

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра**  
**Довженка**

---

Кафедра професійної освіти та  
комп'ютерних технологій

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**Тема: Термомодернізація та підвищення енергоефективності  
житлових будинків з методикою викладання теми**

Виконав:  
Даценко Валентин Миколайович  
015 Професійна освіта (Будівництво)

Науковий керівник:  
канд. пед. наук,  
Хоменко О.Г.

Допущено до захисту  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Дата захисту: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Національна \_\_\_\_\_ оцінка

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Оцінка ECTS \_\_\_\_\_

Підписи членів комісії:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (науковий ступінь, учене звання)

\_\_\_\_\_ Тетяна ВАСЕНОК

(підпис) (ім'я, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

для виконання магістерської роботи здобувачеві

Даценко Валентину Миколайовичу

015 Професійна освіта ( Будівництво та зварювання)

Науковий керівник **Хоменко Олександр Григорович**, канд. пед. наук

Тема **Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків з методикою викладання теми**

1. Термін подання здобувачем виконаної роботи «10» листопада 2024 р.
2. Перелік основних джерел за темою дослідження (вихідні дані): держані будівельні норми та стандарти, звіт з науково-виробничої практики.
3. Зміст магістерської роботи:
  - розглянути визначення понять термомодернізації та енергоефективності;
  - виконати аналіз стану енергоефективності існуючого житлового фонду;
  - провести аналіз сучасних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій будинків;
  - виконати аналіз підходів до вибору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляційних систем спрямованих на підвищення енергоефективності будівель;
  - розробити систему комплексної оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляційних систем фасадів для проектів термомодернізації;
  - розробити методику викладання теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків» з використанням інтерактивних дидактичних технологій
4. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: таблиці розрахунків, електронна презентація роботи – 18-20 слайдів

Науковий керівник

\_\_\_\_\_ Олександр ХОМЕНКО

(підпис)

Завдання отримав

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

\_\_\_\_\_ Валентин ДАЦЕНКО

(підпис здобувача)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка**

**Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_

**(науковий ступінь, учене звання)**

\_\_\_\_\_

**(підпис) (ініціали, прізвище)**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ПЛАН-ГРАФІК**  
**виконання магістерської роботи**

Тема: Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків з методикою викладання теми

Здобувач: Даценко Валентин Миколайович

Спеціальність 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Будівництво)

№№ з/п	Розділи, підрозділи та їх зміст	Термін виконання	Відмітка наукового керівника про виконання
1.	Робота з інформаційними джерелами	02.02.24	виконано
2	Розробка наукового апарату дослідження і написання вступу	20.03.24	виконано
3	Розробка теоретичної частини дослідження	25.06.24	виконано
4.	Розробка методики викладання теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків»»	27.10.24	виконано
5.	Написання висновків, оформлення роботи і підготовка до захисту	10.11.24	виконано

Підпис здобувача \_\_\_\_\_

Валентин ДАЦЕНКО

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. Термомодернізація житлових будинків .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Основні поняття та визначення .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Енергетичне обстеження і оцінка технічного стану існуючого житлового фонду.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Термомодернізація огорожувальних конструкцій житлових будинків .....</b>	<b>23</b>
<b>РОЗДІЛ 2. Визначення ефективності конструктивно-технологічних рішень термомодернізації житлових будинків .....</b>	<b>34</b>
<b>2.1. Аналіз підходів до вибору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляційних систем для здійснення термомодернізації будинків.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2. Оцінка та вибір конструктивно-технологічних рішень термомодернізації будинків.....</b>	<b>40</b>
<b>РОЗДІЛ 3. Методика застосування ігрових технологій навчання при викладання теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків» .....</b>	<b>54</b>
<b>3.1. Сутність дидактичних ігрових технологій .....</b>	<b>54</b>
<b>3.2. Інтерактивне заняття з теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків». .....</b>	<b>58</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>67</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>70</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Переважна більшість житлових будинків України зведена в умовах індустріального будівництва радянської доби. Головними критеріями на той час були: високі темпи зведення будинків та мінімальна матеріалоємність. У зв'язку з цим були мінімізовані норми щодо теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будинків. Тому сьогодні особливу увагу у вирішенні проблем енергозбереження та енергоефективності заслуговує житловий фонд, який за ефективністю використання енергії та палива перебуває у незадовільному стані.

За статистичними даними житловий фонд у нашій країні: по Україні до 90 % домогосподарств проживає у житлі, збудованому до 1991 року, майже у половині домогосподарств не проводилось капітального ремонту житла (у міських поселеннях цей показник ще більше). За оцінками експертів, питоме споживання тепла і гарячої води в Україні майже у два рази перевищує показники країн Європейського Союзу (ЄС) з подібними кліматичними умовами. Так, середнє питоме споживання енергії на опалення в Україні складає 265 кВт·год на метр кв. на рік, тоді як в країнах ЄС цей показник становить 130 кВт·год на метр кв. на рік.

На житловий сектор припадає значна частка загального обсягу споживання енергії, тому термомодернізація існуючих житлових будинків та підвищення їх енергоефективності є сьогодні пріоритетним напрямком розвитку економіки держави.

Наукові дослідження енергоефективності житла набули розвитку у 70-х років 20 століття. У нашій країні проблемами підвищення енергоефективності житлових будівель почали займатися в кінці 90-х років минулого століття. Сучасними питаннями підвищення енергоефективності житлових будівель займаються Фаренюк Г. Г., Агеєва Г. М., Саницький М. А. та ін. Оцінці та вибору конструктивно-технологічних рішень для термомодернізації будівель присвячені праці таких вчених: Карапузов Є.К.,

Лівінський О.М., Савйовський В.В., Менейлюк О.І., Ратушняк Г. С, Шаленний В.Т. та ін.

Віддаючи належне працям зазначених авторів, слід зауважити, що питання енергоефективності характеризуються складністю та багатоаспектністю і наразі існує потреба подальшого розвитку методики оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації житлових будинків

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

**Метою** магістерської роботи є удосконалення методики оцінки конструктивно-технологічних рішень систем термомодернізації житлових будинків та розробка методики викладання даної теми

**Об'єктом дослідження** є конструктивно-технологічні рішення термомодернізації фасадів житлових будинків

**Предмет дослідження** – система оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації фасадів житлових будинків.

Мета дослідження досягається розв'язанням наступних **завдань**:

- розглянути визначення понять термомодернізації та енергоефективності;
- виконати аналіз стану енергоефективності існуючого житлового фонду;
- провести аналіз сучасних конструктивно-технологічних рішень термомодернізації фасадів будинків;
- виконати аналіз підходів до вибору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляційних систем, спрямованих на підвищення енергоефективності будівель;
- розробити систему оцінки та вибору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляційних систем огорожувальних конструкцій для проектів термомодернізації;

- розробити методичку викладання теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків » з використанням дидактичних ігрових технологій

**Методи дослідження** полягають у аналізі літературних джерел, теоретичних досліджень, статистичний, аналітичний; метод експертних оцінок.

Інформаційною базою дослідження є законодавчі та нормативно-правові акти з питань фінансового забезпечення ресурсозбереження; аналітичні й статистичні матеріали Державного агентству з енергоефективності та енергозбереження України, Державної служби статистики України, відповідні праці вітчизняних і зарубіжних учених.

**Практичне значення результатів роботи.** Отримані у роботі результати можуть використовуватись в удосконаленні підготовки магістрів професійного навчання напряму «Професійна освіта (Будівництво)»

**Обсяг та структура роботи.** Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 73 сторінки.

# РОЗДІЛ 1. ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

## 1.1. Основні поняття та визначення

Поняття енергетична *ефективність та термомодернізація* будинків з'явилося на початку 70-років минулого століття. Причиною цього стала енергетична криза, яка змусила людство замислитися про раціональне споживання енергетичних ресурсів. Сьогодні у світовій практиці, розглядаючи питання енергетичної ефективності як *розсудливе, доцільне використання енергії*.

Визначення поняття термомодернізація надано в державному стандарті ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків» [7]: *Термомодернізація* – це комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будинків не нижче мінімальних вимог до їх енергетичної ефективності.

Підґрунтям для проведення термомодернізації будинків є їх поступовий фізичний та моральний знос.

До особливостей термомодернізації, можна віднести наступні: термомодернізація може бути здійснена під час зведення об'єкта, реконструкції, капітального ремонту або його технічного переоснащення.

Реконструкція житлового будинку - перебудова введеного в експлуатацію об'єкту будівництва, що передбачає зміни його геометричних розмірів чи функціонального призначення, наслідком яких є зміна його основних техніко-економічних показників, поліпшення умов експлуатації та якості послуг.

Реконструкція передбачає повне або часткове збереження елементів несучих і огороджувальних конструкцій та призупинення на час виконання робіт експлуатації об'єкту або його частин. На відміну від реконструкції або капітального ремонту (у відповідності з їх визначенням за ДБН А.2.2-3) термомодернізація може бути здійснена без відселення мешканців будинків на час виконання робіт. Ця положення знайшло своє відображення в Законі «Про енергетичну ефективність будинків» [1], в якому надано таке визначення: термомодернізація будинків - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будинків, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будинків на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо їх енергетичної ефективності, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту.

Одними із основних завдань термомодернізації будинків є не тільки зменшення споживання енергоресурсів, і як наслідок скорочення фінансових коштів, але й створення належних комфортних умов проживання людей, дотримання санітарно-гігієнічних норм, покращення теплозахисних характеристик будинків та подовження терміну їх експлуатації.

На відміну від енергозбереження *енергетична ефективність будинку* - властивість теплоізоляційної оболонки будинку, його інженерного обладнання забезпечувати оптимальний мікроклімат у приміщеннях за фактичних чи розрахункових витратах тепла на опалення.

*Огороджувальна конструкція* - це конструкція, що створює теплоізоляційну оболонку будинку для збереження теплоти для опалення (або охолодження) приміщень, захисту від кліматичних впливів, поділу на частини або приміщення з різними температурно-вологісними умовами.

*Багат шарова огороджувальна конструкція* - це конструкція, що складається із шарів матеріалу, теплофізичні характеристики яких відрізняються один від одного не менше ніж на 20%.

*Термічно однорідна огорожувальна конструкція* - це одношарова чи багатошарова огорожувальна конструкція, яка немає у собі теплопровідних включень.

*Теплотехнічні показники матеріалів огорожувальних конструкцій* - це фізичні характеристики матеріалів, які характеризують інтенсивність теплообмінних процесів у матеріалах.

*Непрозорі конструкції* – ділянки теплоізоляційної оболонки будинку (стіни, покриття, перекриття тощо), до складу яких входить один і більше шарів матеріалів, що не пропускають видиме світло

*Опір теплопередачі* – величина, що визначає здатність конструкції чинити опір тепловому потоку, що через неї проходить, та є зворотною до коефіцієнту теплопередачі.

*Коефіцієнт теплопередачі* – коефіцієнт, що визначає кількість теплоти, що передається через одиницю площі (м<sup>2</sup>) конструкції за одиницю часу при різниці температур середовищ, що їх розділяє конструкція, і який дорівнює 1 градус Кельвіна.

*Підвищення енергетичної ефективності будинку* - комплекс енергоефективних заходів, що знижують витрати на теплової енергії на опалення будинку при забезпеченні оптимальних мікрокліматичних умов приміщень.

*Світлопрозорі конструкції* – ділянки теплоізоляційної оболонки будинку (вікна, балконні та вхідні двері, фасадні системи, вітрини, вітражі та ін.), що пропускають видиме світло.

*Теплоізоляційна оболонка будинку* - система огорожувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження теплоти для опалення приміщень

*Теплопровідність* - кількість теплоти, що передається через одиницю площі (м<sup>2</sup>) шару матеріалу за одиницю часу (с) при стаціонарному градієнті температур 1 К.

*Термін ефективної експлуатації (розрахункова довговічність) теплоізоляційних виробів* – експлуатаційний період, протягом якого вироби зберігають свої теплоізоляційні властивості на рівні проєктних показників, що підтверджується результатами лабораторних випробувань і зазначено в умовних роках експлуатації (термін служби).

*Експлуатаційні параметри елементів будинку* - сукупність технічних, санітарно-гігієнічних, екологічних, ергономічних та естетичних характеристик будинку, які визначають його експлуатаційні якості.

*Енергетичний паспорт будинку* - документ, що містить геометричні, енергетичні і теплотехнічні характеристики будинку який проєкується або експлуатується, його теплоізоляційної оболонки та встановлює їх відповідність вимогам норм.

*Клас енергетичної ефективності* – рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період. Згідно ДБН В.2.6-31:2016 встановлено 6 класів енергетичної ефективності будинку залежно від різниці у % фактичного значення питомої енергопотреби  $EP$  від максимально допустимого значення,  $EP_{max}$ ,  $[(EP - EP_{max}) / EP_{max}] \cdot 100\%$

- Клас А - мінус 50 та менше;
- Клас В - від мінус 49 до мінус 10;
- Клас С - від мінус 9 до плюс 5
- Клас D - від плюс 6 до плюс 25
- Клас E Від плюс 26 до плюс 75
- Клас F Плюс 76 та більше.

Енергетична класифікація будинків виконується за результатами енергоаудиту, тобто їх енергетичних обстежень. У випадку отримання результатів, які відповідають класам «D», «E», «F», розробляються заходи з підвищення енергоефективності будинку до класу, не нижче «C».

*Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності* - сукупність вимог до огорожувальних конструкцій будинку, інженерних систем, їх елементів,

результатом дотримання яких є забезпечення комфортних умов проживання та життєдіяльності людей протягом нормативного терміну експлуатації будинку за нормативно допустимих рівнів витрат енергії.

*Теплова ізоляція* - комплекс заходів, спрямованих на скорочення втрат теплоти з приміщень, захист будинку від зовнішніх теплових впливів, зниження витрат енергоресурсів при дотриманні параметрів мікроклімату в будинку, які передбачені нормами.

*Теплостійкість конструкції* - властивість конструкції зберігати відносну стабільність температури при коливаннях теплового потоку.

*Теплостійкість приміщень* - властивість конструкцій приміщення зберігати відносну стабільність температури при коливаннях температури навколишнього середовища та теплової енергії на опалення.

Термін ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів - експлуатаційний період (в умовних роках), протягом якого вироби зберігають свої теплоізоляційні властивості на рівні проєктних показників, підтверджених результатами лабораторних випробувань.

## **1.2 Енергетичне обстеження і оцінка технічного стану існуючого житлового фонду**

За статистичними даними житловий фонд України налічує понад 1 млрд. квадратних метрів. Частина його, близько 5 млн. кв. м, перебуває у аварійному стані, 11 % житлових будинків потребує капітального ремонту, а 9 % будинків – реконструкції.

Сьогодні в Україні функціонують будинки, масово побудовані в період від XIX до початку XXI століття за різними технологіями й вимогами. Житловим будинкам притаманний різний моральний і конструктивний стан,.

Енегозатрати на утримання таких будинків і забезпечення комфортних умов проживання перевищують сучасні нормативи у 2,5 – 3,0 рази.

Середні втрати теплової енергії будинком розподілені таким чином (рис. 1.1):

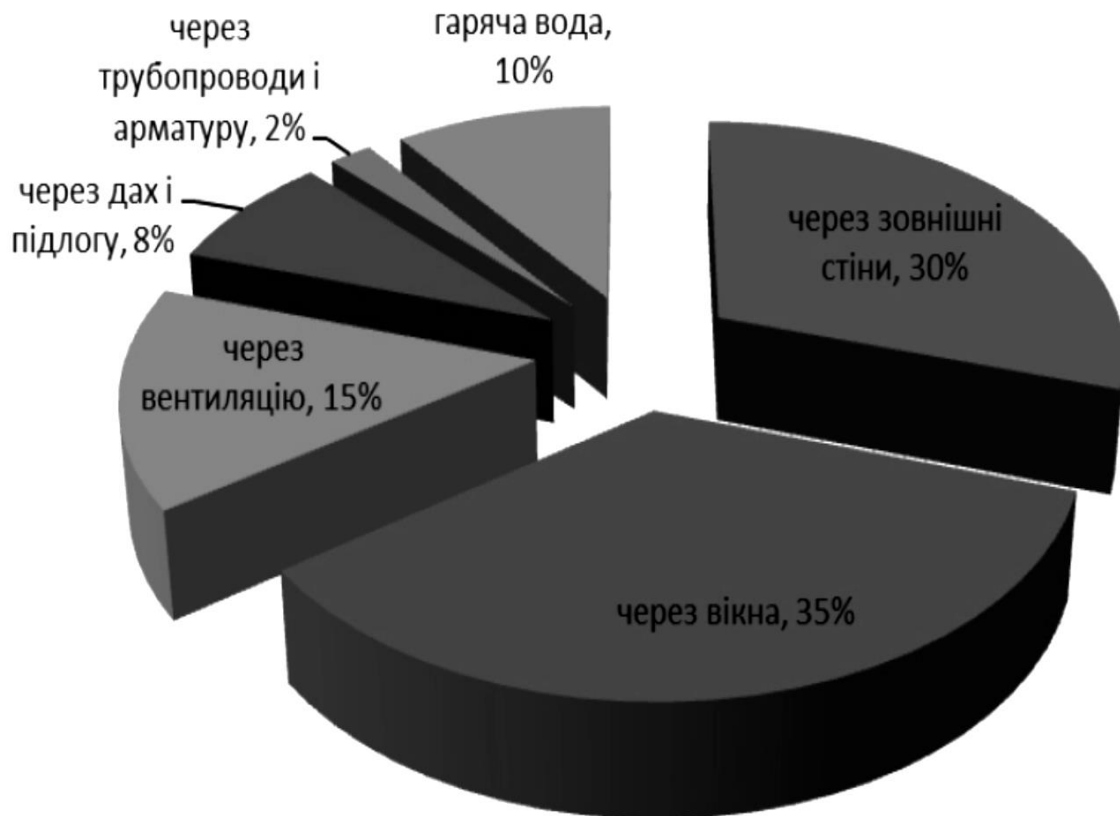


Рис. 1.1. Втрати теплової енергії будівлею

Експлуатаційні якості житлових будинків характеризуються такими показниками:

- конструктивною надійністю та довговічністю (рік за будови будинку; серія; конструктивні рішення);
- характеристики матеріалів тримальних та огорожувальних конструкцій ;
- міцність і стійкість конструкцій будинку в процесі його експлуатації;

– функціональною відповідністю будинків вимогам діючих нормативних документів (температурний і вологісний режим у приміщеннях; звукоізоляція; теплоізоляція; екологічність);

– архітектурно-планувальною відповідністю призначенню (комфортабельність; відношення житлової площі до загальної площі; відношення площі огорожувальних конструкцій до загальної площі будинку);

– експлуатаційними якостями систем опалення, водопостачання та вентиляції

Житлові будинки, зведені ще до початку 70-х років минулого століття., потребують перегляду можливості подальшої експлуатації, оскільки закінчився термін амортизації таких будинків. Результати обстеження об'єктів визначатимуть доцільність подальшої їх експлуатації або можливості адаптації до сучасних вимог з точки зору енергоефективності.

До найчисельнішої групи можна віднесено житлові будинки, що невідкладно потребують термомодернізації через значні перевитрати теплової енергії та невідповідність мікроклімату приміщень умовам комфортності проживання мешканців. До цієї групи можна віднести будинки «масової забудови», зведені у період з 70-х років до першої половини 90-х років 20-го століття. За даними Мінрегіону України, такі будинки мають надзвичайно низькі теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, що спричинює втрати близько 40% теплової енергії (рис.1.2).





Рис. 1.2. Будинки «масової забудови», зведені у період з 70-х років до першої половини 90-х років 20-го століття

Так, наприклад, обстеження існуючого стану стін житлових будинків, побудованих за технологією крупнопанельного будівництва, показує, що теплоізоляційні властивості захисних конструкцій втрачені ними повністю. Такі будинки підлягають реконструкції з виконанням повної термомодернізації. Нижче наведені фотографія і термограма фасаду такого будинку (рис.1.3).

Розроблення проектів термомодернізації для крупно панельних будинків повинно бути узгоджено із переглядом архітектурно-планувальних, об'ємно-просторових рішень та з врахуванням сучасних вимог.

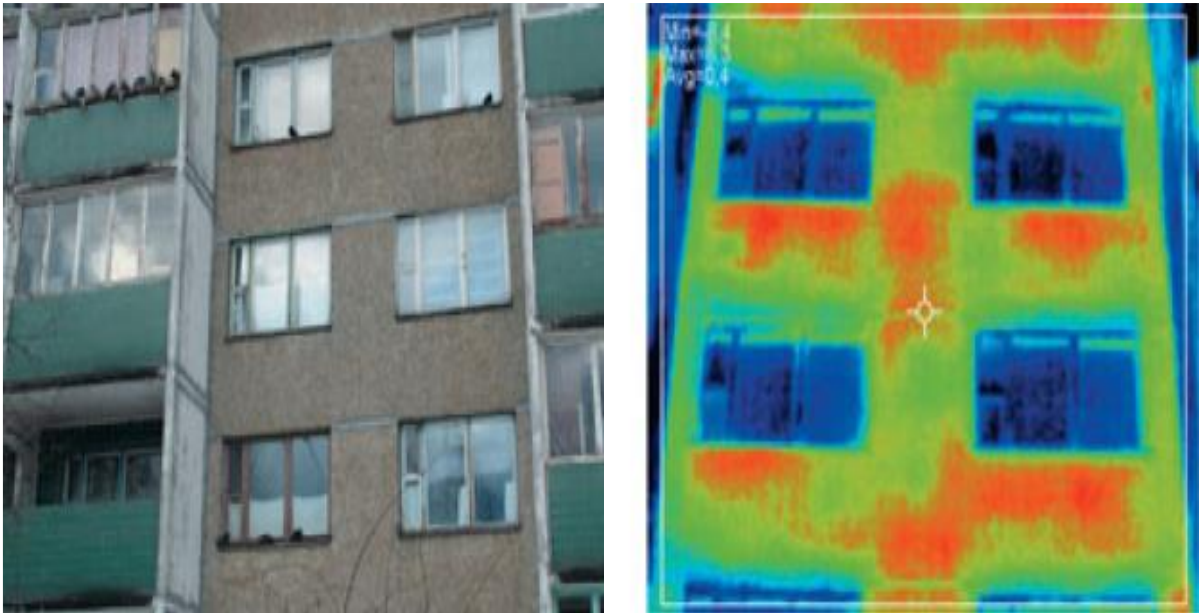


Рис. 1.3

У наступну групу можна віднести житлові будинки і житлові комплекси зведені з другої половини 90-х років, що потребують впровадження перспективних енергоефективних рішень. Наприклад, система теплоізоляції каркасно-монолітних будинків передбачає конструкцію: стіна, що складається із зовнішнього шару (облицювальна керамічна цегла або звичайна цегла під фарбування); шар утеплювача (пінополістирол або мінераловатна плита) та основи із цегли або блоки з ніздрюватого бетону і шару облицювальної цегли. Така конструкція може доповнюватися повітряним прошарком.

На рис.1.4 наведено фотографію і термограми такого фасаду. Основним недоліком такої системи є міжповерхові стики, які необхідно не тільки теплоізолювати, але й надійно загерметизувати. Стики найбільш вразлива частина конструкції - розривається теплоізоляційний контур, неможливо забезпечити рівномірність теплоізоляційного шару, запобігти замокання зони біля стиків. З цією проблемою, будівельники зіткнулися ще при зведенні крупнопанельних будинків і яка досі не знайшла радикального рішення. Стики протікають, промерзають і вимагають постійного ремонту та

значних фінансових витрат.

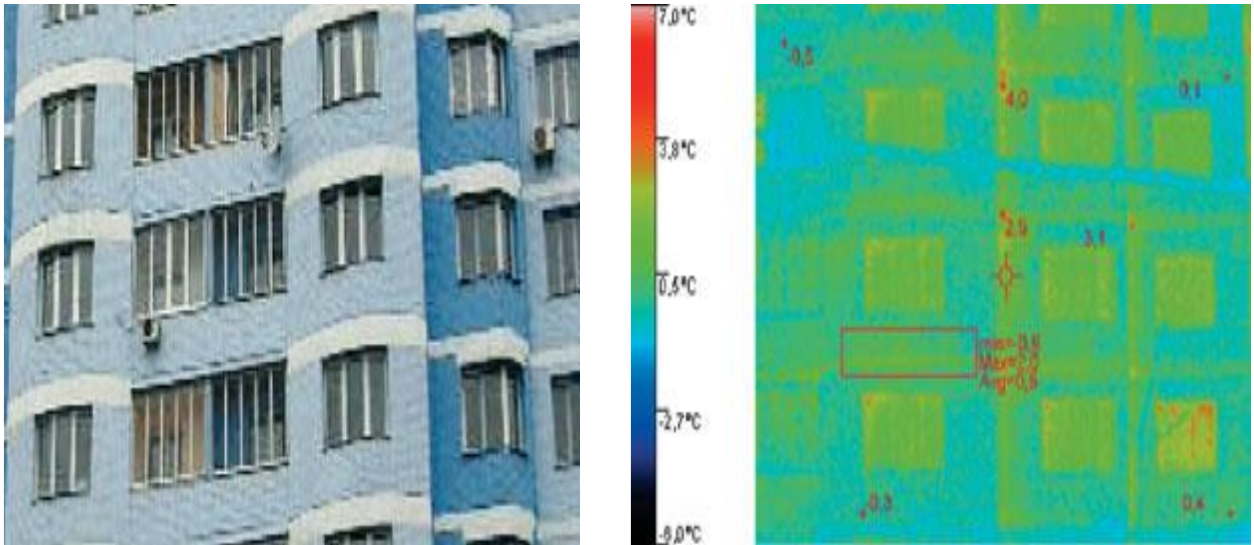


Рис. 1.4

При зведенні стін з блоків із ніздрюватого бетону ситуація приблизно та ж сама, але посилюється додатковою кількістю «містків холоду», утворених у мурувальних швах стінової конструкції. Температура швів усередині приміщення значно нижча температури поверхні блоків. На рис.1.5 наведені фотографія і термограми такого фасаду.

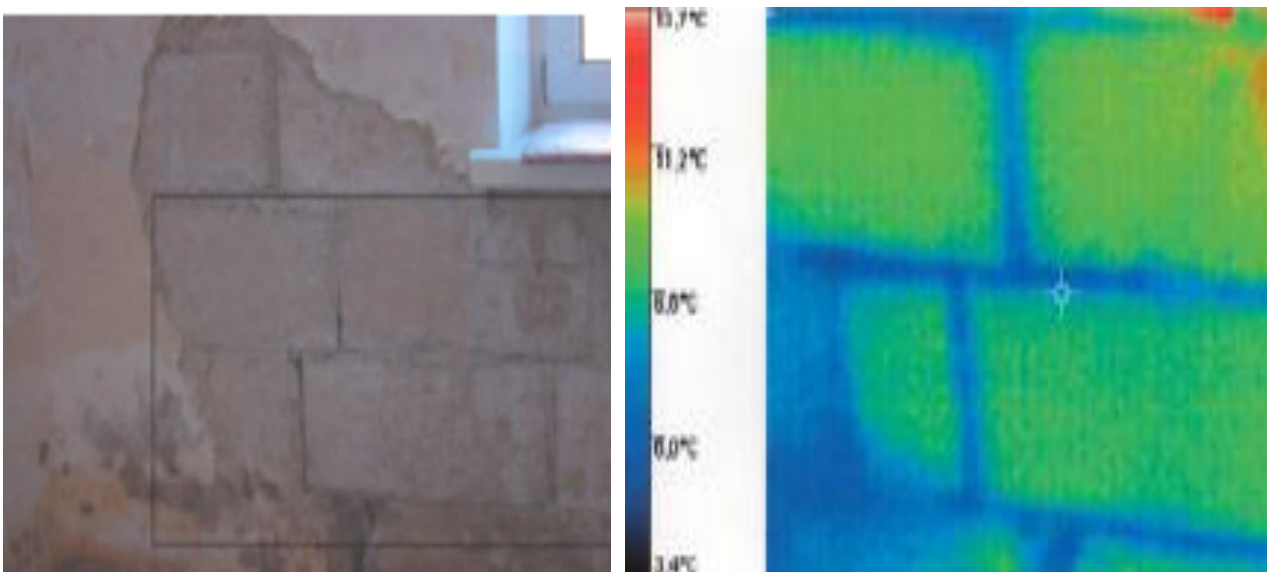


Рис. 1.5

Зовнішні стіни цегляних будинків зведені методом колодязної кладки має такі ж самі проблеми - це промерзання в місцях суцільної цегляної кладки, необхідної для забезпечення несучої здатності конструкції стіни, накопичення конденсату в утеплювачі та його передчасне руйнування, ущільнення не закріпленого утеплювача в конструкції стіни, а також суцільні («поперечні») ряди цегли через кожні 5–6 рядів, які є «містками холоду». Найбільшим недоліком цієї системи є неможливість її ремонту (фотографії і термограми наведені на рис.1.6).

Недостатня комфортність, низька енергоефективність більшої частини житлового фонду, його значний фізичний і моральний знос потребують їх термомодернізації, капітальних ремонтів і реконструкції .

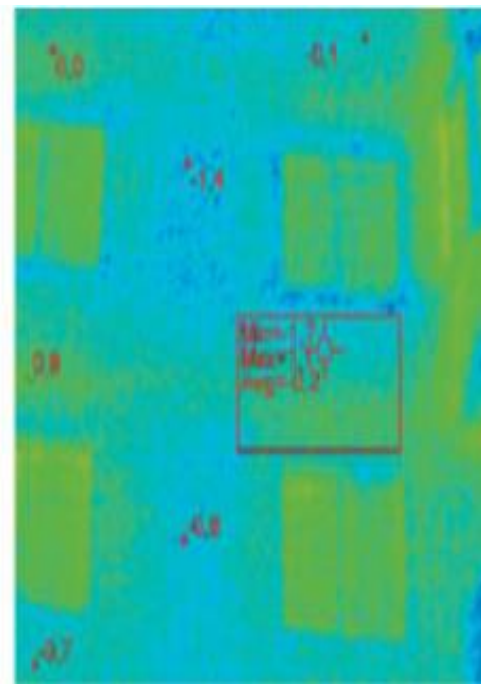


Рис. 1.6

Оцінка технічного стану житлових будинків, що підлягають термомодернізації виконується на підставі їх обстеження. Усі будинку, незалежно від їх призначення, капітальності, конструктивних особливостей підлягають періодичним обстеженням з метою оцінки їх технічного стану та

паспортизації , а також вжиття обґрунтованих заходів до забезпечення надійності та безпеки при подальшій експлуатації , ремонту та реконструкції

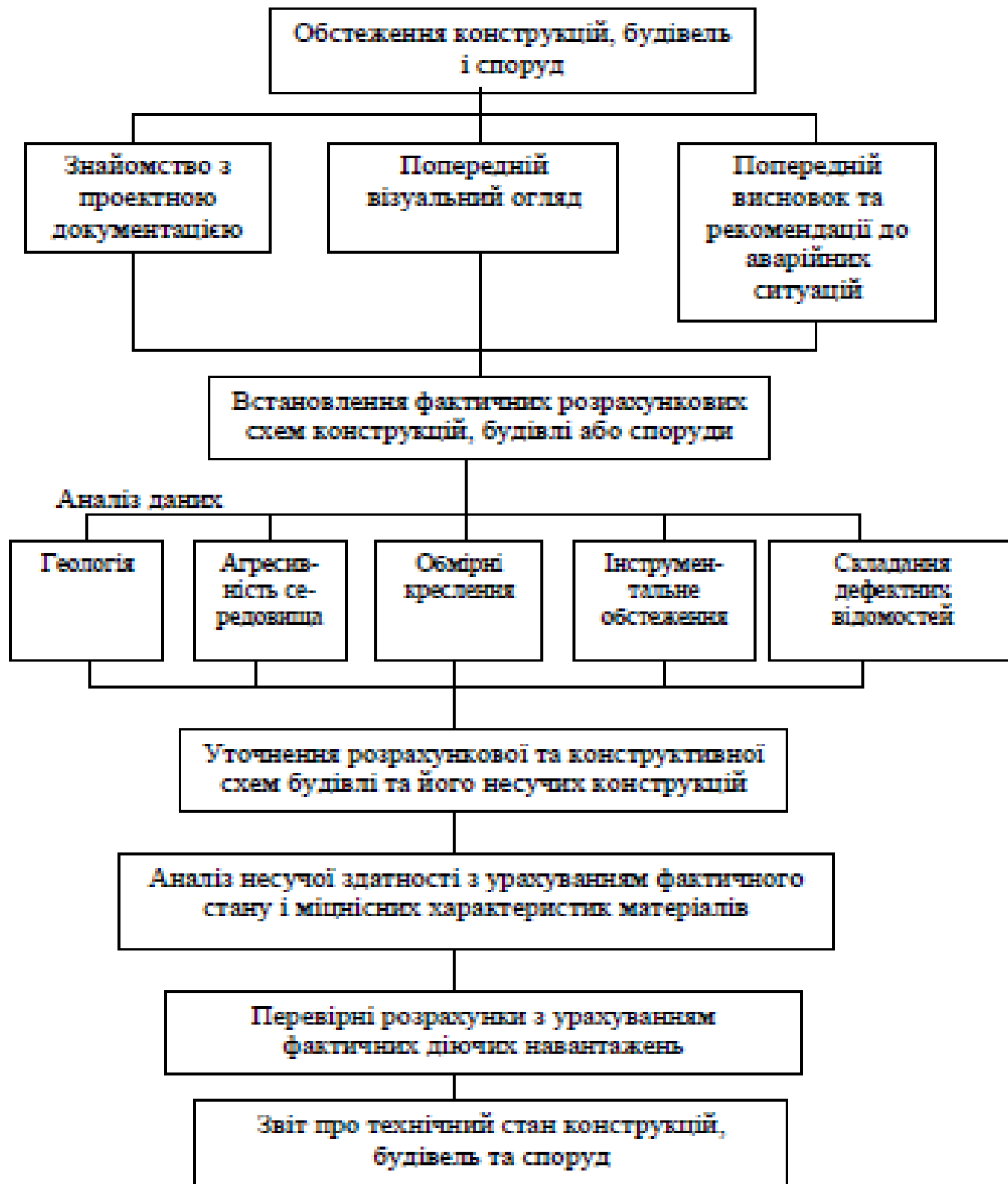


Рис. 1.7 Схема проведення обстеження

При виконанні робіт з обстеження будинків і споруд керуються вимогами діючих нормативних документів у галузі будівництва.

Існують загальні принципи проведення обстежень, які застосовують до будь-якої будинку або споруди. Відповідно до цих принципів обстеження виконують за схемою, зображеної на рис. 1.7.

Енергетичне обстеження житлових будинків проводять у відповідності до чинних нормативних документів з метою виявлення ефективності використання енергоресурсів та розробки економічно обґрунтованих заходів зі зниження теплоенерговитрат.

За результатами енергетичного обстеження готується звіт про стан об'єкта, який включає:

- підсумки технічного та енергетичного обстеження;
- висновки про доцільність проведення заходів термомодернізації та модернізації об'єкта (на підставі розрахунків економічної ефективності енергозберігальних заходів);
- перелік заходів з термомодернізації та модернізації.

До переліку об'єктів, які підлягають термомодернізації та модернізації рекомендується включати будинки, які забезпечать окупність фінансових витрат і покращать соціально-економічні та екологічні умови перебування та проживання людей.

Підвищення енергоефективності існуючих житлових будинків потребує значних капіталовкладень, а тому повинно здійснюватись поетапно. У першу чергу необхідно розглядати будинку перших «масових серій» забудови 60-90 років минулого століття. Їх кількість орієнтовно складає близько 11% від житлового фонду багатоквартирних будинків, а загальна площа складає близько 72 млн. квадратних метрів.

Оцінка технічного стану житла виконується на підставі аналізу проектної документації та обстеження будинку.

Для повної діагностики технічного стану будинку доцільно паралельно з натурними обстеженнями та лабораторними випробовуваннями матеріалів виконують такі роботи:

- аналіз та виявлення змін основних проєктних та розрахункових параметрів (для об'єкта у цілому та його окремих частин і конструкцій), які виникли у період експлуатації ;

- аналіз дефектів та пошкоджень, змін характеристик матеріалів, виробів та конструкцій;

- коригування розрахункових показників елементів, конструкцій, у зв'язку з наявністю дефектів та пошкоджень, зміни характеристик матеріалів;

- перевірні розрахунки елементів та конструкцій, за скоригованими розрахунковими показниками та з урахуванням змін, які виникли за період експлуатації ;

- оцінка технічного стану елементів та конструкцій відповідно до розроблених критеріїв;

- оцінка технічного стану будинку у цілому залежно від технічного стану його елементів та конструкцій.

Аналіз та виявлення змін основних проєктних та розрахункових параметрів, які виникли за період експлуатації, виконують шляхом порівняння проєктних (нормованих) та фактичних (на момент обстеження) показників:

- функціонального призначення будинку;

- рівня відповідальності будинку за економічними та соціальними наслідками його відмови або класом наслідків (відповідальності) (клас СС3 – значні наслідки, клас СС2 – середні наслідки, клас СС1 – незначні наслідки), а також за відповідними коефіцієнтами надійності;

- нормативних та розрахункових значень навантажень та впливів (у тому числі: власна вага, снігові, вітрові, ожеледні, технологічні, сейсмічні навантаження та ін.);

- параметрів розрахункових ситуацій;

- ступеня агресивності природного та виробничого середовищ;
- інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов.

Обстеження здійснюється сертифікованими спеціалістами-експертами.

Відомості і висновки, отримані при обстеженні будинку (споруди) використовують при заповненні «Паспорта технічного стану будинку (споруди)»

На основі результатів (фактичних значень контрольованих параметрів) технічного обстеження будинку можна оцінити придатність об'єкта для подальшої експлуатації; реконструкції або визначити необхідність у відновленні, посиленні, ремонті конструкцій, теплових мереж; з проведенням заходів з термомодернізації.

### **1.3. Термомодернізація огорожувальних конструкцій житлових будинків**

До комплексу інженерно-технічних рішень, які необхідно здійснити для термомодернізації існуючих будинків, можна віднести:

- підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будинків (стін, дахів, перекриттів, вікон, дверей) за рахунок впровадження енергозберігуючих матеріалів та технологій;
- модернізацію зовнішніх та внутрішніх інженерних систем тепло-, водопостачання та вентиляції;
- облік і регулювання споживання енергоресурсів.

Для реалізації цих рішень враховують:

- місцеві кліматичні умови;
- геометричні та теплотехнічні характеристики будинку;
- нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень;
- технічні характеристики інженерного обладнання.

Залежно від очікуваної економії енергоресурсів інженерно-технічні рішення групують за видами робіт.

Наприклад, для підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будинків за рахунок впровадження енергозберіжних технологій:

а) теплоізоляція зовнішніх стін будинку плитами із спіненого полістиролу з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;

б) теплоізоляція зовнішніх стін будинку мінераловатними плитами з вентильованим повітряним прошарком та опорядження індустріальними елементами;

в) теплоізоляція даху будинку з улаштуванням теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати, піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару;

г) теплоізоляція даху будинку з улаштуванням теплоізоляційного шару із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожегобезпечних матеріалів;

д) теплоізоляція підвального перекриття з улаштування теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати, піноскла, пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожегобезпечних матеріалів;

є) встановлення енергоефективних вікон та дверей.

Чинними нормами термомодернізація не виділена в окремий вид будівництва і згідно з ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектно-вишукувальної документації» може бути віднесена як до технічного переоснащення, реконструкції, так і капітального ремонту.

Термомодернізацію зовнішніх огорожувальних конструкцій, які призначені для ізоляції внутрішніх об'ємів у будинках від зовнішнього середовища (зовнішні стіни; перекриття та покриття будинків; підвальні перекриття) необхідно виконувати у наступній послідовності:

а) зовнішні стіни та зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом;

б) всі інші конструкції:

- суміщені дахи;
- горищні покриття та перекриття неопалюваних горищ;
- перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами;
- підлоги на ґрунті.

Роботи з улаштування термомодернізації зовнішніх стін та теплогідроізоляції покрівлі житлових будинків можна виконувати одночасно.

**Термомодернізація зовнішніх стін.** За конструктивно-технологічними особливостями основні рішення утеплення зовнішніх стін поділяються на два види:

- *невентильовані конструкції утеплення зовнішніх стін*, які передбачають нанесення штукатурки по шару теплоізоляції;
- *вентильовані системи конструкцій утеплення зовнішніх стін*, які передбачають влаштування теплоізоляції з вентильованим прошарком між личкуванням та утеплювачем.

*Невентильовані конструктивні рішення утеплення зовнішніх стін* - багат шарові конструкції. Вони складаються із жорсткого утеплювача, на який наносять тонкий шар розчину, армованого сіткою і захищеного декоративною штукатуркою та фасадною фарбою від атмосферних впливів. Товщина захисного штукатурного шару – 3-6 мм. Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками наведено на рис. 1.8.

Для утеплення використовуються плитні ефективні утеплювачі з мінеральних волокон (кам'яна вата, скловата) або виготовлені на основі полімерів: пінополістирол, екструдований пінополістирол, пінопласт, пінополіуретан тощо. Утеплювач повністю захищений від агресивних атмосферних впливів. Тому довговічність системи визначається терміном експлуатації утеплювача і такі системи вважаються найефективнішими.

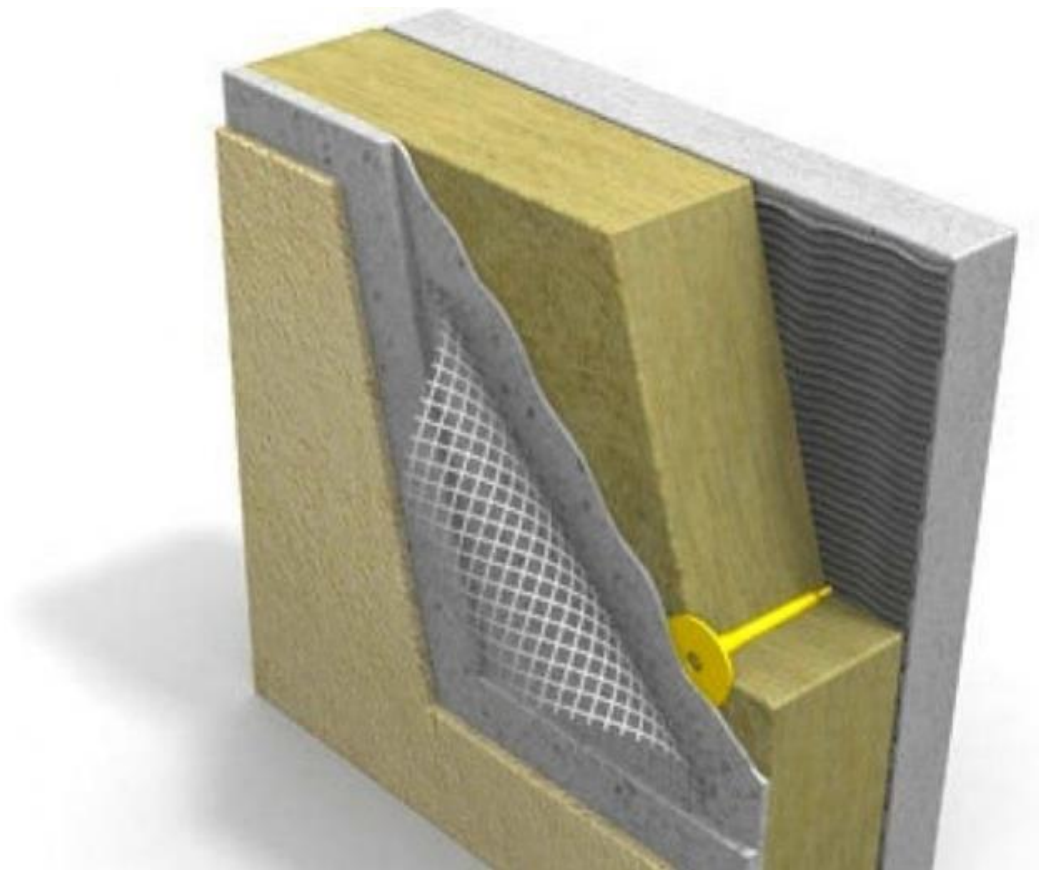


Рис.1.8 Конструкції систем невентильованого фасаду з утеплювачем з мінеральної вати

Скріплені системи на основі пінополістиролу (ППС) частіше застосовуються для оновлення теплоізоляції існуючих будинків. На вибір пінополістиролу впливають і економічні чинники. Фасадна мінеральна вата дорожча пінополістиролу. Пінополістирол набагато легше за мінеральну вату, більш зручний для транспортування та зберігання. ППС-плити набагато легше обробляти, їх можна легко різати і шліфувати. У результаті трудовитрати для систем на основі мінеральної вати вищі на 20–30%. У разі використання пінополістиролу відсутня загроза виникнення надмірного навантаження на стіни будинку. Застосування мінеральної вати для теплової ізоляції багат шарових стін змушує використовувати анкерні фіксатори достатньої довжини. Тому, як наслідок, на сьогоднішній день залежно від регіону будівництва 70–90% робіт з теплоізоляції відбуваються з використанням пінополістиролу.

Системи теплоізоляції на основі мінеральної вати рекомендовані для будинків із високим рівнем вологості приміщень за умови застосування відповідних пароізоляційних і гідроізоляційних матеріалів. Вибір систем на основі мінеральної вати також доцільно для будинків, розташованих у місцях з високим рівнем шуму. Панелі з мінеральної вати, вироблені на основі ламелей, зручні та гнучкі, і тому їх раціонально застосовувати для будинків із складними формами фасадів.

До переваг такого способу теплоізоляції можна віднести:

- надійний теплозахист будинку й стабільна температура внутрішньої поверхні стіни;
- ефективна звукоізоляція;
- відносно помірна вартість і мала вага системи;
- термін експлуатації конструкції - до 25 років.
- легкість ремонту й відновлення, тому що теплоізоляція перебуває зовні і її легко можна демонтувати й замінити на нову.

До недоліків технології можна віднести:

- сезонність, що пов'язано з жорсткі технологічні обмеженнями при проведенні монтажних робіт: робота при температурі зовнішнього повітря від  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$
- відсутність високої вологості, сильного вітру, яскравого сонячного світла.
- висока кваліфікацію виконавців
- роботи з улаштування систем теплоізоляції відносяться до групи прихованих і, як правило, на висоті не можуть бути належним чином проконтрольовані..

При утепленні фасадів стін горючими пінополістирольними плитами використовується змішаний варіант теплоізоляції зовнішніх стін, який передбачає обрамлення віконних та дверних прорізів та міжповерхових протипожежних зон негорючими мінераловатними плитами на основі базальтового волокна. У такому утепленні досить складне стикування

пінополістирольних і мінераловатних плит, які мають різні коефіцієнти температурних деформацій, що знижує експлуатаційні якості системи утеплення фасаду.

*Вентильовані системи утеплення зовнішніх стін* або “вентильовані фасади” є найбільш ефективним варіантом рішень, що надають можливість швидко відводити вологу з конструкції стіни, забезпечувати надійний та довговічний захист її від температурних впливів, запобігати літньому перегріву та сприяти швидкому звільненню стіни від акумульованого тепла. У вентильованому фасаді «точка роси» зміщена з тримальної стіни у теплоізоляційний шар. У прошарку між теплоізоляцією й облицюванням циркулює повітряний потік, що створюється за рахунок різниці температур зовні й усередині прошарку. Різниця температур призводить до різниці тисків, і чим більше ця величина, тим вище швидкість повітряного потоку, разом з яким волога видаляється з утеплювача.

Основою конструкції вентильованих систем утеплення зовнішніх стін є металевий каркас, що складається із вертикальних та горизонтальних елементів (стрінгерів), закріплений анкерами до зовнішніх стін або тримальних елементів основного каркаса будинку. На каркас навішується різноманітний личкувальний матеріал: плитний – із кераміки, каменя, цементно-піщаних дисперсноармованих плит товщиною від 2 до 50 мм, або листовий – із сталі, алюмінію, міді чи пластмас.

При улаштуванні вентильованому фасаді відсутні «мокрі» процеси, не потрібно спеціально підготовлювати зовнішні стіни, роботи можна здійснювати навіть при мінусових температурах. Для тримальних елементів і захисно-декоративного шару використовуються довговічні матеріали, що забезпечує довговічність конструкції фасаду.

Загальний вигляд вентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи наведено на рис.1.9.

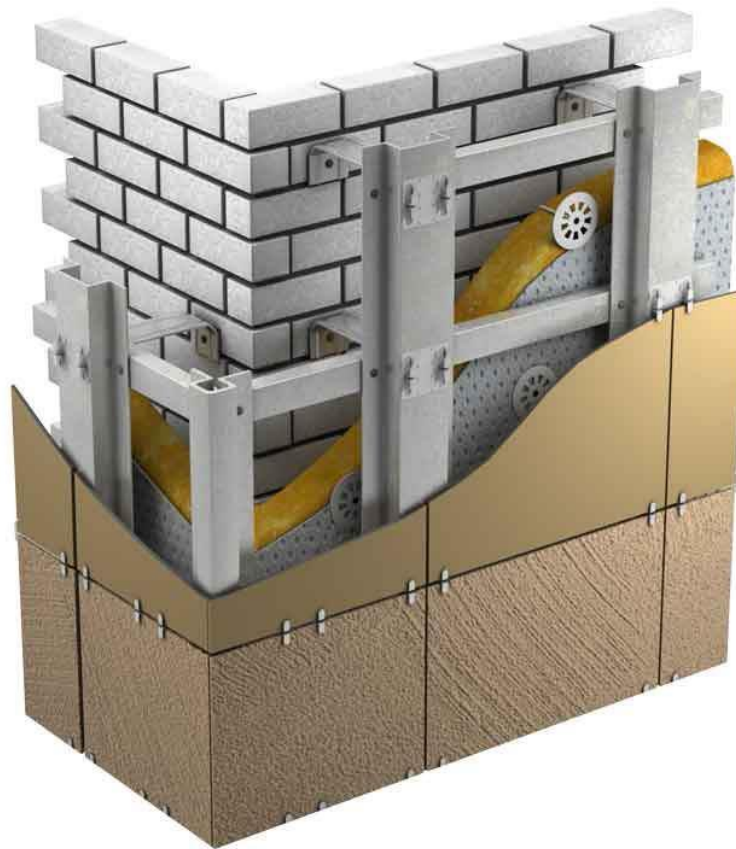


Рис. 1. 9. Конструкції систем вентиляваного фасаду

До головних переваг вентиляваної теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи відносяться:

- високі тепло- та звукоізоляційні показники;
- більш тривалий термін експлуатації фасаду;
- високі естетичні якості: широкий асортимент сучасних облицювальних матеріалів і різні технології монтажу систем дозволяють реалізувати практично будь-які архітектурні рішення фасадів;
- захист стіни та теплоізоляції від атмосферних впливів;
- можливість проведення монтажу фасадів незалежно від погодних умов;

- незалежність облицювання від тримальної основи будинку, за рахунок чого виключаються порушення цілісності облицювання при змінах в тримальних конструкціях (тріщини, просідання і т.д.);

- відсутність спеціальних вимог до поверхні тримальної стіни;

- ефективна вентиляція стін будинку, що дозволяє створити сприятливий мікроклімат всередині будинку;

- підвищена водо- і вогнестійкість.

**Термомодернізація покриттів та перекриттів.** Покриття – верхня частина будинку, що захищає приміщення від атмосферних впливів, сонячної радіації та сприймає снігове і вітрове навантаження.

За конструктивним рішенням покриття житлових будинків поділяють на:

- кроквяні, що споруджуються зі значним ухилом із елементів, які утворюють горище;

- плитні залізобетонні суміщені, в яких термоізоляційний і гідроізоляційні шари влаштовані безпосередньо по покриттю верхнього поверху;

- плитні залізобетонні роздільні, в яких між плитами перекриття верхнього поверху і конструкціями покриття наявний простір або вентилязоване горище; може використовуватися для розміщення інженерного обладнання;

- мансардні, в яких на горищі влаштовані приміщення, призначені для проживання та перебування людей.

Термомодернізацію покриття будинків можна виконувати на будинках із суміщеними дахами та горищними, в тому числі мансардні покриття, в яких на горищі влаштовані житлові приміщення.

За незадовільного стану покрівельного килима виконують ремонтні роботи з відновлення покрівельного килима або демонтажу існуючого покрівельного килима.

За незадовільного стану теплоізоляційного шару, пароізоляції та захисного гідроізоляційного килиму демонтують ці конструктивні елементи покрівлі та виконують ремонт покриття.

Термомодернізація покриття будинків з м'якою покрівлею має передбачати відновлення існуючих покрівельних килимів із застосуванням сучасних технологій.

Після відновлення килиму рекомендується:

- здійснити улаштування багат шарового монолітного теплоізоляційного покриття із пінополіуретану;
- улаштувати гідрозахисне покриття із поліуретанових мастичних матеріалів.

Для захисту від негативного впливу ультрафіолетового опромінення застосовують дроблені кам'яні матеріали розмірами 5 - 10 мм.

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

Механічне закріплення мембрани виконують спеціальними кріпильними елементами, захищеним від корозії (рис. 1.10). Металеві анкери з великими шайбами для того, щоб зменшити концентрацію напружень на плівковий матеріал, розміщують на певній відстані один від одного.

Плоскі покрівлі допускається утеплювати як із зовнішнього боку (над покриттям), так і з внутрішнього (під покриттям).

У тому випадку, коли проводять термомодернізацію будинків з горищним дахом, де найменша відстань між покриттям та покрівлею більше ніж 0,5 метра, теплоізоляційний шар слід улаштовувати на покритті.

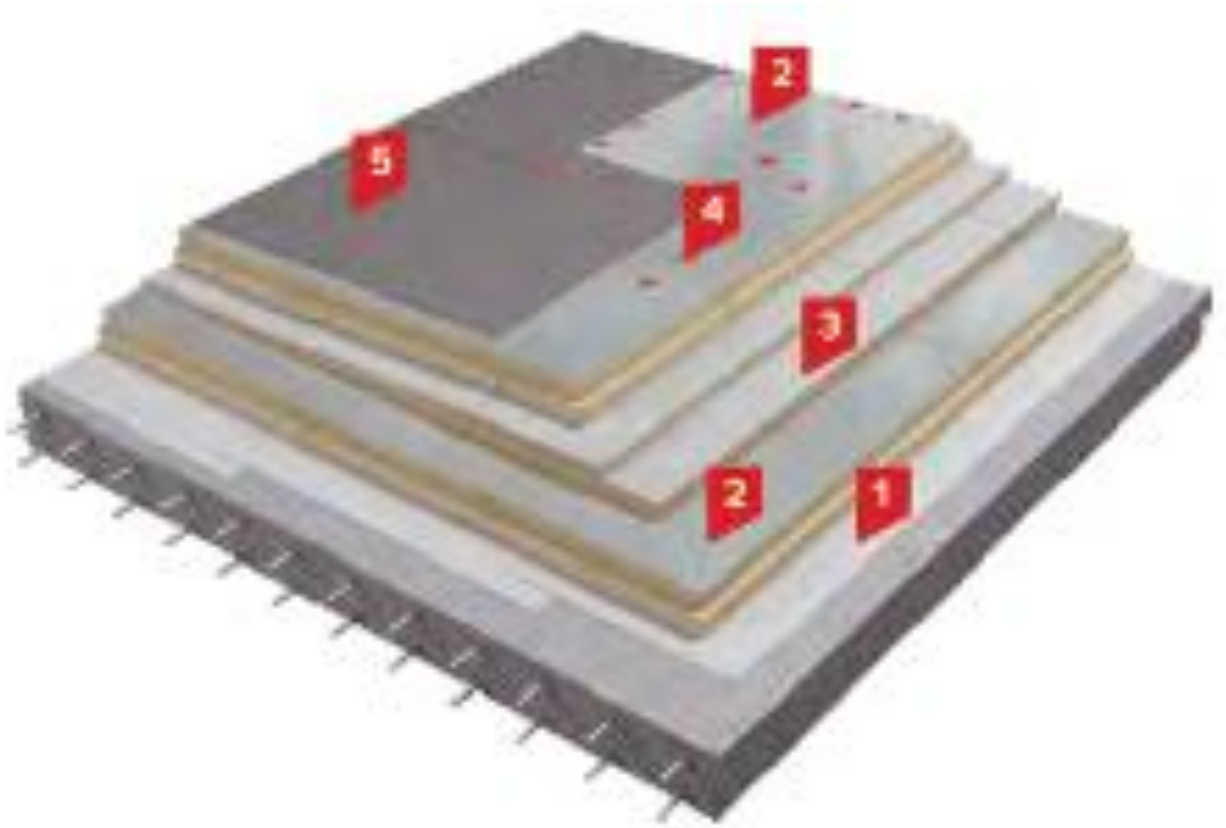


Рис. 1.10 Конструкція плівкової покрівлі з механічним кріпленням

Термомодернізацію перекриття будинків можна виконувати шляхом улаштування теплоізоляційного шару або улаштуванням підігріву і теплоізоляційного шару.

Теплоізоляцію перекриттів над неопалюваними підвальними приміщеннями та над проїздами допускається улаштовувати як зі сторони неопалюваного приміщення, так і з боку опалюваного приміщення або з нижнього боку у разі аркового перекриття.

При утепленні перекриття між першим поверхом та неопалюваним приміщенням з боку опалюваного приміщення шар пароізоляції улаштовують над шаром теплоізоляції перед виконанням цементно-піщаної або бетонної стяжки.

При утепленні перекриття між першим поверхом та неопалювальним приміщенням пароізоляційний шар слід улаштувати з боку підвалу на перекритті під шар утеплювача.

Для улаштування теплоізоляційного шару можуть бути застосовані мінераловатні плити, пінополістирольні плити, плити із піноскла, а також пінополіуретанові склади з антипіреном.

## **РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

### **2.1. Аналіз підходів до вибору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляційних систем для здійснення термомодернізації будинків**

Рішення щодо вибору варіантів конструктивно-технологічних рішень для здійснення термомодернізації будинків повинно ґрунтуватись на відповідній системі техніко-економічних показників. Проведений аналіз літературних джерел [2,10,12,13,22,34,37] показав, що можуть бути застосовані різні підходи до оцінки теплоізоляційних систем.

Класифікація збірних систем за конструктивними рішеннями приймається відповідно до ДСТУ Б В.2.6-34 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги [ ].

У залежності від конструктивного рішення застосовують збірні системи:

- з опорядженням штукатурками або дрібноштучними елементами (клас А);
- з опорядженням цеглою чи стіновими каменями (клас Б);
- з опорядженням індустріальними елементами (клас В);
- з опорядженням прозорими елементами (клас Г).

Згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008 основні фізико-механічні показники збірних систем оцінюються за показниками наведеними у табл.2.1.

Так, збірні системи з опорядженням штукатурками або дрібноштучними виробами (клас А) виконуються з тепловою ізоляцією, що закріплюється на несучій частині стіни, з нанесенням опоряджувального шару на поверхню шару теплової ізоляції.

## Перелік показників збірних ситем

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 <sup>2</sup> 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 конструкції фасадної теплоізоляції	-	+	+	+

Продовження табл..2.1

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, кляммерів 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	-	-	-	+

Комплект опорядження складається з клейових матеріалів, теплоізоляційного матеріалу, механічних засобів кріплення теплоізоляції, армувальної сітки, личкувального покриття.

Найбільш раціональними конструктивними рішеннями термомодернізації зовнішніх стін є такі, в яких шар утеплювача розміщується з боку фасадів будинку.

До основних переваг такого теплозахисту будинків можна віднести наступні фактори:

- підвищення теплової інерції огорожувальної конструкції, а відтак – покращення її теплоізоляційних якостей за допомогою утеплювача, який добре акумулює тепло від матеріалу стіни, утворює оболонку з утримання плюсових температур;

- розташування щільних шарів з внутрішнього боку стіни надійно захищає її від водяної пари з боку внутрішніх приміщень, що сприятливо

впливає на вологісний стан конструкції стіни, запобігаючи накопиченню в ній вологи;

- створення захисної термооболонки будівлі виключає утворення “містків холоду” в рівнях монолітних перекриттів, перемичок тощо, а також виключає необхідність влаштування в стіні пароізоляційного шару;

- температурні коливання зовнішнього повітря менш суттєво впливають на внутрішній мікроклімат в приміщеннях, особливо в літній період, що створює комфортні умови для проживання;

- можливість одночасно з влаштуванням зовнішнього теплоізоляційного шару виправити дефекти стіни або створити гарний архітектурно-художній вигляд будівлі з використанням нових архітектурних і кольорових рішень. Для цегляних стін вирішується проблема усунення сольового нальоту на зовнішній поверхні стіни;

- варіанти зовнішнього розміщення утеплювача можна використовувати, , так і при реконструкції існуючих будинків з фасадами будь-якої складності та висоти;;

- роботи з утеплення стін проводяться в процесі експлуатації будинків;

- забезпечується додаткова звукова ізоляція зовнішніх стін. Основою будь-якої теплоізоляційної системи є теплоізоляційний шар, який визначає головні теплотехнічні показники системи. Опоряджувальні та ізоляційні шари в основному виконують захисні та естетичні функції.

Вибір теплоізоляційного матеріалу (теплоізоляційної системи) має здійснюватись з урахуванням природнокліматичних умов району будинків, архітектурно-планувальних рішень будинків та архітектурно-конструктивних рішень фасадів і властивостей матеріалів, та умов експлуатації будинків.

Головним показником теплоізоляційних матеріалів є коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$ , 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 Вт/(м. К)];

– клас В — підвищеної теплопровідності [ $\lambda > 0,180$  Вт/(м.К)].

Вибір типу утеплювача виконується у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будинків».

Теплоізоляційний шар у залежності від типу та густини теплоізоляційних матеріалів, може виконуватись:

- одношаровим - з теплоізоляційних виробів одного типу та густини;
- багатошаровим - з двох або більше теплоізоляційних виробів різної густини та/або типу;
- комбінованим – з багатошарових теплоізоляційних виробів одного типу, виконаних із шарів різної густини.

Визначальними при виборі теплоізоляційного матеріалу є наступні фізико-технічні показники:

- гранична температура експлуатації;
- вологість;
- водопоглинання;
- морозостійкість;
- паропроникність;
- група горючості;
- міцність на стискання, тобто границя міцності при стисканні;
- стисливість;
- границя міцності при зсуві;
- границя міцності при розтяганні у напрямку, перпендикулярному до поверхні;
- густина;
- правильність геометричної форми.

Додатковими до перелічених вище показників якості матеріалу є:

- розрахункова теплопровідність;
- термін ефективної експлуатації.

При виборі ефективного теплоізоляційного матеріалу необхідно аналізувати у комплексі ряд характеристик, основними з яких є: кількісні показники фізичних і фізико-механічних властивостей, ціна і довговічність; якісні показники енергоефективності та екологічності.

Так, автори [34] розподілили фактори, що впливають на прийняття рішень при виборі матеріалів для термомодернізації будинків за такими групами:

1. Економічні фактори:

- 1.1. Вартість матеріалів;
- 1.2. Вартість будівельних робіт;
- 1.3. Трудомісткість виконання робіт;
- 1.4. Довговічність матеріалів;
- 1.5. Експлуатаційні витрати;

2. Екологічні фактори:

- 2.1. Вогнестійкість;
- 2.2. Хімічна стійкість;
- 2.3. Біологічна стійкість;
- 2.4. Шкідливість

3. Теплофізичні:

- 3.1. Теплопровідність;
- 3.2. Густина;
- 3.3. Паропроникність;
- 3.4. Гігроскопічність;
- 3.5. Морозостійкість;
- 3.6. Міцність на стискання;

4. Звукопоглинання;

4. Художньо-естетичні:

- 4.1. Яскравість;
- 4.2. Кольоровість;
- 4.3. Тональність;

4.4. Фактурність;

4.5. Колір.

Автори [37] розглядають як критерії вибору системи теплоізоляції з позицій споживача (замовника) організаційні критерії:

1. Наявність успішно змонтованих і експлуатованих систем теплоізоляції на будинках аналогічного класу.

2. Комплектність системи з урахуванням реальних витрат матеріалів на одиницю площі.

3. Наявність технічної документації на систему, альбомів технічних рішень з примикань системи до елементів фасаду, детальних інструкцій з монтажу системи.

4. Ціна одного квадратного метра поверхні фасадної системи.

5. Терміни й умови поставок комплектації матеріалів у фасадній системі (графіки поставок).

6. Власна вага системи (особливо важливо для висотних будинків та будинків підвищеної поверховості).

7. Надання постачальником вибору фактур і видів штукатурок, а також їхньої колірної гами.

8. Інжинірингове обслуговування (навчання, монтаж, технічний нагляд).

9. Видача гарантій на систему утеплення (не менше 10 років).

Автор [22] визначає 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 відсмоктування повітря;
- гідротермічних навантажень за рахунок щоденних та сезонних коливань температури і вологості зовнішнього повітря;
- деформації при усадці;

- сонячної радіації;
- дощового навантаження;
- ударної міцності.

Надійність повинна підтверджуватися розрахунковими даними за відповідними видами розрахункових навантажень і впливів, протоколами випробувань сертифікованих лабораторій і накопиченим досвідом експлуатації в реальних умовах.

- 1) Протипожежний захист.
- 2) Тепловий захист.
- 3) Теплостійкість.

Теплова інерція огорожувальної конструкції - сума добутків термічних опорів окремих шарів на розрахункові коефіцієнти теплосвоєння матеріалів відповідних шарів. Застосування ефективних утеплювачів дозволяє перейти до легких огорожувальних конструкцій. Втрати за теплостійкістю огорожувальної конструкції за рахунок зниження розрахункового коефіцієнта теплосвоєння компенсуються за рахунок високого термічного опору утеплювача. Це необхідно підтверджувати відповідними розрахунками.

- 5) Звукоізоляція.

Застосування багатошарових огорожувальних конструкцій вимагає більш ретельного аналізу проблеми звукоізоляції. З точки зору будівельної фізики поняття «звукоізоляція» і «звукопоглинання» мають різне значення. Звукопоглинання залежить безпосередньо від властивостей матеріалу, тоді як звукоізоляція - від виду і будови огорожувальної конструкції. Можна застосувати матеріали з гарними звукопоглинальними властивостями, але сама огорожувальна конструкція будівлі при певних умовах може мати мінімальну звукоізоляцію.

- б) Дифузія і конденсація водяних випаровувань.

Захисна огорожувальна конструкція з зовнішньою системою утеплення повинна бути проаналізована з точки зору балансу між набором і віддачею

вологи з урахуванням зовнішніх кліматичних умов і експлуатаційних характеристик 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 сплави кольорових металів. Крім того, в системі можуть знаходитися або проходити через неї конструктивні елементи, наприклад, системи комунікацій, кріплення супутникових антен, водостоків, кондиціонерів, світильників і т. п. Ці елементи повинні бути захищені від корозії спеціальними фарбами, складами і ґрунтовками.

#### 8) Довговічність.

Під довговічністю системи зовнішнього утеплення розуміють здатність системи зберігати свої експлуатаційні якості протягом заданого терміну.

Оцінити довговічність тієї або іншої системи утеплення можна за двома основними показниками: експериментальне підтвердження і практика експлуатації. Експериментальне підтвердження довговічності полягає у кліматичних випробуваннях. Так, наприклад, для «мокрих» штукатурних систем утеплення фасадів в кліматичній камері багат шаровий зразок піддається багаторазовим циклічним впливам низьких і високих температур з різними значеннями відносної вологості, при додатковому ультрафіолетовому і інфрачервоному випромінюванні лампами. За кількістю циклів, витриманих зразком без руйнування, встановлюється прогнозована довговічність. Підсумкові висновки довговічності тієї чи іншої системи утеплення можна отримати тільки після довготривалої експлуатації конструкції.

#### 9) Ремонтопридатність.

У процесі експлуатації система зовнішнього утеплення може піддаватися різним кліматичним і механічним впливам як природного, так і штучного походження.



Рис.2.1 Приклад руйнування системи утеплення внаслідок порушень монтажу по системі теплоізоляції.

У результаті цих впливів може бути порушена цілісність системи утеплення (рис.2.1). Тому необхідно виконувати постійний технічний нагляд утеплених фасадів. У більшості випадків виявлення та усунення проблеми на ранній стадії призводить до мінімальних фінансових втрат та є найбільш ефективним для забезпечення оптимального функціонування системи теплоізоляції.

#### 10) Комфортні умови проживання.

Підвищення рівня теплозахисту огорожувальних конструкцій спрямоване як на економію енергоресурсів, атак і на створення комфортних умов для проживання людей. Застосування системи зовнішнього утеплення обов'язково повинно бути перевірено на неприпустимість появи у людини почуття перегріву чи переохолодження, як в середині приміщення, так і безпосередньо біля внутрішньої поверхні стін. Це визначається поєднаннями

середньої температури внутрішньої поверхні зовнішньої стіни і температури повітря всередині приміщення.

### 11) Художньо- архітектурні рішення.

Естетичне сприйняття фасаду будівлі пов'язане з кольором і фактурою декоративного лічкувального шару зовнішньої системи утеплення фасаду. Фасадна фарба надає фасаду естетичного вигляду а також захищає від негативного зовнішнього впливу. Оскільки фарба є верхнім шаром на фасаді, то її якість визначає зовнішній вигляд і надійність фасаду будинку.

Сучасні методи комп'ютерної добору штукатурок і фарб мають практично необмежену колірну гаму і дозволяють створювати будь-які ефекти природних (деревина, камінь, метал.та ін.) (рис.2.2) і штучних матеріалів на фасаді.



Рис. 2.2 Штукатурки та фарби з ефектом структури природних матеріалів

Отже, існує значна кількість показників, за якими можуть бути оцінені конструктивно-технологічні рішення теплоізоляційних систем. Постає задача комплексної всебічної оцінки системи конструктивно-технологічних рішень, яка би дозволяла врахувати різні їх показники.

## **2.2 Оцінка та вибір конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації будинків**

Аналіз найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, що використовуються при термомодернізації будинків, показав, складність вибору оптимального рішення для окремої огорожувальної конструкції за оцінкою фізико-механічних та техніко-економічних характеристик.

В результаті узагальнення фізико-механічних та техніко-економічних характеристик та конструкції та існуючих конструктивно-технологічних рішень з теплоізоляції, можна визначити перелік можливих показників для вибору оптимальних рішень.

Здійснювати вибір оптимального конструктивно-технологічного рішення з можливих доцільно в два етапи.

На *першому етапі* вибору конструктивно-технологічних рішень визначаються особливості будівлі, що підлягає термомодернізації, а саме:

*функціональне призначення будівлі:* житлова або нежитлова: коттедж, гуртожиток, готель, офіс та ін.;

*конструктивно-технічні особливості:* матеріал із якого виконані огорожувальні конструкції будинку(стіни, покрівля, перекриття, заповнення віконних та дверних прорізів), їх конструкція (наприклад, дах скатний або плоский суміщений);

- місце розташування будинку – кліматично-температурна зона розташування будівля та особливості місцевості. Наприклад будинок розташований у гірській місцевості і отже має значення вітрове навантаження, або, якщо будинок розташований на морському узбережжі то є наявність агресивного середовища (морського повітря) для зовнішнього оздоблення фасаду).

Далі на першому етапі із всього набору конструктивно-технологічних рішень теплоізоляції виключають ті рішення, реалізація яких для даного типу будівлі технічно неможлива або потребує значних фінансових вкладень.

На другому етапі здійснюється оцінка конструктивно-технологічних рішень термомодернізації огорожувальних конструкцій будинку на основі таких показників, як надійність, екологічність, економічність тощо.

Перелік показників, для оцінки технічних рішень термомодернізації фасадів та покриття житлового будинку наведені нижче (таблиця 2.2.).

Таблиця 2.2.

Перелік показників для оцінки технічних рішень термомодернізації  
конструкцій житлового будинку

Назва показника	Використання показника для оцінки	
	фасаду	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. Вогнестійкість	+	+

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 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	+	+
9. Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності системи	+	+
9.1. Можливість взаємозамінності елементів у системі утеплення	+	+
9.2. Необхідність підготовки поверхні для кріплення системи	+	+
9.3. Обсяг додаткових витрат на виконання індивідуального проекту	+	+
9.4. Трудомісткість робіт	+	+
9.5. Кваліфікація виконавців	+	+
9.6. Кількість типорозмірів виробів, що використовуються в	+	+

системі		
9.7. Кількість технологічних процесів	+	+
10. Економічна ефективність	+	+
10.1. Вартість влаштування 100 м <sup>2</sup> системи	+	+
10.2. Витрати на експлуатацію системи протягом 25 років (розрахунок на 100м <sup>2</sup> )	+	+
10.3. Ступінь збільшення опору теплопередачі конструкції за умови збільшення товщини шару утеплювача і його вартості на 10%.	+	-
11. Звукоізоляція	+	+
12. Теплопровідність теплоізолювального шару в умовах експлуатації	+	+
13. Художньо-естетичний	+	+

Розроблена система містить показники, що характеризують як основні фізичні властивості утеплювача так і всієї конструктивної теплоізоляційної системи, відображають ступінь її екологічності, надійності, стабільності, економічної ефективності та художньо-естетичні якості. У результаті застосування такої методики можуть бути визначені принципові конструктивно-технологічні рішення для термомодернізації будь-якого житлового будинку.

До показників, що характеризують конструктивно-технологічне рішення за технологічними ознаками, віднесено такі:

- 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.

Для оцінки конструктивно-технологічних рішень за визначеними показниками їх вагові коефіцієнти можуть бути визначені методом експертних оцінок з урахуванням індивідуального типу житлового будинку.

На основі аналізу проведеного нами опитування фахівців у сфері енергозбереження (проектувальників, експлуатаційників, енергоаудиторів) була розроблена система оцінювання, яка забезпечує порівнянність варіантів різних рішень теплоізоляції фасадів.

Система оцінки для утеплення огорожувальних конструкцій фасадів наведена в таблиці .2.3.

Таблиця 2.3

Назва показника	Використання показника для оцінки	
	значення	Бали
1. Густина утеплювача	Так/ні	5/3
2.Екологічність	Так/ні	5/3
3.Вогнестійкість	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1
4. Надійність і стабільність	Висока /середня/ низька	5/3/1
5.Технологічності системи	Висока /середня/	5/3/1

	низька	
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м2 системи)	мін/сер/макс	5/3/1
7. Теплопровідність в умовах експлуатації	мін/сер/макс	5/3/1
8. Естетичність	Так/ні	5/3

З метою забезпечення порівнюваності різних за одиницями вимірювання показників для кожного були розроблені шкали оцінки, яка включає рівні:

- «так» чи «ні»,
- «мінімум», «середній», «максимум»,
- «високий», «середній», «низький».

Сумарний показник оцінки технічного рішення визначається, як сума оцінок за кожним показником з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів, які враховують важливість кожного показника.

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

Вагові коефіцієнти визначені методом експертних оцінок наведені у табл.2.4.

Таблиця 2.4

Показник	Вагові коефіцієнти
1. Густина утеплювача	0,04
2. Екологічність	0,20
3. Вогнестійкість	0,18
4. Надійність і стабільність	0,14

5. Технологічності системи	0,12
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м2 системи)	0,15
7. Теплопровідність в умовах експлуатації	0,1
8. Естетичність	0,07

Аналіз вагових коефіцієнтів, визначених експертами для оцінки технічних рішень, показує, що серед усіх показників оцінки, найважливішими визнані **екологічність, вогнестійкість, надійність, економічна ефективність.**

Приклад здійснення експертної оцінки конструктивно-технологічного рішення системи теплоізоляції Ceresit Classic з личкуванням тонкошаровою штукатуркою наведений у табл..2.5.

Таблиця 2.5

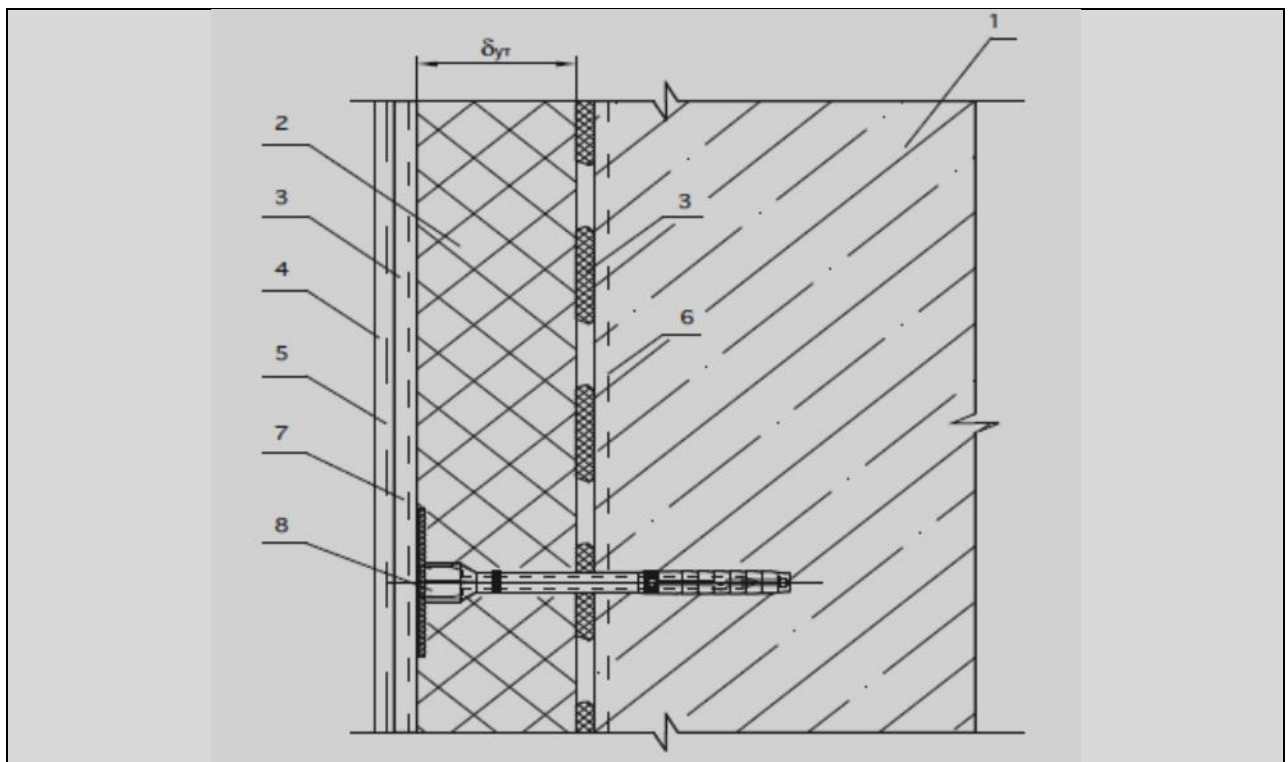


Схема влаштування системи теплоізоляції Ceresit Classic з личкуванням тонкошаровою штукатуркою: 1 - несуча стіна; 2 - плита теплоізоляційна з пінополістиролу; 3 - клейова суміш для приклеювання плит теплоізоляції та

улаштування захисного шару; 4 - декоративна штукатурка; 5 , 6 - ґрунтовка; — ґрунтовка; 7 - армуюча сітка; 8 - дюбель.			
Назва показника	Теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система Ceresit Ceretherm Classic		
	оцінка	вага оцінки	результат
1. Густина утеплювача	5	0,04	0,20
2. Екологічність	3	0,20	0,60
3. Вогнестійкість	3	0,18	0,54
4. Надійність і стабільність	5	0,14	0,70
5. Технологічність системи	3	0,12	0,36
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м <sup>2</sup> системи)	5	0,15	0,75
7. Теплопровідність в умовах експлуатації	5	0,10	0,50
8. Естетичність	5	0,07	0,35
<b>Загальна оцінка</b>			<b>4,00</b>

Перелік конструктивно-технологічних рішень з підвищення енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій всієї будівлі формується шляхом реалізації різних комбінацій енергозберезувальних заходів (утеплення огорожувальних конструкцій стін, покриттів, перекриттів, вікон, тощо).

Таким чином, з'являється великий набір конструктивно-технологічних рішень, які визначають:

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

В результаті можливо здійснити вибір оптимального варіанту з комбінації конструктивно-технологічних рішень.

Розроблений нами підхід дозволяє обрати той варіант, який в залежності від поставленої мети та потенціальних ресурсів може забезпечити:

- найбільшу економію теплової енергії (але цей варіант є найбільш затратним);
- найменшу вартість термомодернізації (якщо є обмеження коштів у фінансуванні проекту);
- при заданих економічних показниках фінансування проекту забезпечує найбільшу економію теплової енергії.

## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ»

### 3.1. Сутність дидактичних ігрових технологій

Серед іноваційних педагогічних технологій активізації освітнього процесу у закладі вищої освіти особливе місце належить *дидактичним іграм*, які є керованою організацією освітньо-професійної діяльності майбутнього фахівця. Основою ігрової технології є психологічні механізми ігрової діяльності, що спираються на потреби людини у самовираженні, самоствердженні, самовизначенні та самореалізації. Психолог Д. Ельконін, визначив такі функції ігрової діяльності:

- мотиваційна (викликає інтерес);
- комунікативна (засвоєння елементів культури спілкування);
- самореалізації (кожен учасник у грі реалізує свої можливості);
- розвивальна (розвиток уваги, ініціативи, уяви та інших психічних процесів);
- розважальна (отримання задоволення від самого процесу гри);
- діагностична (виявлення прогалин у знаннях, відсутність певного досвіду);
- корекційна (внесення позитивних особистісних змін).

За цільовою орієнтацією ігри поділяють на: дидактичні, виховні, розвивальні, діагностичні та ін.

За характером освітнього процесу – на дидактичні, тренінгові, пізнавальні, виховні, розвивальні, репродуктивні, творчі, комунікативні.

За ігровою методикою – на предметні, сюжетні, рольові, ділові, імітаційні, ситуаційні.

У сучасній вищій освіті ігрова діяльність використовується:

- 1) як самостійна технологія для засвоєння тем і розділів дисципліни;
- 2) як елемент інших педагогічних технологій;
- 3) як елемент окремих етапів занять (вступ, пояснення, закріплення, контроль).

У процесі навчання застосовують різні модифікації ігор: імітаційні, операційні, рольові, ділові, організаційні, пошукові тощо

Ігрові технології, на думку педагогів, є потужним освітнім засобом. А. Смолкін визначає, ділову гру як класичний спосіб навчання дій. П. Підкасистий вважає, що активність є основною ознакою, принципом ігрової діяльності, що виражає активний прояв фізичних та інтелектуальних сил учасників гри. Д. Кавтарадзе підкреслює, що ігрові форми і методи навчання орієнтовані на об'єднання зусиль учнів, розвиток навичок спільної пізнавальної і практичної діяльності, встановлення зв'язків між засвоєнням і застосуванням знань.

На думку науковця Т. Паніної «гра є унікальним механізмом акумуляції і передачі соціального досвіду, як практичного, необхідного для оволодіння засобами вирішення різноманітних навчальних задач, так і етичного, пов'язаного з визначенням правил і норм поведінки суб'єктів навчання у різних ситуаціях». Поява даної технології зумовлена вимогами підвищення ефективності навчання за рахунок активізації навчально-пізнавальної діяльності.

Навчання у процесі гри, як стверджують Т. Паніна, А. Вербицький та ін., є важливою умовою освоєння професійної діяльності, що забезпечується засобом створення в навчальному середовищі контексту конкретної професійної ситуації.

Досвід теоретичної розробки та практичного застосування технологій ігрового навчання з проведенням аналізу виробничих ситуацій, використанням рольових та ділових ігор, імітаційних моделей у різних

сферах професійної освіти відображений у публікаціях А.Вербицького, В.Рибальського, П.Підкасистого та ін..

Основні дидактичні принципи розробки навчально- ділових ігор:

- науковості;
- імітаційно - ігрового моделювання професійної діяльності;
- проблемності навчання;
- поєднання індивідуальної та колективної роботи учасників гри;
- комплексного використання ігрових та традиційних форм і методів навчання;
- наростання складності завдань навчальних ігор.

Гнучкість ігрових технологій, наближеність гри до реальних умов дає змогу розглядати її як інструмент викладання та вивчення, як засіб включення у ситуації, аналогічні професійно-педагогічній діяльності.

Ділові ігри займають провідне місце в процесі формуванні професійних компетентностей фахівців, і тому застосовуються і в процесі дослідницької роботи, проектних розробок, при колективному виробленні рішень у реальних виробничих ситуаціях, у професійному навчанні та підвищенні кваліфікації.

Основними ознаками навчально-ділових ігор є: наявність багатоваріантного вирішення проблеми; реалістичність імітаційної ситуації; моделювання процесу спільної діяльності, що сприяє вирішенню проблемної ситуації; наявність системи критеріїв, що забезпечують оптимальність і ефективність оцінювання ігрової діяльності. Визначальними ознаками ділової гри є аналіз проблемної ситуації, пошук додаткової інформації, обговорення способів розв'язання проблеми.

Рольова гра характеризується наявністю проблемної ситуації і розподілом ролей між її учасниками. Рольова гра відрізняється від ділової тим, що гра проблемної спрямованості вибудовується на реальних ситуаціях професійно-педагогічної діяльності. У результаті розв'язання проблемних ситуацій у грі має бути прийнято виважене і ефективне рішення, яке дає

змогу розв'язати проблему в професійній сфері найбільш раціональним способом. Реалізація даної технології навчання може здійснюватися в процесі проведення семінарів, практикумів, майстер-класів.

Характерними ознаками навчально-ділових ігор проблемної спрямованості є:

- наявність у сценарії ділової гри проблемної ситуації, яка відтворює реальну дійсність;
- наявність проблемної ситуації і необхідність пошуку шляхів її розв'язання, що створює певне емоційне напруження;
- розподіл ролей между учасниками гри;
- наявність загальної мети ігрового колективу;
- колективе прийняття рішень учасниками гри.

Дослідження дидактичних функцій навчально-ділових ігор ускладнюється різними підходами до їх визначення і класифікації (Н.Борисова, В. Рибальский та ін.). Так, Н.Борисова в основу класифікації ігрових форм і методів поклала дві ознаки: наявність моделі предмета або процесу професійної діяльності та наявність ролей, які задають можливості і характер спілкування учнів. Відповідно з кожним ознакою ділові ігри здатні не тільки передати інформацію, розвивати професійні вміння та навички, а й забезпечувати рольове спілкування здобувачів освіти між собою і викладачем.

Найбільш перспективною на нашу думку є практика розробки і використання навчальних ігор, обґрунтована психолого-педагогічною концепцією контекстного навчання А. Вербицького. Базовими формами контекстного навчання є власне навчальна діяльність (лекція, практичне заняття, семінар), квазіпрофесійна діяльність (імітаційні моделі, аналіз конкретних ситуацій, ділові ігри, розігрування ролей тощо) і навчально-професійна діяльність (виконання курсових проектів, науково-виробничі практики, написання кваліфікаційної роботи). Організація освітньої діяльності майбутніх магістрів професійного навчання у формі навчально-

ділової гри на заняттях з фахових дисциплін передбачає зв'язок зі змістом навчання, його практичне використання при вирішенні навчальних завдань, що відображають сутність майбутньої професійної діяльності.

### **3.2. Інтерактивне заняття з теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків»**

З урахуванням дидактичної мети і характеру змісту теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків» нами було розроблено інтерактивне практичне заняття на основі ігрових технологій.

Тема практичного заняття: Розроблення і оцінювання показників проекту з термомодернізації огорожувальних конструкцій житлового будинку (дисципліна «Енергозберезувальні технології у будівництві»).

Мета заняття: сформувати у здобувачів освіти знання з оцінювання і вибору конструктивно-технологічних рішень термомодернізації зовнішніх стін; уміння вибору оптимального рішення фасадної теплоізоляції житлових будинків.

Використання ігрових технологій у підготовці майбутніх фахівців має спрямовувати процес розвитку їхніх фахових знань і вмінь, професійних компетентностей на позитивний результат.

Розглянемо проведення етапів навчально-ділової гри з теми «Термомодернізація та підвищення енергоефективності житлових будинків»

Викладач пропонує студентам групи провести практичне заняття у формі навчально-ділової гри у якій буде змодельована робота експертних

груп з розробки проекту термомодернізації багатоповерхового житлового будинку

Для участі в у грі формуються 3-4 групи експертів на чолі з керівником групи. Для проведення гри створюється компетентне журі у складі викладачів кафедри. До складу журі доцільно запросити фахівців компетентних у сфері енергозберезувальних технологій: інженерів-проектувальників, експлуатаційників, енергоаудиторів

Після ознайомлення зі сценарієм гри, кожна команда отримує інструкції для підготовки до проведення ділової гри.

По завершенню кожного етапу журі оцінюють виступи команд експертами балами рейтингу (за 5-бальною шкалою). Після завершення всіх етапів конкурсу журі підводить загальні результати

Методи колективної роботи експертних груп передбачають отримання загальної думки в ході спільного обговорення вирішуваного завдання (проблеми).

До етапів проведення гри можна віднести:

- постановка проблеми перед учасниками, її формулювання;
- формування експертних груп та журі;
- розробка завдань для експертних груп;
- оцінювання роботи експертних груп;
- аналіз результатів виконання завдань.

Ділова гра за сценарієм передбачає наступні етапи:

1 етап – підготовчий. Для цього викладач виконує перевірку підготовленості здобувачів освіти до проведення заняття, шляхом проведення тестування

Приклад тестових запитань:

Виберіть правильну відповідь із запропонованих варіантів.

*Для підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх цегляних стін житлового будинку найбільш доцільно:*

- виконати зовнішню теплоізоляцію стіни;

- виконати внутрішню теплоізоляцію стіни
- виконати як зовнішню так і внутрішню теплоізоляцію стіни

*Найбільші втрати тепла у огорожувальних конструкціях багатопверхових житлових будинків, які побудовані до 90-х років минулого століття відбуваються через:*

- стіни;
- вікна;
- підвал;
- покриття.

*Які теплоізоляційні матеріали найбільш використовують у сучасних фасадних системах житлових будинків з лічкуванням штукатурками?*

- мінеральна вата, пінополістирол
- пінополіуретан, піноскло
- всі вищеперераховані.

*За рахунок яких складових теплового балансу будівлі можна підвищити клас її енергоефективності:*

- зниження втрат через огорожувальні конструкції, в тому числі світлопрозорі;
- зниження витрати теплової енергії в системі опалення;
- всі вищеперераховані.

*Які властивості враховуються при виборі типу теплової ізоляції:*

- опір теплопередачі
- стійкість до деформацій
- горючість,
- всі вищеперераховані

*Збільшення вологості матеріалів огорожувальних конструкціях:*

- *зменшує їх теплопровідність;*
- *збільшує їх теплопровідність;*
- *ніяк не впливає на їх теплопровідність.*

Відповіді на поставлені питання дають учасники тих команд, які першими підняли руки. Підведення підсумків першого етапу гри здійснюється після проведення опитування учасників змагання..

2 етап - передбачає виконання практичних завдань:

На другому етапі командам експертів запропоновано оцінити ряд показників для вибору конструктивно-технологічних рішення утеплення фасаду будинку за 5 бальною шкалою, де «1» - найменше значення, «5» - найбільше (табл..3.1).

*1 - Густина утеплювача*

*2 – Екологічність*

*3 - Вогнестійкість*

*4 - Надійність та ремонтпридатність системи утеплення фасаду*

*5 - Забезпечення високої якості робіт за рахунок технологічності*

*системи*

*6 - Економічність (економічна ефективність)*

*7 - Теплопровідність теплоізолюючого шару*

*8 - Естетичність зовнішнього оздоблення фасаду*

Табл.3.1

Система оцінки утеплення огорожувальних конструкцій фасаду будинку

	Використання показника для оцінки
--	-----------------------------------

Назва показника	Значення	бали
1. Густина утеплювача	Так/ні	5/3
2.Екологічність	Так/ні	5/3
3.Вогнестійкість	НГ/Г1,Г2/Г3,Г4	5/3/1
4. Надійність і стабільність	Висока /середня/ низька	5/3/1
5.Технологічності системи	Висока /середня/ низька	5/3/1
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м <sup>2</sup> системи)	мін/сер/макс	5/3/1
7.Теплопровідність в умовах експлуатації	мін/сер/макс	5/3/1
8. Естетичність	Так/ні	5/3

Перевірка виконаних завдань виконується групою експертів і обговорюється з учасниками експертних груп.

Нижче наведено приклад результатів роботи експертних груп - розроблені критерії оцінювання. Вагові коефіцієнти які були визначені експертними групами і узгоджені у процесі колективного обговорення наведені у табл.3.2.

Табл.3.2

Показник	Вагові коефіцієнти
1. Густина утеплювача	0,04
2.Екологічність	0,20
3.Вогнестійкість	0,18
4. Надійність і стабільність	0,14

5. Технологічності системи	0,12
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м2 системи)	0,15
7. Теплопровідність в умовах експлуатації	0,1
8. Естетичність	0,07

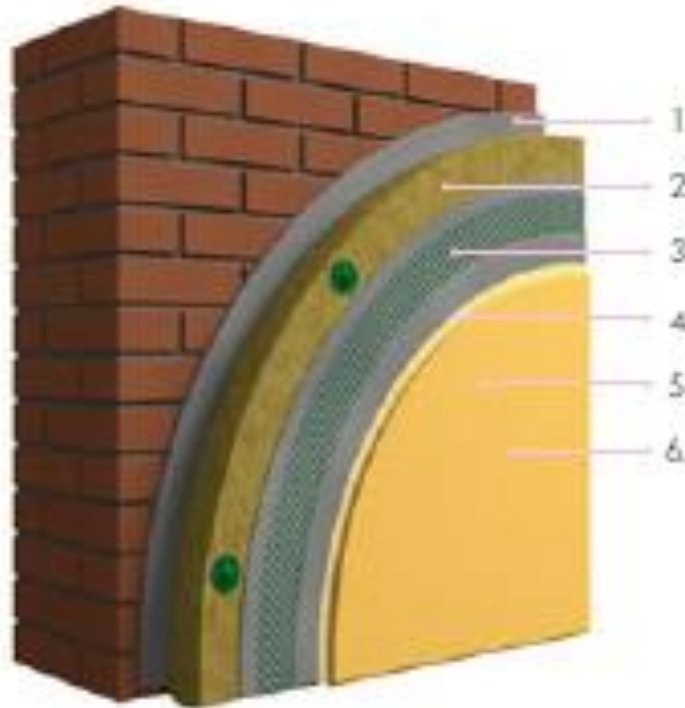
Завдання третього етапу – оцінити конструктивно-технологічних рішення двох теплоізоляційно-опоряджувальних фасадних систем з лічкуванням тонкошакровими штукатурками:

1. Теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система Ceresit Classic теплоізоляційний матеріал - ППС-плити;



1 - клейова суміш для приклеювання плит теплоізоляції; 2 - теплоізоляційна плита з пінополістиролу; 3 - армуюча сітка; 4 – ґрунтовка; 5 – декоративна штукатурка; 6 - фарба

2. Теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система Ceresit Classic Wool (теплоізоляційний матеріал - мінераловатні плити)



1 - клейова суміш для приклеювання плит теплоізоляції; 2 - плита теплоізоляційна з мінеральної вати; 3 - армуюча сітка; 4 – ґрунтовка; 5 – декоративна штукатурка; 6 – фарба

Нижче наведено результати роботи груп експертів (табл.3.3,3.4).

Табл.3.3

Назва показника	Теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система Ceresit Classic з личкуванням тонкошакровими штукатурками (теплоізоляційний матеріал - ППС-плити)		
	оцінка	вага оцінки	Результат
1. Густина утеплювача	5	0,04	0,20
2.Екологічність	3	0,20	0,60
3.Вогнестійкість	3	0,18	0,54
4. Надійність і	5	0,14	0,70

стабільність			
5.Технологічність системи	3	0,12	0,36
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м2 системи)	5	0,15	0,75
7.Теплопровідність в умовах експлуатації	5	0,10	0,50
8. Естетичність	5	0,07	0,35
<b>Загальна оцінка</b>			<b>4,00</b>

Табл.3.4

Назва показника	Теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система Ceresit Ceretherm Classic Wool з личкуванням тонкошакровими штукатурками (теплоізоляційний матеріал - мінераловатні плити)		
	оцінка	вага оцінки	результат
1. Густина утеплювача	3	0,04	0,12
2.Екологічність	5	0,20	1,00
3.Вогнестійкість	5	0,18	0,90
4. Надійність і стабільність	5	0,14	0,70
5.Технологічність системи	3	0,12	0,36
6. Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м2)	3	0,15	0,45

системи)			
7. Теплопровідність в умовах експлуатації	5	0,10	0,50
8. Естетичність	5	0,07	0,35
<b>Загальна оцінка</b>			<b>4,38</b>

На захист виносяться результати роботи експертних груп і організується їх обговорення.

Підведення підсумків ділової гри проводиться з урахуванням думок і пропозицій всіх її учасників.

Реалізація описаної ігрової технології у підготовці майбутніх викладачів спеціальних дисциплін будівельного профілю забезпечує розширення їх фахових знань і удосконалення умінь,

Розроблена методика інтерактивного навчання з теми “ Методи підвищення енергоефективності будівель ” формує мотиви навчання; сприяє інтеграції знань, умінь та навичок та високому рівню їх засвоєнню, формуванню професійної компетентності майбутніх магістрів професійного навчання у сфері будівництва.

## ВИСНОВКИ

Проведене нами дослідження дозволяє сформувати такі висновки:

1. Недостатня комфортність, низька енергоефективність більшості існуючих житлових будинків, значний фізичний і моральний знос потребують їх термомодернізації, капітальних ремонтів і реконструкції. Термомодернізації житлових будинків та підвищення їх енергоефективності є сьогодні пріоритетним та стратегічним напрямком розвитку економіки держави.

2. *Термомодернізація* – це комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будинків не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель.

До основних особливостей термомодернізації, можна віднести наступні: термомодернізація може бути здійснена під час будівництва – реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення.

3. Оцінка технічного стану житлових будинків, що підлягають термомодернізації виконується на підставі їх обстеження. До інженерно-технічних рішень, які необхідно здійснити для термомодернізації існуючих будівель, можна віднести – підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозберігуювальних матеріалів та технологій.

4. Аналіз найбільш розповсюджених конструктивно-технологічних рішень, що використовуються при термомодернізації будинків, показав, складність їх оптимального вибору.

Розроблена нами комплексна система оцінки конструктивно-технологічних рішень термомодернізації фасадів та покриття будинку містить такі основні показники фізико-механічних та техніко-економічних характеристик:

– Густина утеплювача

- Екологічність
- .Вогнестійкість
- Надійність і стабільність
- Технологічність системи
- Економічна ефективність (вартість влаштування 100 м<sup>2</sup> системи)
- Теплопровідність в умовах експлуатації
- Естетичність

До показників, що характеризують рішення з точки зору технології і організації термомодернізації будівлі, віднесено такі:

- Ремонтопридатність
- Сезонність виконання робіт
- Трудомісткість робіт
- Необхідна кваліфікація виконавців

5. На основі аналізу опитувань фахівців у сфері енергозбереження нами була розроблена система оцінювання у балах, яка забезпечує порівнянність варіантів різних рішень.

Серед усіх показників оцінки, найважливішими визнані:

- екологічність,
- вогнестійкість,
- надійність,
- економічна ефективність.

Перелік конструктивно-технологічних рішень з термомодернізації всієї будівлі формується шляхом реалізації різних комбінацій енергозберезувальних заходів (утеплення огорожувальних конструкцій стін, покриттів, перекриттів, заміни вікон, тощо).

В результаті можливо здійснити вибір оптимального варіанту з комбінації конструктивно-технологічних рішень.

Розроблений нами підхід дозволяє обрати той варіант, який в залежності від поставленої мети може забезпечити:

- найбільшу економію теплової енергії (але він є найбільш затратним);
- забезпечує найменшу вартість термомодернізації (якщо є обмеження коштів у фінансуванні проекту);
- при заданих економічних показниках фінансування проекту забезпечує найбільшу економію теплової енергії.

У результаті застосування такої методики можуть бути визначені принципові конструктивно-технологічні рішення для термомодернізації кожного будинку.

6. Дидактична ділова гра, є цілеспрямованою організацією освітньо-професійної діяльності майбутнього спеціаліста. Основою ігрових технологій є психологічні механізми ігрової діяльності, що спираються на потреби людини у самовираженні, самостверженні, самовизначенні, самореалізації.

Організація навчання майбутніх магістрів професійного навчання у формі дидактичної ділової гри передбачає її зв'язок зі змістом фахових дисциплін, розв'язання навчальних завдань і ситуацій, що відображають сутність майбутньої професійної діяльності.

Реалізація ігрової технології у підготовці майбутніх викладачів спеціальних дисциплін будівельного профілю забезпечує розширення їх фахових знань і удосконалення умінь, розвиток професійних компетентностей

7. Розроблена методика інтерактивного навчання з теми “ Методи підвищення енергоефективності будівель ” формує мотиви навчання; сприяє інтеграції знань, умінь та навичок та високому рівню їх засвоєнню, формуванню професійної компетентності майбутніх магістрів професійного навчання у сфері будівництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».
2. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги.
3. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель / Мінрегіон України. – Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 70 с.
4. ДСТУ Б EN 15217:2012 Енергоефективність будівель. Методики представлення енергетичних характеристик та енергетичного сертифікату.
5. ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення.
6. ДБН В.2.6-33:2006 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.
7. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції.
8. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів.
9. ДСТУ Б В.2.2-21:2008 Будинки і споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків.
10. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі.
11. ДСТУ Б В.2.6-18-2000 (ГОСТ 26602.2-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення повітро- та водонепроникності.
12. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови.

13. ДСТУ Б В.2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.

14. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

15. ДСТУ Б EN 15232:2011 Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями.

16. ДСТУ Б EN 15316-1:2011 Система теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 1. За

17. ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011 Система теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Теплорозподілення в системі опалення.

18. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження.

19. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики будівель.

20. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту.

21. ДСТУ Б EN 15603:2012 Енергоефективність будівель. Загальне енергоспоживання та визначення енергетичних показників.

22. Александров А. В. «Стройпрофиль» № 4-05. Електронний ресурс: Режим доступу: [<http://stroyprofile.com/archive/1704>]

23. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент : навч. посібник / Ю. І. Бакалін. – 3-тє вид., доп. та переробл. – Харків : Бурун і К, 2006. – 320 с.

24. Витвицкая Е.В. Современные энергосберегающие системы и конструкции зданий // «Региональные проблемы архитектуры и градостроительства: Состояние и перспективы развития» Сб. науч. тр. Вып. №7-8 Одесса: Астропринт, 2005. – 137 – 144 с.

25. Энергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник. – К.: НДІ проектреконструкція, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), 2006. – 144 с.

26. Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення досліджень щодо оптимізації технічних рішень теплового захисту будинків та розроблення рекомендацій для проектування енергоефективних (пасивних) будинків із мінімальним використанням теплової енергії», ДП «Український» // Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://govuadocs.com.ua/docs/390/index-485500.html>.

27. Карапузов Є.К. Утеплення фасадів: підруч. / Є.К. Карапузов, В. Г. Соха. – К.: Вища освіта, 2007. — 319 с.

28. Керш В.Я. Энергозберігаючі технології у міському будівництві і господарстві: навч. посіб. / В. Я. Керш – Одеса: Астропринт, 2007. – 124 с.

29. Лівінський О. М. Технічне обстеження та енергоаудит будинків і споруд / О. М. Лівінський, В. А. Євтушенко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві : [науково-технічний збірник ВНТУ]. – 2010. – № 2. – С. 159 – 170.

30. Маляренко В.А. Основи теплофізики будівель та енергозбереження: Підручник. – Харків: «Видавництво САГА», 2006. – 484 с

31. Менайлюк А.И., Соха В.Г., Бабий И.Н., Борисов А.А., Волканов В.К. Термомониторинг фасадов зданий утепленных различными теплоизоляцион-ными системами / Вісник ОДАБА: зб. наук. праць, вип №29, частина 2. Одеса, ОДАБА, 2008. С-257-263.

32. Методичні рекомендації щодо практики застосування міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі

будівництва на теренах Львівщини: «Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва» /М.А.Саницький, О.Р.Позняк, І.В.Бідник та ін. – Львів, 2008 . – 134 с.

33. Напрямки енергозбереження в житлових будинках та удосконалення сучасних систем теплозахисту будівель. Режим доступу: [<http://www.er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/11559/1>]

34. Ратушняк Г. С, Ратушняк О. Г. Управління енергозберігаючими проектами термореновації будівель. Навчальний посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 130 с.

35. Савйовский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. – Харьков: «Ватерпас», 1999. – 287 с.

36. Саницький М. А. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 236 с.

37. Системи із жорстким закріпленням утеплювача в стіні. Електронний ресурс:Режим доступу: [<http://www.aspectplus.com.ua/content/view/82/60/lang,ua/>]

38. Хоменко В.П., Фаренюк Г.Г. Справочник по теплозащите зданий. К.: Будівельник, 1986. – 216 с.