

- стіна – $R_q = 0,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- вікно – $R_q = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- двері зовнішні – $R_q = 0,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- покриття – $R_q = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- перекрыття над підвалом – $R_q = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Загальноосвітні заклади **серії 224-1-502.86** розраховані на 192 учня 9 класів. Будівлю загальноосвітньої школи обладнано центральним опаленням, вентиляцією, водопроводом, каналізацією, електричними та слабкострумними пристроями.

Будівля загальноосвітньої школи на 9 класів призначена для будівництва в другій кліматичній зоні сільської місцевості і відноситься до II класу, II ступеню довговічності і II ступеню вогнетривкості.

Конструктивна схема – з несучими повздовжніми стінами з кроком 2,7, 6,3 м та 9 м обпиранням панелей перекрыття на несучі стіни. Жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою стін та перекрыття, що розглядаються як жорсткі незмінні диски. Під частиною будівлі знаходиться підвал.

Зовнішні стіни – з пустотною глиняної цегли товщиною 510 мм. Утеплювач – плитний пінобетон $\gamma=400 \text{ кг/м}^3$.

Перекрыття – збірні багатопустотні панелі товщиною 220 мм.

Дах – плоский суміщений. Покрівля – рулонна з 4 шарів руберойда з захисним шаром гравію.

Опір теплопередачі для основних огорожуючих конструкцій:

- стіна – $R_q = 1,18 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- вікно – $R_q = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- двері зовнішні – $R_q = 0,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

- покриття – $R_q = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- перекриття над підвалом – $R_q = 0,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Графічні моделі залежності щорічної економії теплової енергії від вартості заходів з термомодернізації для наведених серій шкіл наведено в додатку Д.

Висновки до розділу 4

1. Конструктивно-технологічні рішення утеплення огорожувальних конструкцій були оцінені за допомогою запропонованої системи.

Лідерами серед технічних рішень для термомодернізації фасадів шкіл визнані:

- Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна система Техно-Ніколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент);

- Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit MB;

серед технічних рішень для термомодернізації покрівлі шкіл визнані:

- Невентильована класична покрівля Баласт-класик;

- Тепло-гідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТГІ»;

серед технічних рішень для модернізації вікон визнані:

- Профільна система REHAU GENEО;

- Профільна система та SalamanderStreamline.

серед систем для термомодернізації підлог:

- Система теплоізоляції, улаштована на підлозі по ґрунту;

- Система теплоізоляції, улаштована зі сторони неопалювального

підвального приміщення, на перекритті із багатопутостних плит із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит.

2. Оптимізація набору конструктивно-технологічних рішень виконана з використанням найкращих конструктивно-технологічних рішень для кожної із огорожувальної конструкції:

- Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошакровими штукатурками Ceresit MB;

- Тепло-гідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТГІ»;

- Профільної віконної система SalamanderStreamline;

- Системи теплоізоляції, улаштованої зі сторони неопалювального підвального приміщення, на перекритті із багатопутостних плит із застосуванням в якості утеплювача мінераловатних плит.

3. За методикою оптимізації набору конструктивно-технологічних рішень пропонується обрати 3-й варіант, що забезпечує опір теплопередачі за формулою: $\text{стіна} * \text{вікно} * \text{покрівля} * \text{перекриття} = 3,3 * 0,75 * 6,00 * 4,875$.

Для спрощення практичного використання запропонованих методичних підходів оптимізації конструктивно-технологічних рішень, розроблено програмний продукт на базі розрахункової програми Excel. Запропонований розрахунковий комплекс не є повністю автоматизованим, проте суттєво зменшує трудомісткість застосування запропонованих в роботі методики оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації різних видів огорожуючих конструкцій та віконних і дверних прорізів та методики оптимізації огорожуючих конструкцій (теплової оболонки) будівлі

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 використаних джерел

1. Analysis of the setting tariffs in the heating sector district in the European Union. URL: www.uabio.org/activity/uabio-analytics
2. Andrea Chegut, Piet Eichholtz, Rogier Holtermans Energy efficiency and economic value in affordable housing. *Energy Policy*. 2016. Vol. 97, P. 39-49.
3. Economidou, M., Todeschi, V., Bertoldi, P., Accelerating energy renovation investments in buildings – Financial & fiscal instruments across the EU, EUR 29890 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-12195-4, doi:10.2760/086805, JRC117816.
4. Energy efficiency in industry, agricultural sector and HCS: report. URL: <http://municipalenergy.org.ua/?p=5252>.
5. Giacomo Di Foggia Energy efficiency measures in building for achieving sustainable development goals. *Heliyon*. 2018. Vol. 4, Issue 11.
6. Gillingham K., Palmer R. Bridging the energy efficiency gap: Policy insights from economic theory and empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*. 2014. Vol. 8, P. 18-38.
7. Global Energy Statistical Yearbook: Enerdata. URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>
8. Green Paper on Public-Private Partnerships and Community Law on Public Contracts and Concessions. Brussels. 30.04.2004. P. 3 – European Economic Recovery Plan. URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/>
9. Hakkinen T., Rekola M., Ala-Juusela M., Ruuska A. Role of Municipal Steering in Sustainable Building and Refurbishment. *Energy Procedia*. 2016. Vol. 96, P. 650-661.
10. Hamilton G. The challenges of capacity building in PPP in Central Asia: speech on the III Astans Economic Forum, Kazakhstan, 1-2 July, 2010
11. ISO 50001:2011. Системи енергетичного менеджменту. [Чинний від 2018-08-21] Вид. Міжнародна організація по стандартизації (ISO). 2018.

- 12.ISO 50001:2018 «Energy management systems – Requirements with guidance for use» [Electronic resource] / International Organization for Standardization. – Geneva, Switzerland, 2018. – URL: <https://www.iso.org/>
- 13.Iwaro J., Mwasha A. The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using Integrated Performance Model. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2013. No 2. P. 153-171.
- 14.Jian Zuo, Zhen-Yu Zhao Green building research – current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. Vol. 30, P. 271-281.
- 15.JonghoIm, YoungmeSeo, Kristen S. Cetin, Jasmeet Singh Energy efficiency in U.S. residential rental housing: Adoption rates and impact on rent. *Applied Energy*. 2017. Vol. 205, P. 1021-1033.
- 16.Kayakutu G., Mercier-Laurent E. *Intelligence in Energy* (1st ed.). 2016. USA: Elsevier.
- 17.Medrano-Gomez L.E., Izquierdo A.E. Social housing retrofit: Improving energy efficiency and thermal comfort for the housing stock recovery in Mexico. *Energy Procedia*. 2017. Vol. 121, P. 41-48.
- 18.Miller W, Liu L.A, Amin Z., Gray M. Involving occupants in net-zero-energy solar housing retrofits: An Australian sub-tropical case study. *Solar Energy*. 2018. Vol. 159, P. 390-404.
- 19.Smith G., Parmenter K. *Energy Management Principles* (2nd ed.). 2015. USA: Elsevier.
- 20.Southeast Energy Efficiency Alliance. On-bill finance URL: <https://www.seealliance.org/>.
- 21.Александров А. В. «СтройПРОФИль» № 4-05. Электронный ресурс: Режим доступа: [<http://stroyprofile.com/archive/1704>]
- 22.Ачкасов И. А. Управление инновационными платформами проектов энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальном хозяйстве: дис. канд. техн. наук: 05.13.22 / Ачкасов Игорь Анатольевич; Харьковская национальная академия городского хозяйства. - Х., 2008. - 157 с.

- 23.Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: навч. посіб. для студ. ВНЗ / Ю. І. Бакалін. - 3-тє вид., доп. та перероб. - Х. : Бурун і К, 2006. - 319 с.
- 24.Бегаль В.Н. Розвиток регіону – з енергозбереженням: [Енергозатратність промислового комплексу у Запорізькій області]// Енергосбережение. – 2006. № 2. – с. 3-4.
- 25.Білоконь А. І. Управління проектами і програмами реструктуризації / А. І. Білоконь, І. В. Трифонов; Придніпровська держ. академія будівництва та архітектури. - Д. : ПДАБА, 2008. - 140 с.
- 26.Борщук Є.М. Глобальна енергетична проблема і концепція стійкого розвитку: Планування розвитку процесів виробництва енергії. Екологічне енергозбереження. Стійкий розвиток. // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – № 11. – С. 218-225.
- 27.Братковська К.О. Щодо енергетичної моделі сталого споживання теплової енергії URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/>
- 28.Волков В.П. Проблеми енергозбереження в житловому фонді. *Економічний вісник університету*. 2013. №20(1). С. 83-90.
- 29.Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 171 с.
- 30.Данілкова А.Ю. Категорійно-понятійний апарат у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів: аналіз, удосконалення, впровадження. «*Young Scientist*». 2016. № 10 (37). С. 359-363.
- 31.ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво [чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014.
- 32.ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [На заміну ДБН В.2.6.-31:2006; чинний від 2016-07-08]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2017. 31 с.
- 33.Денисюк С. П., Таргонський В. А. Сталий розвиток енергетики України у світових вимірах. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2017. № 3. С. 7-12

34. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України URL:
<http://saee.gov.ua/uk/consumers/>
35. Державної служби статистики: офіційний веб-сайт. URL:
<http://www.ukrstat.gov.ua/>
36. Дзяна Г.О., Дзяний Р.Б. Енергозбереження як ресурс розвитку для України. *Публічне управління: теорія та практика*. 2014. № 4. – С. 90-96.
37. Долінський А.А. Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики: [Енергозбереження. Енергоефективність. Використання нетрадиційних джерел енергії. Енергетична безпека. Зниження негативного впливу на довкілля] // Вісник Національної академії наук України. – 2006. - №2. – С. 24-32.
38. Дорошенко В.В. Проблеми і пропозиції з формування ефективного механізму мотивації енергозбереження в теплопостачанні. *Економіка будівництва і міського господарства*. 2011. №3. С.173-182.
39. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн URL:
<https://ua.energy/wp-content/>
40. Дрожжин Д.Ю. Механізм державного регулювання енергоефективності в Україні. *Державне будівництво*. 2012. № 2. С. 1-9.
41. ДСТУ 4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги»
42. ДСТУ 4715:2007 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад та зміст робіт на стадіях розроблення та впровадження».
43. ДСТУ 5077:2008 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль ефективності функціонування».
44. ДСТУ 4713:2007 «Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт»;

45. ДСТУ 4065-2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги» (ANSI/IEEE 739:1995, NEG)
46. ДСТУ А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. [Чинний з 2014-01-01]. Вахович І., Галінський О., Григоровський П., Максимов А. та ін. Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2014. 30 с. (Національний стандарт України).
47. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/>
48. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Проектування. Розділ Енергоефективність URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/>
49. ДСТУ Б В.2.6-187:2013 Теплогідроізоляція монолітна пінополіуретанова, що напильюється. 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).
50. ДСТУ-Н Б А.3.1-33:2015 Настанова щодо підготовки та складання договорів підряду на виконання проектно-вишукувальних та будівельних робіт . [Чинний з 2016-10-01]. О. Бєленкова, І. Вахович.; Галінський О., Максимов А. та ін. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2015. 29 с. (Національний стандарт України).
51. 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).
52. ДСТУ-Н Б А.2.2-13: 2015 «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель». – К.: ДП «Архбудінформ». 2015.
53. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: ДП «Архбудінформ». 2016.
54. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги
55. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентильованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови

- 56.ДСТУ-Н Б В.2.6-88:2009 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Настанова про технічну апробацію, технічний контроль та моніторинг. Технічні умови
- 57.ДСТУ Б В.2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови
- 58.ДСТУ 8907:2019 «Настанова щодо організації проведення експертизи проектної документації на будівництво» — К.: ДП «Архбудінформ». 2016.
- 59.Дудар І.Н. Енергетична галузь України. Сьогодення і пріоритети розвитку: [Енергозбереження в Україні] / І.Н. Дудар, В.В. Швець // Екологічний вісник. – 2004. - № 6. – С. 11-12
- 60.Енергетична безпека України: час реформ настав. Огляд конференції «Енергетична безпека України: виклики геополітичної кризи» URL: <http://ua.boell.org/>
- 61.Енергетична бідність: Проблеми та підходи в ЄС та Україні URL: <http://dixigroup.org/storage/>
- 62.Енергетична ефективність України. Кращі проектні ідеї: Проект «Професіоналізація та стабілізація енергетичного менеджменту в Україні» URL: http://io.iee.kpi.ua/sites/default/files/HANDBOOK_of_BEST_PRACTICES_2.pdf
- 63.Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» від 18 серпня 2017 р. №605-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
- 64.Енергетичний аудит об'єктів житлово-комунального господарства : монографія / В. П. Розен [та ін.] ; Державне підприємство "Інноваційний центр". - К. : Дельта Фокс, 2007. - 224 с.
- 65.Енергетичний аудит: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. І. Соловей [та ін.]. - Черкаси : ЧДТУ, 2005. - 299 с.
- 66.Енергетичний менеджмент: навч. посіб. / А. В. Праховник [та ін.] ; ред. А. В. Праховник ; Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний

- ін-т", Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. - К. : Київська нотна ф-ка, 1999. - 184 с.
67. Енергоаудит та енергоменеджмент в проектах сталого розвитку. Практичні рекомендації. Методичний посібник. URL: <http://cba.org.ua/>
68. Енергоефективність будівель в Україні. URL: <http://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivlua.html>
69. Енергоефективність в муніципальному секторі. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування / Максимов А.С. та інші. – АМУ, USAID, 2015. – 184 с.
70. Енергоефективність та напрями самоенергозабезпечення регіонів на прикладі Закарпаття / С. П. Денисюк [та ін.] ; ред. М. П. Ковалко ; НАН України, Укреноергозбереження. – К. : Українські енциклопедичні знання, 2000. - 118 с.
71. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник / «НДІпроектреконструкція», DeutscheEnergie-AgenturGmbH (dena), InstitutsWohnenundUmweltGmbH (IWU), 2006. – 144 с.
72. Єрмілов С.Ф. Проблеми та шляхи удосконалення державної політики України у галузі енергозбереження: [Основні аспекти політики енергозбереження: макроекономічний, структурний, інституціональний, та ін.] // Економіка України. – 2006. - № 9. – С. 4-11.
73. Забезпечення енергетичної безпеки України / С. М. Бевз [та ін.] ; наук. ред. С. І. Пирожков ; Рада національної безпеки і оборони України, Національний ін-т проблем міжнародної безпеки. - К. : НППМБ, 2003. - 264 с.
74. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» зі змінами і доповненнями [Електронний ресурс] / Законодавство України. Верховна Рада України. Офіційний веб-сайт – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>
75. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 № 2118-VIII. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>.
76. Закон України «Про фонд енергоефективності» від 08.06.2017 року 2095-VIII. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19#Text>

- 77.Заремба І. М. Проблеми оптимізації енергозабезпечення України та шляхи їх вирішення: дис. канд. екон. наук: 21.04.01 / Заремба Ігор Миколайович ; Рада національної безпеки і оборони України, Національний ін-т проблем міжнародної безпеки. - К., 2006. - 207 с.
- 78.Засідання Комітету підприємців у сфері енергоефективності при ТПП України 19.04.2016 року, режим доступу [http://www.niisk.com/novini/zas-dannya-komitetu-p-dpri-mts-v-u-sfer-energoefektivnost.php?clear_cache=Y]
- 79.Збірник енергоефективних технологій та обладнання українських та білоруських виробників / ред. В. М. Федоренко ; Державне підприємство "Міжнародний центр енергоефективних технологій" (ДП МЦЕТ). – К.: СПД Зелент О.І., 2005. - 220 с.
- 80.Звіт про результати діяльності Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг URL: <http://www.nerc.gov.ua/index.php/data/filearch/Proekty/>
- 81.Звіт про науково-дослідну роботу «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» договір № Н-14/296-2012 від 24.10.2012.-К.:ДП НДІБВ, 2013
- 82.Звіт про науково-дослідну роботу «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» договір № Н-6/447-2012 від 07.12.2012 р.- К.:ДП НДІБВ, 2013
- 83.Здановський В.Г. Деякі аспекти екобезпеки теплоенергетики України та шляхи її покращення// Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ, 2000. - № 37 (том. 9). – С 21-30 <http://www.arena.eco.com>
- 84.Ільясов В.А. Шляхи впровадження ефективного управління енергоресурсами: [Енергоефективність в Україні]// Энергосбережение. – 2006. - № 2. – С. 2-3.

- 85.Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів: монографія / В. О. Поколенко [та ін.] ; наук. ред. В. О. Поколенко ; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. - К.: Видавництво Європейського ун-ту, 2008. - 208 с.
- 86.Іншеков Є.М., Нікітін Є.Є., Тарновський М.В., Чернявський А.В. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. Київ: Поліграф плюс, 2014. 238 с.
- 87.Каїра Л. Г. Розробка, впровадження та моніторинг проектів раціонального використання енергетичних ресурсів (на прикладі створення і роботи демонстраційної зони енергозбереження) : дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Каїра Людмила Григорівна ; Дніпродзержинський держ. технічний ун-т. - Дніпродзержинськ, 2002. - 194 с.
- 88.Камінський О.В. Підвищення енергетичної ефективності комбінованого виробництва теплової та електричної енергії / О.В. Камінський, А.Є. Денисова, А.С. Мазуренко // *Енергосбережение*. – 2006. - № 2. – С. 13-15.
- 89.Капустян В.О., Чепелєв М.Г. Економіко-математичне моделювання наслідків енергетичних субсидій: принцип адекватності. *Економічний аналіз: зб. наук. праць*. 2014. №1. С. 86-100.
- 90.Карабут Г.В. Енергетична політика України: шлях до ефективності: [Сучасні напрямки енергетичної політики] // *Енергосбережение*. – 2005. - № 10. – С. 21-26.
- 91.Карабут Г.В. Енергетична політика України: шлях до ефективності: [Сучасні напрямки енергетичної політики] // *Енергосбережение*. – 2005. - № 10. – С. 21-26.
- 92.Кирилл Ставничий про альтернативные источники энергии, зависимость и перспективы Украины: сайт інтернет-видання in.ck.ua. URL: in.ck.ua/stroysya/kirill-stavnychiy.
- 93.Кирнос В.М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости

- реконструкции промышленных предприятий: дис...д-ра техн. наук: 05.23.08 / Кирнос Владимир Михайлович ; Приднепровская академия строительства и архитектуры. - Днепропетровск, 1994. - 354 л.
94. Ковалко М. П. Энергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк ; відп. ред. А. К. Шидловський ; НАН України, АТ "Укренергозбереження". - К. : УЕЗ, 1998. - 506 с.
95. Ковалко М. П. Энергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк ; відп. ред. А. К. Шидловський ; НАН України, АТ "Укренергозбереження". - К. : УЕЗ, 1998. - 506 с.
96. Комеліна О.В., Щербініна С.А. Сучасні проблеми забезпечення енергоефективності житлового будівництва в Україні. *Проблеми економіки*. 2014. № 3. С. 108-114.
97. Кондратенко Н.О. Аспекти проблеми нормування енерговитрат в житловому будівництві / Н.О. Кондратенко, І.С. Баландіна URL: <http://eprints.kname.edu.ua/>.
98. Копец А. С. Устранение барьеров для повышения эффективности использования энергии в жилищном секторе Украины: [Энергосбережение в жилищном секторе Украины] // Энергосбережение. – 2006. - № 1. – С. 18-25.
99. Копец А. С. Устранение барьеров для повышения эффективности использования энергии в жилищном секторе Украины: [Энергосбережение в жилищном секторе Украины] // Энергосбережение. – 2006. - № 1. – С. 18-25.
100. Коссе І. Євроінтеграція: досвід країн Вишеградської четвірки та українські реалії. Київ, 2014. 87 с.
101. Кравцова Л. В. Экономический механизм мотивации внедрения энергосберегающих технологий в жилищно-коммунальное хозяйство: дис... канд. экон. наук: 08.10.01 / Кравцова Любовь Викторовна ; Донецкий ун-т экономики и права. - Донецк, 2006. - 228 с.
102. Крамаренко Г.О. Організаційно-економічний механізм управління житлово-комунальним комплексом: монографія / Крамаренко Г. О. – Дніпропетровськ: Наука, 1998. – 2005.

103. Крамаренко Г.О. Організаційно-економічний механізм управління житлово-комунальним комплексом: монографія / Крамаренко Г. О. – Дніпропетровськ: Наука, 1998. – 2005.
104. Краснянский М.Е. Краткое пособие по энергосбережению: [Энергосберегающие технологии. Использование альтернативной энергетики] // Энергосбережение. – 2005. – № 9 – С. 18-25.
105. Крымский С. Б., Пилипенко В. Е., Салюк Ю. В. Верификация социальных прогнозов [методологический аспект] / АН Украины. Ин-т социологии / Отв. ред. Ю. Н. Пахомов. - К.: Наук. думка, 1992. - С. 85.
106. Краснянский М.Е. Энергосбережение – фактор экологической и экономической безопасности Украины: [Возобновляемые источники энергии: ветроэнергетика, геотермоэнергетика и др. Новые энерготехнологии] // Мир техники и технологий. – 2005. - № 2. – С. 54-65.
107. Лагутін Г.В. та ін. Системно-управлінські та інжинірингові засади впровадження інновацій в організацію будівництва. Монографія / С.А.Ушацький, В.О.Поколенко, Г.В. Лагутін, Н.С. Борисова. // К.: вид-во «Науковий світ», 2003. – 216 с.
108. Лук'янчук Роль державної інспекції з енергозбереження у підвищенні ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів // Энергосбережение. – 2006. – № 2.- С. 23-27.
109. Лялюк О.Г. Енергозбережні технології в будівництві. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2007. №4. С.20-23.
110. Майоров К. Впровадження міжнародного енергозберігаючого проекту в Києві: [Проект «Енергозбереження в адміністративних та громадських будівлях м. Києва»] // Энергосбережение. – 2005. - № 9. – С. 2-5.
111. Макаренка М.І., Хомутенко Л.І. Європейська інтеграція: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2015. 344 с.
112. Максимов А.С. Вдосконалення організаційних підходів до здійснення термомодернізації // Молодий вчений. – 2015. - Вип. 9(24).- С.28 - 31.

113. 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.
114. 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.42, технічний, 2020 – С.106-117.
115. Максимов А.С. Галінський О.М. Особливості організації реалізації проектів термомодернізації // Управління розвитком складних систем, вип. 44, 2020 – С.106-117.
116. 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.
117. Максимов А.С. Загальні принципи та підходи до реалізації інвестиційних рішень при проведенні комплексної термомодернізації будівель / Максимов А.С., Дорошук Ю.В. // Нові технології в будівництві. – 2014. - Вип. 27-28.- С.64 - 67.
118. 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.
119. 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.
120. Максимов А.С. Організація реалізації інвестиційних проектів з підвищення енергоефективності об'єктів будівництва / Максимов А.С., Вахович

- I.V. //Збірник матеріалів XI загальноукраїнська науково-практична конференція для фахівців будівельної і житлово-комунальної галузі, замовників, інвесторів, проєктантів на тему: «Визначення вартості об'єктів будівництва, проєктних, будівельно-монтажних та ремонтно-будівельних робіт із застосуванням сучасних технологій і матеріалів. Ціноутворення, управління та документообіг у будівництві – Івано-Франківськ, 2015
121. 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.
 122. 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/>]
 123. 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.40, технічний, 2018 – С.____.
 124. Максимов А.С. Стимулювання реалізації інвестиційно-будівельних проєктів через впровадження сучасних підходів до реформування підприємств комунальної теплоенергетики // Будівельне виробництво. – 2014. - Вип. 57.- С.3 - 5.
 125. 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.
 126. Максимов А.С. Техніко-економічне обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності об'єктів невиробничого 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.
 127. Максимов А.С. Методичні рекомендації для співвласників багатоквартирних будинків: розробка енергоефективних проєктів (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.
128. Малая М.В. Правове регулювання у сфері енергозбереження: сучасний стан та перспективи // Энергосбережение. – 2006. - № 9. – С. 10-13.
 129. Маліков В.М., Підвищення ефективності енергозбереження в житлово-комунальному господарстві / В.М. Маліков, А.А. Руденко.- К, 2009.- 123 с.
 130. Маліков В.М., Підвищення ефективності енергозбереження в житлово-комунальному господарстві / В.М. Маліков, А.А. Руденко.- К, 2009.- 123 с.
 131. Малиновський А.А., Турковський В.Г., Покровський К.Б., Музичак А.З. Програмна та алгоритмічна підтримка енергетичного аудиту будівель та їх енергетичної сертифікації. Енергетика: економіка, технології, екологія: науковий журнал. 2018. № 2 (52). С. 96–102.
 132. Матеріали науково-практичного семінару «Актуальні питання розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. Термомодернізація об'єктів. «Енергонезалежність - запорука успіху держави», НДІБВ, Київ, 11-12 листопада 2014 року.
 133. Мельник І.Г. Реальні фінансові інструменти для здійснення інвестицій в житлово-комунальну сферу: місце і роль кредитних організацій // Динаміка наукових досліджень 2003: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпропетровськ – Харків – Кривий Ріг: 2003, т. 22. – С. 44-46.
 134. Менейлюк О.І. Аналіз нових конструктивних рішень енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій/ Менейлюк О.І., Черепашук Л.А., Олійник Н.В. // «Молодий вчений», № 1 (53), 2018. – С.435-439
 135. Меркушов В. Т. Методология технико-экономической оценки проектов термореновации эксплуатируемых жилых зданий: дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Меркушов Виктор Тимофеевич ; Приднепровская гос. академия строительства и архитектуры. - Д., 2000. – 148 с.

136. Методичні рекомендації для співвласників багатоквартирних будинків: розробка енергоефективних проектів URL: <https://www.city-adm.lviv.ua/portal/>.
137. Механізми фінансування заходів енергоефективності в Україні. Міністерство розвитку громад та територій України: офіційний веб-сайт Міністерства. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/>
138. Михайленко І. Про енергозбереження - відкрито: [Проблеми та перспективи енергозбереження в Україні] // Энергосбережение. – 2005. – № 11. – С. 3-7
139. Міжнародна науково-технічна конференція "Енергоефективність-2002": тези доп. 29-30 жовтня 2002р., м. Київ / ред. В. А. Жовтянський, Б. С. Стогній; Державний комітет України з енергозбереження, НАН України, Державна інспекція з енергозбереження. - К. :Навчальна книга, 2002. - 192 с.
140. Міністерства енергетики та вугільної промисловості України: офіційний сайт URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/>
141. Мітрахович М.М., Герасимчук І.С. Методика розрахунку основних показників енергоефективності підприємства. Наукоємні технології. 2009. № 3.
142. Мішина Л.О. Державні статистичні спостереження про використання енергоресурсів: [Енергозбереження у дзеркалі статистики] \\\ Энергосбережение. – 2005. - № 10. – С. 27-28.
143. Національний стандарт України. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 URL: <https://thermomodernisation.org/>
144. Оганян Г. А. Паливно-енергетична безпека України: стан та основні напрямки її забезпечення / Г. А. Оганян; Рада національної безпеки при Президентові України, Національний ін-т стратегічних досліджень. - К.: [б.в.], 1996. - 35 с.
145. Огурцов А. П. Энергия и энергосбережение / А. П. Огурцов, В. В. Залищук; Днепродзержинский гос. технический ун-т. - Д.: ГНПП "Системные технологии", 2002. - 865 с.

146. Оскома Е.В., Одинский В.Г., Бородай Г.В. Система контроля как инструмент повышения эффективности строительства // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, – 2002. – Вып. 20. – Ч.2. – С. 90–95 (автором проаналізовано особливості планування та контролю в сучасних умовах).
147. Офіційний сайт Міністерства розвитку громад та територій України URL: <https://www.minregion.gov.ua/>.
148. Павлов И. Д. Системотехнические основы выработки оптимальных организационно-технологических решений строительного производства: дис. д-ра техн. наук: 05.02.21/ Павлов И. Д.; Запорожская гос. инженерная академия. - Запорожье, 1997. - 465 с.
149. Пашечко О. А. Особливості реформування енергетики в контексті соціально-економічного стимулювання енергозбереження та міжнародного досвіду. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка*. 2013. Вип. 24. С. 39-43.
150. Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель; Енергозберігаючі технології в будівництві та архітектурі: Зб. наук. праць / голов. ред. В. Б. Шевельов; Український зональний науково-дослідний і проектний ін-т по цивільному будівництву (ВАТ "КиївЗНДІЕП") ; . - К. : ВАТ "КиївЗНДІЕП", 2004. - 168 с.
151. Петровська-Ліньова Н. Б.. Особливості методики проведення енергетичного аудиту на прикладі п'яти громадських будівель м. Вінниці. // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Збірник наукових праць №24. – 2011. – С. 142-152.
152. Петровська-Ліньова Н.Б. Види та специфіка інвестування проектів в сфері в сфері енергозбереження // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Київ. КНУБА. – 2010. – С. 307-313.
153. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. – К.:ТОВ «Поліграф плюс», 2015. 176 с.

154. Подолець Р.З. Енергетичне моделювання: іноземний досвід і напрями перспективних досліджень в Україні. *Економіка і прогнозування*, 2006. №1. С.126-140.
155. Показатели энергоэффективности: основы статистики URL: <https://www.iea.org/media/training/> .
156. Поліщук С.В. Щодо ефективності програм з енергоефективності : [Енергетика України. Комплексні програми з енергоефективності] // Енергофнформ. – 2006. – 19-25 квітня, № 16. – С. 3-5.
157. Положення про порядок організації енергетичних обстежень, затверджене наказом Державного комітету України з енергозбереження від 09.04.99 N 27
158. Порядок затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи, затверджений Постановою КМУ від 11.05.2011 р. № 4560
159. Порядок розроблення проектної документації на будівництво об'єктів, затверджений наказом Мінрегіону України від 16.05.2011 № 45, із змінами та доповненнями
160. Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності, затверджений наказом Мінрегіону від 11.07.2018 № 172.
161. Постанова КМУ «Про затвердження переліку будівельних робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію» від 7 червня 2017 р. № 406, режим доступу: [режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/466-2011-%D0%BF#Text>]
162. Постанова КМУ «Деякі питання виконання підготовчих і будівельних робіт» від 13 квітня 2011 р. № 466, режим доступу: [\[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/466-2011-%D0%BF#Text\]](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/466-2011-%D0%BF#Text)
163. Постанова КМУ «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів» від 13 квітня 2011 р. № 461, режим доступу: [\[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF#Text\]](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF#Text)

164. Практичний посібник. Енергоефективний будинок крок за кроком. Книга 3. Крок третій: капітальний ремонт і термомодернізація будинку URL: <http://www.mdi.org.ua/>
165. Про затвердження Методики аналізу та розрахунку питомих витрат енергоресурсів під час проведення експертизи з енергозбереження та інспектування споживачів енергоресурсів як рекомендаційного документа, № 132 від 05.12.2002 р. <http://zakon.nau.ua/doc/?code=v0132215-02>
166. Програма підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «ЕНЕРГОДИМ» Версія №1/2019. Режим доступу: <https://energodim.org/wp-content/uploads/2020/12/Perelik-zakhodiv-z-enerhoefektyvnosti-paket-A-paket-B.pdf>
167. Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту», затверджена наказом Національне агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів від 20.05.2010 р. № 56
168. Пустовий О.Ю. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на машинобудівних підприємствах: дис. канд. екон. наук: 08.00.04 Харків, 2016. 215 с.
169. Ратушняк Г. С, Ратушняк О. Г. Управління енергозберігаючими проектами термореновації будівель. Навчальний посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 130 с.
170. Реконструкция жилых зданий первых массовых серий с надстройкой этажей. Дом-комплекс "Гагаринский" в г. Днепропетровске : [учеб.пособие] / В. И. Большаков [и др.]; общ. ред. В. И. Большаков ; Приднепровская гос. академия строительства и архитектуры. - Д. : [б.и.], 2007. - 151 с.
171. Реконструкція житла (RG/ Київ 2000) [Текст]: матеріали другої міжнародної науково-практичної виставки- конференції, Київ, 23- 26 травня 2000 р / ред. М. В. Савицький [та ін.]; Український науково-дослідний та проектно-конструкторський ін-т будівельних матеріалів і виробів "НДІБМВ",

- Державний науково-дослідний та проектно-вишукувальний ін-т "НДІ проектреконструкція". - К. : Нора-Прінт, 2000. - 158 с.
172. Реформа жилищно-коммунального комплекса: / Додатко Т., Пчелкин В., Арцишевский Л. / Экономист, 2002, № 8. – С. 59-66.
 173. Реформирование жилищно-коммунального хозяйства: опыт и перспективы деятельности: Монография/ Беззубко Л.В., Шамонова А.Н., Ефимочкина С.А.- Донецк: Норд-компьютер, 2008. – 200 с.
 174. Сердюк В.Р., Франишина С.Ю. Енергозбереження в будівництві – вимога сьогодення. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2009. №4. С.17-21.
 175. Системи із жорстким закріпленням утеплювача в стіні. Електронний ресурс: Режим доступу: [http://www.aspectplus.com.ua/content/view/82/60/lang,ua/]
 176. Ситник Г. Роль та місце енергозбереження у забезпеченні енергетичної та національної безпеки: [Енергозбереження в Україні] / Г. Ситнік, О. Суходоля // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2003 - № 4. – С. 262 – 268.
 177. Скакун В.А. та ін. Передумови запровадження передових організаційних технологій в організації будівництва на засадах інжинірингу. / О.А. Тугай, Г.В. Лагутін, В.О. Поколенко, Н.О. Борисова, Д.О.Приходько, Ю.А. Чуприна. // Наук.-техн. Журнал «Котельні, котли, каміни, теплові насоси» - Вип. 2009 р.
 178. Суходоля О. М. Дослідження організаційно-інституційних аспектів державного управління у сфері енергозбереження // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2004. - № 4. – С. 252 – 260.
 179. Сухонос М.К., Молодченко Т.Г., Прасол В.М. Аналіз технічного стану житлового фонду України та пропозиції щодо його оцінки. *Економічний вісник Донбасу*. 2014. №1(35). С. 51-55.
 180. Схеми фінансування енергоефективності домогосподарств із низькими доходами: огляд міжнародного досвіду URL: <http://www.journal.esco.co.ua/>

181. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти /Бригілевич В., Гьоллер К., Шреккенбах Л., Максимов А. та інш/ За заг. редакцією Бригілевича В. - Львів, ФОП П'ятак Ю.О., 2012. - 262 с..
182. Тормосов Р.Ю. Вдосконалення організаційного механізму впровадження енергоефективних проектів з реконструкції громадських та житлових будинків шляхом створення міської енергетичної компанії на базі існуючої будівельної організації /Р.Ю. Тормосов, Н. Б. Петровська-Ліньова, К.Р. Сафіуліна, І.І. Степаненко // Будівельне виробництво. №52. – С. 62-71.
183. Тормосов Р.Ю. Інституційні, фінансові та технічні обмеження впровадження енергоефективності в житлових та громадських будівлях України /Р.Ю. Тормосов, Н. Б. Петровська-Ліньова, К.Р. Сафіуліна, І.І. Степаненко, Д.А. Приходько // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Збірник наукових праць №24. – 2011. – С. 184-195.
184. Тянь Р.Б., Шаленный В.Т., Дикарев К.Б., Познизов С.Е. Оценка окупаемости инвестиций для выбора технологии термомодернизации конструкций с учетом местоположения и износа объектов реконструкции //Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, - Дніпропетровськ /- 2002.- №1. - С.45-52.
185. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія / Г. Г. Фаренюк. - К. : ГАМА-Принт, 2009. - 216 с.: іл. - Бібліогр.: с. 194-203.
186. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій : монографія / Г. Г. Фаренюк. - К. : ГАМА-Принт, 2009. - 216 с.
187. Шаленный В. Т. Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона [Текст] / В. Т. Шаленный ; Придніпровська держ. Академія будівництва

- та архітектури. - Д. : Наука и образование, 2002. - 198 с.: рис. - Библиогр.: с.: 188-198.
188. Шаленный В.Т. Энергосберегающий подход к выбору проекта продления жизненного цикла гражданских зданий //Перспективные задачи инженерной науки: Сб. научн. трудов. – Днепропетровск.- 2001. – С.315-318.
 189. Шаленный В.Т., Дикарев К.Б., Понизов С.Е. Повышение безопасности энергосберегающей реновации домов первых массовых серий //Строительство, материаловедение, машиностроение / Сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2003.- Вып.24, - С.139-142.
 190. Щербініна С.А. Напрями підвищення енергоефективності житлового будівництва. *Вісник ПДТУ*. 2014. № 28. С.117-121.
 191. Юрченко Е. Л. Разработка проектов энергосбережения в зданиях бюджетных организаций на основе реинвестирования: дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Юрченко Евгений Леонидович; Приднепровская гос. академия строительства и архитектуры. - Д., 2003. - 180 с.
 192. Яковюк І. В. Правові основи інтеграції до ЄС: загальнотеоретичний аналіз: монографія. Харків: Право, 2013. 760 с.
 193. Як прискорити термомодернізацію будівель: обговорення змін до законодавства, режим доступу [<https://eefund.org.ua/yak-priskoriti-termomodernizaciyu-budivel-obgovorennya-zmin-do-zakonodavstva>]

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
АКТИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

16.11.2020 №206/5

Довідка
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Максимова Артема Сергійовича

На тему: **«Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»**

Результати дисертаційного дослідження Максимова Артема Сергійовича на тему **«Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»**, а саме:

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

мають практичну цінність та використовуються компанією під час розробки проектів та заходів з підвищення енергоефективності будівель громадського та житлового призначення.

Застосування зазначених результатів сприяло підвищенню ефективності роботи відповідальних виконавців робіт, дозволило скоротити час на підготовку та реалізацію проектів.

Директор



Олена Рибак-Хельбль



УКРАЇНА

ЧЕРНІВЕЦЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ КАПІТАЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА
ТА ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА

вул. Героїв Майдану, 194-А, м. Чернівці, 58013, тел./факс (0372) 57-66-68, 57-30-22

E-mail: ukb@bukoda.gov.ua Код ЄДРПОУ 04014252

23.11.2020 № 04-25/ 2240

На № _____

від _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Максимова Артема Сергійовича

На тему: «Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»

Дисертаційна робота Максимова Артема Сергійовича на тему «Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень», присвячена вдосконаленню організаційних підходів підготовки та реалізації термомодернізації об'єктів будівництва.

Розроблений в дисертаційному дослідженні Максимовим А.С. 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, успішно використаний фахівцями Департаменту при організації термомодернізації низки об'єктів в м. Чернівці.

Використання запропонованих Максимовим А.С. підходів дозволило комплексно підійти до процесу організації термомодернізації, ефективно виконати всі необхідні етапи з підготовки та реалізації низки таких проектів, зокрема забезпечити підготовку якісних завдань на проектування об'єктів, включити до них оптимізований перелік конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій та інженерних систем для врахування при розробці відповідної проектної документації.

Голова комісії з реорганізації,
заступник директора Департаменту

Юрій ШТЕФУНИК

02.10.2020 р. вих. № 0210/10-20

Довідка
від 02.10.2020 р.

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Максимова Артема Сергійовича

На тему: «Організаційні підходи до термомодернізації будівель на
підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»

В дисертаційній роботі Максимов Артема Сергійовича на тему «Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень», 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.

Розроблена в дисертаційному дослідженні Максимовим А.С. система критеріальної оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій та інженерних систем, інструментарій для оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій будівлі з урахуванням показників енергозбереження та витрат на термомодернізацію використана фахівцями ДП НДВТА «Стратегія регіонального розвитку» при проектуванні низки об'єктів, а саме:

- Капітальний ремонт (термомодернізація) будівлі ЗОШ I-III ступенів № 30 за адресою: Донецька обл., м. Краматорськ, вул. Волховська, 1.
- Капітальний ремонт (термомодернізація) будівлі комунального дошкільного навчального закладу (ясла-садок) загального типу № 2 за адресою: Донецька обл., м. Краматорськ, б-р Машинобудівників, 2а.
- Капітальний ремонт поліклініки №1 НАН України на Вознесенському узвозі, 22-А, у Шевченківському районі м. Києва.
- Будівництво Васильківської ЗОШ I-III ступенів №6, розташованої по вул. Гетьмана Сагайдачного, 34 міста Васильків, Київської області.
- Реконструкція будівлі дошкільного навчального закладу №306 на просп. Повітрофлотському, 40-а у Солом'янському районі.

Використання зазначених результатів дисертаційної роботи Максимов А.С. дозволило підвищити ефективність прийнятих проектних рішень.

Директор



Ю.Я. Рубан



Саморегулювальна організація у сфері архітектурної діяльності
ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
"ГІЛЬДІЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ"
03037, м. Київ, вул. Максима Кривоноса, 2А, office@vugip.org.ua

23.09.2020 № 2309-2020/1

Довідка
від 23.09.2020 р.

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Максимова Артема Сергійовича
На тему: «Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі
оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»

Дисертаційне дослідження Максимова Артема Сергійовича спрямоване на вирішення актуальної науково-прикладної задачі 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, забезпечить підвищення енергоефективності та зниження вартості будівельної продукції.

Результати дисертаційного дослідження Максимова Артема Сергійовича, опрацьовані до рівня методичних рекомендацій, а саме: 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; інструментарій щодо вибору та оптимізації конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій будівлі з урахуванням показників енергозбереження та витрат на термомодернізацію - використовуються при підготовці до професійної атестації інженерів-проектувальників за напрямком «Інженерно-будівельне проектування в частині забезпечення економії енергії».

Виконавчий директор



Д.М. Коломісць

**ТОВАРИСТВО
З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-
ПРОЕКТНИЙ ІНСТИТУТ
ЦИВІЛЬНОГО
БУДІВНИЦТВА»**

вул. Волошкова, 28А, с. Софіївська Борщагівка,
Києво-Святошинський район, 08131,
тел. (044) 228-32-53,
E-mail: UkrNPcivilbud@gmail.com
Код ЄДРПОУ 42003009



**LIMITED LIABILITY
COMPANY "UKRAINIAN
SCIENTIFIC-DESIGN
INSTITUTE OF CIVIL
BUILDING"**

28A, Voloshkova St., Sofiivska Borshchahivka
village, Kyievo-Sviatoshynskiy district, Kyivska
region, Ukraine, 08131,
tel. (044) 228-32-53,
E-mail: UkrNPcivilbud@gmail.com
EDRPOU code 42003009

10.11.2020р N1011-20

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Максимова Артема Сергійовича

На тему: «Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»

В дисертаційній роботі Максимова Артема Сергійовича на тему **«Організаційні підходи до термомодернізації будівель на підставі оптимізації вибору конструктивно-технологічних рішень»**, 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.

Результати дисертаційної роботи Максимова А.С. - система критеріальної оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівель була використана фахівцями ТОВ «УКРНПЦИВІЛЬБУД» як інструментарій для вибору оптимальних конструктивно-технологічних рішень огорожувальних конструкцій з урахуванням показників енергозбереження та витрат на термомодернізацію, що дозволило підвищити ефективність прийняття технічних рішень при проектуванні низки об'єктів: офісна будівля ТОВ СП «НІБУЛОН» в м. Миколаєві, дитячий дошкільний навчальний заклад на 240 дітей на бул-рі Л.Українки в с. Софіївська Борщагівка, дитячий дошкільний навчальний заклад на 160 дітей по вул. Героїв Небесної Сотні в с. Софіївська Борщагівка.

Директор

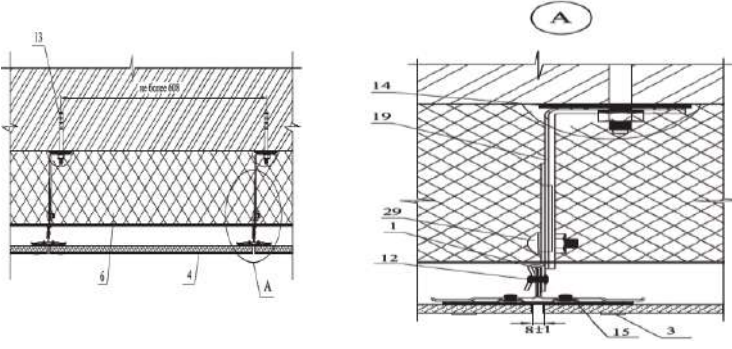


О.П. Чижевський

ДОДАТОК Б

**ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ФАСАДІВ
ТА ПОКРІВЕЛЬ ДЛЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ШКІЛ**

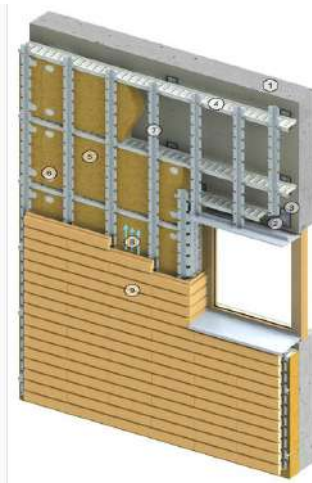
Таблиця Б.1.

		Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система				
		ТехноНіколь ТН-ФАСАД Вент (Техновент)				
		 1-Направляющая из Т-образного профиля; 3-Кляммер К-1; 4-Плитка керамогранитная; 6-Минераловатная плита «ТЕХНОВЕНТ», «ТЕХНОВЕНТ ДВОЙНОЙ»; 12-Заклепка вытяжная нержавеющая 3,2 – 4,8; 13-Анкерный дюбель; 14-Поронитовая прокладка; 15-Резиновая прокладка; 19-Кронштейн рядовой; 29-Регулировочный винт.				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
Тип утеплювача						
1. Густина утеплювача, кг/м3		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
2.Теплотехнічна однорідність, К		Так/ні	5/3	0,04	3	0,12
3.Дифузія і конденсація водяної пари:				0,04		0
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05
	3.2.Паропроникність, г/м2	<0.3/>0.3	1/5	0,01	5	0,05
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	5/1	0,01	5	0,05
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	5/1	0,01	5	0,05
4.Вплив ґрунтових вод		Так/ні	3/5	0		0
5.Екологічність				0,2		0
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,12	5	0,6
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3	0,02	3	0,06
	5.3.Біологічна стійкість, бали	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м ³	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
6.Надійність і стабільність				0,2		0
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м ²	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря, цикли	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
	6.4. Ударна міцність, Дж	мін/сер/макс	1/3/5	0,05	5	0,25
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7.Ремонтпридатність		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	5	0,2
8. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,04	5	0,2
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,1		0
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05

	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	3/5	0,02	3	0,06
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,01	3	0,03
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	1	0,03
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
10. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,1	3	0,3
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,05	3	0,15
	10.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплюючого матеріалу, а отже і його вартості на 10%, м²·К/Вт·грн	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5	0,05	5	0,25
11. Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	3	0,06
12. Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,04		0
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.2. Кольоровість;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.3. Тональність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.4. Фактурність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.5. Колір	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка						3,89

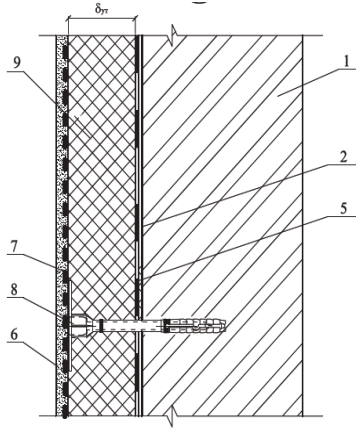
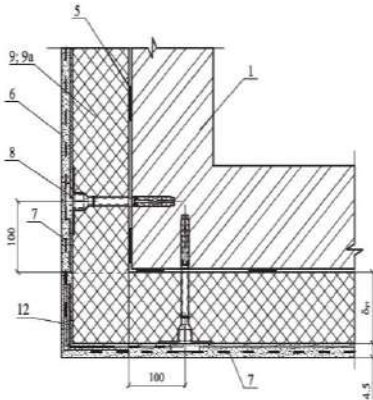
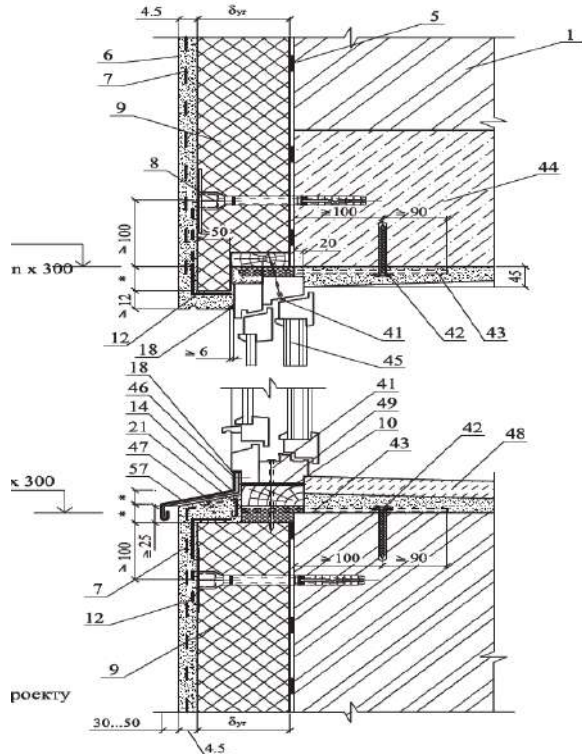
Таблиця Б.2.

Таблиця Б.2.

	Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система					
	Scanroc					
	 Конструкція системи: 1. Стіна будинку 2. Консоль 3. Термоізоляційна прокладка 4. Горизонтальний профіль 5. Утеплювач* 6. Тарілчастий дюбель* 7. Вертикальний профіль 8. Повітряний канал 9. Фасадний камінь SCANROC (600 мм) або SCANROC cottage (300 мм)					
	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	
Тип утеплювача						
1. Густина утеплювача, кг/м3		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
2.Теплотехнічна однорідність, К		Так/ні	5/3	0,04	3	0,12
3.Дифузія і конденсація водяної пари:				0,04		0
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05
	3.2.Паропроникність, г/м2	<0.3/>0.3	1/5	0,01	5	0,05
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	5/1	0,01	3	0,03
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	5/1	0,01	3	0,03
4.Вплив ґрунтових вод		Так/ні	3/5	0		0
5.Екологічність				0,2		0
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,12	5	0,6
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3	0,02	3	0,06
	5.3.Біологічна стійкість, бали	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м³	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
6.Надійність і стабільність				0,2		0
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м²	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря, цикли	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
	6.4. Ударна міцність, Дж	мін/сер/макс	1/3/5	0,05	5	0,25
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	5	0,2
8. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,04	5	0,2
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,1		0
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	3/5	0,02	1	0,02

	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,01	3	0,03
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	1	0,03
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
10. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,1	3	0,3
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,05	3	0,15
	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	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5	0,05	3	0,15
11.Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	3	0,06
12.Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,04		0
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.2. Кольоровість;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.3. Тональність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.4. Фактурність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.5. Колір	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка						3,69

Таблиця Б.3.

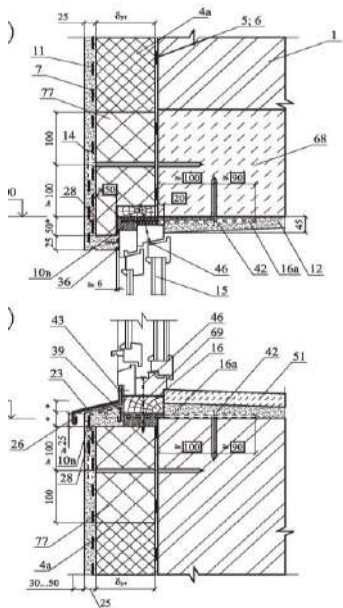
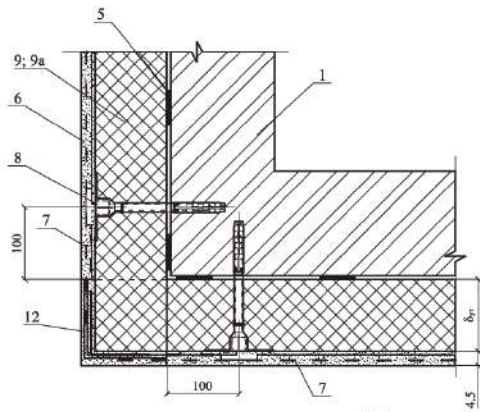
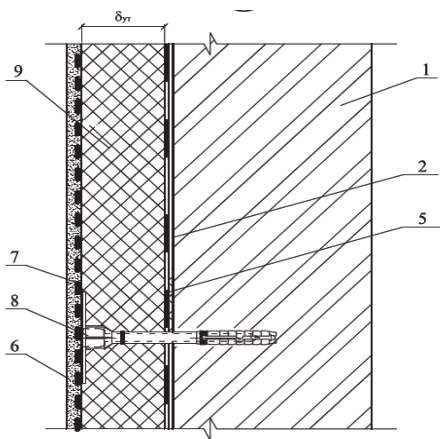
Техніко-екномічні критерії оцінки системи теплоізоляції огорожувальних конструкцій (хКв.*)		Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошаровими штукатурками				
Схема улаштування системи теплоізоляції		ТехноНіколь ТН-ФАСАД Декор (Технофас)				
		   1-Стена (несущая часть); 4-Теплоизоляция из минераловатных плит «ТЕХНОШЛАСТ»; 5-Клеевой состав для приклейки плит теплоизоляции; 6-Выравнивающая штукатурка, сухая смесь; 7-Сварная оцинкованная металлическая сетка 20х20 Ø 1,0 ... 1,6; 10а-П-образная сетка; 11-Наружная штукатурка; 12-Внутренняя штукатурка; 15-Стеклопакет; 16-Доска, пропитанная антипиреном; 16а-Пластина 6х40 с болтом Ø 10 и шагом 600 мм, но не менее 2 шт. на проем; 23-Слив С1; 26-Костыль; 28-Вязальная проволока ГОСТ 3282-74; 36-Мастика; 39-Пена строительная; 42-Дюбель Ø 6 или 8; 43-Дюбель из полиамида ТУ 36-941-79; 44-Шуруп ГОСТ 1144-80; 46-Гвоздь Ø 6 с шагом 600 мм, но не менее 2 шт. на проем; 47-Окно деревянное; 51-Подоконник по проекту; 67-Оконное стекло; 68-Железобетонная надоконная перемычка; 69-Прокладка уплотняющая.				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
Тип утеплювача						
1. Густина утеплювача, кг/м3		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
2.Теплотехнічна однорідність, К		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
3.Дифузія і конденсація водяної пари:				0,04		0
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
	3.2.Паропроникність, г/м2	<0.3/>0.3	1/5	0,01	5	0,05
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	5/1	0,01	3	0,03
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	5/1	0,01	3	0,03
4.Вплив ґрунтових вод		Так/ні	3/5	0		0
5.Екологічність				0,2		0
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,12	3	0,36
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3	0,02	3	0,06
	5.3.Біологічна стійкість, бали	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м³	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
6.Надійність і стабільність				0,2		0
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м²	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15

	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря, цикли	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
	6.4. Ударна міцність, Дж	мін/сер/макс	1/3/5	0,05	5	0,25
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	1	0,04
8. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,04	3	0,12
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,1		0
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	3/5	0,02	5	0,1
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,01	5	0,05
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	3	0,09
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
10. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,1	5	0,5
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,05	1	0,05
	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	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5	0,05	3	0,15
11.Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	1	0,02
12.Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,04		0
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.2. Кольоровість;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.3. Тональність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.4. Фактурність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.5. Колір	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка						3,79

Таблиця Б.4.

Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошаровими штукатурками

ТехноНіколь ТН-ФАСАД Комбі

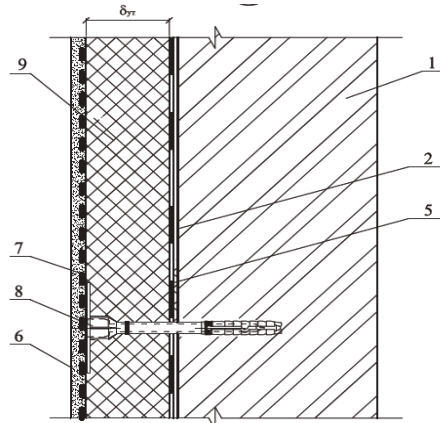
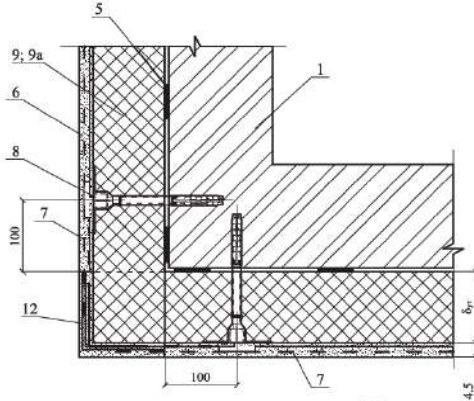
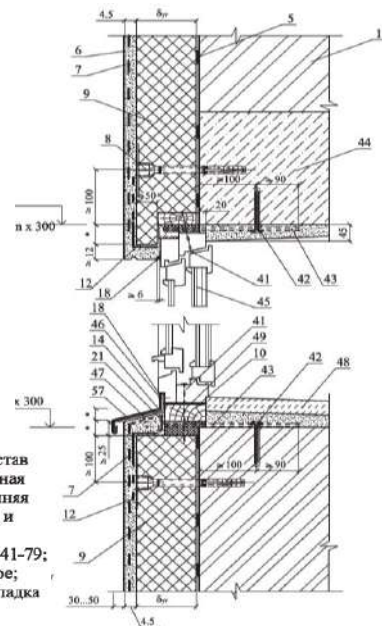


1-Стена (несущая часть); 4a-Теплоизоляция из экструдированного пенополистирола ТЕХНОПЛЕКС (см.п.2.1.1.); 5-Клеевой состав для приклейки плит теплоизоляции; 6-Выравнивающая штукатурка, сухая смесь; 7-Сварная оцинкованная металлическая сетка 20х20 Ø 1,0 ... 1,6; 10a- П - образная сетка; 11-Наружная штукатурка; 12-Внутренняя штукатурка; 14-Дюбельный комплект; 15-Стеклопакет; 16-Доска, пропитанная антипиреном; 16a-Пластина 6х40 с болтом Ø 10 и шагом 600 мм, но не менее 2 штук на проем; 23-Слив С1; 26-Костыль К2; 28-Вязальная проволока ГОСТ 3282-74; 36-Мастика; 39-Пена строительная; 42-Дюбель Ø 6 или 8; 43-Дюбель из полиамида ТУ 36-941-79; 46-Гвоздь Ø 6 с шагом 600 мм, но не менее 2 шт. на проем; 68-Железобетонная надоконная перемычка; 69-Прокладка уплотняющая; 77-Рассечка из минераловатных плит марки «ТЕХНОПЛАСТ» .

		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
Тип утеплювача						
1. Густина утеплювача, кг/м3		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
2.Теплотехнічна однорідність, К		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
3.Дифузія і конденсація водяної пари:				0,04		0
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
	3.2.Паропроникність, г/м2	<0.3/>0.3	1/5	0,01	5	0,05
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	5/1	0,01	3	0,03
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	5/1	0,01	3	0,03
4.Вплив ґрунтових вод		Так/ні	3/5	0		0
5.Екологічність				0,2		0
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,12	3	0,36
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3	0,02	3	0,06
	5.3.Біологічна стійкість, бали	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м³	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
6.Надійність і стабільність				0,2		0
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м²	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря, цикли	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
	6.4. Ударна міцність, Дж	мін/сер/макс	1/3/5	0,05	5	0,25

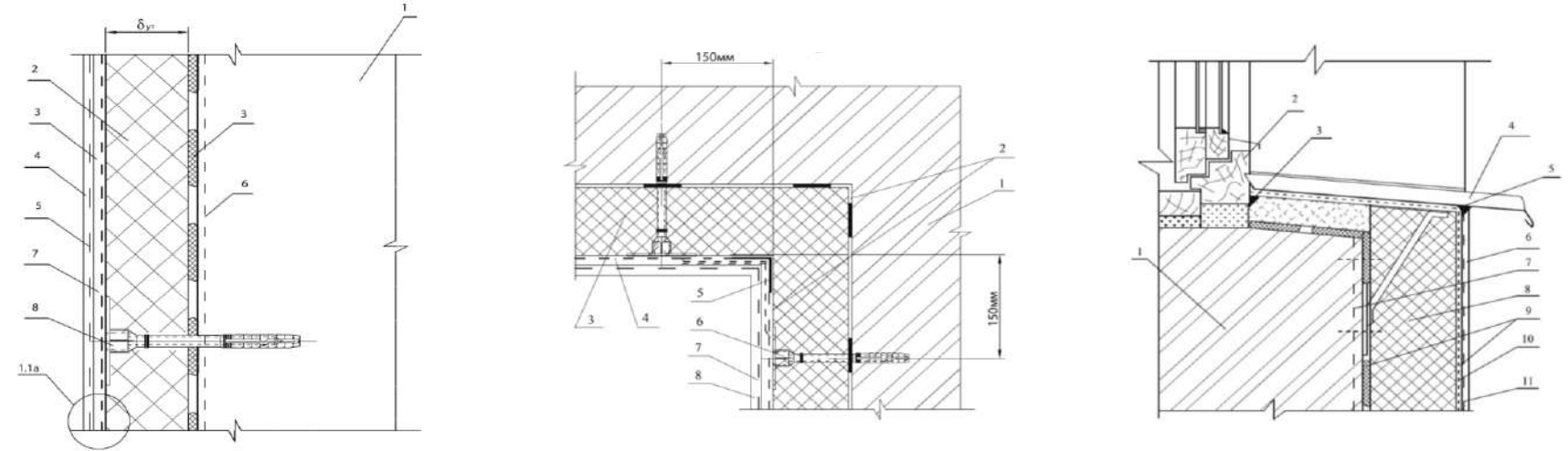
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	1	0,04
8. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,04	3	0,12
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,1		0
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	3/5	0,02	3	0,06
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,01	5	0,05
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	3	0,09
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
10. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,1	3	0,3
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,05	3	0,15
	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	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5	0,05	3	0,15
11.Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	1	0,02
12.Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,04		0
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3	0,008	3	0,024
	10.2. Кольоровість;	Так/ні	5/3	0,008	3	0,024
	10.3. Тональність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.4. Фактурність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.5. Колір	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка						3,498

Таблиця Б.5.

		Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошаровими штукатурками				
		Ceresit MB				
		   1-Стена (несущая часть); 4-Теплоизоляция из минераловатных плит «ТЕХНОПЛАСТ»; 5-Клеевой состав для приклейки плит теплоизоляции; 6-Выравнивающая штукатурка, сухая смесь; 7-Сварная оцинкованная металлическая сетка 20х20 Ø 1,0 ... 1,6; 10а-П - образная сетка; 11-Наружная штукатурка; 12-Внутренняя штукатурка; 15-Стеклопакет; 16-Доска, пропитанная антипиреном; 16а-Пластина бх40 с болтом Ø 10 и шагом 600 мм, но не менее 2 штук на проем; 23-Слив С1; 26-Костыль; 28-Вязальная проволока ГОСТ 3282-74; 36-Мастика; 39-Пена строительная; 42-Дюбель Ø 6 или 8; 43-Дюбель из полиамида ТУ 36-941-79; 44Шуруп ГОСТ 1144-80; 46-Гвоздь Ø 6 с шагом 600 мм, но не менее 2 шт. на проем; 47-Окно деревянное; 51-Подоконник по проекту; 67-Оконное стекло; 68-Железобетонная надоконная перемычка; 69-Прокладка уплотняющая.				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
Тип утеплювача						
Тип утеплювача						
1. Густина утеплювача, кг/м3		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
2.Теплотехнічна однорідність, К		Так/ні	5/3	0,04	5	0,2
3.Дифузія і конденсація водяної пари:				0,04		0
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
	3.2.Паропроникність, г/м2	<0.3/>0.3	1/5	0,01	5	0,05
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	5/1	0,01	5	0,05
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	5/1	0,01	5	0,05
4.Вплив ґрунтових вод		Так/ні	3/5	0		0
5.Екологічність				0,2		0
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,12	5	0,6
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3	0,02	3	0,06
	5.3.Біологічна стійкість, бали	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м³	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
6.Надійність і стабільність				0,2		0
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м²	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря, цикли	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
	6.4. Ударна міцність, Дж	мін/сер/макс	1/3/5	0,05	5	0,25
	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09

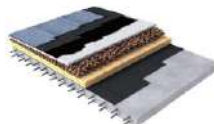
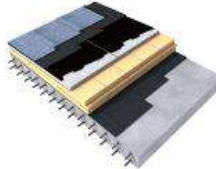
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
8. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,04	3	0,12
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,1		0
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	3/5	0,02	3	0,06
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,01	5	0,05
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	3	0,09
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
10. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,1	5	0,5
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,05	3	0,15
	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	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5	0,05	3	0,15
11.Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	1	0,02
12.Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,04		0
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.2. Кольоровість;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.3. Тональність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.4. Фактурність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.5. Колір	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка						4,09

Таблиця Б.6.

Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням тонкошаровими штукатурками					
Ceresit ПС					
					
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка
Тип утеплювача		Результат			
1. Густина утеплювача, кг/м3		Так/ні	5/3	0,04	5
2.Теплотехнічна однорідність, К		Так/ні	5/3	0,04	5
3.Дифузія і конденсація водяної пари:				0,04	0
	3.1.Гігроскопічність, % по масі	Так/ні	5/3	0,01	5
	3.2.Паропроникність, г/м2	<0.3/>0.3	1/5	0,01	5
	3.3. Вологість по масі, %	<0.5/>0.5	5/1	0,01	5
	3.4. Водопоглинання по обсягу, %	<1.5/>1.5	5/1	0,01	3
4.Вплив ґрунтових вод		Так/ні	3/5	0	0
5.Екологічність				0,2	0
	5.1.Вогнестійкість, група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,12	5
	5.2.Хімічна стійкість, Кхс	Так/ні	5/3	0,02	3
	5.3.Біологічна стійкість, бали	Так/ні	5/3	0,03	5
	5.4.Шкідливість, (ПДК) мг/м³	Так/ні	5/3	0,03	5
6.Надійність і стабільність				0,2	0
	6.1. Вплив власної ваги системи, кг/м²	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5
	6.2. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості повітря цикли	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5
	6.3. Вплив деформації при усадці, %	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5
	6.4. Ударна міцність, Дж	мін/сер/макс	1/3/5	0,05	5

	6.5. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування, кПа	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09
	6.6.Вплив сонячної радіації, роки	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	5	0,1
7.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	1	0,04
8. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,04	3	0,12
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,1		0
	9.1. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05
	9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Так/ні	3/5	0,02	3	0,06
	9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту, грн	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,01	5	0,05
	9.4. Трудомісткість робіт, люд.-год.	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03
	9.5. Необхідна кваліфікація виконавців, розряд	низька/середня/висока	5/3/1	0,03	3	0,09
	9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в системі, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,02	3	0,06
	9.7. Кількість технологічних процесів, шт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
10. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0
	10.1. Вартість влаштування 100 м2 системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,1	5	0,5
	10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м2)	Менше 5%/10-15%/більше15%	5/3/1	0,05	3	0,15
	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	<10%/<25%/<50%/<75%/<100%	1/2/3/4/5	0,05	3	0,15
11.Звукоізоляція (зниження рівня повітряного шуму), Дб		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	1	0,02
12.Теплопровідність теплоізолюючого шару, Вт/(м·К)		мін/сер/макс	1/3/5	0,04	3	0,12
13. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,04		0
	13.1. Яскравість	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.2. Кольоровість;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.3. Тональність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.4. Фактурність;	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
	10.5. Колір	Так/ні	5/3	0,008	5	0,04
Загальна оцінка						4,07

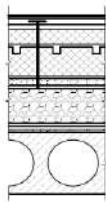
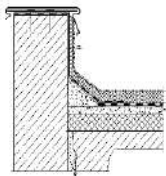
Таблиця Б.7.

Техніко-економічні критерії оцінки системи теплоізоляції огорожувальних конструкцій			Невентильовані класичні покрівлі														
			Стандарт					Універсал					Баласт-класик				
Схема улаштування системи теплоізоляції																	
			Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)														
			Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
			Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1.Теплотехнічна однорідність		Так/ні	5/3	0,09	5	0,45	Так/ні	5/3	0,09	5	0,45	Так/ні	5/3	0,09	5	0,45
	2.Дифузія і конденсація водяної пари			5/3	0,02	0	0		5/3	0,02	0	0		5/3	0,02	0	0
		2.1.Гігроскопічність	Так/ні		0,01	3	0,03	Так/ні		0,01	3	0,03	Так/ні		0,01	3	0,03
		2.2.Паропроникність	<0.3/>0.3	5/3	0,01	5	0,05	<0.3/>0.3	5/3	0,01	5	0,05	<0.3/>0.3	5/3	0,01	5	0,05
	3.Опір повітропроникненню		Так/ні	5/3	0,2	5	1	Так/ні	5/3	0,2	5	1	Так/ні	5/3	0,2	5	1
	4.Екологічність				0,2		0			0,2		0			0,2		0
		4.1.Вогнетривкість	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	3	0,21	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	3	0,21	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	5	0,35
		4.2.Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
		4.3.Біологічна стікість	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
		4.4.Шкідливість	Так/ні	5/3	0,07	3	0,21	Так/ні	5/3	0,07	3	0,21	Так/ні	5/3	0,07	5	0,35
	5.Надійність і стабільність				0,2		0			0,2		0			0,2		0
		5.1. Вплив власної ваги системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03
		5.2. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	1	0,04	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	5	0,2
		5.3. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15
		5.4. Вплив деформації при усадці	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	3	0,09	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15
		5.5. Вплив сонячної радіації	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
		5.6. Ударна міцність	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12
	6.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	5/3/1	0,08	1	0,08	мін/сер/макс	5/3/1	0,08	3	0,24	мін/сер/макс	5/3/1	0,08	1	0,08
	7. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15	сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15	сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15
	8. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,07		0			0,07		0			0,07		0
		8.1. Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
8.2. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів		Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	
8.3. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи		Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	
8.4. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту		низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	
8.5. Трудомісткість робіт		низька/середня/висока	5/3/1	0,01	5	0,05	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01	
8.6. Необхідна кваліфікація виконавців		мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	
8.7. Кількість технологічних процесів		мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01	
9. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0			0,2		0			0,2		0	
	9.1. Вартість влаштування 100 м2 системи;	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15	
	9.2. Витрати на експлуатацію системи в розрахунку на 25 років, в розрахунку на 100 м2 системи;	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	3	0,15	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	1	0,05	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	1	0,05	
10. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	
11.Звукоізоляція		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	5	0,1	мін/сер/макс	1/3/5	0,02	5	0,1	мін/сер/макс	1/3/5	0,02	5	0,1	
Узагальнена оцінка							3,84					4					4,22

Таблиця Б.8.

Техніко-екномічні критерії оцінки системи теплоізоляції огорожувальних конструкцій			Невентильовані інверсійні покрівлі														
			Інверс					Пішохід					Зелені				
Схема улаштування системи теплоізоляції																	
			Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)														
			Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1.Теплотехнічна однорідність		Так/ні	5/3	0,09	5	0,45	Так/ні	5/3	0,09	5	0,45	Так/ні	5/3	0,09	5	0,45
	2.Дифузія і конденсація водяної пари			5/3	0,02	0	0		5/3	0,02	0	0		5/3	0,02	0	0
		2.1.Гігроскопічність	Так/ні		0,01	3	0,03	Так/ні		0,01	3	0,03	Так/ні		0,01	3	0,03
		2.2.Паропроникність	<0.3/>0.3	5/3	0,01	3	0,03	<0.3/>0.3	5/3	0,01	5	0,05	<0.3/>0.3	5/3	0,01	3	0,03
	3.Опір повітропроникненню		Так/ні	5/3	0,2	5	1	Так/ні	5/3	0,2	5	1	Так/ні	5/3	0,2	5	1
	4.Екологічність				0,2		0			0,2		0			0,2		0
		4.1.Вогнетривкість	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	3	0,21	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	5	0,35	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	5	0,35
		4.2.Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
		4.3.Біологічна стікість	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	5	0,15
		4.4.Шкідливість	Так/ні	5/3	0,07	3	0,21	Так/ні	5/3	0,07	3	0,21	Так/ні	5/3	0,07	5	0,35
	5.Надійність і стабільність				0,2		0			0,2		0			0,2		0
		5.1. Вплив власної ваги системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	1	0,03
		5.2. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	3	0,12
		5.3. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15
		5.4. Вплив деформації при усадці	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	3	0,09	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15
		5.5. Вплив сонячної радіації	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
		5.6. Ударна міцність	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12
	6.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	5/3/1	0,08	1	0,08	мін/сер/макс	5/3/1	0,08	3	0,24	мін/сер/макс	5/3/1	0,08	1	0,08
	7. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15	сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15	сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15
	8. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи				0,07		0			0,07		0			0,07		0
		8.1. Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	Так/ні	5/3	0,01	5	0,05	Так/ні	5/3	0,01	1	0,01	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
		8.2. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	Так/ні	5/3	0,01	1	0,01	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
		8.3. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03
		8.4. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03
		8.5. Трудомісткість робіт	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01
		8.6. Необхідна кваліфікація виконавців	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
		8.7. Кількість технологічних процесів	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01
	9. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0			0,2		0			0,2		0
		9.1. Вартість влаштування 100 м2 системи;	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15
		9.2. Витрати на експлуатацію системи в розрахунку на 25 років, в розрахунку на 100 м2 системи;	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	3	0,15	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	1	0,05	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	1	0,05
	10. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	Так/ні	5/3	0,05	5	0,25
	11.Звукоізоляція		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	5	0,1	мін/сер/макс	1/3/5	0,02	5	0,1	мін/сер/макс	1/3/5	0,02	5	0,1
Узагальнена оцінка							3,86					4,06					4,12

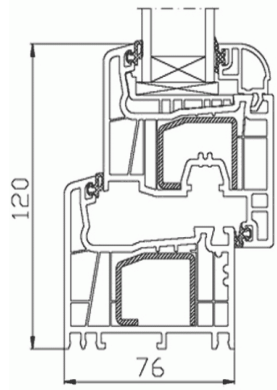
Таблиця Б.9.

Техніко-екномічні критерії оцінки системи теплоізоляції огорожувальних конструкцій			Невентильовані інверсійні покрівлі									
			Вент					Тепло-гідроізоляційне покриття «ІЗОФРАМ УТГІ»				
Схема улаштування системи теплоізоляції												
			Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)									
			Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
			Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат	Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1.Теплотехнічна однорідність		Так/ні	5/3	0,09	5	0,45	Так/ні	5/3	0,09	5	0,45
	2.Дифузія і конденсація водяної пари			5/3	0,02	0	0		5/3	0,02	0	0
		2.1.Гігроскопічність	Так/ні		0,01	5	0,05	Так/ні		0,01	3	0,03
		2.2.Паропроникність	<0.3/>0.3	5/3	0,01	5	0,05	<0.3/>0.3	5/3	0,01	5	0,05
	3.Опір повітропроникненню		Так/ні	5/3	0,2	5	1	Так/ні	5/3	0,2	5	1
	4.Екологічність				0,2		0			0,2		0
		4.1.Вогнетривкість	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	5	0,35	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,07	1	0,07
		4.2.Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
		4.3.Біологічна стікість	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
		4.4.Шкідливість	Так/ні	5/3	0,07	3	0,21	Так/ні	5/3	0,07	3	0,21
	5.Надійність і стабільність				0,2		0			0,2		0
		5.1. Вплив власної ваги системи	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	3	0,09	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
		5.2. Вплив вітрового напору та вітрового відсмоктування	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	05.03.2001	0,04	3	0,12
		5.3. Вплив гідротермічних навантажень за рахунок щоденних і сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15
		5.4. Вплив деформації при усадці	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	3	0,09	мін/сер/макс	05.03.2001	0,03	5	0,15
		5.5. Вплив сонячної радіації	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15	мін/сер/макс	5/3/1	0,03	5	0,15
		5.6. Ударна міцність	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12	мін/сер/макс	5/3/1	0,04	3	0,12
	6.Ремонтопридатність		мін/сер/макс	5/3/1	0,08	1	0,08	мін/сер/макс	5/3/1	0,08	3	0,24
	7. Сезонність виконання робіт		сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15	сезон/весь рік	3/5	0,05	3	0,15
	8. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності				0,07		0			0,07		0
		8.1. Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
		8.2. Можливість взаємозамінності застосовуваних в системі утеплення елементів	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03	Так/ні	5/3	0,01	3	0,03
8.3. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи		Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,01	3	0,03	
8.4. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту		низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	3	0,03	
8.5. Трудомісткість робіт		низька/середня/висока	5/3/1	0,01	1	0,01	низька/середня/висока	5/3/1	0,01	5	0,05	
8.6. Необхідна кваліфікація виконавців		мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03	
8.7. Кількість технологічних процесів		мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05	
9. Економічний (економічна ефективність)				0,2		0			0,2		0	
	9.1. Вартість влаштування 100 м2 системи;	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	1	0,15	мін/сер/макс	1/3/5	0,15	3	0,45	
	9.2. Витрати на експлуатацію системи в розрахунку на 25 років, в розрахунку на 100 м2 системи;	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	3	0,15	Менше 5%/10-15%/більше15%	1/3/5	0,05	3	0,15	
10. Художньо-естетичний		Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	Так/ні	5/3	0,05	5	0,25	
11.Звукоізоляція		мін/сер/макс	1/3/5	0,02	3	0,06	мін/сер/макс	1/3/5	0,02	3	0,06	
Узагальнена оцінка						4					4,38	

ДОДАТОК В

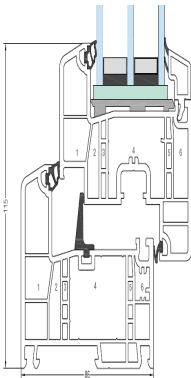
**ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ
ЗАПОВНЕННЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ ДЛЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ
ШКІЛ**

Таблиця В.1.

Техніко-екномічні критерії оцінки		Металопластикові вікна (ПВХ вікна)				
Схема улаштування		профільна система SalamanderStreamline				
						
		Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1 Показники призначення			0,135		
	1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання	≤0,33/≤0,50/≥0,50	1/3/5	0,02	3	0,06
	1.2 Індекс звукоізоляції	≤30/≤36/≥36	1/3/5	0,02	3	0,06
	1.3 Приведений опір теплопередачі	≤0,8[R]/ ≤ 1,2[R] / ≥1,2[R]	1/3/5	0,06	3	0,18
	1.4 Повітропроникність	≥50/≤50/≤27	5/3/1	0,02	3	0,06
	1.5 Водонепроникність	≥450/≥250	5/3	0,015		0
	2 Показники надійності			0,2		0
	2.1 Стійкість до статичних вантажів	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	2.2 Зміна лінійних розмірів під дією температури	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	3	0,045
	2.3 Стійкість до удару	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання	Так/ні	3/5	0,015	5	0,075
	2.5 Водовідведення	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075
	2.6 Стійкість до вітрових навантажів	Висока/мала	5/3	0,015	3	0,045
	2.7 Міцність зварних з'єднань	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	2.8 Довговічність	≥25/≤25/≤15	5/3/1	0,08	3	0,24
	2.9 Ремонтопридатність	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075
	3 Конструктивно-технологічні показники			0,045		0

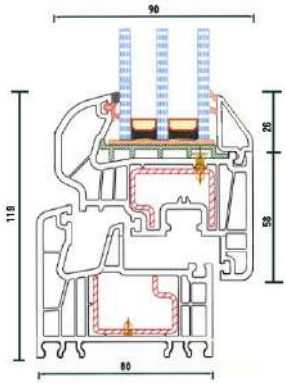
	3.1 Формула склопакету (тип склопакету)	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	3.2 Маса виробу	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	5	0,075
	3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	4 Енергетично-захисні			0,045		0
	4.1 Захист від вилому	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	4.2 Тепловтрати	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	5	0,075
	4.3 Теплотехнічна однорідність	Висока/низька	5/3	0,015	3	0,045
	5 Пожежна безпека			0,1		0
	5.1 Група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,025	3	0,075
	5.2 Група самозаймання	B1/B2/B3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.3 Група поширення полум'я	РП1/РП2/РП3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.4 Група за токсичністю при пожежі	T1/T2/T3	5/3/1	0,025	3	0,075
	6 Екологічна безпека			0,1		0
	6.1 Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,07	5	0,35
	6.2 Утилізація відходів	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
	7 Монтажно-технологічні показники			0,08		0
	7.1 Сезонність виконання робіт	Сезон/весь рік	3/5	0,01	5	0,05
	7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	мін/сер/макс	1/3/5	0,01	5	0,05
	7.3 Кріплення фурнітури	Так/ні	3/5	0,01	5	0,05
	7.4 Наявність спеціалістів високого фаху	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	7.5 Монтажна ширина	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
	7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01
	7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01
	7.8 Наявність закритих робіт	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	8 Естетичні показники	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	9 Економічні показники			0,2		0
	9.1 Вартість улаштування	мін/сер/макс	5/3/1	0,2	5	1
	10 Споживчі властивості			0,08		0
	10.1 Кліматична зона застосування	Всі/одна	5/1	0,05	5	0,25
	10.2 Замовлення	Індивідуальне/масове	1/5	0,03	5	0,15
	Узагальнена Оцінка					3,945

Таблиця В..2.

Техніко-економічні критерії		Металопластикові вікна (ПВХ вікна)				
Схема улаштування		профільна система REHAU GENEО				
		 З двокамерним склопакетом, з енергоефективним м'яким покриття, розширеним повітряним простором				
		Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1 Показники призначення			0,135		
	1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання	≤0,33/≤0,50/≥0,50	1/3/5	0,02	3	0,06
	1.2 Індекс звукоізоляції	≤30/≤36/≥36	1/3/5	0,02	5	0,1
	1.3 Приведений опір теплопередачі	≤0,8[R]/ ≤ 1,2[R] / ≥1,2[R]	1/3/5	0,06	5	0,3
	1.4 Повітропроникність	≥50/≤50/≤27	5/3/1	0,02	5	0,1
	1.5 Водонепроникність	≥450/≥250	5/3	0,015	3	0,045
	2 Показники надійності			0,2		0
	2.1 Стійкість до статичних вантажів	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	2.2 Зміна лінійних розмірів під діє температури	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	3	0,045
	2.3 Стійкість до удару	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання	Так/ні	3/5	0,015	5	0,075
	2.5 Водовідведення	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075
	2.6 Стійкість до вітрових навантажів	Висока/мала	5/3	0,015	5	0,075
	2.7 Міцність зварних з'єднань	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	2.8 Довговічність	≥25/≤25/≤15	5/3/1	0,08	3	0,24
	2.9 Ремонтопридатність	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075

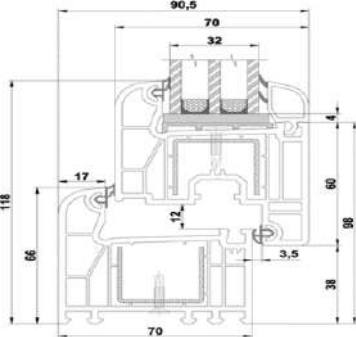
	3 Конструктивно-технологічні показники			0,045		0
	3.1 Формула склопакету (тип склопакету)	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	5	0,075
	3.2 Маса виробу	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	5	0,075
	3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	4 Енергетично-захисні			0,045		0
	4.1 Захист від вилому	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	4.2 Тепловтрати	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	5	0,075
	4.3 Теплотехнічна однорідність	Висока/низька	5/3	0,015	5	0,075
	5 Пожежна безпека			0,1		0
	5.1 Група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,025	3	0,075
	5.2 Група самозаймання	В1/В2/В3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.3 Група поширення полум'я	РП1/РП2/РП3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.4 Група за токсичністю при пожежі	Т1/Т2/Т3	5/3/1	0,025	3	0,075
	6 Екологічна безпека			0,1		0
	6.1 Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,07	5	0,35
	6.2 Утилізація відходів	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
	7 Монтажно-технологічні показники			0,08		0
	7.1 Сезонність виконання робіт	Сезон/весь рік	3/5	0,01	5	0,05
	7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	мін/сер/макс	1/3/5	0,01	5	0,05
	7.3 Кріплення фурнітури	Так/ні	3/5	0,01	5	0,05
	7.4 Наявність спеціалістів високого фаху	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	7.5 Монтажна ширина	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
	7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01
	7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01
	7.8 Наявність закритих робіт	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	8 Естетичні показники	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	5	0,075
	9 Економічні показники			0,2		0
	9.1 Вартість улаштування	мін/сер/макс	5/3/1	0,2	3	0,6
	10 Споживчі властивості			0,08		0
	10.1 Кліматична зона застосування	Всі/одна	5/1	0,05	5	0,25
	10.2 Замовлення	Індивідуальне/масове	1/5	0,03	5	0,15
	Узагальнена Оцінка					3,91

Таблиця В.3.

Техніко-економічні критерії оцінки системи		Металопластикові вікна (ПВХ вікна)				
Схема улаштування		профільна система WDS 505				
		 З двокамерним склопакетом, з енергоефективним м'яким покриття, розширеним повітряним простором				
		Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1 Показники призначення					
	1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання	≤0,33/≤0,50/≥0,50	1/3/5	0,02	3	0,06
	1.2 Індекс звукоізоляції	≤30/≤36/≥36	1/3/5	0,02	5	0,1
	1.3 Приведений опір теплопередачі	≤0,8[R]/ ≤ 1,2[R] / ≥1,2[R]	1/3/5	0,06	5	0,3
	1.4 Повітропроникність	≥50/≤50/≤27	5/3/1	0,02	5	0,1
	1.5 Водонепроникність	≥450/≥250	5/3	0,015	5	0,075
	2 Показники надійності			0,2		0
	2.1 Стійкість до статичних вантажів	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	5	0,075
	2.2 Зміна лінійних розмірів під діє температури	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	3	0,045
	2.3 Стійкість до удару	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання	Так/ні	3/5	0,015	5	0,075
	2.5 Водовідведення	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075
	2.6 Стійкість до вітрових навантажень	Висока/мала	5/3	0,015	5	0,075
	2.7 Міцність зварних з'єднань	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	2.8 Довговічність	≥25/≤25/≤15	5/3/1	0,08	5	0,4
	2.9 Ремонтопридатність	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075
	3 Конструктивно-технологічні показники			0,045		0

	3.1 Формула склопакету (тип склопакету)	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	5	0,075
	3.2 Маса виробу	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	5	0,075
	3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	5	0,075
	4 Енергетично-захисні			0,045		0
	4.1 Захист від вилому	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	4.2 Тепловтрати	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	5	0,075
	4.3 Теплотехнічна однорідність	Висока/низька	5/3	0,015	5	0,075
	5 Пожежна безпека			0,1		0
	5.1 Група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,025	3	0,075
	5.2 Група самозаймання	В1/В2/В3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.3 Група поширення полум'я	РП1/РП2/РП3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.4 Група за токсичністю при пожежі	Т1/Т2/Т3	5/3/1	0,025	3	0,075
	6 Екологічна безпека			0,1		0
	6.1 Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,07	5	0,35
	6.2 Утилізація відходів	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
	7 Монтажно-технологічні показники			0,08		0
	7.1 Сезонність виконання робіт	Сезон/весь рік	3/5	0,01	5	0,05
	7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	мін/сер/макс	1/3/5	0,01	5	0,05
	7.3 Кріплення фурнітури	Так/ні	3/5	0,01	5	0,05
	7.4 Наявність спеціалістів високого фаху	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	7.5 Монтажна ширина	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
	7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
	7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	1	0,01
	7.8 Наявність закритих робіт	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	8 Естетичні показники	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	9 Економічні показники			0,2		0
	9.1 Вартість улаштування	мін/сер/макс	5/3/1	0,2	1	0,2
	10 Споживчі властивості			0,08		0
	10.1 Кліматична зона застосування	Всі/одна	5/1	0,05	5	0,25
	10.2 Замоклення	Індивідуальне/масове	1/5	0,03	5	0,15
	Узагальнена Оцінка					3,75

Таблиця В.4.

Техніко-економічні критерії оцінки		Металопластикові вікна (ПВХ вікна)				
Схема улаштування		профільна система Интернова 6000				
		 З двокамерним склопакетом, з енергоефективним м'яким покриття				
		Експертна оцінка за обраними критеріями (добуток оцінки в балах)				
		Значення	В балах	Вага оцінки	Оцінка	Результат
	1 Показники призначення			0,135		
	1.1 Загальний коефіцієнт світлопропускання	≤0,33/≤0,50/≥0,50	1/3/5	0,02	3	0,06
	1.2 Індекс звукоізоляції	≤30/≤36/≥36	1/3/5	0,02	1	0,02
	1.3 Приведений опір теплопередачі	≤0,8[R]/ ≤ 1,2[R] / ≥1,2[R]	1/3/5	0,06	3	0,18
	1.4 Повітропроникність	≥50/≤50/≤27	5/3/1	0,02	3	0,06
	1.5 Водонепроникність	≥450/≥250	5/3	0,015	3	0,045
	2 Показники надійності			0,2		0
	2.1 Стійкість до статичних вантажів	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	1	0,015
	2.2 Зміна лінійних розмірів під діє температури	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	1	0,015
	2.3 Стійкість до удару	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	2.4 Зміна кольору під дією сонячного опромінювання	Так/ні	3/5	0,015	1	0,015
	2.5 Водовідведення	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	2.6 Стійкість до вітрових навантажень	Висока/мала	5/3	0,015	3	0,045
	2.7 Міцність зварних з'єднань	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	2.8 Довговічність	≥25/≤25/≤15	5/3/1	0,08	3	0,24
	2.9 Ремонтопридатність	Так/ні	5/3	0,015	5	0,075
	3 Конструктивно-технологічні показники			0,045		0

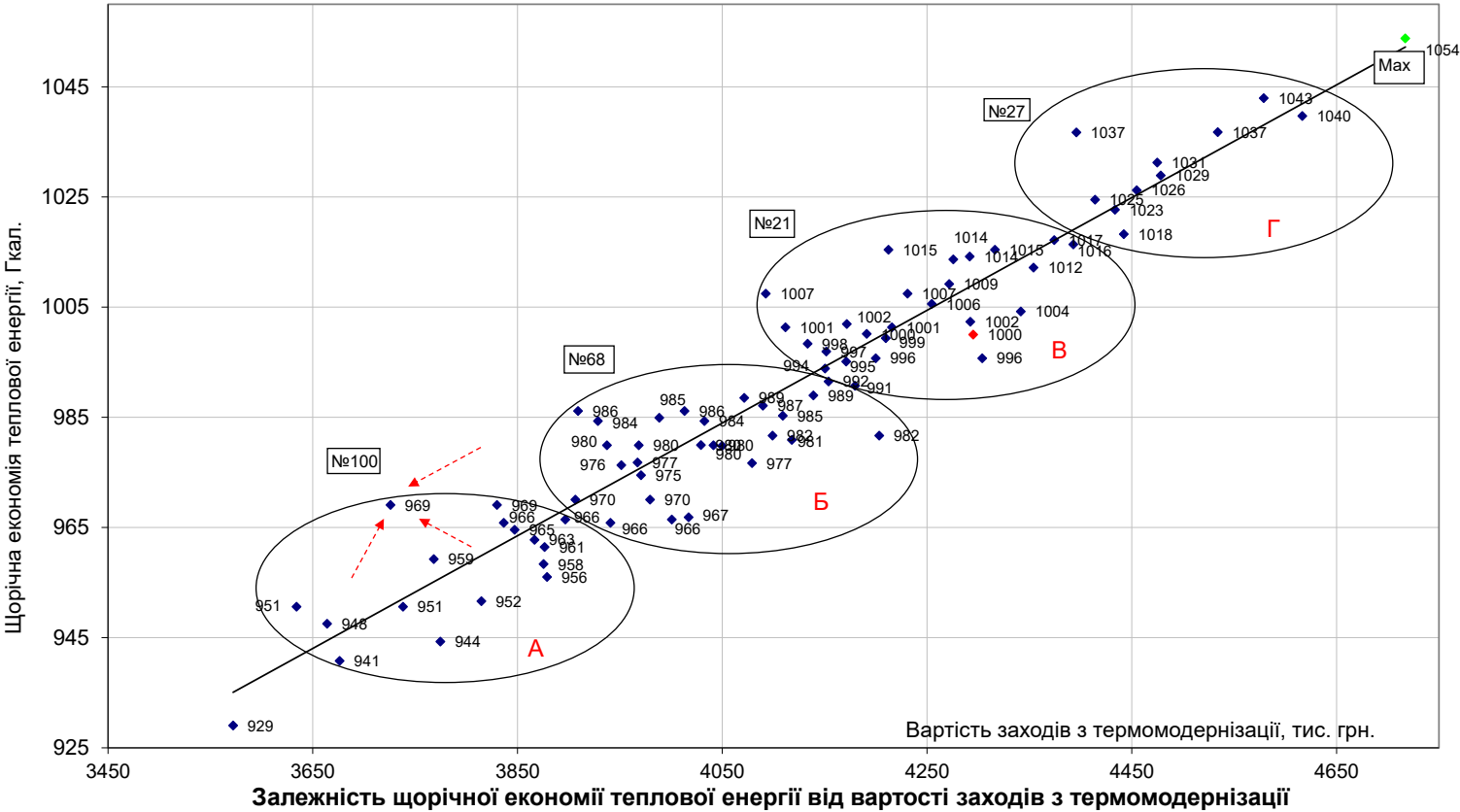
	3.1 Формула склопакету (тип склопакету)	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	3.2 Маса виробу	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	3	0,045
	3.3 Товщина зовнішньої стінки профілю	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	4 Енергетично-захисні			0,045		0
	4.1 Захист від вилому	Так/ні	5/3	0,015	3	0,045
	4.2 Тепловтрати	мін/сер/макс	5/3/1	0,015	3	0,045
	4.3 Теплотехнічна однорідність	Висока/низька	5/3	0,015	3	0,045
	5 Пожежна безпека			0,1		0
	5.1 Група горючості	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1	0,025	3	0,075
	5.2 Група самозаймання	В1/В2/В3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.3 Група поширення полум'я	РП1/РП2/РП3	5/3/1	0,025	5	0,125
	5.4 Група за токсичністю при пожежі	Т1/Т2/Т3	5/3/1	0,025	5	0,125
	6 Екологічна безпека			0,1		0
	6.1 Хімічна стійкість	Так/ні	5/3	0,07	5	0,35
	6.2 Утилізація відходів	Так/ні	5/3	0,03	3	0,09
	7 Монтажно-технологічні показники			0,08		0
	7.1 Сезонність виконання робіт	Сезон/весь рік	3/5	0,01	5	0,05
	7.2 Кількість типорозмірів виробів, що використовується в системі	мін/сер/макс	1/3/5	0,01	5	0,05
	7.3 Кріплення фурнітури	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	7.4 Наявність спеціалістів високого фаху	Так/ні	3/5	0,01	3	0,03
	7.5 Монтажна ширина	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
	7.6 Складність підготовчих та монтажних робіт	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	5	0,05
	7.7 Коефіцієнт складності збірки конструкції	мін/сер/макс	5/3/1	0,01	3	0,03
	7.8 Наявність закритих робіт	Так/ні	3/5	0,01	5	0,05
	8 Естетичні показники	мін/сер/макс	1/3/5	0,015	3	0,045
	9 Економічні показники			0,2		0
	9.1 Вартість улаштування	мін/сер/макс	5/3/1	0,2	5	1
	10 Споживчі властивості			0,08		0
	10.1 Кліматична зона застосування	Всі/одна	5/1	0,05	5	0,25
	10.2 Індивідуальне замовлення	Індивідуальне/масове	1/5	0,03	5	0,15
	Узагальнена Оцінка					3,83

ДОДАТОК Г

**ГРАФІЧНІ МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТІ ЩОРІЧНОЇ ЕКОНОМІЇ
ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД ВАРТОСТІ ЗАХОДІВ З
ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ**

	Варіанти комплексної термомодернізації				
	10	21	27	68	Max
Загальна вартість модернізації, тис.грн	4092,51	4395,75	3725,88	3909,03	4717,26
Витрати тепла після тепломодернізації, Гкал	815,51	786,23	838,64	836,83	769,18
Економія тепла після тепломод., Гкал на рік	1007,47	1036,75	969,11	986,15	1053,80
Економія тепла після тепломодернізації, тис. м3 газу на рік	129,16	132,92	124,24	126,43	135,10
Економія тепла після тепломодернізації, тис. грн. на рік	617,40	635,34	593,89	604,33	645,79
Показники економічної ефективності витрат:					
без урахування фактору часу					
Дохід від економії енергоресурсів, що забезпечується реалізацією проекту, тис. грн. на рік	617,4	635,3	593,9	604,3	645,8
Строк окупності витрат на реалізацію проекту (без урахування фактору часу)	6,63	6,92	6,27	6,47	7,30
Дохід за рахунок економії енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	15434,9	15883,6	14847,2	15108,4	16144,7
Прибуток (різниця між доходами та витратами) за рахунок економії для всього будинку енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	11342,4	11487,8	11121,3	11199,3	11427,5
Співвідношення доходів та витрат за 25 років	3,77	3,61	3,98	3,86	3,42
з урахуванням дисконтуванням					
Чистий приведений дохід (NPV), грн.	744,9	582,3	927,3	826,01	342,59
Індекс прибутковості (PI), разів	1,18	1,13	1,25	1,21	1,07
Внутрішня норма рентабельності (IRR), долі од.	0,19	0,189	0,185	0,19	0,18
Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (PP), років	12,1	14,1	11,2	12,3	17,3
з урахуванням капіталізації					
Строк окупності витрат на реалізацію проекту з урахуванням капіталізації	5,1	5,2	4,8	4,9	5,4
Сукупний капіталізований дохід	112287	115551	108011	109911	117450
Капіталізований прибуток	108194	111155	104285	106002	112733
Індекс прибутковості, з урахуванням капіталізації	27,44	26,29	28,99	28,12	24,90

Додаток Г.1. Графічна модель залежності щорічної економії енергії від вартості заходів з термомодернізації для серії 2-02-964У



Додаток Г.2. Графічна модель залежності щорічної економії енергії від вартості заходів з термомодернізації для серії 2С-02-7(8)

	варіанти комплексної термомодернізації				
	17	23	31	59	max
Загальна вартість модернізації, тис.грн	2925,63	3262,47	2930,72	3178,41	3637,82
Витрати тепла після тепломодернізації, Гкал	566,07	539,92	555,82	550,14	504,96
Економія тепла після тепломод., Гкал на рік	776,86	803,01	787,12	821,32	837,98
Економія тепла після тепломодернізації, тис. м3 газу на рік	99,60	102,95	100,91	101,64	107,43
Економія тепла після тепломодернізації, тис. грн. на рік	476,08	492,10	482,36	485,84	513,53

Показники економічної ефективності витрат:

без урахування фактору часу

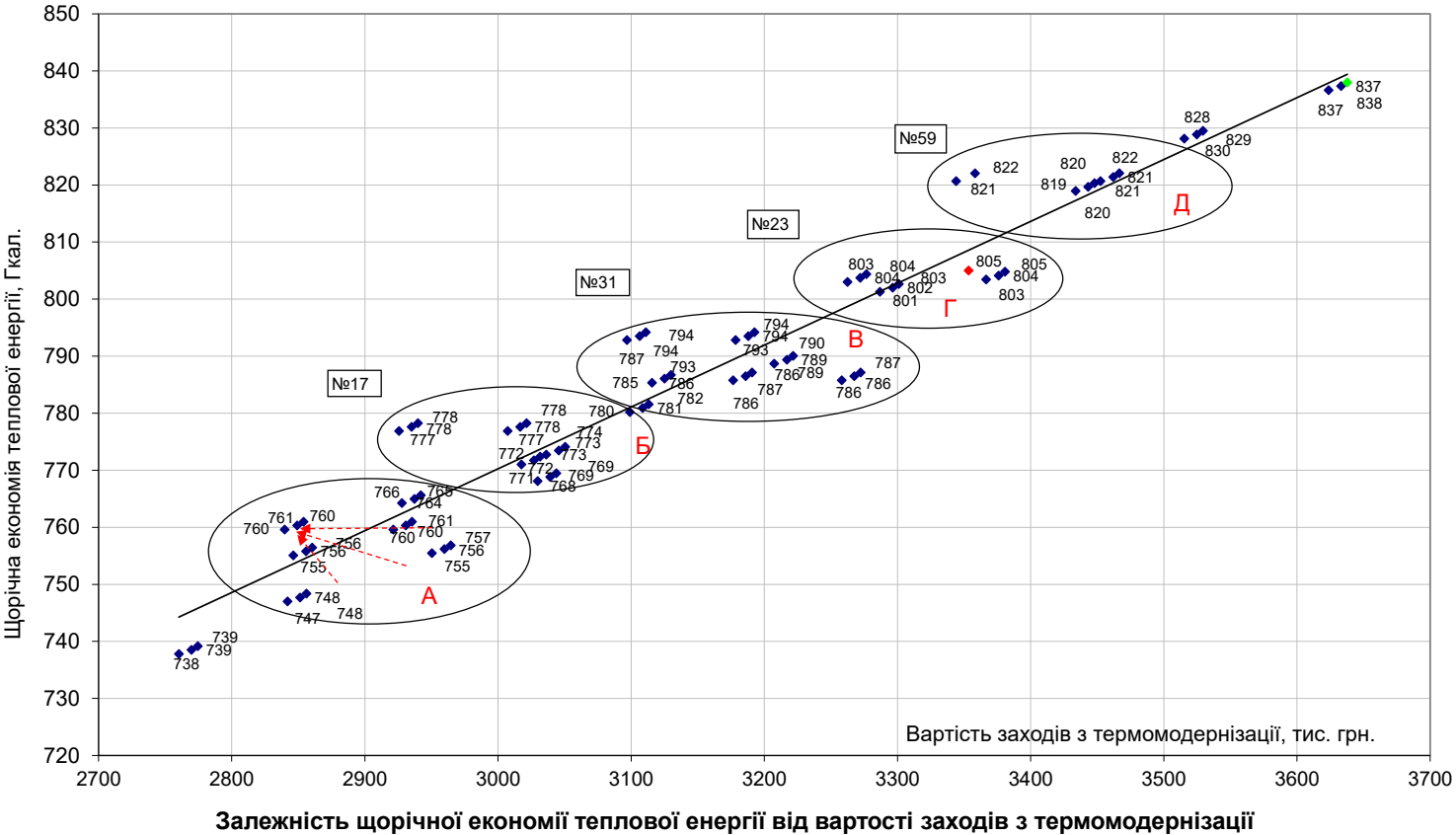
Дохід від економії енергоресурсів, що забезпечується реалізацією проекту, тис. грн. на рік	476,1	492,1	482,4	485,8	513,5
Строк окупності витрат на реалізацію проекту (без урахування фактору часу)	6,15	6,63	6,08	6,54	7,08
Дохід за рахунок економії енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	11902,0	12302,6	12059,0	12146,1	12838,3
Прибуток (різниця між доходами та витратами) за рахунок економії для всього будинку енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	8976,3	9040,1	9128,3	8967,7	9200,4
Співвідношення доходів та витрат за 25 років	4,07	3,77	4,11	3,82	3,53

з урахуванням дисконтуванням

Чистий приведений дохід (NPV), грн.	804,5	593,2	848,6	628,24	385,76
Індекс прибутковості (PI), разів	1,27	1,18	1,29	1,20	1,11
Внутрішня норма рентабельності (IRR), долі од.	0,19	0,189	0,185	0,19	0,18
Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (PP), років	10,1	14,5	10,5	12,5	15,5

з урахуванням капіталізації

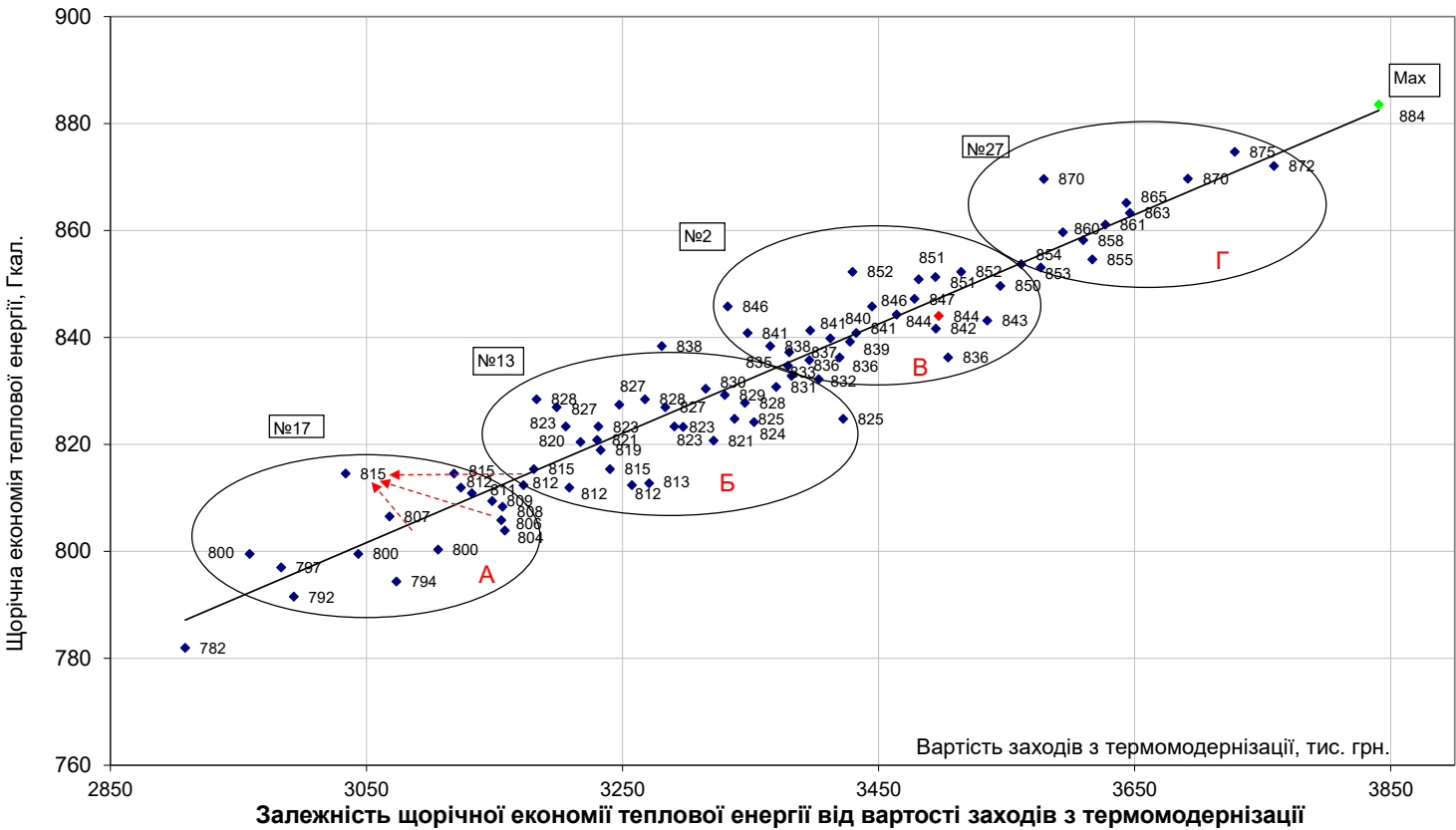
Строк окупності витрат на реалізацію проекту з урахуванням капіталізації	4,7	5,1	4,7	4,9	5,5
Сукупний капіталізований дохід	86585	89499	87728	88361	93396
Капіталізований прибуток	83659	86237	84797	85182	89758
Індекс прибутковості, з урахуванням капіталізації	29,60	27,43	29,93	27,80	25,67



	варіанти комплексної термомодернізації				
	2	13	17	27	Max
Загальна вартість модернізації, тис.грн	3332,15	3345,58	3033,64	3691,70	3840,82
Витрати тепла після тепломодернізації, Гкал	676,68	694,72	707,92	652,84	638,96
Економія тепла після тепломод., Гкал на рік	845,81	827,78	814,58	869,66	883,53
Економія тепла після тепломодернізації, тис. м3 газу на рік	108,44	106,13	104,43	111,49	113,27
Економія тепла після тепломодернізації, тис. грн. на рік	518,33	507,28	499,19	532,94	541,45

Показники економічної ефективності витрат: без урахування фактору часу					
Дохід від економії енергоресурсів, що забезпечується реалізацією проекту, тис. грн. на рік	518,3	507,3	499,2	532,9	541,4
Строк окупності витрат на реалізацію проекту (без урахування фактору часу)	6,43	6,60	6,08	6,93	7,09
Дохід за рахунок економії енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	12958,3	12682,0	12479,8	13323,6	13536,2
Прибуток (різниця між доходами та витратами) за рахунок економії для всього будинку енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	9626,1	9336,4	9446,1	9631,9	9695,4
Співвідношення доходів та витрат за 25 років	3,89	3,79	4,11	3,61	3,52
з урахуванням дисконтуванням					
Чистий приведений дохід (NPV), грн.	729,0	629,0	877,6	483,98	401,50
Індекс прибутковості (PI), разів	1,22	1,19	1,29	1,13	1,10
Внутрішня норма рентабельності (IRR), долі од.	0,19	0,189	0,185	0,19	0,18
Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (PP), років	11,7	12,2	10,5	14,1	15,3
з урахуванням капіталізації					
Строк окупності витрат на реалізацію проекту з урахуванням капіталізації	4,5	4,7	4,8	5,2	5,3
Сукупний капіталізований дохід	94269	92260	90788	96927	98474
Капіталізований прибуток	90937	88914	87755	93235	94633
Індекс прибутковості, з урахуванням капіталізації	28,29	27,58	29,93	26,26	25,64

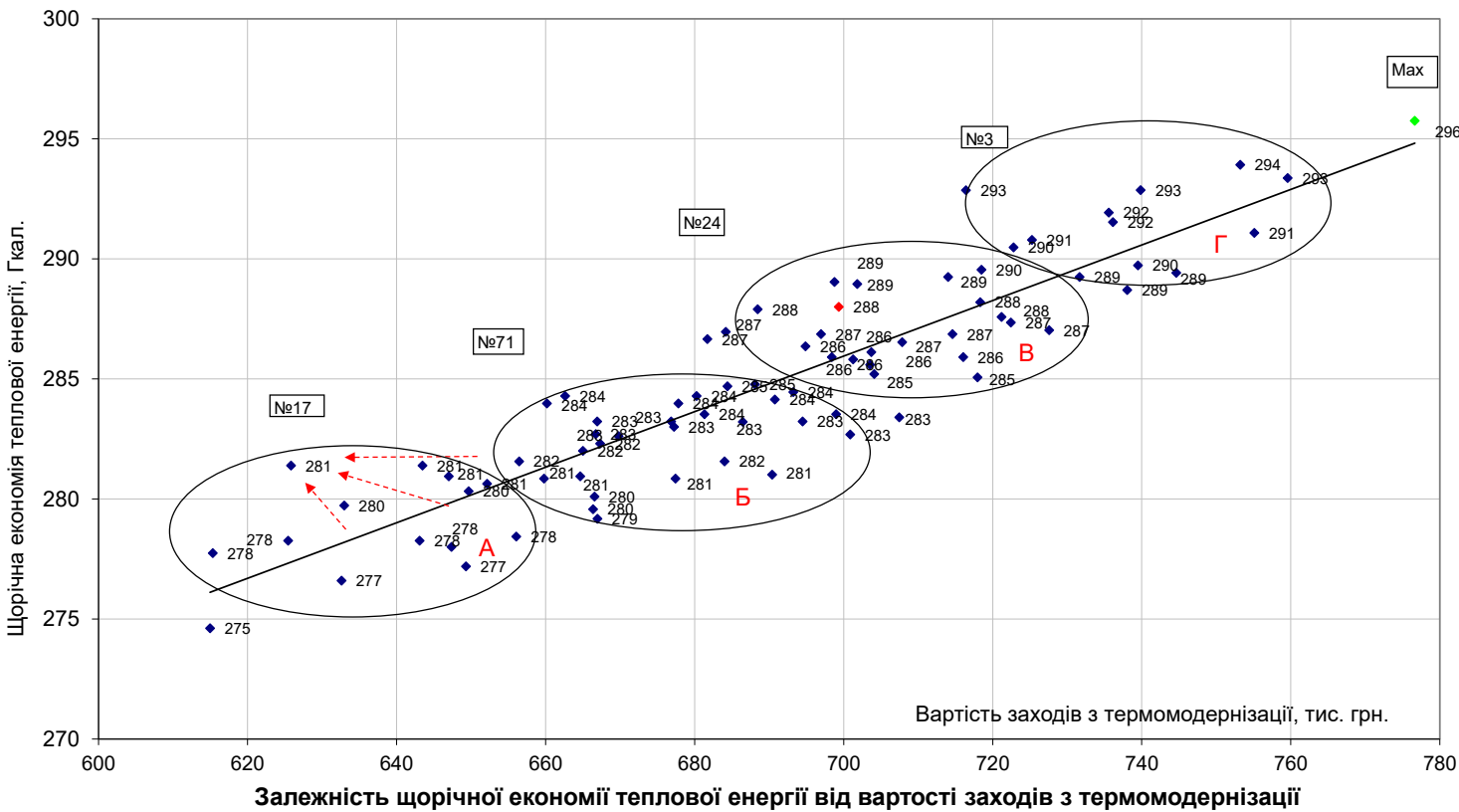
Додаток Г.3. Графічна модель залежності щорічної економії енергії від вартості заходів з термомодернізації для серії 222-1-289.79



	варіанти комплексної термомодернізації				
	3	17	24	71	Max
Загальна вартість модернізації, тис.грн	716,41	625,82	698,77	662,61	776,66
Витрати тепла після тепломодернізації, Гкал	182,65	194,12	186,47	191,23	179,76
Економія тепла після тепломод., Гкал на рік	292,86	281,39	289,04	284,28	295,75
Економія тепла після тепломодернізації, тис. м3 газу на рік	37,55	36,08	37,06	36,45	37,92
Економія тепла після тепломодернізації, тис. грн. на рік	179,47	172,44	177,13	174,21	181,24

Показники економічної ефективності витрат:					
без урахування фактору часу					
Дохід від економії енергоресурсів, що забезпечується реалізацією проекту, тис. грн. на рік	179,5	172,4	177,1	174,2	181,2
Строк окупності витрат на реалізацію проекту (без урахування фактору часу)	3,99	3,63	3,94	3,80	4,29
Дохід за рахунок економії енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	4486,7	4311,1	4428,2	4355,3	4531,0
Прибуток (різниця між доходами та витратами) за рахунок економії для всього будинку енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	3770,3	3685,2	3729,4	3692,7	3754,3
Співвідношення доходів та витрат за 25 років	6,26	6,89	6,34	6,57	5,83
з урахуванням дисконтуванням					
Чистий приведений дохід (NPV), грн.	689,8	725,3	689,1	702,37	643,38
Індекс прибутковості (PI), разів	1,96	2,16	1,99	2,06	1,83
Внутрішня норма рентабельності (IRR), долі од.	0,19	0,189	0,185	0,19	0,18
Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (PP), років	5,1	4,5	5,10	4,5	5,2
з урахуванням капіталізації					
Строк окупності витрат на реалізацію проекту з урахуванням капіталізації	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2
Сукупний капіталізований дохід	32640	31362	32214	31684	32962
Капіталізований прибуток	31924	30736	31516	31022	32186
Індекс прибутковості, з урахуванням капіталізації	45,56	50,11	46,10	47,82	42,44

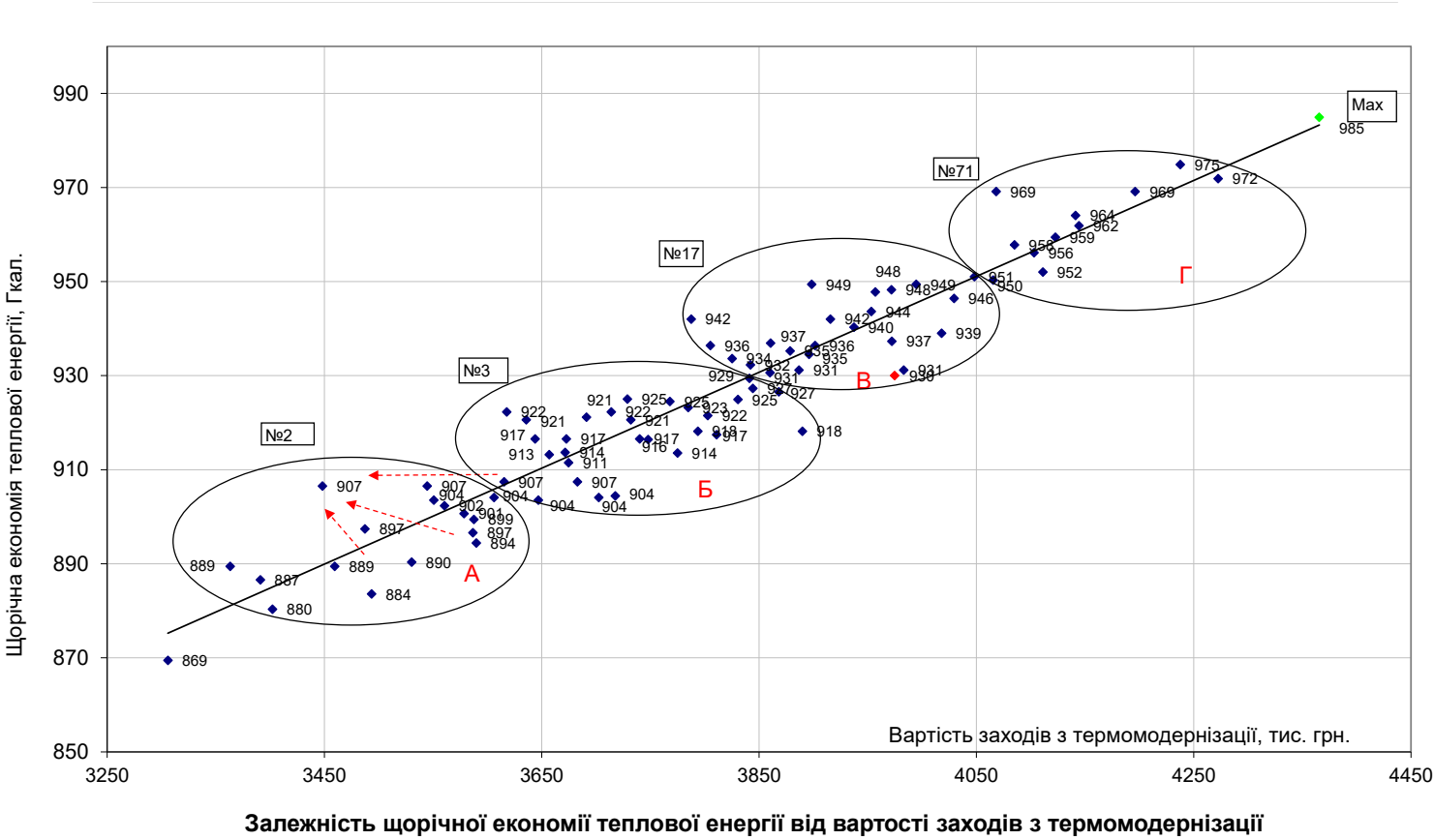
Додаток Г.4. Графічна модель залежності щорічної економії енергії від вартості заходів з термомодернізації для серії 224-1-502.86



	варіанти комплексної термомодернізації				
	2	3	17	71	Max
Загальна вартість модернізації, тис.грн	3787,49	4068,12	3448,18	3617,67	4365,66
Витрати тепла після тепломодернізації, Гкал	761,30	734,20	796,81	781,03	718,43
Економія тепла після тепломод., Гкал на рік	942,01	969,11	906,51	922,28	984,88
Економія тепла після тепломодернізації, тис. м3 газу на рік	120,77	124,24	116,22	118,24	126,27
Економія тепла після тепломодернізації, тис. грн. на рік	577,28	593,89	555,53	565,19	603,56

Показники економічної ефективності витрат: без урахування фактору часу					
Дохід від економії енергоресурсів, що забезпечується реалізацією проекту, тис. грн. на рік	577,3	593,9	555,5	565,2	603,6
Строк окупності витрат на реалізацію проекту (без урахування фактору часу)	6,56	6,85	6,21	6,40	7,23
Дохід за рахунок економії енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	14432,1	14847,3	13888,1	14129,8	15088,9
Прибуток (різниця між доходами та витратами) за рахунок економії для всього будинку енергоресурсів за 25 років, тис. грн.	10644,6	10779,1	10440,0	10512,1	10723,3
Співвідношення доходів та витрат за 25 років	3,81	3,65	4,03	3,91	3,46
з урахуванням дисконтуванням					
Чистий приведений дохід (NPV), грн.	735,6	585,1	904,4	810,69	363,29
Індекс прибутковості (PI), разів	1,19	1,14	1,26	1,22	1,08
Внутрішня норма рентабельності (IRR), долі од.	0,19	0,189	0,185	0,19	0,18
Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування (PP), років	12,1	14,1	10,80	11,2	16,4
з урахуванням капіталізації					
Строк окупності витрат на реалізацію проекту з урахуванням капіталізації	4,8	5,1	4,5	4,7	5,6
Сукупний капіталізований дохід	104991	108011	101034	102792	109769
Капіталізований прибуток	101203	103943	97586	99174	105404
Індекс прибутковості, з урахуванням капіталізації	27,72	26,55	29,30	28,41	25,14

Додаток Г.5. Графічна модель залежності щорічної економії енергії від вартості заходів з термомодернізації для серії Т-8635



ДОДАТОК Д

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. 42, 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 невиробничого 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, проєктантів на тему: «Визначення вартості об'єктів будівництва, проєктних, 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 проєктів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. *Нові технології в будівництві. Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва. Проєктування, 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 проєктів 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: принципіальні підходи до оптимізації технічних рішень з термомодернізації будівель).

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