

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ  
 КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА  
 (повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

другий (магістерський)  
 (рівень вищої освіти)

на тему «Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд.»

Виконав: студент 2 курсу, групи БУД 18-1мз  
 спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
 (код і назва спеціальності)

освітньої програми «Міське будівництво та господарство»  
 (код і назва освітньої програми)

Зарецька Г.С.  
 (ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н. Сьомчина М.В.  
 (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Федченко О.І.  
 (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Будівництва та цивільної інженерії  
 Кафедра Міського будівництва і господарства  
 Рівень вищої освіти другий рівень (магістерський)  
 Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
 (код та назва)  
 Освітня програма Міське будівництво та господарство  
 (код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри А.В. Бончук  
 « 03 » 09 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Зарецька Ганна Євгенівна  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) «Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд»  
 керівник роботи Сьомчина Марія Володимирівна, к.т.н., доц.  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від «10» вересня 2019 року № 1543-с

2 Строк подання студентом роботи 08.01.2020

3 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати та узагальнити методичні підходи спрямовані на підвищення енергетичної ефективності будівель і споруд; проаналізувати нормативну базу та результати досліджень щодо сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності будівель і споруд; навести заходи та приклади впровадження сучасних методів розрахунку енергетичної

ефективності; розробити рекомендації що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень). Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обчислень наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів дослідження.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сьомчина М.В., доц.		
2	Сьомчина М.В., доц.		
3	Сьомчина М.В., доц.		
4	Сьомчина М.В., доц.		

1 Дата видачі завдання 03.09.2019

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1.	Розділ 1 Сучасний стан питання та завдання дослідження	20 жовтня	
2.	Розділ 2 Методика визначення енергетичної ефективності будівель та споруд	15 листопада	
3.	Розділ 3 Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності	10 грудня	
4.	Розділ 4 Охорона праці та техногенна безпека у будівництві	25 грудня	
	Попередній захист	8 січня	

Студент (підпис) Зарецька Г.Є. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) (підпис) Сьомчина М.В. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер (підпис) Фостащенко О.М. (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Зарецька Г.Є. Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник М.В. Сьомчина Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра міського будівництва та господарства, 2020.

Наведені сучасні методи розрахунку енергетичної ефективності об'єкта та розроблені рекомендації щодо розрахунку основних показників, які визначають енергетичну ефективність будівель і споруд.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ, ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ.

## ABSTRACT

Zaretskaya A.E. Measures to increase the level of energy efficiency of buildings and structures.

Qualification final work for obtaining a higher education degree of a master in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific adviser M.V. Semchyna Faculty of Civil Engineering and Civil Engineering, Department of Urban Construction and Economics, 2020.

Modern methods for calculating the energy efficiency of an object are presented and recommendations are developed for calculating the main indicators that determine the energy efficiency of buildings and structures.

Key words: ENERGY EFFICIENCY BUDIVEL I SPORUD, ENERGOZBERIGAYUCHI DESIGN, ENERGOEKONOMICHNIST, EFFECTIVE WARMING SYSTEMS.

## АНОТАЦІЯ

Зарецкая А.Е. Мероприятия по повышению уровня энергетической эффективности зданий и сооружений.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель М.В. Семчина Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра городского строительства и хозяйства, 2020.

Приведены современные методы расчета энергетической эффективности объекта и разработаны рекомендации по расчету основных показателей, определяющих энергетическую эффективность зданий и сооружений.

Ключевые слова: ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УТЕПЛЕНИЯ.

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Abstract .....	3
Анотация .....	4
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	10
1.1 Дослідження з вирішення питань рівня енергетичної ефективності будівель та споруд .....	10
1.2 Нормативно – правові документи у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель та споруд .....	16
1.3 Енергетична класифікація будівель та споруд .....	24
1.4 Показники для оцінки енергетичної ефективності .....	29
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД .....	33
2.1 Основні положення методики з визначення енергетичної ефективності будівель та споруд .....	33
2.2 Питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води .....	38
2.2.1 Питоме енергоспоживання при опаленні .....	39
2.2.2 Питоме енергоспоживання при охолодженні .....	45
2.2.3 Питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води.....	49
2.3 Питоме енергоспоживання систем вентиляції .....	54
2.4 Розрахунок питомого енергоспоживання при освітленні.....	56

2.5	Визначення енергетичної ефективності будівлі, приміщення якої мають різне функціональне призначення .....	58
2.6	Визначення класу енергетичної ефективності будівлі .....	60
<b>РОЗДІЛ 3 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ .....</b>		
<b>3.1 Заходи з енергозбереження та підвищення енергоефективності у житловому фонді .....</b>		
3.1	у житловому фонді .....	62
<b>3.2 Приклад розробки заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності .....</b>		
3.2	Приклад розробки заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності .....	69
3.2.1	Конструктивні рішення .....	69
3.2.2	Характеристика інженерних систем .....	76
3.2.3	Вентиляція .....	78
3.2.4	Електропостачання.....	79
3.2.5	Базове енергоспоживання .....	84
3.3	Енергоефективні заходи .....	87
3.4	Рекомендації щодо енергетичної ефективності будівель .....	109
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА .....</b>		
4.1	Вимоги пожежної безпеки для зовнішнього утеплення фасадів.....	113
4.2	Утримання будівель, приміщень та споруд .....	114
<b>ВИСНОВКИ .....</b>		
<b>121</b>		
<b>Додаток 1 .....</b>		
<b>122</b>		
<b>Додаток 2 .....</b>		
<b>126</b>		
<b>Додаток 3 .....</b>		
<b>128</b>		
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....</b>		
<b>129</b>		

## ВСТУП

*Актуальність проблеми.* В останні роки питання підвищення енергоефективності, реалізації політики енергозбереження в Україні набули особливої актуальності і безпосередньо пов'язані з енергобезпекою країни.

Вчені та фахівці з різних галузей в ході численних семінарів, конференцій, виставок так і міжнародних заходів, активно обговорюють різні аспекти цієї проблеми. Пропонується велика кількість технічних рішень, законодавчих ініціатив, економічних і соціальних перетворень.

Однією з основних тенденцій сучасного проектування є активне впровадження методів розрахунку енергетичної ефективності.

У даній роботі зроблена спроба показати існуючі сучасні методи розрахунку енергетичної ефективності та розробити заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Випускна робота виконана відповідно з планами науково-дослідних робіт кафедри міського будівництва та господарства Запорізького національного університету.

*Метою роботи* є розробка заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд та методів розрахунку.

Розрахунок енергоефективності є частиною методики, що допомагає вирішити одну з найгостріших проблем у світі на сьогоднішній день - проблему раціонального використання енергоресурсів. Для вирішення завдань енергозбереження може застосовуватися безліч сучасних енергоефективних технологій. Щоб з усіх можливих варіантів вибрати найбільш вдалий рішення для кожної конкретної ситуації, в першу чергу проводять енергоаудит об'єкта і виконують розрахунок енергоефективності.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачене рішення наступних задач:

- проаналізувати та узагальнити методичні підходи спрямовані на підвищення енергетичної ефективності будівель і споруд;
- проаналізувати нормативну базу та результати досліджень щодо сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності будівель і споруд;
- навести заходи та приклади впровадження сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності;
- розробити рекомендації що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель.

*Об'єкт дослідження* – заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд.

*Предмет дослідження* є впровадження заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд.

*Методи дослідження.* В процесі опрацювання роботи застосовано метод аналізу та узагальнення; теоретичних досліджень, заснованими на сучасних досягненнях в області теорії та практики створення нових будівельних конструкцій підвищеної теплової ефективності; методи розрахунку енергетичної ефективності згідно сучасних нормативних документів.

*Джерела дослідження.* Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи, збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

*Наукова новизна* одержаних результатів полягає в наступному:

- досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення енергетичної ефективності будівель і споруд;
- проаналізована нормативна база та результати досліджень щодо сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності;
- наведені заходи та приклади впровадження сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності;

- розроблені рекомендації що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель.

*Практичне значення* одержаних результатів полягає у дослідженні та узагальненні методичних підходів спрямованих на підвищення ефективності будівель та споруд; сучасних методів розрахунку енергоефективності об'єкта та розроблених рекомендаціях щодо розрахунку основних показників, які визначають енергетичну ефективність будівельного об'єкту.

Результати запропонованої роботи можуть бути використані всіма учасниками будівельного проекту на стадії його реалізації.

*Особистий внесок автора.* Наведені сучасні методи розрахунку енергетичної ефективності об'єкта та розроблені рекомендації щодо розрахунку основних показників, які визначають енергетичну ефективність будівель і споруд.

*Відомості про апробацію результатів роботи.* Апробація роботи – за результатами досліджень опубліковано тези доповіді на XII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука-2019».

*Відомості про публікації здобувача.* Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд - тези доповіді на XII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука-2019».

*Структура та обсяг магістерської роботи.* Робота складається з вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 139 сторінках, 26 таблиць, 23 рисунка, 4 додатка. Для написання даної роботи використано 102 літературних джерела.

## РОЗДІЛ І СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1 Дослідження з вирішення питань рівня енергетичної ефективності будівель та споруд

Дослідженнями з вирішення питання оцінки енергетичної ефективності будівель та споруд займалися видатні науковці, які оцінювали показники на різних рівнях. Оцінці енергоефективності на рівнях країни, регіону та підприємства присвячені роботи таких вітчизняних науковців, як В.О. Бараннік [1], В.І. Вороненко [5], І. Мазур [43], Г.П. Окаряченко [60], В.В. Опалько [47], В.О. Самборський [62], а також публікації закордонних дослідників С. Шафії (Sahar Shafiei) і Р.А. Саліма (Ruhul A. Salim) [98], В. Моутінью (Victor Moutinho) та М. Робайна (Margarita Robaina) [95].

Проблема енергетичної незалежності для кожної країни залишається питанням власної безпеки та незалежності як суверенної держави. Для оцінки енергетичної незалежності країни, регіону чи підприємства спочатку варто встановити рівень енергоефективності об'єкту, що аналізується. Якщо мова йде про фізичну чи виробничу енергоефективність, то це показник прямого розрахунку, але в економічному аналізі необхідно виокремити такі основні рівні аналізу відповідних показників, як:

- рівень країни;
- рівень регіону;
- рівень підприємства або окремі об'єкти.

На рівні країни використовуються такі макроекономічні показники, як:

- енергоемність ВВП;
- енергоспоживання на душу населення;
- споживання основних видів енергоресурсів на душу населення;
- частка власних паливно-енергетичних ресурсів у загальному постачанні первинної енергії;
- втрати основних видів енергоресурсів під час їх транспортування,

зберігання та розподілу від загального обсягу їх кінцевого споживання;

- питома вага ВДЕ в загальному ВВП;
- відносна частка ВДЕ (за видами) у загальній системі енерговиробництва (споживання);
- інвестиції на одиницю ПЕР;
- екологоємність виробництва енергоресурсів та енергоспоживання.

Перший показник – енергоемність ВВП – останніми роками у своїх працях розглядали В.О. Бараннік (2015 р.) [1], Л.Г. Мельник (2015 р.) [44] та В.В. Опалько (2016 р.) [47], раніше у своїх прикладних дослідженнях цей показник розглядали І. Мазур (2012 р.) [43] та Л.В. Старченко (2014 р.) [64]. Енергоемність ВВП відображає, яку кількість паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР, т.у.п.) витрачає країна на 1000 дол. США. У розвинутих країнах співвідношення дуже відрізняється від значення цього показника в Україні. Так, наприклад, у 2005 р. енергоемність ВВП в Україні становила 0,45 т у.п./1000 дол., в 2010 р. – 0,47 т у.п./1000 дол., а в 2012 р. – 0,36 т у.п./1000 дол. [1]. Водночас цей показник в більш розвинених країнах є набагато меншим.

Другий показник, енергоспоживання на душу населення, відображає середню кількість споживання ПЕР на особу в межах країни. В академічній літературі цей показник використовується за двома напрямками: так, наприклад, у працях В.В. Опалько [47] та Г.П. Окаряченко [60] він використаний як показник розрахунку енергоефективності, а в роботі В.О. Самборського [62] – представлений для розрахунку енергетичної безпеки країни. Однак використання цього показника має свої обмеження – у розрахунку середнього споживання цей показник не відображає тих споживачів, які використали максимальну та мінімальну кількість енергії (граничні споживачі). Використовуючи цей показник на регіональному рівні, можна виявити цих граничних споживачів та розрахувати показник.

У своїх дослідженнях С. Шафії (Sahar Shafiei) і Р.А. Салім (Ruhul A. Salim) [98], а також В. Моутінью (Victor Moutinho) і М. Робайна (Margarita

Robaina) [95] аналізують зв'язок показників ВВП на душу населення з рівнем викидів CO<sub>2</sub> та взаємозв'язки між ВВП з ВДЕ. Їхні дослідження довели взаємозалежність між ВВП і ВДЕ та необхідність подальшого аналізу цього співвідношення. Ми розглядаємо зростання питомої ваги ВДЕ як маркер розвитку енергетичного сектору і водночас як маркер інвестицій в енергетичну безпеку та енергетичну незалежність країни. Восьмим показником є інвестиції на одиницю ПЕР. Варто уточнити, що мова йде про інвестиції у паливно-енергетичний сектор, а не про загальні інвестиції. Цей показник відображає не ефективність інвестицій, а лише їх обсяг на момент економічного аналізу, але має бути досліджений у динаміці. Мова йде про заміну старого обладнання або його модернізацію, введення в експлуатацію нових виробництв енергії, моніторинг та проведення заходів з метою регулювання витрат ПЕР. Цей показник має певний недолік, оскільки статистична інформація щодо інвестицій, які надходять до паливно-енергетичного сектору, може бути надана відділом статистики, але їх розподіл та цільове призначення в межах окремих підприємств відстежити дуже складно. Тобто важко сказати, куди були спрямовані отримані інвестиції – на модернізацію обладнання чи покриття минулих заборгованостей. Показник екологічності виробництва енергетичних ресурсів та енергоспоживання забезпечує оцінку впливу навантаження виробництв на екосистему та у разі використання його в моделі економічного аналізу буде враховувати пріоритети сталого розвитку. Цей показник у своїх прикладних дослідженнях використовували Л.Г. Мельник [44], В.І. Вороненко [5] та І.М. Сотник [63]. При цьому Л.Г. Мельник та І.М. Сотник використовували його для аналізу державного та регіонального рівнів, а В.І. Вороненко – на регіональному та рівні підприємства. У своїх працях С. Шафії (Sahar Shafiei) і Р.А. Салім [98], В. Моутінью (Victor Moutinho) та М. Робайна [95] підтверджують практичними дослідженнями, що підвищення відносної частки ВДЕ у ВВП сприяє зменшенню навантаження на навколишнє середовище. Регіональний розріз показників енергоефективності є відзеркаленням аналізу на рівні країни за винятками

того, що замість ВВП використовується ВРП, кількість населення розраховується в межах регіону. Але ми вважаємо доцільним додати до аналізу показники електрозабезпечення на душу населення регіону та теплозабезпеченість на одиницю житлової площі.

Таким чином, систему показників, які розглянуті вище, можна оформити у таку двомірну систему (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Двомірна система показників енергоефективності на рівні країни та регіону

Система показників енергоефективності країни	Система показників енергоефективності регіону
Спільні показники	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– енергоємність ВВП;</li> <li>– енергоспоживання на душу населення;</li> <li>– споживання основних видів енергоресурсів на душу населення;</li> <li>– втрати основних видів енергоресурсів під час їх транспортування, зберігання та розподілу від загального обсягу їх кінцевого споживання;</li> <li>– питома вага ВДЕ в загальному ВВП;</li> <li>– інвестиції на одиницю ПЕР;</li> <li>– екологічність виробництва енергоресурсів та енергоспоживання</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– енергоємність ВРП;</li> <li>– енергоспоживання на душу населення регіону;</li> <li>– споживання основних видів енергоресурсів на душу населення регіону;</li> <li>– втрати основних видів енергоресурсів під час їх транспортування, зберігання та розподілу від загального обсягу їх кінцевого споживання – питома вага ВДЕ в загальному ВРП;</li> <li>– інвестиції на одиницю ПЕР;</li> <li>– екологічність виробництва енергоресурсів та енергоспоживання</li> </ul>
Специфічні показники	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– частка власних паливно-енергетичних ресурсів у загальному постачанні первинної енергії;</li> <li>– відносна частка ВДЕ у загальній системі енерговиробництва</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– енергоємність муніципальних бюджетів – показники електрозабезпечення на душу населення регіону;</li> <li>– теплозабезпеченість на одиницю житлової площі.</li> </ul>

Група специфічних показників містить обсяги електрозабезпечення та теплозабезпечення, які відображають відповідно електрозабезпечення – кількість електричної енергії, яка споживається на душу населення; та теплозабезпечення – обсяг споживання теплової енергії на одиницю

житлової площі. Ці показники варто порівнювати з показниками інших регіонів для виявлення регіональної специфіки та диспропорцій споживання. Наш аналіз дав змогу розмежувати показники на спільні та специфічні. Такий принцип розмежування зумовлений схожим принципом розрахунку спільних показників, як у разі з енергоємністю ВВП/ВРП чи питомою вагою ВДЕ у ВВП/ВРП та ін. Відповідно до таблиці 1.1 спільні показники однакові за розрахунком, але використовують ВВП у разі рівня країни та ВРП у разі оцінки регіону. Специфічні показники відокремлені нами з причини їх унікальності на своєму рівні оцінки. Так, наприклад, відносна частка ВДЕ у загальній системі та частка власних ПЕР у загальному постачанні відображають ситуації на рівні країни.

Аналіз цих показників на регіональному рівні може дати суперечливі дані у разі, коли певний регіон не має власних ПЕР, а використання ВДЕ є недоцільним, що зумовлено особливостями регіону, водночас країна забезпечує цей регіон ПЕР за рахунок інших регіонів. Що стосується теплозабезпеченості, електрозабезпеченості та енергоємності муніципальних бюджетів, то ці специфічні показники спрямовані на оцінку регіонального рівня, і їх розрахунок є доцільним на регіональному рівні для подальшого порівняння з умовно схожими регіонами-сусідами з урахуванням географічної віддаленості регіонів, максимально низької та високої температури, ландшафту, житлової площі на душу населення, урбанізації та ін. Розрахунок енергоефективності на рівні підприємства чи окремих об'єктів відрізняється від рівнів регіону та країни – до його складу входять такі показники, як:

- енергоємність продукції;
- екологоємність виробництва;
- витрати умовного палива на теплозабезпечення одиниці площі підприємства;
- забезпечення тепловою енергією, виробленою на власних потужностях, власних потреб;

- питома вага енергії, отриманої від ВДЕ, у спожитій енергії (за наявності ВДЕ). Разом показники енергоефективності підприємства відображають стан та ефективність енергетичної системи підприємства. Такий показник, як витрати умовного палива на теплозабезпечення є важливим складником витрат на великих виробничих підприємствах. Певні підприємства вирішують цю проблему власними силами, а саме – виробництвом теплової енергії на власних потужностях. На нашу думку, висновок з аналізу енергоефективності країни чи регіону опосередковано відображає рівень енергетичної незалежності відповідно країни чи регіону. Поняття енергетичної незалежності не є тотожним енергоефективності. На рівень енергетичної незалежності, як, до речі, і на рівень енергетичної безпеки, впливає залежність від постачальника енергії. Наявність на енергетичному ринку лише одного постачальника енергії свідчить про енергетичну залежність, навіть у разі високих показників енергетичної ефективності. Таким чином, у межах моделі конкуренції за М. Портером (Michael Porter) [97] енергетичний ринок має високий рівень влади постачальників за низького рівня влади споживачів.

Значимість проведення досліджень з енергозбереження, енергоефективності та термомодернізації будівель та їх конструкцій в регіональних умовах експлуатації набула особливої актуальності з початку 90-х років минулого сторіччя в зв'язку з усе зростаючою диференціацією темпів економічного розвитку України і необхідністю більш ефективного використання матеріально-технічних ресурсів на регіональному рівні. Новий імпульс до широкого розгортання досліджень у даному напрямку було дано в 2006 р. відомими змінами норм теплотехнічного проектування огорожуючих конструкцій (ДБН В.2.6-31:2006). На будівельний ринок країни ринув потік матеріалів, що імпортуються з-за кордону або виготовлених на спільних виробництвах теплоізоляційних матеріалів і виробів, будівельних технологій теплового захисту будівель, основу яких склали ефективні, але дорогі спучені пластмасові і волокнисті мінеральні



матеріали, інші виробничі вироби органічної хімії [31] і складаються з них конструкції утеплення будівель [1, 72].

Поступово став розширюватися фронт досліджень по розробці вітчизняних ресурсо-енергозберігаючих будівельних технологій і помітно зростати обсяг випуску ефективних місцевих будівельних, в тому числі теплоізоляційних матеріалів [17].

Вітчизняними вченими та фахівцями стали пропонуватися нові, апробовані в регіональних умовах ефективні конструкції теплового захисту будівель [42] і розроблятися техніко-економічне обґрунтування щодо їх використання [40].

Дослідницька робота цілого ряду вчених присвячена визначенню розрахункових критеріїв необхідної теплозахисту будівель [35, 57, 60] та вдосконаленню методів теплотехнічного розрахунку огорожуючих конструкцій [26, 28, 30, 61]. Аналіз результатів досліджень цих авторів свідчить, що реалізація основних завдань по економії теплової енергії в будівлях може бути ефективно здійснена на базі надійних і досить точних методів теплотехнічного розрахунку за умови обґрунтованого вибору розрахункових параметрів, врахування особливостей розвитку будівельного комплексу, умов експлуатації будівель і їх огорожувальних конструкцій, а також кліматичних впливів у районі будівництва.

1.2 Нормативно – правові документи у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель та споруд

Президент підписав Закон від 22.06.2017 N 2118-VIII "Про енергетичну ефективність будівель", який визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях. Цей Закон регулює відносини, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель, з метою підвищення рівня енергетичної

ефективності будівель з урахуванням місцевих кліматичних умов та забезпечення належних умов для проживання та/або життєдіяльності людей у таких будівлях. Зокрема, Законом передбачено мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та визначено засади сертифікації енергетичної ефективності будівель. Сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою для:

- об'єктів будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, що визначаються відповідно до Закону "Про регулювання містобудівної діяльності";

- будівель державної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади;

- будівель з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, у всіх приміщеннях яких розташовані органи місцевого самоврядування (у разі здійснення ними термомодернізації таких будівель);

- будівель, в яких здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка та яка має наслідком досягнення класу енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі.

Сертифікація енергетичної ефективності об'єктів будівництва здійснюється на замовлення та за рахунок замовника. Сертифікація енергетичної ефективності здійснюється енергоаудитором, який є незалежним, не має конфлікту інтересів та прямо чи опосередковано не заінтересований у результаті сертифікації. Сертифікація енергетичної ефективності об'єктів будівництва протягом двох років з дня набрання чинності цим Законом може здійснюватися інженерами-проектувальниками, які не є енергоаудиторами. За результатами сертифікації енергетичної ефективності складається енергетичний сертифікат. Також Законом встановлено адміністративну відповідальність за порушення вимог

законодавства у сфері енергетичної ефективності будівель. Закон набирає чинності з дня, наступного за днем його опублікування, та вводиться в дію через 12 місяців з дня набрання ним чинності, за винятком окремих положень, які вводяться в дію з 1 липня 2019 року.

У країнах Єдиної енергетичної системи (ЄЕС) і Європейською економічною Комісією ООН переглянуто і введено в дію нові стандарти і норми з енергозбереження, посилення нормативних вимог до теплозахисту житлових будівель відбулося на початку 80-х років [22, 72, 77, 80, 81, 86].

З критичним аналізом опублікованих в 2006р. норм по теплотехнічному проектуванню огорожуючих конструкцій та на необґрунтованість вимог ДБН В.2.6-31:2006 з обов'язкового підвищення рівня теплозахисту зовнішніх стін будівель, що реконструюються до вимог II-го етапу виступив ряд видних учених і фахівців ( Іванов Г.С., Гагарін В.Г., Маклакова Т.Т., Дешко Е.Л. та ін.). Виконана Гагаріним В.Г. оцінка економії енергії на опалення будівель від виконання вимог «Змін № 3» показала, що досягається при цьому економія за "10 найближчих років не перевищить 12% від енергії, що затрачується на опалення житлового фонду в країні і не перевищить 2-3% від потенціалу енергозбереження в житлово-комунальному секторі народного господарства країни ". Він підкреслював, що реалізація цих вимог послужить причиною істотного подорожчання і зниження обсягів будівництва, зниження довговічності будівель та їх конструкцій, що обгороджують, ліквідації ряду вітчизняних підприємств.

Маклакова Т.Г. [80] зазначає, що перехід з 2006 р. на новий ДБН стався без системного обліку всіх супутніх обставин і їх впливу на проектні рішення житлових будинків.

У новітньому виданні ДБН по тепловому захисту будівель [12] враховано ряд висловлених критичних зауважень по оцінці необхідного рівня теплового захисту будівель. Останній регламентується визначати або за величиною приведенного опору теплопередачі, або за показником питомої величини теплової енергії на опалювання будівлі.

З 1 жовтня 2015р. набув чинності національний стандарт ДСТУ-Н Б В. 3.2-3: 2014 «Керівництво по виконанню термомодернізації житлових будинків».

Впровадження стандарту спрямовані на:

- забезпечення зменшення енерговитрат на зміст житлових будинків;
- економію енергоресурсів;
- збільшення термінів експлуатації будівель;
- зменшення витрат коштів на утримання будинків.

Основним завданням документу є: встановлення переліку і порядку проведення робіт по комплексній термомодернізації житлових будинків; встановлення переліку і вимог до документації, необхідної для проведення комплексної термомодернізації; встановлення вимог до організацій, які виконують капітальний ремонт і реконструкцію будівель і споруд, роботи по утепленню конструкцій будівель і споруд, ремонт і реконструкцію інженерних мереж; встановлення основних правил експлуатації будівель після їх термомодернізації; гармонізація стандарту діючим нині державними, міждержавними, міжнародними стандартами по утепленню будинків, модернізації мереж енергопостачання.

Енергетична паспортизація житлових і громадських будівель діє в Україні з 01.04.2007 р. після введення нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». Складання енергетичного паспорта будівель до 2009р. було факультативним. З 01.01.2009 р. енергетичний паспорт є обов'язковою складовою проектної документації для житлових і громадських будівель при новому будівництві і реконструкції. З 01.07.2008 р. введений в дію ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2008 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорти будинків при новому будівництві та реконструкції», де розкриті методичні положення, необхідні для розрахунку параметрів енергетичного паспорта.

Стандарт є розвитком положень ДБН В.2.6-31 відносно оцінок параметрів енергетичної ефективності будівель і споруд.

Положення, що встановлюються в стандарті, дозволяють визначати величини розрахункових параметрів і скласти розділ проектної документації, що стосується реалізації вимог по енергозбереженню і оцінки енергетичної ефективності будівель згідно ДБН А.2.2-3-2004.

Енергетичний паспорт має бути включений як окремий документ до складу розділу проектної документації, що стосується реалізації вимог по енергозбереженню і оцінки енергетичної ефективності будинку.

Енергетичний паспорт будинку складають проектні організації, що мають відповідні ліцензії, під час:

- розробки проекту і прив'язки його до умов конкретного будівельного майданчика на стадії "Робочий проект" або "Робоча документація" залежно від категорії складності будівлі;

- здача об'єкту будівництва в експлуатацію з урахуванням відхилень від первинних проектних рішень, погоджених під час авторського нагляду за будівництвом будинку. При цьому враховуються дані технічної документації (виконавчі креслення, акти на приховані роботи, паспорти, довідки, надані приймальними комісіями і так далі); підсумки поточних і цільових перевірок дотримання теплотехнічних характеристик будівельного об'єкту, відповідності інженерних систем шляхом технічного і авторського нагляду, контролю, що виконується Державною архітектурно-будівельною інспекцією, робочими комісіями і так далі; за результатами виявлених відхилень від проекту, відсутності необхідної технічної документації, наявності будівельного браку і так далі. Замовник і Державна архітектурно-будівельна інспекція можуть вимагати проведення експертизи, включаючи натурні визначення теплотехнічних показників конструкцій, що захищають, удома акредитованими лабораторіями відповідно до існуючої нормативної бази;

- експлуатації, вибірково після річної експлуатації будівлі за результатами енергетичного аудиту будинку, проведеного ліцензованими організаціями і установами;

- експлуатації, обов'язково після завершення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будинку (конструкцій, що захищають) і її елементів;

- експлуатації, обов'язково після порушень встановлених умов експлуатації будівлі, які супроводжуються ушкодженнями конструкцій, що захищають, в цілому або їх складових.

Енергетична паспортизація будівель передбачає привласнення будинку відповідного класу енергетичної ефективності.

У ДБН В. 2.6-31:2006 і ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 встановлене 6 класів енергетичної ефективності будинку (таблиця 1.2). Наявність 6-ти класів на шкалі маркіровки надає можливість уніфікації обґрунтованих заходів, що відповідають економічно, по економії енергії у будинках, різних по періоду будівництва, конструктивним і інженерним рішенням, нормам проектування, умовам експлуатації, а також оцінки інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) і експлуатації будівель.

Клас енергетичної ефективності будинку встановлюють при проектуванні, введенні будинку в експлуатацію і за даними контролю і оцінки фактичного рівня тепловитрат на опалювання експлуатованого будинку. Цей клас може бути уточнений за результатами експлуатації і впровадження заходів по енергозбереженню.

Клас енергетичної ефективності будинку позначається латинськими буквами «А», «В», «С», «D», «Е», «F»; причому буква «А» відповідає будинкам з найкращими показниками енергетичної ефективності, а «F» - будинкам, що мають найгірші показники.

У основу класифікації будівель по енергетичній ефективності покладений рівень відносного відхилення розрахункових і нормативних значень питомої витрати теплової енергії на опалювання. Вимоги до класу енергетичної ефективності будинку встановлюються Замовником в завданні на

проектування і реалізуються при проектуванні у відповідних розділах проекту.

Для будинків, які проектуються, необхідно приймати клас не нижче чим «С». При цьому відповідність нормативним вимогам ДБН В. 2.6-31:2006 має бути підтвержене після завершення будівництва. Це положення пояснюється тим, що в процесі будівництва будинку зазвичай відбуваються відступи від проекту, наприклад, заміна одного матеріалу на інший або зміна конструктивних рішень. Як правило, такі відступи мають бути санкціоновані проектною організацією. Проте в практиці будівництва бувають випадки, коли будівельна організація здійснює несанкціоновані відступи від проекту. Тому при здачі побудованого будинку в експлуатацію норми вимагають від проектною організації повторного заповнення енергетичного паспорта з тією ж метою, що і при розробці проекту.

Класифікація існуючих будівель повинна здійснюватися за результатами енергоаудиту та приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Класифікація будівель по енергетичній ефективності

Класи енергетичної ефективності будівлі	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловтрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	Мінус 50 і менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до плюс 5
D	Від плюс 6 до плюс 25
E	Від плюс 26 до плюс 75
F	Плюс 76 та більше

Енергетична паспортизація будівель є обов'язковою умовою забезпечення їх енергоефективності.



Рисунок 1.1 - Алгоритм послідовності розрахунку параметрів енергетичного паспорта

### 1.3 Енергетична класифікація будівель та споруд

Класи енергетичної ефективності. Відповідно до класифікації ДБН В.2.6-31 встановлено 6 класів енергетичної ефективності будинку. Наявність 6-ти класів на шкалі маркування надає можливість уніфікації відповідних економічно обґрунтованих заходів із заощадження енергії в будинках, різних за періодом будівництва, конструктивними та інженерними рішеннями, нормами проектування, умовами експлуатації, а також оцінки інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) та експлуатації будинків. Клас енергетичної ефективності будинку позначається латинськими літерами "A", "B", "C", "D", "E", "F"; причому літера "A" відповідає будинкам з найкращими показниками енергетичної ефективності, а "F" – будинкам, що мають найгірші показники.

В основу класифікації будинків за енергетичною ефективністю покладено рівень відносного відхилення розрахункових та нормативних значень питомих витрат теплової енергії на опалення (таблиця Ф4 ДБН В.2.6-31). Для будинків, що проектуються, приймається клас не нижчий "С". У випадку отримання результатів, які відповідають класам "D", "E", "F", необхідно розробити заходи щодо підвищення енергоефективності будинку з доведенням до класу, не нижче "С", для чого здійснюється відповідний запис до розділу "Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку" енергетичного паспорта. Висновки можуть містити кілька варіантів технічних рекомендацій щодо рентабельності запропонованих заходів із підвищення рівня енергозбереження. При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку необхідно виконувати вимоги 1.15 ДБН В.2.6-31 щодо забезпечення терміну ефективної експлуатації складових теплоізоляційної оболонки будинку, який встановлюється за мінімальним терміном ефективної експлуатації шару теплової ізоляції її елементів. Енергетичний паспорт будинку розробляється для підтвердження

відповідності показників енергетичної ефективності будинку вимогам ДБН В.2.6-31 та складається за формою, яку наведено у ДБН В.2.6-31.

Склад показників енергетичного паспорта будівлі. Енергетичну ефективність будинку визначають такі показники:

- питоми тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період  $q_{\text{буд}}$ , кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>];
- загальний коефіцієнт теплопередачі  $K_{\text{буд}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- приведений коефіцієнт теплопередачі  $k_{\text{кпр}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- умовний коефіцієнт теплопередачі  $k_{\text{кінф}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), що враховує тепловтрати ції;
- середня кратність повітрообміну;
- коефіцієнт скління фасадів;
- показник компактності будинку.

Енергетичний паспорт повинен містити три аспекти енергетичної ефективності будівель: доказ відповідності проекту нормативним вимогам, контроль енергоефективності в процесі експлуатації, мотивація власників будинків до зниження енергоспоживання. Крім того, цей документ повинен підтверджувати енергетичну якість будинку при оцінці його вартості на ринку житла.

Починати процес підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд треба з енергетичного аудиту, у результаті якого може бути визначений комплекс заходів щодо підвищення енергоефективності, етапи та послідовність їх здійснення, окупність витрат [21].

Приведення існуючої будівлі лише до мінімальних сучасних вимог з утеплення та вимог до інженерних систем дозволяє заощадити 50-60% на опалення й гаряче водопостачання. Підвищенню теплоізоляції будівлі сприяє утеплення зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над підвалом, а також заміна застарілих вікон та дверей на енергоефективні. Модернізація інженерних систем включає удосконалення систем електропостачання, теплопостачання та гарячого водопостачання.

### 1. Визначення:

- загальних будівельних даних об конфігурації і орієнтації будівлі, його поверховість і об'єм, площу зовнішніх конструкцій, що захищають, площу підлоги опалюваних приміщень;
- кліматичних характеристик району будівництва, у тому числі вичерпні дані про опалювальний період і розрахункову температуру внутрішнього повітря;
- даних про системи підтримки мікроклімату приміщень і способи їх регулювання залежно від зміни кліматичних дій, інших джерел вступу теплової енергії у будинок і інженерних систем будівлі;
- проектних даних об теплоізоляції будинку і енергетичні параметри - значення приведенного опору теплопередачі, як окремих елементів, так і теплоізоляційної оболонки будівлі в цілому;
- звідних енергетичних параметрів будинку - питомі витрати енергії на опалювання будинку;
- відповідності теплотехнічних і енергетичних параметрів будинку нормативним вимогам.

### 2. Установка:

- змін (об'ємно-планувальних, конструктивних, систем підтримки мікроклімату) побудованого будинку в порівнянні з проектом;
- фактичних параметрів енергоспоживання і теплотехнічних показників будівлі після річного періоду його експлуатації;
- порівняння проектних і експлуатаційних теплотехнічних і енергетичних характеристик.

### 3. Маркіровка:

- присудження категорій енергетичній ефективності з відповідними пільгами або санкціями, енергетична сертифікація будинку;
- розробки заходів по підвищенню енергетичної ефективності.

Енергетичний паспорт по своїй методичній суті базується на двох методиках: методиці теплотехнічного проектування будинку і методиці

контролю енергетичних параметрів експлуатованого будинку. Приведений коефіцієнт теплопередачі будинку, визначений в енергетичному паспорті по ДБН В. 2.6-31:2006, характеризує як трансмісійні, так і інфільтраційні складові тепловтрати будинку. При оцінці енергоспоживання будинку в натурних умовах враховуються не лише витрати тепла, що подається у будинок системою опалювання, але і інші джерела енергії, які виділяють тепло усередині будинку: гаряче водопостачання, електричні освітлювальні і побутові прилади, газові плити.

Нині з введенням обов'язкової паспортизації почали з'являтися програмні продукти для розрахунку енергетичного паспорта, що мають бути інструментом для проектувальника при виконанні відповідних робіт.

У загальних положеннях ДСТУ-Н Б А.2.2-5: 2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції» встановлено, що визначення фактичних значень показників енергетичної ефективності існуючих будівель і привласнення ним класу енергетичної ефективності здійснюється за результатами енергетичних обстежень (енергоаудиту). Енергоаудит повинні проводити незалежні організації і установи, акредитовані в установленому порядку. Який це порядок, і які організації проводять акредитацію? Ні у одному документі не вказується. І далі в ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 наводиться, що у разі отримання результатів (при енергоаудиті), що відповідають класам «D», «E», «F» необхідно розробити заходи по підвищенню енергоефективності будівлі з доведенням до класу не нижче «C», для чого здійснюється відповідний запис в розділ «Виводи за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку» енергетичного паспорта.

Отже, для експлуатованих будинків порядок енергоаудиту, а відповідно і енергетичній паспортизації доки не розроблено. Проте в цьому напрямі відбувається деяка робота пов'язана саме з методичним забезпеченням енергоаудитів.

Для подальшого методичного забезпечення енергетичного аудиту будинків необхідно розробити і прийняти стандарт ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель», а головне законодавчо врегулювати правові і організаційні основи забезпечення енергетичної ефективності об'єктів житлово-цивільного призначення і статус енергетичних аудитів (йдеться про проект Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»).

У світі також існує система оцінки енергетичних показників і маркіровки будинків за цими показниками. Такі системи вже впроваджені в країнах західної Європи, США і спрямовані на стимулювання застосування енергоефективних конструктивних заходів і інженерних систем у будівлях раніше усього громадського, а також житлового призначення. При цьому встановлюються ранжирування будинків по комплексу показників, що характеризують енергоефективність будівлі (рисунок 1.1).

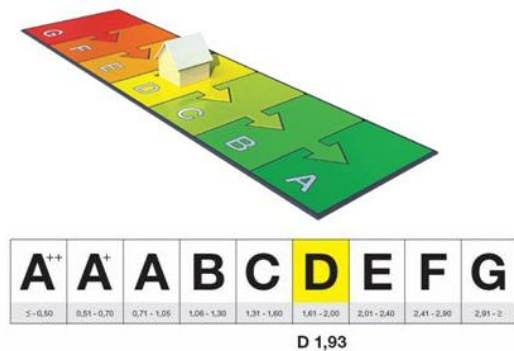


Рисунок 1.1 - Система оцінки енергетичних показників

Для забезпечення європейського оцінки енергоефективності передбачається здійснити відповідну гармонізацію діючої вітчизняної нормативної бази з положеннями європейських нормативів. Про це говориться в Галузевій програмі по енергоефективності у будівництві.

#### 1.4 Показники для оцінки енергетичної ефективності

Крім енергоемності для оцінки енергетичної діяльності використовується комплекс показників, застосовуються кілька критеріїв, які і лягли в основу класифікації підходів до економічної оцінки ефекту енергетичної діяльності. Критеріями зазвичай обираються витрати, втрати, рідше запаси енергоресурсів. Зміна одного з показників і служить основою для визначення отриманого ефекту.

Проаналізувавши та узагальнивши численні джерела [2, 3, 10, 12, 14, ], всі існуючі підходи до економічної оцінки енергетичної діяльності можна класифікувати наступним чином:

Пряма оцінка: Оцінка в абсолютних величинах:

- оцінка в натуральних показниках - витрата, втрати, запаси в тоннах, м<sup>3</sup> у звітний період (QR);

- оцінка у вартісних показниках - витрата, втрати, запаси в ден. од. (QR).

Оцінка у відносних величинах (тільки по витраті):

- оцінка використання енергії (за видами енергоносіїв) - ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту (енергоемність) (QR<sub>уд.</sub>), яка в свою чергу поділяється на:

- кількісну оцінку - кількість енергії на одиницю кінцевого продукту (натуральний показник або у вартісному вираженні);

- якісну оцінку - висока, низька (у літературі зустрічається рідко, наприклад, у Праховник А.В. [80]).

Питомі норми витрат енергоресурсів (енергоемність), в свою чергу, можна класифікувати таким чином. - енергоемність на одиницю обладнання;

- енергоемність на одиницю часу роботи устаткування;

- енергоемність на одиницю енергоспоживання;

- енергоемність на одиницю продукції, при чому питомі норми можуть бути диференційовані за видами продукції (операційні норми), або бути сумарними (укрупненими);

- енергоефективність (енерговіддача) - скільки продукції можна справити на одиницю ресурсу;

- оцінка енергоспоживання обладнанням і порівняння з нормативним.

Непряма оцінка:

розрахунок ефективності заходів щодо зміни енергоспоживання виходячи з - різниці прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства до і після заходів відповідно:

$$\Delta\Pi_t = \Pi_{t+1} - \Pi \quad (1.1)$$

- різниці збитку (для збиткових підприємств):

$$\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y \quad (1.2)$$

- розрахунок ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти:

- розрахунок чистої поточної вартості NPV; являє собою різницю дисконтованих на один момент часу показників прибутку та інвестиційних витрат по деякому проекту, і вона повинна бути позитивною:

$$NPV = \sum_{t=1}^T B_t * V_t - \sum_{t=1}^T C_t * V_t \quad (1.3)$$

де  $B_t$  - прибуток в році  $t$ ;  $C_t$  - інвестиційні витрати в році  $t$ ;  $T$  - тривалість розрахункового періоду (періоду реалізації інвестиційного проекту);  $V_t$  - коефіцієнт дисконтування, який визначається за формулою (1.4)

$$V_t = (1 + r)^{-t} \quad (1.4)$$

- розрахунок рентабельності інвестицій PI (при багаторазовому здійсненні витрат);

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T B_t * V_t}{-\sum_{t=1}^T C_t * V_t} \quad (1.5)$$

З розрахунку PI випливає наступне правило: інвестиційне рішення

повинно прийматися лише у випадку, коли  $PI > 1$ .

- розрахунок внутрішньої норми прибутку або внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій IRR, який розраховується на основі рішення рівняння:

Отриманий показник необхідно порівнювати з іншими процентними ставками з ставкою дисконту, що допомагає визначити, чи має проект сенс із фінансової та економічної точок зору.

Як видно з класифікації, показники енергетичної діяльності характеризують, як правило, витрата енергоресурсів. З оцінки витрат нергоресурсів і порівнянні цих показників з попередніми періодами або з еталоном виникає уявлення про "втрати".

Можна стверджувати, що втрати - це витрати, які перевищують суспільну необхідність, не створюють вартість. У нашому випадку, коли мова йде про недоцільних втратах енергоресурсів, то причиною і синонімом втрат є нераціональне використання енергоресурсів, тобто те, що не лягає в уявлення про цінності продукту, що виготовляють.

Як зазначає Н.С. Бабінцева, процес перетворення енергії у вироблену продукцію можна відобразити за рівнянням:

$$input = output + ew, \quad (1.6)$$

де input – вхідний потік енергії; output – вихідний потік, вироблена продукція; ew – втрати енергії в процесі перетворення.

За співвідношенням окремих складових рівняння (1.6) доцільно визначати ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів.

Енергоефективність – характеристика організаційно-економічної системи, яка визначає її спроможність до вилучення максимально корисного (або мінімально шкідливого) результату від використання паливно-енергетичних ресурсів за умов обмеженості науково-технічних знань, інформації, а також матеріальних і фінансових видів ресурсів.

Однак, треба бачити різницю між такими поняттями як "енергоекономія" і



"енергозбереження". Перше припускає маловитратні заходи по зниженню витрат на ресурси на вході в систему, а енергозбереження передбачає і рециркуляцію, і підвищення корисного витрати ресурсів (а отже і енергоекономії), зниження недоцільних витрат.

На основі зробленого аналізу можна запропонувати наступну формулу для оцінки енергоефекта, як результату енергетичної діяльності:

$$E_n E = f(R, L') \quad (1.7)$$

де R - енергоємність виробництва продукції, яка в свою чергу складається з:

$$R = R_{п.д.} + L_n \quad (1.8)$$

де R<sub>п.д.</sub> - корисна витрата енергоресурсів; а L<sub>n</sub> - неминучі втрати енергоресурсів, обумовлені технологічним процесом (наприклад, потери теплоти з йдуть газом і повітрям, з відпрацьованим паром); L' - недоцільні втрати.

Фактори, що впливають на величину енергоефекта, можна представити таким чином:

Фактори, що впливають на величину енергоємності (R):

- залежні від рівня виробництва (технологічний фактор) - технічні дані обладнання, задані технологічні режими, якість перероблюваної сировини і продукції, що випускається, характер застосовуваної технології виробництва, технічний рівень встановленого обладнання, кваліфікація персоналу і т.д.;

- залежні від роботи виробничого персоналу - завантаження технологічного та енергетичного обладнання за часом, підтримання на необхідному рівні технічного стану обладнання, суворе дотримання заданого режиму технологічного процесу;

- залежні від природних умов виробництва - освітлення, температура навколишнього середовища.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

2.1 Основні положення методики з визначення енергетичної ефективності будівель та споруд

Запропонована методика встановлює механізм визначення енергетичної ефективності будівель, у тому числі:

- перелік показників енергетичної ефективності будівель;
- метод визначення енергетичної ефективності будівель;
- особливості визначення енергетичної ефективності будівель, приміщення яких мають різне функціональне призначення;
- проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів;
- визначення класу енергетичної ефективності будівель.

Терміни, що використовуються у цій Методиці, вживаються у таких значеннях:

- виявлення фактичного стану будівлі - процес оцінки конструктивних параметрів теплоізоляційної оболонки будівлі та її інженерних систем сертифікованими фахівцями з наступним використанням отриманих результатів при встановленні та оцінюванні показників енергетичної ефективності;

- еталонна будівля - будівля, яка відображає типову геометрію та системи будівлі, типові енергетичні характеристики огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки, інженерних систем будівлі, типову функціональність та типову структуру витрат з урахуванням характерних кліматичних умов та географічного розташування;

- клас системи управління/регулювання - оцінений рівень впливу автоматизації будівель і технічного управління будівлею за енергоспоживанням будівлі;

- питома енергопотреба - показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі;

- питоме споживання енергії (питоме енергоспоживання) - показник енергетичної ефективності будівлі, який визначає кількість енергії, що надходить до системи опалення, охолодження, постачання гарячої води, вентиляції або освітлення для задоволення потреб в енергії при опаленні, охолодженні, гарячому водопостачанні, вентиляції або освітленні відповідно, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі/об'єму будівлі;

- показник енергетичної ефективності - числове значення енергетичної характеристики будівлі, яке використовується для ранжування енергетичної ефективності, вимог до енергетичної ефективності та/або для сертифіката.

Інші терміни, використані у цій Методиці, вживаються у значеннях, визначених у Законах України «Про енергетичну ефективність будівель», «Про регулювання містобудівної діяльності».

Показниками енергетичної ефективності для будівель є:

- питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води;
- питоме енергоспоживання при опаленні;
- питоме енергоспоживання при охолодженні;
- питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води;
- питоме енергоспоживання систем вентиляції;
- питоме енергоспоживання при освітленні;
- питоме енергоспоживання первинної енергії;
- питоме енергоспоживання викидів парникових газів.

Показники енергетичної ефективності будівель визначаються розрахунковим методом.

Вихідні дані для розрахунків показників енергетичної ефективності будівель, вимоги до процедури збору та обробки інформації про фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем визначаються відповідно до вимог частини восьмої статті 7 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

Розрахунок питомого енергоспоживання на освітлення є обов'язковим для визначення енергетичної ефективності громадських будівель.

Обов'язкова інформація, що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель:

1. Місцеві кліматичні умови визначається згідно з розділами 5, 6, 7, 9 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» (далі - ДСТУ-Н Б В.1.1-27), додатку А ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні» (ДСТУ Б А.2.2-12).

2. Функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі визначають згідно з проектною документацією чи документацією, складеною за результатами технічної інвентаризації, або паспортом об'єкта, який складається згідно з Порядком проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року № 257.

3. Геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі визначаються згідно з проектною документацією відповідно до вимог розділу 4 ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Розділ «Енергоефективність» у складі проектною документації об'єктів» (далі - ДСТУ Б А.2.2-8) або паспортом будівлі.

У разі відсутності необхідної проектною документації характеристики будівлі визначають за результатами виявлення фактичного стану будівлі

відповідно до розділів 6, 7 та 9 ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки» (EN 15603:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN 15603), розділу 4 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції» (далі - ДСТУ Н Б А.2.2-5), розділів 5 та 7 ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настава з проведення енергетичної оцінки» (далі - ДСТУ-Н Б А.2.2-13), ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження» (EN ISO 13790:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN ISO 13790).

4. Санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі визначаються згідно з нормативно-технічними документами залежно від функціонального призначення будівлі. Допускається визначати розрахункові показники мікроклімату та критерії локального теплового комфорту згідно з розділами 3-9 та додатками А, В, F, G до 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 (EN 15251:2007, IDT)» (далі - ДСТУ Б EN 15251), розділами 3, 4, 5, 6, 7, 8 та додатком А до ДСТУ Б EN ISO 13790, розділом 13 та додатку Г до ДСТУ Б А.2.2-12.

5. Нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та їх елементів (у тому числі обладнання), а також інженерних систем встановлюється згідно з підрозділом 4.19 розділу 4 ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» (далі - ДБН В.2.6-31), розділом 5 ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови» (далі - ДСТУ Б В.2.6-35), підрозділом 6.10 розділу 6 ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» (далі - ДБН В.2.6-33) та

підрозділом 4.6 розділу 4 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будинків» (ДСТУ Б В.2.6-189).

6. Технічні характеристики інженерних систем визначаються згідно з проектною документацією або паспортом об'єкта. За відсутності необхідної документації зазначені характеристики визначаються під час виявлення фактичного стану будівлі.

7. Використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації, та їх вплив на показники енергоефективності будівель враховуються згідно з розділами 14, 15 ДСТУ Б А.2.2-12, розділами 11, 14 та додатком Е до ДСТУ Б EN ISO 13790, додатком G до ДСТУ Б EN 15603.

8. Кондиціонована (опалювана) площа будівлі,  $A_f$ , м<sup>2</sup>, та кондиціонований (опалювальний) об'єм будівлі,  $V$ , м<sup>3</sup>, визначаються в такому порядку:

- кондиціонована (опалювальна) площа будівлі визначається відповідно до наявної проектної документації. У разі відсутності проектної документації кондиціонована (опалювальна) площа визначається як площа поверхів (у тому числі й мансардного, опалюваного цокольного та підвального приміщень) будівлі, яка вимірюється в межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, включаючи площу, що займають перегородки й внутрішні стіни. В кондиціоновану (опалювальну) площу будівлі включаються опалювані сходові клітки, ліфтові та інші шахти з урахуванням їх площі на рівні кожного поверху. В кондиціоновану (опалювальну) площу будівлі не включаються площі теплих горищ і техпідпілля, неопалюваних технічних поверхів, підвалу (підпілля), холодних неопалюваних веранд, сходових клітин, а також холодного горища або його частини, не зайнятої під мансарду. Під час визначення площі мансардного поверху враховується площа з висотою до похилої стелі 1.2 м при нахилі 30° до горизонту; 0.8 м - при 45°-60°; при 60° і більше - площа вимірюється до плінтуса;

- кондиціонований (опалювальний) об'єм будівлі визначається відповідно до наявної проектної документації. У разі відсутності проектної документації

кондиціонований (опалювальний) об'єм будівлі визначається як добуток опалювальної площі поверху на внутрішню висоту, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху. У разі складних форм внутрішнього об'єму будівлі опалювальний об'єм визначається як об'єм простору, що обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, покриття або горіщного перекриття, цокольного перекриття). Для підземних автостоянок кондиціонований (опалювальний) об'єм будівлі обмежується перекриттям над автостоянкою.

## 2.2 Питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води

Питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води розраховується за формулами для житлових будівель визначають за формулою (2.1):

$$EN = (Q_{H,rd} + Q_{C,rd} + Q_{DHW,nd}) / A_f \quad (2.1)$$

Для громадських будівель за формулою (2.2)

$$EN = (Q_{H,rd} + Q_{C,rd} + Q_{DHW,nd}) / V \quad (2.2)$$

де  $Q_{H,rd}$  - річна енергопотреба будівлі на опалення, кВт·год, що визначається згідно з розділами 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 та 14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{C,rd}$  - річна енергопотреба будівлі на охолодження, кВт·год, що визначається згідно з розділами 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 та 14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{DHW,nd}$  - річна енергопотреба будівлі для постачання гарячої води, кВт·год, розраховується за формулою (2.29).

$A_f, V$  - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м<sup>2</sup>, та кондиціонований (опалювальний) об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

### 2.2.1 Питоме енергоспоживання при опаленні

Питоме енергоспоживання при опаленні ( $EP_{H,use}$ ) кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>] розраховується за формулами для житлових будівель за формулою (2.3):

$$EP_{H,use} = Q_{H,use} / A_f \quad (2.3)$$

для громадських будівель за формулою (2.4):

$$EP_{H,use} = Q_{H,use} / V \quad (2.4)$$

де  $Q_{H,use}$  - річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт·год, що розраховується за формулою (2.5);

$A_f, V$  - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м<sup>2</sup>, та кондиціонований (опалювальний) об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>, що визначаються в порядку, встановленому у цієї Методики.

Напрямок розрахунку річного енергоспоживання визначається від енергопотреб ( $QH,nd,i$ ), кВт·год, до джерела енергії ( $QH,gen,out,i$ ), кВт·год, та є протилежним потоку енергії в системі теплозабезпечення. Розрахунок структурується відповідно до компонентів системи теплозабезпечення (тепловіддача, теплорозподілення, акумулювання теплоти, генерування теплоти).

Для кожної функціональної складової системи визначається необхідна на ввіді теплота шляхом додавання розрахованих тепловтрат в ній та теплоти на виході з неї.

Річне енергоспоживання при опаленні ( $QH,use$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.5):

$$Q_{H,use} = EQ_{H,gen,out,i} + EQ_{H,gen,ls,i} \quad (2.5)$$

де  $Q_{H,gen,out,i}$  - енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж  $i$ -го місяця, кВт·год, що розраховується за формулою (2.6);

$Q_{H,gen,ls,i}$  - загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж  $i$ -го місяця, кВт·год, що розраховуються за формулою (2.7).

Період опалення (години) визначається відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

Загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти ( $Q_{H,gen,out,i}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.6):

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i} \quad (2.6)$$

де  $Q_{H,dis,in,i}$  - енергія входу в підсистему розподілення упродовж  $i$ -го місяця, кВт·год, що розраховується за формулою (2.8).

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж  $i$ -го місяця ( $QH,gen,ls,i$ ), кВт·год, розраховуються за формулою (2.7):

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \cdot (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen} \quad (2.7)$$

де  $\eta_{H,gen}$  - показники ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, що приймаються згідно з даними значень сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти, наведених у додатку 1.

У разі наявності джерела теплопостачання з показником ефективності, визначеним у технічній документації на обладнання, яке відрізняється від показників додатку 1, приймається значення, зазначене у технічній документації на обладнання.

Енергія входу в підсистему розподілення упродовж  $i$ -го місяця ( $Q_{H,dis,in,i}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.8):

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,ls,nnd,i} + Q_{H,dis,out,i} \quad (2.8)$$

де  $Q_{H,dis,ls,nnd,i}$  - неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж  $i$ -го місяця, кВт·год, розраховується за формулою (2.9);

$Q_{H,dis,out,i}$  - енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж  $i$ -го місяця, кВт·год, розраховується за формулою (2.12).

Неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж  $i$ -го місяця,  $Q_{H,dis,ls,nnd,i}$ , кВт·год, розраховується за формулою (2.9):

$$Q_{H,dis,ls,nnd,i} = Q_{H,dis,ls,nndl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,nd,i}) \quad (2.9)$$

де  $Q_{H,dis,ls,nndl,i}$  - неутилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.10);

$Q_{H,dis,ls,rbl,i}$  - утилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.10);

$Q_{H,dis,ls,nd,i}$  - утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.11).

Неутилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення, що знаходяться в усіх неопалювальних об'ємах. Утилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення в усіх опалюваних об'ємах.

Тепловтрати підсистем розподілення впродовж  $i$ -го місяця, кВт·год, розраховують за формулою (2.10):

$$Q_{H,dis,ls,rbl,i} = \sum \psi_{L,j} \cdot (\theta_{mi} - \theta_{ij}) \cdot L_j \cdot t_{op,on,i} \quad (2.10)$$

$\psi_{L,j}$  - лінійний коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го трубопроводу, кВт/(м·К), визначається відповідно до типових значень лінійного коефіцієнта теплопередачі  $\psi$ , Вт/(м·К), для нових та існуючих будівель, наведених у додатку 2;

$\theta_{mi}$  - середня температура теплоносія в зоні впродовж  $i$ -го місяця, °С; визначають за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами при середньомісячній температурі зовнішнього середовища відповідного місяця, що визначається згідно з таблицею А.2 ДСТУ Б А.2.2-12;

$\theta_{ij}$  - температура оточуючого середовища впродовж  $i$ -го місяця, °С;

$L_j$  - довжина  $j$ -го трубопроводу, м;

$t_{op,on,i}$  - години опалення впродовж  $i$ -го місяця, години;

$i$  - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами. Утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.11):

$$Q_{H,dis,ls,nd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} \cdot 0,9 \cdot \eta_{H,gen,i} \quad (2.11)$$

де  $\eta_{H,gen,i}$  - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж  $i$ -го місяця розрахований згідно з пунктом 12.2 ДСТУ Б А.2.2-12.

Енергія виходу з підсистеми розподілення впродовж  $i$ -го місяця, ( $Q_{H,dis,out,i}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.12):

$$Q_{H,dis,out,i} = Q_{H,em,in,i} \quad (2.12)$$

$Q_{H,em,in,i}$  - енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж  $i$ -го місяця кВт·год, розраховується за формулою (2.13).

Енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж  $i$ -го місяця ( $Q_{H,em,in,i}$ ), кВт×год, розраховується за формулою (2.13):

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out} + Q_{H,em,ls,i} \quad (2.13)$$

$Q_{H,em,out}$  - енергія виходу підсистеми тепловіддачі за  $i$ -й місяць, кВт·год, розраховується за формулою (2.14);

$Q_{H,em,ls,i}$  - загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення впродовж  $i$ -го місяця, які вважаються 100 % придатними для утилізації, кВт·год, розраховуються за формулою (2.15).

Енергія виходу підсистеми тепловіддачі за  $i$ -й місяць дорівнює енергопотребі, розраховується за формулою (2.14):

$$Q_{H,em,out} = Q_{H,nd,i} \quad (2.14)$$

$Q_{H,nd,i}$  - теплота, яку необхідно подати до кондиціонованого об'єму для підтримки температури впродовж визначеного періоду часу, без урахування інженерних систем теплозабезпечення будівлі, кВт×год визначається згідно з підпунктом 7.2.1 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць ( $Q_{H,em,ls,i}$ ), кВт·год, розраховуються за формулою (2.15):

$$Q_{H,em,ls,i} = \left( \frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out} \quad (2.15)$$

$f_{hydr}$  - коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи, що визначається відповідно до коефіцієнтів ефективності, наведених у додатку 3;

$f_{im}$  - коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення;

$f_{im} = 1$  - для постійного теплового режиму;

$f_{im} = 0,98$  - для періодичного теплового режиму з регулюванням без інтегрованого зворотного зв'язку;

$f_{im} = 0,97$  - для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим пуском);

$f_{rad}$  - коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення) і визначається згідно із додатком 3;

$\eta_{em}$  - загальний рівень ефективності для тепловіддавної складової системи у приміщенні розраховується за формулою (2.16):

$$\eta_{em} = \frac{1}{4 \cdot (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})} \quad (2.16)$$

$\eta_{str}$  - складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення, визначається згідно з додатком 3;

$\eta_{ctr}$  - складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення, розраховується згідно з додатком 3;

$\eta_{emb}$  - складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем), визначається згідно з додатком 3.

У разі якщо показники складових загального рівня ефективності нагрівальних поверхонь та гідравлічного налагодження систем ( $f_{hydr}$ ,  $f_{im}$ ,  $f_{rad}$ ,  $\eta_{em}$ ) у технічній документації на обладнання відрізняються від значень показників, наведених у додатку 3, приймається значення, визначене на основі технічної документації на обладнання.

## 2.2.2 Питоме енергоспоживання при охолодженні

Питоме енергоспоживання при охолодженні ( $EP_{C,use}$ ), кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>], розраховується за формулами:

- для житлових будівель за формулою (2.17):

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / A_f \quad (2.17)$$

- для громадських будівель за формулою (2.18):

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / V \quad (2.18)$$

$Q_{C,use}$  - річне енергоспоживання при охолодженні, кВт·год, розраховується за формулою (2.19).

$A_f, V$  - кондиціонувана (опалювана) площа для житлової будівлі, м<sup>2</sup>, та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

Річне енергоспоживання при охолодженні ( $Q_{C,use}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.19):

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,ls} + Q_{C,gen,out} \quad (2.19)$$

$Q_{C,gen,ls}$  - загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховується за формулою (2.20);

$Q_{C,gen,out}$  - енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховується за формулою (2.21).

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання ( $Q_{C,gen,ls}$ ), кВт×год, розраховуються за формулою (2.20):

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} \quad (2.20)$$

$\eta_{C,gen}$  - показник ефективності підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, визначений відповідно до показників річної ефективності (SEER) окремих охолоджувальних машин, наведених у додатку 4.

У разі якщо показники підсистем виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні у технічній документації на обладнання відрізняються від показників, наведених у додатку 4, то приймається значення, визначене на основі технічної документації на обладнання.

Якщо підсистема виробництва/генерування та акумулювання складається більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розрахунки здійснюються окремо для кожної частини з відповідним показником ефективності.

Загальна енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні ( $Q_{C,gen,out}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.21)

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac} \quad (2.21)$$

$Q_{C,dis,in}$  - енергія входу в підсистему розподілення, кВт×год, визначена згідно з формулою (2.22).

$\eta_{C,ac}$  - ефективність автоматичного управління/регулювання, залежно від класу ефективності системи управління/регулювання приймають наступні значення:

для систем класу A -  $\eta_{C,ac} = 0,99$ ;

для систем класу B -  $\eta_{C,ac} = 0,93$ ;

для систем класу C -  $\eta_{C,ac} = 0,88$ ;

для систем класу D -  $\eta_{C,ac} = 0,82$ ;

У разі відсутності системи охолодження в будівлі, з метою визначення енергетичної ефективності будівлі приймається значення 0,93 для ефективності автоматичного управління/регулювання ( $\eta_{C,ac}$ ) та значення 2,4 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування.

Період охолодження (години) визначається відповідно до таблиці А.3 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12.

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, визначають за формулою (2.22):

$$Q_{C,dis,in} = \sum_i Q_{C,dis,out,i} / 100 + Q_{C,dis,ls} \quad (2.22)$$

$Q_{C,dis,out,i}$  - енергію виходу для підсистеми розподілення упродовж  $i$ -го місяця, Вт·год, приймають рівною енергопотребі для охолодження у даному місяці  $Q_{C,nd,i}$  та для даної комбінації зон, яку обслуговує та сама підсистема виділення/тепловіддачі та розподілення, Вт·год, визначена згідно з підрозділом 7.2.2 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{C,dis,ls}$  - річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодженого повітря, кВт×год, визначені згідно з формулою (2.23).



Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, кВт×год, визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,ls} = Q_{C,nd} ((1-\eta_{C,oe}) + (1-\eta_{C,oe,sens}) + (1-\eta_{c,d})) \quad (2.23)$$

$Q_{C,nd}$  - річні енергопотребы для охолодження, кВт·год, визначені згідно з розділом 14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$\eta_{C,oe}$  - ступінь утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження приймають згідно з показниками усереднених річних коефіцієнтів систем охолодження, наведених у додатку 5

$\eta_{c,d}$  - ступінь утилізації підсистеми розподілення приймають за даними додатка 5.

Загальне енергоспоживання за наявності центрального попереднього охолодження розраховується за формулою (2.24):

$$Q_{V,pre-cool,use} = Q_{V,pre-cool,gen,out} / \eta_{V,pre-cool,gen} \quad (2.24)$$

$Q_{V,pre-cool,gen,out}$  - загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного повітря, кВт·год, визначена згідно з формулою (2.25);

$\eta_{V,pre-cool,gen}$  - ефективність підсистеми виробництва/генерування системи центрального попереднього охолодження відповідно до додатка 4.

У разі якщо генераційно-акумуляційна підсистема включає охолоджувальні пристрої більш як одного виду, розрахунки необхідно робити по кожній частині окремо і визначати відповідні показники ефективності.

Загальну енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного повітря, кВт·год, розраховують за формулою (2.25):

$$Q_{V,pre-cool,gen,out} = \sum_m (f_{C,m} Q_{V,nd,pre-cool,m} / \eta_{V,sys,pre-cool}) \quad (2.25)$$

$f_{C,m}$  - частка  $m$ -го місяця, що є частиною фактичного періоду охолодження для роботи сезонозалежних технічних засобів, розрахована відповідно до таблиці А.3 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{V,nd,pre-cool,m}$  - енергопотреба для попереднього охолодження для  $m$ -го місяця, кВт·год, розрахована згідно з підпунктом 9.3.2 розділу 9 ДСТУ Б А.2.2-12;

$\eta_{V,sys,pre-cool}$  - загальна ефективність розподілення і тепловіддачі/виділення для системи попереднього охолодження, що приймається відповідно до показників загальної ефективності розподілення і тепловіддачі/виділення для систем попереднього охолодження, наведених у додатку 6.

### 2.2.3 Питоме енергоспоживання при постачанні гарячої води

Питоме споживання енергії при постачанні гарячої води ( $EP_{dhv,use}$ ), кВт×год/м<sup>2</sup>[кВт×год/м<sup>3</sup>], розраховується за формулами (2.26), (2.27):

- для житлових будівель:

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / A_f \quad (2.26)$$

- для громадських будівель:

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / V \quad (2.27)$$

$Q_{DHW,use}$  - річне енергоспоживання будівлею при постачанні гарячої води, кВт·год, розраховується за формулою (2.28);

$A_f, V$  - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м<sup>2</sup>,  
та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>;

Річне енергоспоживання при постачанні гарячої води ( $Q_{DHW,use}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.28):

$$Q_{DHW,use} = (Q_{DHW,nd} + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,ls,col,m} + Q_{W,em/i}) / \eta_{gen} \quad (2.28)$$

$Q_{DHW,nd}$  - енергопотреби гарячого водопостачання, кВт·год, розраховується за формулою (2.29);

$Q_{W,dis,ls}$  - річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води, кВт·год;

$Q_{W,dis,ls,col,m}$  - тепловтрати використаної води при водорозборі, кВт·год, при цьому період постачання гарячої води (години), встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;

$Q_{W,em/i}$  - річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води, кВт·год;

$\eta_{gen}$  - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначається згідно з додатком 1 до цієї Методики. При цьому за наявності джерела тепlopостачання з показником ефективності, що встановлений при виявленні фактичного стану будівлі та є відмінним від показника, визначеного у додатку 1.

Енергопотреба для гарячого водопостачання ( $Q_{DHW,nd}$ ), кВт·год, розраховуються за формулою (2.29)

$$Q_{DHW,nd} = c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0}) \cdot \alpha_x \quad (2.29)$$

$c_w$  - питома теплоємність води, (кДж/кг·°C);

$V_w$  - річний обсяг споживання води, (кг), розраховується за формулою (2.30);

$\theta_{W,del}$  - встановлена температура подачі гарячої води, °C;

$\theta_{W,0}$  - середня річна температура холодної води, яку приймають рівною 10 °C;

$\alpha_x$  - коефіцієнт переведення, кДж, в кВт·год, який приймають рівним  $0,278 \times 10^{-3}$  (кВт·год/кДж);

Річний обсяг споживання гарячої води, ( $V_w$ ), кг, розраховується за формулою (2.30):

$$V_w = q_w \cdot n_m \cdot n_d \cdot \rho_w \cdot 10^{-3} \quad (2.30)$$

$q_w$  - середня за рік добова витрата води, (л/добу), яка визначається згідно Таблиць А.1 та А.2 ДБН В.2.5.-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво» (далі - ДБН В.2.5.-64) або розрахунковим шляхом, враховуючи фактичний обсяг споживання гарячої води, відповідно до показників вузла комерційного обліку, без врахування поставленої гарячої води для потреб басейнів (за наявності);

$n_m$  - кількість розрахункових одиниць споживання гарячої води, вид яких визначається згідно Таблиць А.1 та А.2 ДБН В.2.5.-64:2012, а кількість - згідно з фактичними значеннями;

$n_d$  - кількість діб роботи системи гарячого водопостачання (діб);

$\rho_w$  - густина води за нормальних умов (кг/м<sup>3</sup>).

Річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води  $Q_{W,dis,ls}$ , кВт·год, розраховується за формулою (2.31):

$$Q_{W,dis,ls} = \sum \psi_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot t_w / 1000, \quad (2.31)$$

$Q_{W,dis,ls}$  - річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП, кВт·год;

$\sum \psi_{W,j}$  - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м·К), визначається згідно з додатком 2;

$L_{W,j}$  - довжина секції трубопроводу, м;

$\theta_{W,dis,avg,j}$  - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;

$\theta_{amb,j}$  - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;

$t_w$  - період користування ГВП (години/рік), що встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;

$j$  - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Тепловтрати необхідно розраховувати окремо для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах та опалюваних об'ємах будівлі.

Річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води  $Q_{W,dis,ls,col,m}$ , кВт·год, розраховується за формулою (2.32):

$$Q_{W,dis,ls,col,m} = Q_{W,dis,ls,col,on} + Q_{W,dis,ls,col,off} \quad (2.32)$$

$Q_{W,dis,ls,col,on}$  - тепловтрати трубопроводів протягом періодів циркуляції, кВт·год, визначають за формулою (2.33);

$Q_{W,dis,ls,col,off}$  - тепловтрати трубопроводів протягом періодів відсутності циркуляції, кВт·год, визначають за формулою (2.34).

$$Q_{W,dis,ls,col,on} = \sum Y_{W,i} \cdot L_{W,i} \cdot (\theta_{W,dis,avg,i} - \theta_{amb,i}) \cdot t_{w,on,i} / 1000 \quad (2.33)$$

$$Q_{W,dis,ls,col,off} = \sum \rho_w c_w \cdot V_{W,dis,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot n_{n,orm} / 1000 \quad (2.34)$$

$Y_{W,i}$  - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м·К), визначається згідно з додатком 2;

$L_{W,i}$  - довжина секції трубопроводу, м;

$\theta_{W,dis,avg,j}$  - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;

$\theta_{amb,j}$  - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;

$\rho_w c_w$  - теплоємність води, приймають 1150 Вт·год/(м³·К);

$V_{W,dis,j}$  - об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м³, визначений за допомогою значень довжини та діаметру трубопроводу;

$t_{w,on,i}$  - період циркуляції, години/рік; за відсутності точних даних приймають  $t_{w,on} = 8760$  годин;

$n_{n,orm}$  - кількість робочих циклів циркуляційного насоса протягом року; за відсутності точних даних приймають  $n_{norm} = 1-2$  цикли в день;

$j$  - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Тепловтрати використаної води при водорозборі  $Q_{W,em,i}$  кВт·год, розраховується за формулою (2.35):

$$Q_{W,em,ls} = Q_W \cdot \eta_{eq} / 100 \quad (2.35)$$

$Q_W$  - річні енергопотребы ГВП, кВт·год;

$\eta_{eq}$  - еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води при водорозборі, приймають згідно з даними тепловтрат використаної води

при водорозборі у будівлях без циркуляційного контуру, наведених у додатку 7.

Регулярні тепловтрати з секцій трубопроводу, розміщених в опалюваних приміщеннях, утилізуються у вигляді опалення приміщення під час опалювального періоду. Частина таких втрат може бути утилізована і здійснити внесок у нагрівання приміщення.

Утилізаційні регулярні тепловтрати, кВт·год, виражають часткою тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що знаходяться в опалюваних приміщеннях, та часткою додаткового енергоспоживання при розподіленні за формулою:

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls} \cdot f_{W,dis,ls,rbl} + W_{w,dis,a01} \cdot f_{W,dis,a01x,rbl} \quad (2.36)$$

$f_{W,dis,ls,rbl}$  - частка тепловтрат в підсистемі розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення;

$f_{W,dis,a01x,rbl}$  - частка додаткового енергоспоживання при розподіленні, що може бути утилізована для опалення приміщення.

Частки залежать від тривалості опалювального періоду та місця розташування насоса. Для спрощення приймають, що 50 % утилізаційних тепловтрат протягом опалювального періоду може бути утилізовано в підсистемі розподілення ГВП та, що утилізується 80 % додаткової енергії.

### 2.3 Питоме енергоспоживання систем вентиляції

Питоме енергоспоживання при вентиляції ( $EPV,use$ ), кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>], розраховується за формулами (2.37), (2.38):

- для житлових будівель:

$$EPV,use = Q_{V,use} / A_f \quad (2.37)$$

- для громадських будівель:

$$EPV,use = Q_{V,use} / V \quad (2.38)$$

$Q_{V,use}$  - річне енергоспоживання при вентиляції, кВт·год, розраховується за формулою (2.39);

$A_f, V$  - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м<sup>2</sup>, та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

Річне енергоспоживання при вентиляції ( $QV,use$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.39):

$$Q_{V,use} = Q_{V,sys,fan} \quad (2.39)$$

$Q_{V,sys,fan}$  - енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції, кВт·год, розраховується за формулою (2.40).

Енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції ( $QV,sys,fan$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.40):

$$Q_{V,sys,fan} = P_{el} \cdot t_v \quad (2.40)$$

$P_{el}$  - електрична потужність вентилятора, кВт, розраховується за формулою (2.41);

$t_v$  - час роботи системи вентиляції (години).

Електрична потужність вентиляторів ( $P_{el}$ ), кВт, розраховується за формулою (2.41):

$$P_{el} = SFP \cdot V_L / 3600 \quad (2.41)$$

де SFP – питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції, кВт/(м³/с), або визначається згідно з проектною питомою потужністю вентилятора системи механічної вентиляції, наведеною у додатку 8, щодо питомої потужності вентилятора системи механічної вентиляції або фактичні дані потужності системи вентиляції. За відсутності механічної системи вентиляції розрахунок не виконується;

$V_L$  - об'ємна витрата повітря в системі механічної вентиляції, м³ /год.

#### 2.4 Питоме енергоспоживання при освітленні

Питоме енергоспоживання при освітленні ( $EPW_{use}$ ), кВт·год/м² [кВт×год/м³], розраховується за формулою (2.42):

$$EPW_{use} = W_{use} / A_f \quad (2.42)$$

$W_{use}$  - річний обсяг енергоспоживання при освітленні кВт·год, розраховується за формулою (2.43);

$A_f$  - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні ( $W_{use}$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.43):

$$W_{use} = W_L + W_p \quad (2.43)$$

$W_L$  - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт·год, розраховується за формулою (2.44);

$W_p$  - енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт·год.

Обсяг енергії, необхідної для виконання функції штучного освітлення в будівлі ( $W_L$ ), кВт·год, розраховується за формулою (2.44)

$$W_L = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_0 \cdot F_D + t_N \cdot F_0)] \cdot A_f / 1000 \quad (2.44)$$

$P_N$  - питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м², встановлюється за проектними даними або при виявленні фактичного стану будівлі для забезпечення освітленості згідно з нормативними значеннями;

$F_C$  - постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання встановлення освітлення при функціонуєчому контролі сталої освітленості зони та розраховується згідно з показниками типових значень для розрахунку енергоспоживання при освітленні, наведених у додатку 9.

$F_0$  - коефіцієнт використання освітлення, який є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, та приймається згідно з додатком 9, або розраховується відповідно до фактичних потужностей освітлювальних приладів;

$F_D$  - коефіцієнт природного освітлення, який є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, та приймається згідно з додатком 9;

$t_D$  - час використання природного освітлення протягом року (години), приймається згідно з додатком 9 або визначається розрахунковим шляхом враховуючи фактичну тривалість використання штучного освітлення;

$t_N$  - час використання природного освітлення протягом року (години), приймається згідно з додатком 9 або розраховується відповідно до фактичного періоду роботи освітлювальних приладів;

$A_f$  - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

Енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі  $WP$ , кВт·год, розраховуються за формулою (2.45):

$$W_p = (P_{em} + P_{pc}) \cdot A_f \quad (2.45)$$

де  $P_{em}$  - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт·год/м<sup>2</sup> (приймають згідно з додатком 9);

$P_{pc}$  - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт·год/м<sup>2</sup> приймають згідно з додатком 9.

$A_f$  - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

## 2.5 Визначення енергетичної ефективності будівлі, приміщення якої мають різне функціональне призначення

У будівлі, приміщення якої мають різне функціональне призначення, під час визначення показників енергетичної ефективності в розрахунки беруться показники функціонального призначення тієї частини будівлі, кондиційований (опалюваний) об'єм якої є пропорційно більшим.

Визначення енергетичної ефективності такої будівлі здійснюється з врахуванням підрозділу 13.4 розділу 13 ДСТУ Б А.2.2-12.

### 2.5.1 Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів

Первинна енергія ( $E_p$ ), кВт·год, обчислюється для кожного енергоносія та розраховується за формулою (2.46):

$$E_p = \sum (E_{del.i} \cdot f_{P,del.i}) \quad (2.46)$$

$E_{del.i}$  - поставлена енергія, кВт·год;

$f_{P,del.i}$  - фактор первинної енергії для  $i$ -го поставленого енергоносія.

Поставлена енергія ( $E_{del,i}$ ) розраховується за формулою (2.47):

$$E_{del.i} = Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{DHW,use} + EP_{V,use} + EP_{W,use} \quad (2.47)$$

Питомий показник споживання первинної енергії ( $e_p$ ), кВт·год/м<sup>2</sup>, розраховується за формулою (2.48):

$$e_p = E_p / A_f \quad (2.48)$$

$A_f$  - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Маса викидів парникових газів  $mCO_2$ , кг, розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою (2.49):

$$mCO_2 = \sum (E_{del.i} \cdot K_{del.i}) / 1000 \quad (2.49)$$

$E_{del.i}$  - поставлена енергія  $i$ -го енергоносія, кВт·год;

$K_{del.i}$  - коефіцієнт викидів CO<sub>2</sub> для поставленого  $i$ -го енергоносія, г/кВт·год.

Коефіцієнти викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>) включають всі викиди парникових газів (CO<sub>2</sub>), пов'язані з первинною енергією, яка використовується в будівлі.

Фактори первинної енергії ( $fP, nren$ ) та коефіцієнти викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>) ( $K$ ), г/кВт·год, приймаються згідно з показниками факторів первинної енергії і коефіцієнтів викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>), наведених у додатку 10.

## 2.6 Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівель визначається за показником загального питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води ( $EP$ ), кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>].

Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води ( $EP$ ), кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>] розраховується за формулою (2.51):

$$EP = EP_{H,use} + EP_{C,use} + EP_{DHW,use} \quad (2.51)$$

$EP_{H,use}$  - питоме енергоспоживання при опаленні, кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>],

що розраховується за формулами (2.3), (2.4);

$EP_{C,use}$  - питоме енергоспоживання при охолодженні, кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>], що розраховується за формулами (2.17), (2.18);

$EP_{DHW,use}$  - питоме енергоспоживання гарячого водопостачання, кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>], що розраховується за формулами (2.26), (2.27).

Класифікація будівель за енергетичною ефективністю встановлюється згідно з класифікацією будівель залежно від функціонального призначення будівлі, наведеної у додатку 11.

Порядок визначення мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель:

1. Мінімальні вимоги енергетичної ефективності будівель встановлюються відповідно до статті 6 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

2. Мінімальні вимоги енергетичної ефективності будівель встановлюються для еталонних будівель, що є репрезентативними для більше ніж однієї категорії будівель, геометричні та теплотехнічні характеристики

яких є аналогічними до тих, що проектуються та експлуатуються в Україні, з урахуванням вимог до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та вимог до енергетичної ефективності інженерних систем (у тому числі обладнання) будівель відповідно до економічно доцільного рівня та диференціюються залежно від функціонального призначення будівель, висотності будівель, виду будівництва (нове будівництво, реконструкція, капітальний ремонт).

3. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель встановлюються з урахуванням розрахунків витрат для еталонних будівель за макроекономічним або фінансовим підходом, у тому числі початкових інвестиційних витрат (для кожного компонента або системи), щорічних витрат (з посиленням на початковий рік) та загальних витрат згідно з вимогами ДСТУ EN 15459-1:2017 «Енергоефективність будівель. Процедура економічного оцінювання енергетичних систем будівлі. Частина 1. Модуль M1-14» (EN 15459-1:2017, IDT).

4. Економічна доцільність різних рівнів мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель оцінюється шляхом обчислення витрат на заходи з підвищення енергоефективності протягом розрахункового строку служби будівлі залежно від функціонального призначення будівлі.

Для будинків, які проектується, необхідно приймати клас не нижче чим «С». При цьому відповідність нормативним вимогам ДБН В. 2.6-31:2006 має бути підтверджене після завершення будівництва. Це положення пояснюється тим, що в процесі будівництва будинку зазвичай відбуваються відступи від проекту, наприклад, заміна одного матеріалу на інший або зміна конструктивних рішень. Як правило, такі відступи мають бути санкціоновані проектною організацією. Проте в практиці будівництва бувають випадки, коли будівельна організація здійснює несанкціоновані відступи від проекту. Тому при здачі побудованого будинку в експлуатацію норми вимагають від проектною організації повторного заповнення енергетичного паспорта з тією ж метою, що і при розробці проекту.

## РОЗДІЛ 3

## ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

3.1 Заходи з енергозбереження та підвищення енергоефективності у житловому фонді

Заходи з енергозбереження і енергоефективності у житловому фонді можуть бути реалізованими на двох рівнях:

Перший рівень. Оснащення будинку енергозберігаючим інженерним обладнанням, системами, елементами і огорожувальними конструкціями, які забезпечують можливість ощадного і економного використання теплової енергії і паливно-енергетичних ресурсів.

Другий рівень. Експлуатація житлового фонду і інженерного обладнання з метою досягнення високих показників енергоефективності. Регулювання енергоспоживання. Енергомоніторинг.

Перший рівень реалізується у ході будівництва, реконструкції і переоснащення житлових будинків і їх інженерних систем на основі проектно-кошторисної документації і існуючих будівельних нормативів.

Другий рівень енергоефективних заходів може бути досягнутий за рахунок складання і виконання інструкцій і регламентів з експлуатації і обслуговування інженерного обладнання і будівельних конструкцій, проведення планово-профілактичних і ремонтних робіт, виконання робіт з контролю за рівнем споживання теплової енергії, ощадним її використанням і дотриманням оптимальних параметрів мікроклімату приміщень, впровадження системи управління будівлею.

До заходів першого рівня відносяться наступні:

1. Зменшення витрат теплоти для енергоефективної роботи інженерних систем будинку і створення умов теплового комфорту у помешканні за рахунок поліпшення теплозахисних властивостей огорожень і збільшення величини опору процесу теплопередачі:

- збільшення опору теплопередачі зовнішніх стін з метою досягнення їх теплозахисних характеристик до вимог ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель» за рахунок виконання зовнішнього утеплення стін;

- теплова ізоляція перекриття і покриття будинків з метою досягнення нормативних вимог;

- теплова ізоляція перекриття над неопалювальними підвалами і проїздами будинків з метою збільшення термічного опору теплопередачі до величин, які нормуються ДБН В.2.6-31:2006;

- заміна існуючих вікон у дерев'яних плетіннях на склопакети в дерев'яних або пластикових плетіннях з урахуванням вимог нормативної документації (ДБН В.2.6-31:2006).

2. Реконструкція інженерних систем будинку у напрямку облаштування їх пристроями і обладнанням, які забезпечують індивідуальне регулювання енергоспоживання і індивідуальний облік витрат енергоресурсів:

- заміна однотрубних проточних систем опалення на однотрубні проточно-регульовані або на двохтрубні із встановленням терморегуляторів на опалювальних приладах систем опалення;

- впровадження горизонтальних поквартирних систем опалення з індивідуальними по квартирними вузлами обліку теплової енергії;

- встановлення автоматичних балансувальних клапанів на стояках (відгалуженнях) систем опалення з метою стабілізації гідравлічного режиму роботи системи;

- модернізація теплових пунктів із встановленням автоматичних регуляторів відпуску теплоти до будинку залежно від температури зовнішнього і внутрішнього повітря (погодних регуляторів), впровадження автоматизованих теплових пунктів. Перехід на такі автоматизовані індивідуальні теплові пункти є обов'язковим за умови підвищення теплозахисних характеристик огорожень і нанесення теплової ізоляції на



зовнішні огороження. Інакше економію теплоти, яка буде мати місце, реалізувати не буде можливо;

- забезпечення відпуску теплоти за пріоритетом гарячого водопостачання;
- впровадження пофасадних систем регулювання відпуску теплоти на потреби опалення;
- перехід на індивідуальні теплові пункти;
- встановлення терморегуляторів на циркуляційних трубопроводах системи гарячого водопостачання;
- за умови відсутності поквартирних вузлів обліку теплоти встановлення побудинкових вузлів обліку теплової енергії і гарячої води у вузлах теплового вводу до будинків;
- влаштування опалювальних приладів у сходових клітках будинку з підключенням їх до системи опалення за попередньо включеною схемою;
- ревізія, очищення і ремонт витяжних повітропроводів будинку, встановлення регульованих ґраток на вентиляційних витяжних каналах, забезпечення можливості індивідуального управління вентиляцією; балансування вентиляційних повітропроводів;
- встановлення на вікнах пристроїв для фіксованого положення відкриття стулок вікна;
- встановлення на фасадах будівель вентиляційних припливних регульованих ґраток для забезпечення необхідного повітрообміну у приміщеннях;
- обладнання систем гарячого водопостачання аераторами і водозберігаючими душовими насадками, використання термостатичних змішувачів води, впровадження системи таймерного управління циркуляційними насосами систем гарячого водопостачання; частотне управління насосами.

3. Теплова ізоляція колекторів систем опалення в неопалювальних приміщеннях; тепла ізоляція циркуляційних трубопроводів системи гарячого водопостачання. Зменшення втрат теплоти з поверхні трубопроводів до

величин, нормованих ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

4. Ремонт, герметизація або заміна вхідних дверей до будинку, влаштування тамбуру на вході до будинку, герметизація вхідних дверей до квартир.

5. Встановлення віддзеркалювальних екранів на радіаторних ділянках зовнішніх стін.

6. Заміна світильників з лампами розжарювання на світильники з енергозберігальними лампами.

До заходів другого рівня відносяться такі:

1. Контроль якості і обліку обсягів споживання теплоти і інших енергоресурсів, які споживаються для забезпечення теплового комфорту у будинку; збір і постійний аналіз даних про витрати теплоносія, теплової енергії, а також температури у подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі згідно з показаннями приладів у будинковому вузлі обліку теплової енергії. Контроль величини температури зовнішнього повітря.

2. Виявлення причин перевитрат теплової енергії і впровадження заходів із зменшення споживання теплоти.

3. Регулювання процесів використання енергоресурсів.

4. Організація технічного обслуговування систем автоматичного регулювання параметрів і обсягів енергоресурсів, своєчасне виконання планово-профілактичних робіт, гідравлічного випробування і промивання систем опалення і гарячого водопостачання; перевірки чистоти і герметичності вентиляційних каналів.

5. Складання інструкцій з експлуатації систем опалення, гарячого водопостачання і вентиляції будинку, виконання вимог таких інструкцій.

6. Своєчасне усунення витоків води, несправності санітарно-технічних приладів і систем автоматичного регулювання.

7. Контроль за параметрами мікроклімату у приміщеннях будинку.

8. Усунення причин незадовільної роботи систем опалення, гарячого водо-

постачання, вентиляції та інших інженерних систем будинку.

9. Унеможливлення випадків несанкціонованого втручання у роботу інженерних систем зі сторони мешканців будинку та інших осіб.

10. Зниження нераціональних витрат енергоресурсів, використання функції зменшення відпуску теплової енергії у автоматичних системах регулювання.

Більш повний перелік енергозберігаючих заходів, які можна впроваджувати в житлових будинках, наведений в таблиці 3.1.

Обираючи енергоощадні заходи для житлового будинку, слід пам'ятати про те, що їх ефективність повинна бути настільки значною, щоб перевищувати незадоволений попит на тепловий комфорт, який має місце внаслідок відпуску недостатньої кількості теплоти в більшості існуючих будівель. Як правило, цей незадоволений попит на тепловий комфорт проявляється за наступних обставин:

- при зменшенні температури зовнішнього повітря;
- за наявності у будівлі енерговитратних огорожувальних конструкцій і світлопрозорих прорізів (за умови будівництва будинку до 1994 р.);
- при гідравлічному і тепловому розрегулюванні систем опалення;
- за відсутності автоматичних систем відпуску теплоти у теплових вузлах вводу житлових будинків;
- за умови несанкціонованого втручання споживачів у роботу інженерних систем.

Таблиця 3.1 - Перелік енергозберігаючих заходів

Заходи з економії теплової енергії на потреби гарячого водопостачання	Термін окупності
1.Теплова ізоляція розподільних трубопроводів системи гарячого водопостачання, прокладених у неопалювальних приміщеннях	2...4
2. Оптимізація графіку споживання гарячої води	1
3.Управління часом роботи водорозбірних кранів	1
4. Управління часом роботи насосу гарячого водопостачання в ІТП	1
5. Встановлення пластинчатих або інших високоефективних теплообмінників для приготування гарячої води в ІТП	5...7
6. Автоматичне регулювання температури гарячої води в системах гарячого водопостачання	3...5

7. Використання водозберігаючих аеруючих (розпилюючих) душових насадок і насадок на водорозбірних кранах системи гарячого водопостачання	1
8. Використання водозберігаючих і термостатичних змішувачів	1
9. Впровадження автоматичних систем управління часом подачі гарячої води. Управління тривалістю роботи насосів гарячого водопостачання	2
10. Оптимізація схеми приготування гарячої води в ІТП або ЦТП	3...5
11. Використання геолоколекторів для приготування гарячої води у літній період	
Заходи з економії теплової енергії на потреби системи опалення і вентиляції	Термін окупності
1. Балансування вентиляційних каналів, встановлення регульованих вентиляційних ґраток і регуляторів потоку повітря	1...2
2. Теплова ізоляція розподільних трубопроводів систем опалення, які прокладені в неопалювальних приміщеннях будинків (у підвалі та на горищі)	1...2
3. Виконання робіт з ущільнення і герметизації притворів і нещільностей вікон, влаштування додаткового скління на існуючих вікнах з дерев'яними рамами	1
4. Влаштування вхідних дверей до будівель з тамбурами і доводчиками	1
5. Влаштування теплової ізоляції з відзеркалюючим покриттям на радіаторних ділянках зовнішніх огорожень	1
6. Заміна відкритих розширювальних баків в системах опалення на закриті	2
7. Встановлення жалюзі з внутрішньої поверхні світлопрозорих прорізів і закривання таких жалюзі у темний період доби взимку	1
8. Зменшення температури теплоносіїв і температури внутрішнього повітря в приміщеннях з тимчасовим і періодичним перебуванням людей	1
9. Встановлення багатошвидкісних електроприводів циркуляційних і мережевих pomp або приводів pomp із електронним частотним регулюванням кількості обертів у ЦТП та ІТП	5
10. Впровадження автоматичних систем регулювання відпуску теплоти. Влаштування автоматичних теплових вузлів вводу з можливістю погодного та пофасадного регулювання, зменшення температури внутрішнього повітря у вихідні, святкові дні і нічний період доби	4
11. Реконструкція систем опалення з метою забезпечення гідравлічної і теплової стійкості систем та можливості індивідуального регулювання відпуску теплоти кожним нагрівальним приладом та індивідуалізації розрахунків за спожиту теплоту (перехід на двотрубні горизонтальні системи опалення, встановлення термостатичних клапанів)	5
12. Підвищення ефективності тепловіддачі нагрівальними приладами в абонентських системах опалення (зміна розташування або екранування нагрівальних приладів та схеми їх підключення, трасування трубопроводів систем опалення)	3
13. Реконструкція індивідуальних теплових пунктів з метою оптимізації схеми підключення теплообмінників гарячого водопостачання, автоматичного регулювання температури гарячої води, встановлення регуляторів витрат води на потреби опалення	5

14. Встановлення теплових лічильників у теплових вузлах вводу до будівель. Впровадження системи моніторингу витрат теплоти для потреб системи опалення	4
15. Заміна нагрівальних приладів або зміна їх розташування	5...7
16. Гідравлічне балансування системи опалення	...3
17. Зниження температури внутрішнього повітря у робочий час та під час відсутності мешканців	1...2
18. Впровадження акумуляційних систем опалення	5...7
19. Секціонування системи опалення з наступним регулюванням роботи кожної секції (наприклад пофасадне регулювання)	3...5
20. Обладнання системи опалення пристроями автоматичного регулювання з урахуванням температури зовнішнього повітря	5...7
21. Заміна існуючих вікон та балконних дверей у дерев'яних чи металевих рамах із значним коефіцієнтом повітропроникнення та високим коефіцієнтом теплопередачі на металопластикові вікна із зменшеним коефіцієнтом повітропроникнення та покращеними теплозахисними характеристиками (за умови збереження нормативного повітрообміну)	15...17
22. Засклення балконів та лоджій	2...3
23. Встановлення утилізаторів теплоти витяжного вентиляційного повітря в механічних системах вентиляції	12
24. Поліпшення теплотехнічних характеристик огорожу-вальних конструкцій будівель і споруд: зовнішніх стін, покрівлі, перекриття над неопалювальним підвалом. Виконання робіт з термомодернізації будівель	10...20
25. Реконструкція системи опалення на двотрубну із горизонтальним поквартирним розведенням із забезпеченням можливості індивідуального регулювання відпуску теплоти по окремих нагрівальних приладах та встановленням індивідуальних поквартирних теплових лічильників	7...9
26. Реконструкція системи опалення на однотрубну з замикаючими ділянками чи двотрубну з подальшим встановлення термостатичних клапанів на опалювальних приладах	5...7
27. Зменшення поверхні світлопрозорих прорізів у межах нормативів природного освітлення приміщень, де це можливо, особливо з північної сторони	3...5
28. Впровадження енергоефективних архітектурних рішень	2...4
29. Використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії: сонячної, геотермальної, вітрової, залежно від умов впровадження	20...25

Вказана величина незадоволеного попиту оцінюється у середньому у 17...20%. Тому енергетичний зиск заходів із ефективністю менше за 17...20% буде витрачений, як правило, на «реанімацію» температури внутрішнього повітря у приміщеннях і поліпшення параметрів мікроклімату. Тобто, за рахунок проведених заходів ми ризикуємо не отримати економії в грошах, але підвищимо комфортність проживання, а, значить, збережемо здоров'я.

Іншою умовою впровадження енергоощадних заходів є їх економічна доцільність та окупність.

Не слід забувати, що впровадження енергозберігаючих заходів є не самоціллю, а засобом поліпшення параметрів внутрішнього мікроклімату за умови збереження величини платежів за комунальні послуги, або скорочення темпів зростання таких платежів в умовах зростання тарифів на паливо-енергетичні ресурси. Тому важливим стає етап оцінювання економічного ефекту за рахунок впровадження енергоощадних заходів та оцінка їх потенціалу енергозбереження [95].

### 3.2 Приклад розробки заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності

#### 3.2.1 Конструктивні рішення будівлі

Загальні дані про будівлю Комунальна установа «Міська поліклініка ім.8 Марта» складається з трьох окремо розташованих об'єктів: будівля поліклініки (вул. Чумаченка,21), жіноча консультація (вул. Олімпійська, 26б) та амбулаторія сімейного лікаря (вул. Дослідна станція, 84). Жіноча консультація та амбулаторія сімейного лікаря займають приміщення багатоповерхових житлових будівель. Будівлі опалюються, від системи централізованого теплопостачання. Загальні дані про будівлі наведено в таблиці 3.2.

На рисунку 3.1 приведено план забудови будівлі по вул. Чумаченка, 21 Середня фактична кількість відвідувачів КУ «Міська поліклініка ім.8 Марта» на рік становить близько 612 505 осіб, проектне значення 610 000 осіб. Графік роботи установи - п'ять днів на тиждень з 8 00 по 1900 годину, в другу зміну з 19-00 по 22-00 працюють чергові лікарі. Вихідні дні в приміщенні працюють чергові лікарі з 8-00 по 14-00. В вечірні та нічні години в будівлі несуть варту чотири чергові охоронця.

Внутрішня температура в приміщеннях будівлі задовільна. В опалювальний період внутрішня температура коливається в межах +18...+23 °С в залежності від призначення та розміщення приміщень. Нормативне значення температури в приміщеннях складає +21 °С відповідно до ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди». За останні роки були здійсненні ремонти за кошти міського бюджету, а саме: частково замінено трубопровід холодної води на металополімерний в 2011 р.; близько 52 % площі старих дерев'яних віконних блоків замінено на металопластикові; в 2010 році було здійснено частковий ремонт перекриття даху (усунення протікання). Щорічно відбувається промивка внутрішньої системи опалення.

Таблиця 3.2 – Загальні дані про будівлю

№	Найменування	Кількість поверхів	Рік за будови/ведення в експлуатацію	Чиста висота приміщення h прим. м	Площа опалювальної S опал, м <sup>2</sup>	Загальна площа S загал, м <sup>2</sup>	Об'єм опалювальний V опал, м
1	Будівля поліклініки (вул. Чумаченка, 21)	4	1969	3	4359	5090,8	13745
2	Жіноча консультація (вул. Олімпійська, 26б)	1	1993	2,7	680,3	680,3	1837
3	Амбулаторія сімейного лікаря (вул. Дослідна станція, 84)	1	1994	2,7	97,0	97,0	262
	Всього				5136	5868	

Лічильники на теплову енергію відсутні. Оснащена тепловим лічильником тільки будівля поліклініки по вул. Чумаченка, 21.

Вибір будівлі для аналізу. До детального обстеження обирається будівля поліклініки по вул. Чумаченка, 21, тому що: будівля являється основним

споживачем теплової енергії (більше 90 %), оснащена тепловим лічильником, має історію енергоспоживання.



Рисунок 3.1 - План забудови будівлі

Конструктивні особливості будівлі. Зовнішні стіни. Стан стін будівлі задовільний, значні пошкодження фасаду на час проведення енергетичного аудиту не спостерігалися. Було виконане укріплення західної стіни. Площа стін та їх характеристика приведена в таблиці 3.3. На рисунку 3.2 представлені фрагменти фасаду будівлі.

Таблиця 3.3 – Характеристика стін

Загальна площа (S стін, м <sup>2</sup> )	1746	Опір теплопередачі стін (R стін, м <sup>2</sup> ·К/Вт)		0,77
Конструкція стіни	Силікатна цегла (510 мм) Вапняно-піщана штукатурка (20 мм)		Теплоізоляція	Відсутня
Орієнтація за сторонами світу	Пн	Сх	Пд	Зх
Площа стіни (м <sup>2</sup> )	223	696	181	646

Існуюче значення опору теплопередачі стін  $R_{стін} = 0,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі стін  $R_{стін, \min} = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Вікна. Будівля має 234 вікон, із загальною площею 725 м<sup>2</sup>, що складають 29 %, від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,29).

Існуючі дерев'яні віконні блоки виконані з подвійним склінням в роздільних плетіннях. Дерев'яні віконні блоки в незадовільному стані, деревина за період експлуатації розсохлась, спостерігаються нещільності між рамою і склом. В будівлі близько 52 % площі дерев'яних віконних блоків замінено на металопластикові з однокамерним склопакетом (варіант скління 4М1-16-4М1). В таблиці 3.4 представлені характеристики вікон будівлі, на рисунку 3.3 представлено зовнішній вид вікон.

Таблиця 3.4 - Характеристики віконних блоків

Орієнтація	Розмір (а x b) м	Площа од-ного м <sup>2</sup>	Кількість, шт			Загальна площа, м <sup>2</sup>		
			Дер.	Плас.	Всього	Дер.	Плас.	Всього
Пн	1,8 x 1,7	3,1	17	10	27	53	31	84
Сх	1,8 x 1,7	3,1	38	32	70	118	100	218
	2,7 x 1,7	4,5	-	2	2	-	9	9
	0,9 x 1,7	1,6	-	-	2	-	3	3
Пд	1,8 x 1,7	3,1	11	29	40	34	90	124
Зх	1,8 x 1,7	3,1	46	41	87	143	128	271
	2,7 x 1,7	4,5	-	2	2	-	9	9
	0,9 x 1,7	1,6	-	4	4	-	7	7
			<b>112</b>	<b>118</b>	<b>234</b>	<b>348</b>	<b>376</b>	<b>725</b>

Існуючі дерев'яні вікна не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», опір теплопередачі дерев'яних вікон становить  $R_{вікон Д} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} < R_{вікон min} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що є менше ніж мінімально допустиме значення.

Встановлені металопластикові вікна також не є енергоефективними, тому що опір теплопередачі становить  $R_{вікон П} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , що менше ніж мінімально допустиме значення  $R_{вікон min} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  і не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Вхідні двері. В будівлі встановлені 7 вхідних дверей. Вхідні двері встановленні металопластикові, дерев'яні та металеві, без теплоізоляції. Тамбур наявний тільки на головному вході. Існуюче середнє значення опору

теплопередачі дверей  $R_{дверей} = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі  $R_{дверей min} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». В таблиці 3.5 приведені характеристики дверей будівлі, на рисунку 3.3.

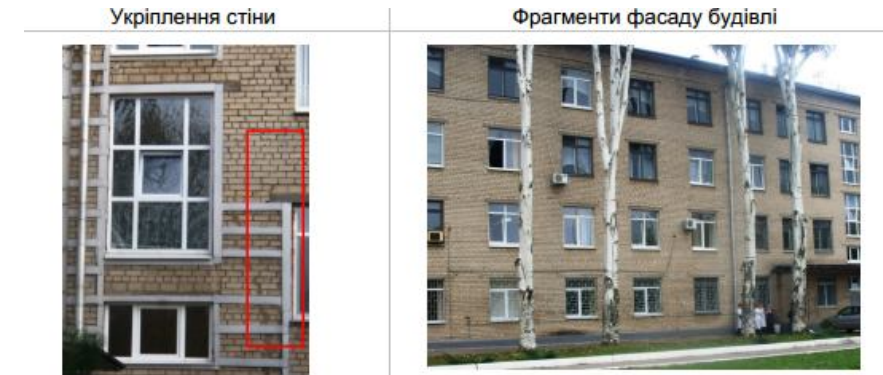


Рисунок 3.2 - Фрагменти фасаду будівлі

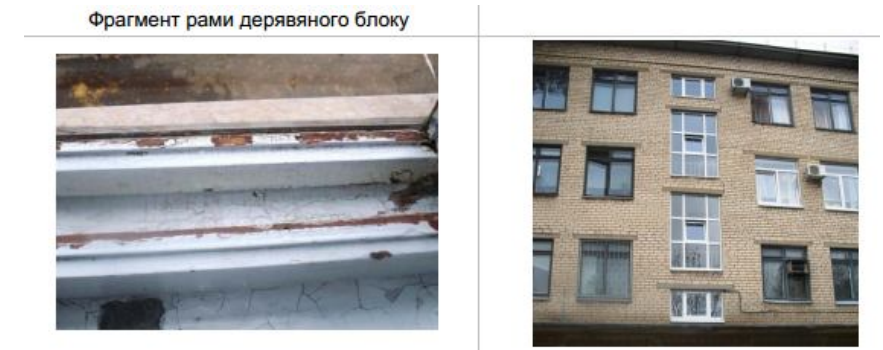


Рисунок 3.3 - Вид вікон будівлі

Дах. Дах скатний з горищем. Покрівля шиферна. На горищі пролягає верхня розводка магістралей системи тепlopостачання. Стан даху

задовільний, на час проведення енергетичного аудиту значних пошкоджень даху не спостерігалось. В 2010 році був здійснений частковий ремонт перекриття даху (усунення протікання). В таблиці 3.6 приведені характеристики конструкції даху будівлі, на рисунку 3.5 представлено вид горища.

Таблиця 3.5 - Характеристики вхідних дверей

Орієнтація	Розмір (а x b) м	Площа одної м <sup>2</sup>	Кількість шт.	Загальна площа м <sup>2</sup>	Тип матеріалу (П,Д,М.)
Пн	2,6 x 1,35	3,5	1	3	П
Сх	1,4 x 2,1	2,9	3	9	М
Пд	2,1 x 1,3	2,7	1	3	М
	2,1 x 1,3	2,7	1	3	Д
Зх	1,4 x 2,1	2,9	1	3	П
<b>Всього</b>			<b>7</b>	<b>21</b>	

Таблиця 3.6 - Характеристика конструкції даху

Площа перекриття, $S_{перек}$ м <sup>2</sup>	Конструкція плити перекриття	Висота горища $h_{горища}$ , м	Загальний опір теплопередачі даху ( $R_{даху}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт)
1 043	Залізобетонна багато-пустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (200 мм)	3	1,5

Існуюче значення опору теплопередачі даху  $R_{даху} = 1,50$  м<sup>2</sup>·К/Вт менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горищ  $R_{даху min} = 4,5$  м<sup>2</sup>·К/Вт, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Підвал. Під будівлею наявний опалювальний підвал площею 500 м<sup>2</sup> та технічний підвал площею 543 м<sup>2</sup>. В опалювальному підвалі розміщені підсобні приміщення поліклініки. В підвалах пролягають трубопроводи системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також труб системи каналізації. За рахунок неефективної ізоляції трубопроводів системи опалення, середня температур в технічному підвалі за опалювальний період коливається в межах +7 ... +18 °С. В таблиці 3.7, 3.8 представлені характеристики підвалу будівлі.



Рисунок – 3.4 - Зовнішній вид вхідних дверей будівлі



Рисунок 3.5 – Вид горища

Таблиця 3.7 - Опалювальний підвал

Площа підвалу $S_{підвалу}$ м <sup>2</sup>	Конструкція цокольної стіни	Висота поверхні підлоги над рівнем зовн. ґрунту, (м)	Висота підвалу $h_{внутр.}$ м	Загальний опір теплопередачі $R_{підвалу}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
500	Силікатна цегла	0,2	3	2,08

Таблиця 3.8 - Технічний підвал

Площа плити перекриття $S_{підлоги}$ м <sup>2</sup>	Конструкція плити перекриття	Висота підвалу $h_{внутр.}$ м	Загальний опір теплопередачі $R_{підвалу}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт
543	Залізобетонна плита (300мм), шар цементно - піщаної стяжки (40 мм) лінолеум/плитка	1,5-2	1,9

### 3.2.2 Характеристика інженерних систем

Опалення. Джерело теплової енергії. Теплопостачання закладу здійснюється централізовано від котельні по вул. Парамонова, 15в, що обслуговується Філією Комунарського району Концерну «Міські теплові мережі». Підключене теплове навантаження будівлі на опалення становить 0,4655 Гкал/год (541,4 кВт).

Вузол теплового введення. Вузол теплового введення знаходиться в технічному підпіллі. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням елеваторного вузла. Запірна арматура знаходиться в робочому стані. Теплова ізоляція вузла теплового введення виконана частково. Вузол теплового введення не обладнаний системою автоматичного регулювання теплового потоку. Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення в 1995 році вузол теплового введення було обладнано теплообчислювачем Supercal-430 (серійний № 0023).

Внутрішньобудинкова система опалення. Проект опалення виконаний на розрахункову температуру зовнішнього повітря  $t_{z.o.} = -23$  °С. Розрахунковий перепад температури в системі опалення прийнято 95 ° - 70 °С. Система опалення прийнята двотрубна з верхнім розведенням, з вертикальними стояками. Трубопроводи змонтовані зі сталевих електросварних труб і сталевих водогазопровідних труб. Заміна сталевих трубопроводів системи опалення на поліпропіленові не здійснювалась. Теплова ізоляція магістралей, що прокладені на горищі виконана частково. Прокладка стояків – відкрита вздовж стін будівлі.

Заходи з балансування розподільчої системи не здійснювались. Проектом опалення будівлі передбачено обігрів приміщень чавунними секційними радіаторами типу М-140. Можливість регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів відсутня. Загальна кількість встановлених чавунних секційних радіаторів становить 156 шт. (1 381 секція).

Промивання системи опалення проводиться щорічно перед початком опалювального сезону. На рисунках 3.6 – 3.7 наведений зовнішній вид елементів теплового введення та системи опалення.

Побутове гаряче водопостачання. Гаряче водопостачання (далі – ГВП) будівлі здійснюється централізовано, приготування здійснюється на котельні. Приєднання системи опалення виконано за відкритою схемою. Приєднане навантаження на ГВП становить 0,054 Гкал/год (62,8 кВт). Трубопроводи ГВП виконані з поліпропілену.

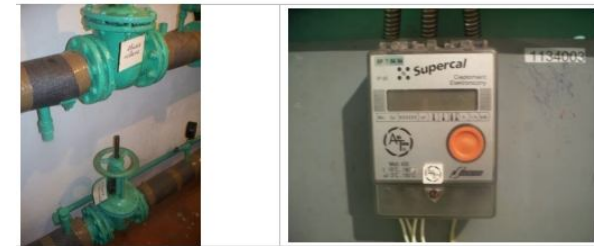


Рисунок 3.6 - Елементи теплового введення, встановлений тепловий лічильник



Рисунок 3.7 - Прилади опалення будівлі

Подача гарячої води відбувається цілодобово, припиняється в літні місяці. Гаряча вода використовується на загально побутові потреби. Влітку для приготування гарячої води використовуються електричні водопідігрівачі. Дані про встановлені електропідігрівачі не були надані.

### 3.2.3 Вентиляція

Проектом будівництва для приміщень лабораторій на 1-му та 4-му поверхах та в рентген-кабінеті передбачена місцева витяжна вентиляція з механічним спонуканням та організовано природний приплив повітря. В інших приміщеннях витяжка – з природним спонуканням, припливний потік свіжого повітря забезпечується за рахунок відкривання фрамуг вікон та нещільностей в огорожувальних конструкціях.

Вентиляційне обладнання.

Механічна витяжка здійснюється вентиляторами, що встановлені на даху. Механічна витяжка з лабораторій та рентген-кабінету здійснюється двома окремими вентиляційними системами. Відомості про типи та характеристики вентиляційного обладнання в ході проведення енергетичного аудиту не були надані. Під час аудиторського обстеження механічна вентиляція функціонувала нормально. Зі слів персоналу, період роботи системи становить 2 години в день. Автоматичне управління системою вентиляції за часовими програмами та частотне регулювання вентиляційних механізмів не здійснюється, рекуператори теплоти не встановлені.

Мережі каналів й ізоляція.

Повітропроводи витяжних систем виконані з оцинкованої сталі. Канали не забезпечені регуляторами та закриваючими стулками з вимірювальними штуцерами. Ізоляція каналів відсутня. Природна витяжна вентиляція здійснюється через канали, що прокладені в товщі стін та виводяться вище рівня даху приблизно на 0,5-0,7 м.

Припливні та витяжні решітки встановлені на каналах під стелею. Засоби регулювання на вихідних отворах не встановлені. Заходи з очищення вентиляційних каналів не здійснювались більше 5 років. На рисунку 3.8 приведена система вентиляції.

Витяжний вентиляційний канал в лабораторії на 1 поверсі



Вентиляційна решітка



Рисунок 3.8 - Вентиляційна система

### 3.2.4 Електропостачання

Джерело електропостачання. Електропостачання будівлі виконано двома взаємно-резервуваними кабельними лініями низької напруги 0,4 кВ від ТП-122 (РБ-11, РБ-4), що обслуговується Запорізькими міськими електричними мережами ВАТ «Запоріжжяобленерго». Розрахункове приєднане електричне навантаження будівлі становить 260 кВт.

Освітлення.

Система внутрішнього освітлення закладу складається зі світильників з лампами розжарювання, лінійних люмінесцентних ламп. Найбільшу частку в системі внутрішнього освітлення займають лампи розжарювання, кількість яких налічується близько 604 шт. Управління освітленням здійснюється за допомогою ручних вимикачів.

В таблиці 3.9 приведені характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення будівлі.

Електрообладнання. Загальна номінальна потужність встановленого електрообладнання поліклініки становить 176 кВт. Основними споживачами електроенергії є медичне обладнання, що становить майже 32 % від загального споживання. Характеристики встановленого електрообладнання наведені в таблиці 3.10.



Таблиця 3.9 - Характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення

№ п/п	Найменування	Кількість, шт.	Одинична потужність, кВт	Сумарна потужність, кВт	Кількість годин роботи в рік, год	Розрахункове споживання, тис. кВт*год/рік
1	Лампи розжарювання	604	0,1; 0,075; 0,06	58,8	1008	59,26
2	Люмінесцентні лампи	207	0,02	4,14	1008	4,2
<b>Всього</b>		<b>811</b>		<b>62,9</b>		<b>63,4</b>

Таблиця 3.10 - Характеристики встановленого електрообладнання

Найменування	Кількість, шт	Загальна номінальна потужність, кВт	Розрахункове споживання електроенергії з урахуванням коефіцієнту K*, тис. кВт*год
Медичне обладнання	152	108,0	25,12
Комп'ютерне обладнання	22	10,8	11,31
Холодильне обладнання	31	11,3	39,37
Інше побутове обладнання	12	45,9	3,24
<b>Всього</b>	<b>217</b>	<b>176,0</b>	<b>79,03</b>

\*- K – коефіцієнту усереднення номінальної потужності, що дорівнює 0,2-0,5.

Структура споживання теплової енергії на опалення об'єктами КУ «Міська поліклініка ім. 8 Марта» приведена на рисунку 4.13.

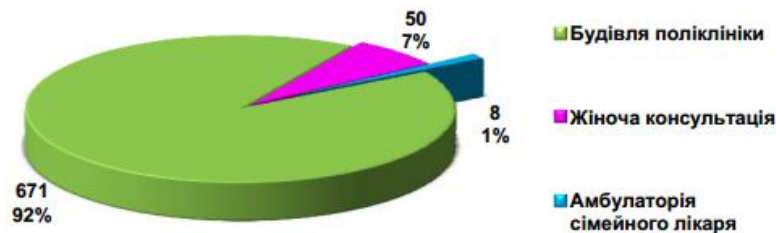


Рисунок 3.9 - Структура споживання теплової енергії на опалення, тис.кВт\*год

Згідно з вище наведеним рисунком 4.13 найбільшу частку в структурі споживання теплової енергії об'єктами КУ «Міська поліклініка ім. 8 Марта» на опалення займає будівля поліклініки будівля поліклініки (вул. Чумаченка, 21), що займає 92 %.

Були запропоновані наступні заходи:

Таблиця 3.11 - Склад Пакетів енергозберігаючих заходів

Пакет 1	Пакет 2
- часткова модернізація системи опалення; - заміна вікон та балконних блоків; - часткова модернізація системи внутрішнього освітлення.	- комплексна модернізація системи опалення; - модернізація фасаду; - модернізація дахового перекриття; - модернізація підвального перекриття; - заміна вікон та балконних блоків; - часткова модернізація системи вентиляції; - часткова модернізація системи внутрішнього освітлення;

Порівняльний аналіз Пакетів наведений в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 - Порівняльний аналіз Пакетів енергозберігаючих заходів

Пакети ЕЕ заходів	Базове споживання енергії на опалення	Річна економія енергії на опалення		Капітальні витрати на реалізацію заходів	Простий строк окупності по тарифам 2012 р	Простий строк окупності по тарифам 2020 р. (довідкове)*
		кВт-год	%			
Пакет 1	677129	155531	23	813	8,4	4,9
Пакет 2	677 129	509219	75	3202	10,3	6,0

\* – розрахунки строків окупності виконані по базі прогнозних тарифів 2020 року у підрозділі 4.4 з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх тарифів.

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Економічні показники базового варіанту наведені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - Економічні показники пропонуваніх енергоефективних заходів

КУ «Міська поліклініка ім. 8 Марта» по вул. Чумаченка, буд.21, м. Запоріжжя		Опалювальна площа: 4 359 м <sup>2</sup>				
Енергоефективні заходи	Інвестиції	Чиста економія	Простий строк окупності по тарифам 2016р.	NPVQ* по тарифам 2016 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довідкове)	
Пакет 2	тис.грн	кВт·год	тис.грн	рік	рік	
Комплексна модернізація системи опалення	441,4	64770	40,2	11,0	-0,17	6,5
Модернізація фасаду	1064,7	189959	117,8	9,0	0,47	5,3
Модернізація дахового перекриття	318,6	38699	24,0	13,3	0,00	7,8
Модернізація підвального перекриття	112,1	12559	7,8	14,4	-0,07	8,5
Заміна вікон та балконних блоків	688,7	109574	67,9	10,1	0,22	6,0
Часткова модернізація системи вентиляції	577,1	93658	54,2	10,7	-0,15	6,3
Часткова модернізація системи внутрішнього освітлення	79,8	50450	47,8	1,7	5,35	1,0

\* – Ставка дисконтування в розрахунках прийнята у розмірі 7%. Строк життя проекту прийнято 15 років. Похибка обчислення може становити  $\pm 10\%$ .

\*\* - розрахунки строків окупності зроблено по базі прогнозних тарифів 2020 року з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх

В якості базового пропонується Пакет 2 енергозберігаючих заходів, що відповідає меті Муніципального енергетичного плану Запоріжжя. Економічна ефективність пропонуваніх заходів забезпечується за рахунок зниження споживання енергії в будівлі. Додатковий позитивний результат при впровадженні заходів буде спостерігатися у вигляді підвищення комфортності перебування людей у приміщенні та кращого зовнішнього вигляду будівель за рахунок архітектурного оздоблення.

В таблиці 3.14 наведені показники економії енергії, що отримані згідно Пакету 2 відносно базового споживання, з розділенням на окремі потреби.

Таблиця 3.14 - Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	677 129	167 910	509 219
Електроенергія	кВт·год	142751	104275	38475

Таким чином, після проведення комплексної термомодернізації, енергоефективність будівлі (на опалення) підвищиться від існуючого класу І до класу С, згідно загальноєвропейської класифікації енергоефективності будівель. Класифікація енергоефективності будівлі до та після проведення термомодернізації, згідно загальноприйнятих в країнах ЄС нормативів, приведена на рис. 3.10.

Питомі витрати на опалення, кВт·год/м<sup>2</sup> за рік

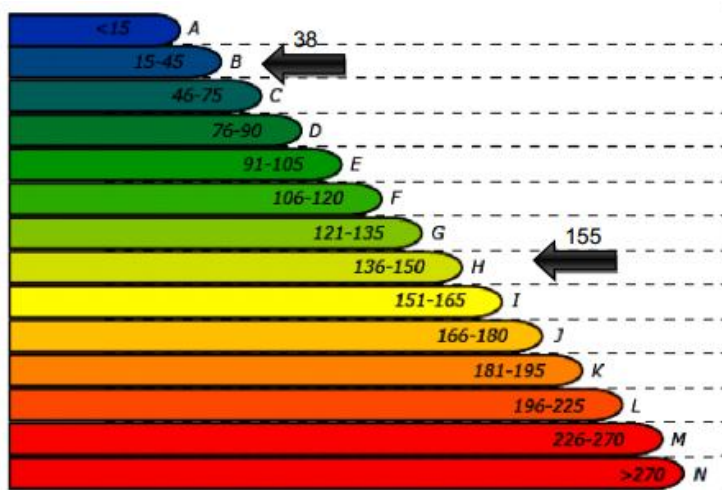


Рисунок 3.10 - Клас енергоефективності будівлі до та після термомодернізації

За рахунок впровадження віх заходів Пакету 2 досягається непряме зниження викидів CO<sub>2</sub> в розмірі 164,4 тонн/рік (55% від існуючого стану).

Звіт виконано за результатами спрощеного енергетичного аудиту з використанням програмного забезпечення ENSI EAB Software.

### 3.2.5 Базове енергоспоживання

Базове енергоспоживання – це річний обсяг витрат теплової енергії на потреби тепlopостачання та споживання електричної енергії. Базове енергоспоживання служить вихідною точкою для оцінки результатів та наслідків реалізації проєктів, що дорівнює різниці між початковим (вихідним) станом і станом після реалізації проєктів. Базове енергоспоживання розглядається для будівлі поліклініки (вул. Чумаченка,

21). Базове енергоспоживання енергії на опалення розраховано за допомогою програмного комплексу ENSI EAB Software з врахуванням нормативних умов в приміщенні. В таблиці 3.14, 3.15 приведені нормативні та прийнятні кліматичні дані згідно з ДСТУ –НБВ.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», що використовувалися при розрахунках базового споживання теплової енергії на опалення.

Таблиця 3.14 - Температура зовнішнього повітря

Найменування	Показники
Температурна зона	2
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C	-21
Середня температура за опалювальний період	1,4
Кількість днів опалювального періоду	166
Середня нормативна температура в приміщенні, °C	21

Таблиця 3.15 - Нормативні кліматичні показники

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нормативна середня температура місяця, °C	-3,5	-2,6	2	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1

Базове споживання електричної енергії на потреби освітлення та на побутові потреби закладу, розраховано з урахуванням потужності обладнання та періодом його роботи. Структура базового споживання електричної енергії приведена в таблиці 3.16 та на рисунку 3.11 . Найбільша частка витрат електричної енергії припадає на освітлення, що становить 44 % від загального споживання електроенергії.

Зведені показники, порівняння фактичного та базового споживання енергії, приведені в таблиці 3.17. Різниця базового та фактичного споживання на опалення незначна, не перевищує 5%, що пояснюється похибкою програми при розрахунках.

Таблиця 3.16 – Зведені розрахунки споживання електричної енергії

Найменування	Потужність, кВт	Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт·год
Освітлювальні прилади	62,94	63,44
Медичне обладнання	108,01	25,12
Комп'ютерне обладнання	10,80	11,31
Холодильники	11,28	39,37
Інше побутове обладнання	45,95	3,24
<b>Усього</b>	<b>238,98</b>	<b>142,47</b>

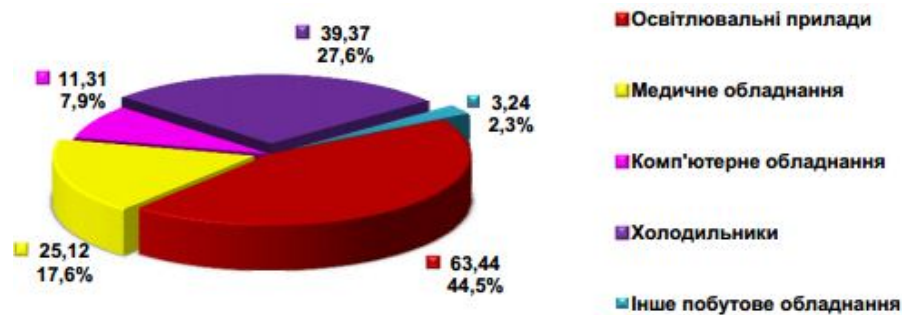


Рисунок 3.11 - Баланс базового споживання електричної енергії, т.кВт·год/рік

Таблиця 3.17 - Зведені показники споживання енергії будівлею поліклініки

Стаття бюджету енергоспоживання	Фактичне енергоспоживання 2010 р.	Базове енергоспоживання
	тис. кВт·год/рік	
Опалення	671	677
ГВП	48	48
Освітлення	143	63
Інше електрообладнання		79
<b>Всього</b>	<b>862</b>	<b>867</b>

## 3.3 Енергоефективні заходи

Енергоефективні заходи згруповані по пакетах в залежності від капіталоемності та очікуваної економії теплової енергії. Загальний перелік заходів з розбивкою по пакетам наведено в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Запропоновані енергоефективні заходи

Пакет №1	
1.	Часткова модернізація системи опалення (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, балансування системи опалення, встановлення зарядіаторних рефлекторів)
2.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та склопакетів)
3.	Часткова модернізація системи внутрішнього освітлення (заміна ламп розжарювання енергозберігаючими світлодіодними)
Пакет №2	
1.	Комплексна модернізація системи опалення (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та зарядіаторних рефлекторів)
2.	Модернізація фасаду
3.	Модернізація дахового перекриття
4.	Модернізація підвального перекриття
5.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та склопакетів)
6.	Часткова модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
7.	Часткова модернізація системи внутрішнього освітлення (заміна ламп розжарювання енергозберігаючими світлодіодними)

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі. Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Опис енергоефективних заходів

Захід №1. Комплексна модернізація системи опалення. Існуюча ситуація. Існуюча система опалення будівлі неефективна.

Застосування системи опалення без регулювання теплового потоку призводить до підвищеного рівня споживання теплової енергії у періоди збільшення температури зовнішнього повітря та коли будівля не використовується (вночі, вихідні дні). За весь час експлуатації будівлі комплексний ремонт трубопроводів системи опалення не виконувався.

Утеплення подавального та зворотного трубопроводів системи опалення та гарячого водопостачання повністю відсутнє, що призводить до непродуктивних втрат теплової енергії в системах розподілу.

Система опалення будівлі розбалансована. Нерівномірність розподілення теплоносія у внутрішній мережі призводить до коливань внутрішньої температури приміщень залежно від блоку будівлі/стояку системи опалення.

Встановлені чавунні радіатори не забезпечують нормовану температуру в приміщенні. Можливість регулювання тепловіддачі приладів опалення відсутня.

Опис заходу. Для отримання максимального економічного ефекту, питання модернізації системи опалення необхідно розглядати комплексно, тобто включати одночасне переустаткування абонентського вводу і внутрішніх систем.

Комплексна модернізація системи опалення передбачає наступні заходи:

- заміна магістральних та розподільчих трубопроводів;
- балансування системи опалення;
- встановлення автоматичного регулятора теплового потоку;
- заміна встановлених ОП на біметалічні радіатори;
- встановлення терморегуляторів на приладах опалення;
- встановлення теплоізоляційного рефлектору за опалювальними приладами.

Вибір заходів модернізації системи опалення заснований на вимогах державних нормативних документів:

- обов'язкове регулювання витрати та температури теплоносія за погодними умовами в індивідуальних теплових пунктах; заборона застосування елеваторів, допуск застосування насосів з частотним регулюванням, допуск застосування автоматичного обмеження витрати на будівлю замість лімітних шайб (ДБН В.2.5-39: 2008 «Теплові мережі», ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди», ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування );

- обов'язкове автоматичне гідравлічне балансування стояків або приладових віток систем опалення (ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків», ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування );

- обов'язкове застосування автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах систем опалення (змін. №1:2009 ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»; ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»; ДБН В.3.2-2-2009 «Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капремонт»; ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування тощо); а також з огляду на стан існуючої системи опалення закладу. Основним завданням модернізації є скорочення споживання теплової енергії при поліпшенні рівня теплового комфорту в приміщеннях.

Регулювання споживання теплової енергії. Застосування того або іншого встаткування абонентського уведення багато в чому визначено гідравлічними параметрами теплоносія в трубопроводах теплової мережі. Для спрощення автоматизації опалення прийнята для застосування типова схема з регулятором теплового потоку, циркуляційним насосом та регулятором перепаду тиску. В якості регулюючого пристрою використовується клапан із електричним приводом. Найбільш широко відомі та добре зарекомендовані вітчизняні виробники – київські підприємства КІАРМ і СЕМПАЛ.

Перелік робіт з модернізації теплового пункту:

- демонтаж старого встаткування теплового пункту;

- установка системи регулювання теплового потоку на введенні в будівлю;
- установка малошумних регульованих циркуляційних насосів;
- установка допоміжного устаткування для забезпечення надійного і якісного теплопостачання.

Розташування індивідуального теплового пункту передбачено в технічному підпіллі. Проектом не передбачається модернізація вузла введення гарячої води. Вартість реалізації заходів з облаштування абонентських теплових вузлів введення автоматичними регуляторами теплового потоку залежно від температури зовнішнього повітря визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК.

Орієнтовна вартість регуляторів теплового потоку з допоміжним обладнанням та роботами приведена в таблиці 3.19.

Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів. Внаслідок тривалої неналежної експлуатації системи теплопостачання будівлі, сталеві трубопроводи системи опалення зазнали змін. З часом на внутрішніх стінках труб утворилися відкладення різної природи та характеру. Незалежно від хімічного складу і структури відкладень, їх утворення приводить до серйозного засмічення та зменшення пропускної здатності трубопроводів, збільшенню їх шорсткості і значного збільшення гідравлічного опору. Зростає витрата енергії, зменшується середня температура радіаторів, кількість теплоти, що віддається в приміщення та зростає загроза локальної корозії. Найбільшої шкоди утворенні відкладення можуть завдати системі автоматизації теплопостачання. В рамках комплексної модернізації системи опалення пропонується замінити існуючі сталеві розподільчі трубопроводи опалення на труби з зшитого поліетилену (РЕХ), а магістральні – на попередньо ізольовані пінополіуретаном.

Балансування системи опалення.

Для нормального та сталого функціонування системи опалення будівлі загальна кількість теплоносія системи опалення повинна розподілятися по

паралельних циркуляційних контурах таким чином, щоб втрати тиску в контурах були рівні між собою.

Таблиця 3.19 - Орієнтовна вартість обладнання, матеріалів та робіт

№	Найменування устаткування та робіт	грн., без ПДВ	грн., з ПДВ
1	Керуюче регулювальне обладнання	11 001,07	13 201,29
2	Датчики температури	741,91	890,29
3	Виконавче обладнання для регулювання температури	12 531,25	15 037,50
4	Насосне обладнання	11 558,15	13 869,78
5	Обладнання для ручного регулювання тиску	478,53	574,24
6	Експлуатаційна гідравлічна арматура	8 977,33	10 772,80
7	Експлуатаційне вимірювальне обладнання	491,78	590,13
8	Матеріали і з'єднувальні частини трубопроводу	2 463,80	2 956,56
9	Електромонтажне обладнання і матеріали	432,81	519,37
10	Теплоізоляційні і антикорозійні матеріали	920,50	1 104,60
11	Обладнання і матеріали вузлів врівноважування різниці тисків на вводах	4 800,59	5 760,71
12	Розроблення робочого проекту	4 351,82	5 222,18
13	Монтажні (механічні, електротехнічні) роботи	10 879,54	13 055,45
14	Пусконаладжувальні роботи та введення в експлуатацію	1 087,95	1 305,55
	<b>Всього:</b>	<b>70 717,03</b>	<b>84 860,44</b>

Таким чином, для розподілу теплоносія відповідно до теплових навантажень циркуляційних контурів системи опалення, необхідно виконати гідравлічне ув'язування за рахунок забезпечення однакових втрат тиску в контурах.

Крім того, балансування приладових віток системи опалення необхідно для створення фіксованого гідравлічного опору, що дозволяє створити необхідний перепад тиску перед терморегуляторами, тобто забезпечити регулювання тепловіддачі опалювальних приладів для підтримки заданої температури в приміщенні.

Таким чином, гідравлічне балансування системи опалення дозволить нормалізувати температури по приміщенням будівлі, покращить санітарні умови перебування людей, а також дозволить зменшити перевитрати

теплової енергії. Для вирівнювання гідравлічних втрат у контурах системи опалення використовується балансувальна арматура ручного або автоматичного регулювання, яка представлена на ринку України такими виробниками як Danfoss, Herz, Honeywell, Oventrop тощо.

В рамках заходу пропонується виконати розрахунки щодо гідравлічного та теплового режиму системи опалення, за результатами яких здійснити балансування системи опалення будівлі шляхом встановлення балансувальних вентилів на вертикальних приладових вітках (стояках) системи.

Заміна радіаторів опалення на біметалічні радіатори.

Встановлені радіатори не мають змоги задовольнити належний режим опалення будівлі. Для забезпечення нормативних умов тепlopостачання будівлі пропонується замінити існуючі радіатори на нові біметалічні радіатори з поліпшеними показниками тепловіддачі.

Встановлення терморегуляторів на приладах опалення.

Терморегулятор призначається для підтримки в приміщенні будівлі заданої необхідної температури повітря. Терморегулятори опалення змінюють кількість теплоносія, яка проходить через опалювальний пристрій, в залежності від зміни температури в приміщенні. Таким чином збільшується або зменшується кількість тепла, випромінюваного радіатором.

Терморегулятори опалення встановлюють безпосередньо на опалювальному пристрої або перед ним на трубопроводі, що подає в пристрій теплоносій. За допомогою терморегуляторів можна встановлювати температуру в приміщенні на рівні від  $+6^{\circ}\text{C}$  до  $+28^{\circ}\text{C}$ . Дані прилади дозволяють перешкоджати перегріву приміщень, дозволяючи отримати економію близько 10% енергії, яка споживається на опалення будівель. Крім цього, терморегулятори опалення забезпечують в приміщеннях комфортну температуру повітря.

Улаштування теплоізоляційного рефлектора. Радіатори системи опалення розташовуються частіше за все під вікнами на відстані приблизно 20 см від

зовнішньої стіни. Таким чином частина теплового потоку від радіаторів витрачається на прогрів стіни.

Найпростіший спосіб збільшення температури в приміщеннях на кілька градусів - використання тепловідбиваючого матеріалу. Для збільшення тепловіддачі за батареї поміщають теплоізоляційний рефлектор товщиною 5 – 7 мм з поверхнею із фольги (наприклад, пінофол, пінопропілен). Наведений матеріал є самоклеючим.

Тепловідбиваючий матеріал з поверхнею із фольги перешкоджає нагріванню стіни та підвищує температуру у приміщенні на 2 – 3 градуси без додаткових витрат на збільшення температури теплоносія. На рисунку 3.12. наведений зовнішній вид теплоізоляційного рефлектора.

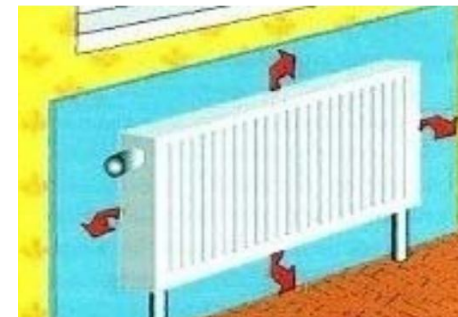


Рисунок 3.12 - Зовнішній вид теплоізоляційного рефлектора

Захід №2. Модернізація фасаду. Існуюча ситуація.

Стан стін будівлі задовільний, значні пошкодження фасаду на час проведення енергетичного аудиту не спостерігалися. Середнє значення опору теплопередачі існуючих стін складає  $R=0,77 \text{ м}^2\text{K/Вт}$ , що не відповідає нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку  $R = 2,5 \text{ м}^2\text{K/Вт}$  (визначено відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу. В якості переваг при утепленні фасаду виступають наступні аспекти:

- економічний – зменшення енергозатрат на опалення приміщень приблизно на 30%;
  - соціальний аспект – збільшення комфорту приміщень (відсутність плісняви, грибку, нормальний режим вологості у приміщенні, тощо).
- Зовнішня теплоізоляція фасаду будівлі забезпечить:
- відповідність мікроклімату внутрішніх приміщень вимогам діючих на території України теплотехнічних параметрів;
  - зменшення витрат енергії на створення потрібних параметрів мікроклімату внутрішніх приміщень;
  - стабілізацію теплового режиму у внутрішніх приміщеннях протягом різних пір року;
  - швидкий прогрів в період опалювального сезону та швидке охолодження в літній період року повітря внутрішніх приміщень;
  - краще збереження будівлі за рахунок зменшення деформацій конструкцій, що викликаються різкими перепадами температури зовнішнього середовища, а також за рахунок забезпечення захисту від корозії зовнішніх огорожувальних конструкцій;
  - покращення зовнішнього вигляду фасаду будівлі, що раніше експлуатувалися протягом тривалого часу.

Всі системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні (далі СФТО), які використовуються в будівельній галузі України можна розподілити на три групи – А, Б, В:

Група А – СФТО не вентилявані з мокрими процесами, тобто штукатурками.

Група Б – СФТО не вентилявані з личкуванням цеглою.

Група В – СФТО вентилявані з індустриальними личкувальними елементами. В проєкті розглядається СФТО групи В, як оптимальна за експлуатаційними, теплоізоляційними та вартісними показниками. На ринку

будівельних матеріалів представлений широкий вибір так званих «вентильованих фасадів».

Детальний опис найбільш відомих сучасних систем фасадних теплоізоляційно-оздоблювальних групи В наведений в Додатку Б.

Враховуючи, що нормативні вимоги щодо тепловитрат на опалення в Україні значно перевищують Європейські стандарти, в проєкті була обрана теплова ізоляція товщиною 200 мм. Таким чином були враховані загальноєвропейські тенденції в сфері утеплення фасадів будинків.

У проєкті запропоновано виконати утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад» (рис. 3.13).



Рисунок 3.13 - Утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад»

Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі СФТО «Сканрок». Товщина теплоізоляційного шару передбачається  $\delta=200$  мм, що забезпечить значення опору теплопередачі  $R=4,8$  м<sup>2</sup>К/Вт.

Впровадження ЕЕ заходу дозволить зменшити втрати теплової енергії через стіни на 60% у порівнянні з існуючими втратами.

Загальна площа фасаду, що підлягає утепленню, складає 1746 м<sup>2</sup>.

Захід №3. Модернізація дахового перекриття. Існуюча ситуація.



Дах скатний з горищем. Крівля шиферна. Стан даху задовільний, на час проведення енергетичного аудиту значних пошкоджень даху не спостерігалось. В 2010 році був здійснений частковий ремонт перекриття даху (усунення протікання).

Середнє значення опору теплопередачі  $R=1,52\text{м}^2\text{К/Вт}$ .

Опис заходу. Утеплення даху грає значну роль в підвищенні комфортності приміщення, поліпшенні його мікроклімату. Крім того, правильно підібрана теплоізоляція збільшує термічний опір захисної конструкції, що дозволяє знизити витрати на опалення за рахунок зменшення тепловтрат.

Заходом передбачається утеплення даху плитами з базальтової мінераловати. Для запобігання проникненню пари з житлових приміщень в підпокрівельний простір планується прокласти пароізоляційний шар. Таким чином, структура утеплення наступна: паробар'єр, утеплювач, гідробар'єр.

Структура утеплення дахового перекриття приведена на рисунку 3.14.

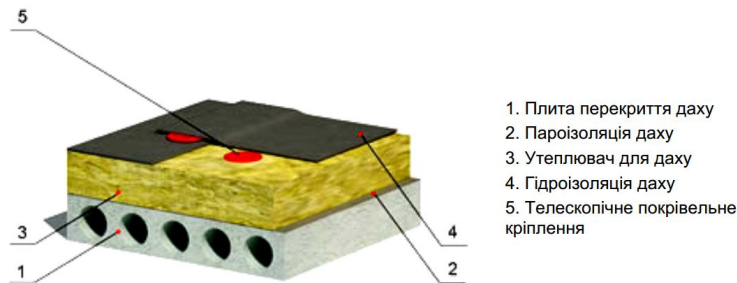


Рисунок 3.14 - Структура утеплення дахового перекриття

Товщина теплоізоляційного шару передбачається  $\delta_{із}=100$  мм, що забезпечить значення опору теплопередачі  $R_{сп}=3,46$   $\text{м}^2\text{К/Вт}$ . Вартість реалізації заходу залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що

більш детально визначається на етапі робочого проектування. Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає  $1043$   $\text{м}^2$ .

Захід №4. Модернізація підвального перекриття.

Існуюча ситуація. В опалювальному підвалі розміщені підсобні приміщення поліклініки. Утеплення підвального перекриття не проводилось. Середнє значення опору теплопередачі  $R=1,9$   $\text{м}^2\text{К/Вт}$ .

Опис заходу. Утеплення виконується зі сторони технічного підпілля. При утепленні підвального перекриття рекомендовано використовувати пошарову систему утеплення. Приклад утеплення перекриття зі сторони підвалу приведено на рисунку 3.15.



Рисунок 3.15 - Утеплення перекриття зі сторони підвалу

Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі застосування в якості теплоізоляційного матеріалу плит з базальтової мінераловати, товщиною  $\delta_{із}=70$  мм, що забезпечить значення опору теплопередачі  $R=3,6\text{м}^2\text{К/Вт}$ . Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає  $543$   $\text{м}^2$ . Вартість реалізації заходу залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування.

Захід №5. Заміна вікон та балконних блоків. Існуюча ситуація Будівля характеризується значною кількістю вікон великого розміру. Основна частка вікон в будівлі – з дерев'яними рамами, що мають значний строк експлуатації, відхилення в конструкції (дерев'яні рами вікон розсохлися,

утворені значні щілини) та низький опір теплопередачі. Майже 52% площі вікон в закладі вже замінено на металопластикові, найчастіше із застосуванням не енергоефективного типу склопакету, опір теплопередачі якого  $R = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Середнє значення опору теплопередачі існуючих вікон складає  $R = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , що не відповідає відповідному нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку  $R = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (згідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу. Найбільші втрати тепла відбуваються через старі вікна великих та середніх розмірів. Через незадовільний стан, рекомендується замінити існуючі вікна на металопластикові енергозберігаючі. Також проектом передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на енергозберігаючі. Розрахунок ефективності впровадження енергозберігаючого заходу виконаний на прикладі використання енергоефективних вікон виробництва компанії «Віконда».

Сучасне вікно складається з профільної системи та склопакету. Порівняльна характеристика пропонуваніх профільних систем наведена в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 - Порівняльні характеристики профільних систем

№	Показник	Віконда КЛАСИК	Віконда КОТЕДЖ
1	Кількість камер	3	6
2	Монтажна глибина	60 мм	82 мм
3	Опір теплопередачі	$R = 0,71 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$R = 0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

На рисунку 3.16 наведена віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».

Задля забезпечення максимального енергозбереження рекомендується встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з енергозберігаючим двокамерним склопакетом з пластиковими дистанційними рамками (рис. 3.17). Енергозберігаючі склопакети

виробляють зі скла з напленням іонів срібла (і-скло) та наповненням камер склопакету інертним газом аргоном.

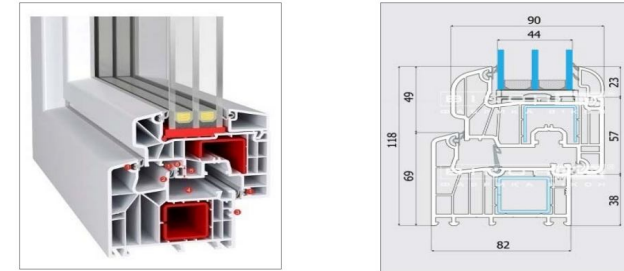


Рисунок 3.16 - Віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ»

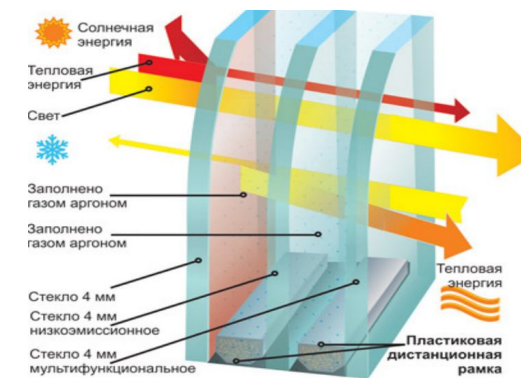


Рисунок 3.17 - Енергозберігаючий склопакет

Формула енергозберігаючого склопакету –  $4i-16Ar-4-16Ar-4i$ ; опір теплопередачі  $R=1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Середньозважений опір теплопередачі вікна розрахований згідно формули:

$$R_{np} = \frac{F_{cn} + \sum_{i=1}^n F_i}{\frac{F_{cn}}{R_{\Sigma cn}} + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}}}, \quad (3.1)$$

де  $F_{cn}$  – площа світлопрозорої частини, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma i}$ ,  $F_i$  – опір теплопередачі та площа і-го непрозорого елемента.

Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме  $R=0,97$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

В таблиці 3.21 приведені порівняльні характеристики склопакетів.

Таблиця 3.21 - Порівняльна характеристика склопакетів

Тип склопакету	Формула склопакету	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт	Світлопроникність, %	Сонячний фактор, %	Індекс звукоізоляції, дБ
Однокамерний склопакет	4-16-4	0,32	83	79	30
TERMO tech	4-16п-4і	0,62	78	60	30
TERMO tech euro	4і-16Ar-4-16Ar-4і	1,2	69	54	32

Остаточний вибір типу енергозберігаючого склопакету відбудеться на етапі робочого проектування. Для розрахунку ефективності впровадження заходу проектом передбачається встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з двокамерним енергозберігаючим склопакетом типу TERMO tech euro.

В рамках реалізації заходу додатково передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на однокамерні енергозберігаючі склопакети TERMO tech.

Формула склопакету (згідно ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель») – 4-16п-4і; опір теплопередачі  $R=0,62$  м<sup>2</sup>·К/Вт. Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме  $R=0,6$  м<sup>2</sup>·К/Вт. Загальна площа вікон з дерев'яними рамами, що підлягає заміні, складає 349м<sup>2</sup>.

Площа заміни склопакетів існуючих металопластикових вікон – 376 м<sup>2</sup>.

Захід №6. Часткова модернізація системи вентиляції.

Для приміщень будівель закладу запроєктовані загальнообмінні припливно-витяжні системи вентиляції з механічним спонуканням. В лабораторіях, флюорографічних кабінетах тощо запроєктовані місцеві витяжні установки. Механічні вентиляційні системи виконані без застосування засобів рекуперації теплоти. В інших приміщеннях – витяжна вентиляція з природним спонуканням, припливний потік свіжого повітря забезпечується за рахунок відкриття фрамуг вікон, дверей та нещільностей в огорожувальних конструкціях.

Така організація системи вентиляції будинку призводить до втрат теплової енергії порядку 20-30% від загальних, що не забезпечує достатнього рівня енергозбереження в будівлі.

Опис заходу. При заміні вікон та утепленні фасаду будівлі гостро стане питання щодо забезпечення нормованого повітрообміну в закладі. Через герметичність енергозберігаючих вікон існуюча система вентиляції працювати не буде.

Для забезпечення нормованого повітрообміну, який відповідає санітарно-гігієнічним нормам, в приміщеннях з природною вентиляцією, де постійно перебувають люди, пропонується встановити локальні пристрої вентиляції з рекуператорами теплоти.

Локальна припливно-витяжна система вентиляції, монтується в верхній частині стіни, яка граничить із зовнішнім середовищем.

Вентиляція приміщень відбувається за рахунок того, що система відбирає повітря з приміщення та скидає його на зовні, одночасно з чим примусово нагнітає свіже повітря до приміщення. При цьому повітряні потоки розділені між собою. За рахунок проходження повітряних потоків через систему мідних теплообмінників, розташованих всередині робочого модуля, тепле витяжне повітря віддає своє тепло холодному припливному.

Таким чином здійснюється ефективний повітрообмін приміщень та забезпечується, завдяки рекуперації, енергозберігаючий ефект – приплив свіжого повітря без порушення теплового комфорту.

Коли вентиляція працює в літній період, в рекуператорі відбувається зворотній процес – кондиціонування.

Підключення вентиляційної установки здійснюється до стаціонарної мережі зі змінним струмом, напругою 220 В та частотою 50 Гц.

Основні переваги децентралізованої системи вентиляції:

- економія теплової енергії;
- компактні габарити;
- швидкість та легкість монтажу;
- відсутність витратних матеріалів;
- легкість та простота в управлінні та обслуговуванні;
- можливість перевести роботу системи в безшумний нічний режим.

Розрахунок ефективності впровадження енергозберігаючого заходу виконаний на прикладі «Прана-200G» (діаметр робочого модуля 200 мм) з розрахунку один пристрій на площу приміщення до 60 м<sup>2</sup>. Середньодобове споживання електроенергії одним пристроєм децентралізованої системи вентиляції складатиме 0,024 кВт·год. Остаточний вибір обладнання децентралізованої вентиляційної системи повинен відбутися на стадії робочого проектування.

Захід №7. Модернізація системи внутрішнього освітлення.

Опис існуючого стану Система освітлення закладу на 75% складається з ламп розжарювання (550 шт.), що мають досить високий рівень енергоспоживання, низьку світловіддачу та термін служби.

Опис заходу. Світлодіодне освітлення – альтернативна технологія штучного освітлення, що заснована на використанні світлодіодів в якості джерела світла. Це новий вид освітлення, принцип та робота якого, кардинальним чином відрізняється від інших.

Заходом пропонується модернізація системи внутрішнього освітлення шляхом заміни ламп розжарювання, що встановлені в коридорах, кабінетах та підсобних приміщеннях світлодіодними лампами. Кількість ламп, що підлягає заміні – 550 шт.

Економічний ефект проекту забезпечується за рахунок зниження витрат на оплату електроенергії, що споживається існуючою системою освітлення. Також додатковим ефектом є покращення якості освітлення.

Переваги освітлення на основі світлодіодних ламп:

- Економія. При однакових параметрах світлового потоку, споживання електричної енергії світлодіодною лампою в 10 разів менше, ніж у лампи розжарювання, та більш ніж в 2 рази менше, ніж у люмінесцентної лампи.

- Якість світла. За допомогою світлодіодної лампи створюється потік світла найбільш приближений до сонячного, природного освітлення. В світлодіодній лампі відсутній ефект мерехтіння, що не викликає втоми очей.

- Екологічна чистота. Робоче середовище сучасних енергозберігаючих ламп заповнюється парами ртуті. Світлодіоди не містять ртуті та є безпечними для зовнішнього середовища. Такі лампи безпечні та прості у використанні, зберіганні, транспортуванні та утилізації.

- Термін роботи. Термін експлуатації світлодіодної лампи складає приблизно 50000 годин. Внаслідок чого час роботи світлодіодних ламп складає:

- при 6 годинах на добу = 22,8 років;
- при 12 годинах на добу = 11,4 років;
- при 24 годинах на добу = 5,7 років.

Установка світлодіодної лампи не потребує регулярної роботи по заміні не тільки самої лампи, але й пускових пристроїв.

- Механічна міцність Лампи розжарювання та люмінесцентні лампи мають в своїй конструкції тонкі вольфрамові нитки розжарювання, при механічних коливаннях (удари, тряски) нитка обривається, що призводить до втрати

працездатності лампи. Світлодіодна лампа стійка до подібних механічних втручань та не має в своїй конструкції крихкого скла.

- Температурний режим. Світлодіодна лампа включається при температурі зовнішнього середовища від +40 до -25 0С. Це дозволяє використовувати лампу в приміщеннях з низькою температурою та на вулиці.

### 3.4 Запропоновані енергоефективні заходи

Енергоефективні заходи згруповані по пакетах в залежності від капіталоємності та очікуваної економії теплової енергії.

Економічні показники заходів зведені в таблицях 3.22 – 3.23.

Таблиця 3.22 - Економічні показники енергоефективних заходів пакету 1

КУ «Міська поліклініка ім. 8 Марта» по вул. Чумаченка, буд.21, м. Запоріжжя		Опалювальна площа: 4 359 м <sup>2</sup>				
Енергоефективні заходи	Інвестиції	Чиста економія	Простий строк окупності по тарифам 2016р.	NPVQ* по тарифам 2016 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довідкове)	
Пакет 1	тис.грн	кВт-год	тис.грн	рік		рік
Часткова модернізація системи опалення	124,7	39357	24,4	5,1	0,78	3,0
Заміна вікон та балконних блоків	688,7	116174	72,0	9,6	0,30	5,6
Часткова модернізація системи внутрішнього освітлення	79,8	50450	47,8	1,7	5,35	1,0
<b>Всього</b>	<b>893,1</b>	<b>205981</b>	<b>144,2</b>	<b>6,2</b>	<b>0,82</b>	<b>3,7</b>

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від

базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Таблиця 3.23 - Економічні показники енергоефективних заходів пакету 2

КУ «Міська поліклініка ім. 8 Марта» по вул. Чумаченка, буд.21, м. Запоріжжя		Опалювальна площа: 4 359 м <sup>2</sup>				
Енергоефективні заходи	Інвестиції	Чиста економія	Простий строк окупності по тарифам 2016р.	NPVQ* по тарифам 2016 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довідкове)	
Пакет 2	тис.грн	кВт-год	тис.грн	рік		рік
Комплексна модернізація системи опалення	441,4	64770	40,2	11,0	-0,17	6,5
Модернізація фасаду	1064,7	189959	117,8	9,0	0,47	5,3
Модернізація дахового перекриття	318,6	38699	24,0	13,3	0,00	7,8
Модернізація підвального перекриття	112,1	12559	7,8	14,4	-0,07	8,5
Заміна вікон та балконних блоків	688,7	109574	67,9	10,1	0,22	6,0
Часткова модернізація системи вентиляції	577,1	93658	54,2	10,7	-0,15	6,3
Часткова модернізація системи внутрішнього освітлення	79,8	50450	47,8	1,7	5,35	1,0
<b>Всього</b>	<b>3282,4</b>	<b>559669</b>	<b>359,6</b>	<b>9,1</b>	<b>0,28</b>	<b>5,4</b>

\* - базована на ставці дисконтування 7 %.

\*\* - розрахунки строків окупності зроблено по базі прогнозних тарифів 2020 року з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх тарифів.

Тому, в якості базового, пропонується Пакет 2 енергозберігаючих заходів.

Додатково після впровадження заходів очікуються наступні покращення:

- постійне забезпечення протягом опалювального періоду нормованих температур внутрішнього повітря у всіх приміщеннях будівлі, покращення умов теплового комфорту перебування людей;

- забезпечення регулювання необхідних параметрів внутрішнього повітря у приміщеннях з урахуванням інтенсивності сонячного випромінювання і контролю температури у приміщеннях протягом усього опалювального періоду залежно від температури зовнішнього повітря, автоматичне регулювання подачі теплоти у періоди потепління;

- зведення до мінімуму аварійних ситуацій, проривів трубопроводів та витоків теплоносія;

- значне зниження платежів за енергоресурси;

- підвищення строку експлуатації будівлі та кращого зовнішнього виду за рахунок архітектурного оздоблення.

На рисунку 3.18 зображено структуру економії теплової енергії на опалення після впровадження енергоефективних заходів. Споживання теплової енергії знизиться на 75 % від базового споживання будівлею на опалення, розрахованого при дотриманні нормативних умов.

Споживання енергії «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів підсумовані в наступних таблицях 3.24 – 3.25.

На рисунку 3.18 приведено структуру споживання енергії «до» та «після» впровадження пакетів енергоефективних заходів. Пакет 1 енергоефективних заходів дозволяє знизити споживання від загального базового рівня на 24%, а пакет 2 на 65 %.

Таблиця 3.24 - Річне енергоспоживання «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів

Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	тис. кВт·год/рік			
Опалення	671	677	521	166
ГВП	48	48	48	48
Освітлення	143	63	13	13
Інше електрообладнання		79	79	79
<b>Всього</b>	<b>862</b>	<b>867</b>	<b>661</b>	<b>306</b>

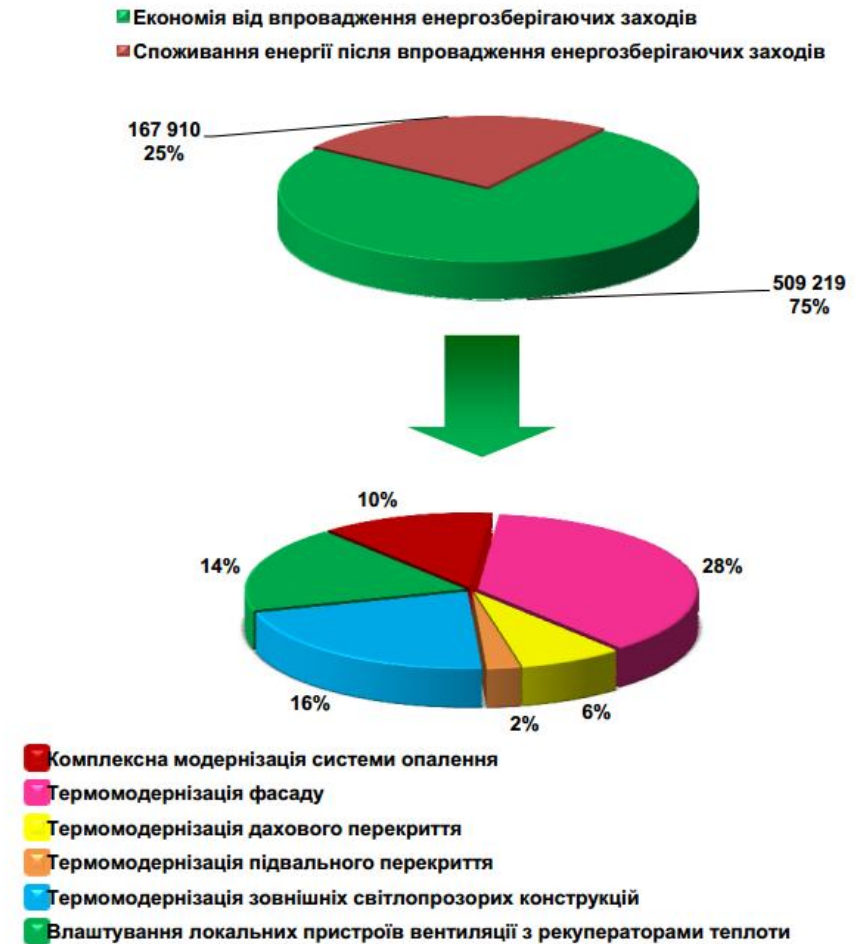


Рисунок 3.18 - Баланс економії спожитої теплової енергії на опалення будівлею, кВт·год/рік

На рисунку 3.20 приведено баланс витрат на опалення будівлі «до» та «після» проведення енергоефективних заходів. Основна доля тепловитрат будівлі «до» проведення енергоефективних заходів, складає 27 % через стіни, 25% через вікна та 33% на підігрів вентиляційного повітря і на інфільтраційні тепловтрати.

Таблиця 3.25 - Питоме енергоспоживання «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів

Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	кВт·год/м²·рік			
Опалення	154	155	120	38
ГВП	11	11	11	11
Освітлення	33	15	3	3
Інше електрообладнання		18	18	18
<b>Всього</b>	<b>198</b>	<b>199</b>	<b>152</b>	<b>70</b>

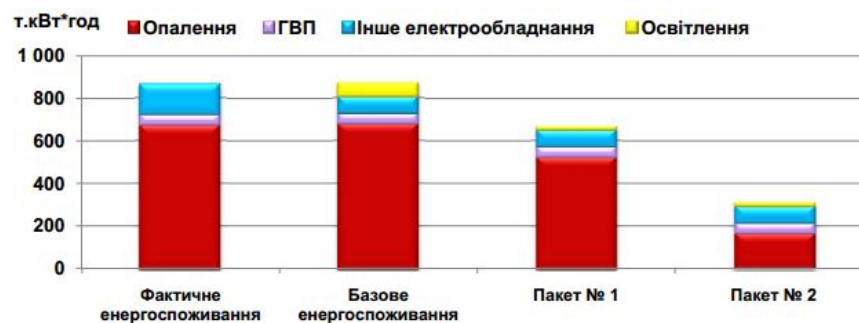


Рисунок 3.19 - Структура споживання енергії

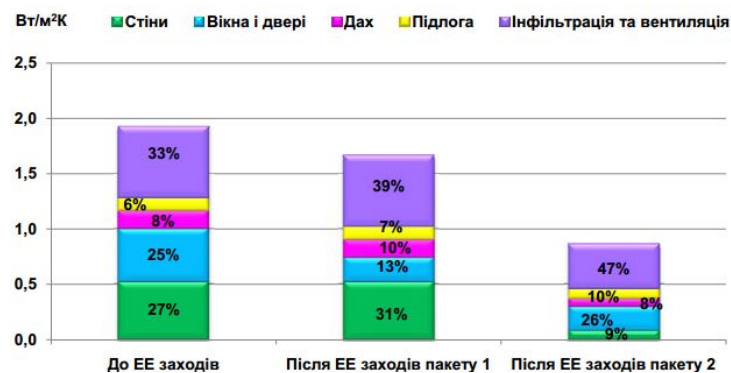


Рисунок 3.20 - Баланс втрат теплової енергії на опалення будівлі «до» та після

### 3.5 Рекомендації щодо енергетичної ефективності будівель

Вихідні дані для розрахунків показників енергетичної ефективності будівель, вимоги до процедури збору та обробки інформації про фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем визначаються відповідно до вимог частини восьмої статті 7 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

Розрахунок питомого енергоспоживання на освітлення є обов'язковим для визначення енергетичної ефективності громадських будівель.

Обов'язкова інформація, що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель:

1. Місцеві кліматичні умови визначається згідно з розділами 5, 6, 7, 9 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» (далі - ДСТУ-Н Б В.1.1-27), додатку А ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні» (ДСТУ Б А.2.2-12).

2. Функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі визначають згідно з проектною документацією чи документацією, складеною за результатами технічної інвентаризації, або паспортом об'єкта, який складається згідно з Порядком проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року № 257.

3. Геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі визначаються згідно з проектною документацією відповідно до вимог розділу 4 ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Розділ «Енергоефективність» у складі проектною документації об'єктів» (далі - ДСТУ Б А.2.2-8) або паспортом будівлі.

У разі відсутності необхідної проектної документації характеристики будівлі визначають за результатами виявлення фактичного стану будівлі відповідно до розділів 6, 7 та 9 ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки» (EN 15603:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN 15603), розділу 4 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції» (далі - ДСТУ Н Б А.2.2-5), розділів 5 та 7 ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настава з проведення енергетичної оцінки» (далі - ДСТУ-Н Б А.2.2-13), ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження» (EN ISO 13790:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN ISO 13790).

4. Санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі визначаються згідно з нормативно-технічними документами залежно від функціонального призначення будівлі. Допускається визначати розрахункові показники мікроклімату та критерії локального теплового комфорту згідно з розділами 3-9 та додатками А, В, F, G до 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 (EN 15251:2007, IDT)» (далі - ДСТУ Б EN 15251), розділами 3, 4, 5, 6, 7, 8 та додатком А до ДСТУ Б EN ISO 13790, розділом 13 та додатку Г до ДСТУ Б А.2.2-12.

5. Нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та їх елементів (у тому числі обладнання), а також інженерних систем встановлюється згідно з підрозділом 4.19 розділу 4 ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» (далі - ДБН В.2.6-31), розділом 5 ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови» (далі - ДСТУ Б В.2.6-35), підрозділом 6.10 розділу 6 ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції будинків і споруд.

Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» (далі - ДБН В.2.6-33) та підрозділом 4.6 розділу 4 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будинків» (ДСТУ Б В.2.6-189).

6. Технічні характеристики інженерних систем визначаються згідно з проектною документацією або паспортом об'єкта. За відсутності необхідної документації зазначені характеристики визначаються під час виявлення фактичного стану будівлі.

7. Використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації, та їх вплив на показники енергоефективності будівель враховуються згідно з розділами 14, 15 ДСТУ Б А.2.2-12, розділами 11, 14 та додатком Е до ДСТУ Б EN ISO 13790, додатком G до ДСТУ Б EN 15603.

Енергетичний паспорт має бути включений як окремий документ до складу розділу проектної документації, що стосується реалізації вимог по енергозбереженню і оцінки енергетичної ефективності будинку.

8. Енергетична паспортизація будівель є обов'язковою умовою забезпечення їх енергоефективності.

Енергетичний паспорт повинен містити три аспекти енергетичної ефективності будівель: доказ відповідності проекту нормативним вимогам, контроль енергоефективності в процесі експлуатації, мотивація власників будинків до зниження енергоспоживання. Крім того, цей документ повинен підтверджувати енергетичну якість будинку при оцінці його вартості на ринку житла.

Енергетичний паспорт будинку складають проектні організації, що мають відповідні ліцензії, під час:

- розробки проекту і прив'язки його до умов конкретного будівельного майданчика на стадії "Робочий проект" або "Робоча документація" залежно від категорії складності будівлі;



- здача об'єкту будівництва в експлуатацію з урахуванням відхилень від первинних проектних рішень, погоджених під час авторського нагляду за будівництвом будинку. При цьому враховуються дані технічної документації (виконавчі креслення, акти на приховані роботи, паспорти, довідки, надані приймальними комісіями і так далі); підсумки поточних і цільових перевірок дотримання теплотехнічних характеристик будівельного об'єкту, відповідності інженерних систем шляхом технічного і авторського нагляду, контролю, що виконується Державною архітектурно-будівельною інспекцією, робочими комісіями і так далі; за результатами виявлених відхилень від проекту, відсутності необхідної технічної документації, наявності будівельного браку і так далі. Замовник і Державна архітектурно-будівельна інспекція можуть вимагати проведення експертизи, включаючи натурні визначення теплотехнічних показників конструкцій, що захищають, удома акредитованими лабораторіями відповідно до існуючої нормативної бази;

- експлуатації, вибірково після річної експлуатації будівлі за результатами енергетичного аудиту будинку, проведеного ліцензованими організаціями і установами;

- експлуатації, обов'язково після завершення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будинку (конструкцій, що захищають) і її елементів;

- експлуатації, обов'язково після порушень встановлених умов експлуатації будівлі, які супроводжуються ушкодженнями конструкцій, що захищають, в цілому або їх складових.

Енергетична паспортизація будівель передбачає привласнення будинку відповідного класу енергетичної ефективності.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА У БУДІВНИЦТВІ

#### 4.1 Вимоги пожежної безпеки для зовнішнього утеплення фасадів

В Україні для зовнішнього утеплення фасадів широко використовують пінополістирол. Відомі факти підміни більш дорогого мінераловатного утеплювача або екструдованого пінополістиролу на звичайний бісерний “термоударний” пінополістирол на вже існуючих об'єктах без заміни проектної документації та проведення необхідних розрахунків. При цьому задля більшої економії замість пінополістирольних плит марки хоча б П25 – П35 використовується “пакувальний” пінополістирол марки П15.

Само по собі застосування пінополістиролу в якості зовнішнього утеплення не є “злочином”, але в реальних умовах при зовнішній теплоізоляції будинків пінополістиролом спостерігається масове порушення нормативних вимог, що може призвести до незадовільного температурного та вологісного режиму приміщень взимку та наявності теплових відмов огорожень.

Розглянемо вимоги, які висуваються вітчизняними нормативними документами до зовнішнього утеплення пінополістиролом, і фактичну ситуацію з цього приводу.

Основним документом, що регламентує питання застосування, проектування, улаштування та експлуатації конструкцій зовнішнього утеплення є ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації». Цей нормативний документ є основоположним у системі нормативів, що зараз розробляється, в яких встановлюються основні конструктивні принципи проектування фасадної теплоізоляції будинків та вимоги безпеки.

Основною вимогою безпеки, що регламентує застосування пінополістиролу для зовнішнього утеплення, є вимоги пожежної безпеки. Згідно з ДБН В.2.6-33:2008 матеріали груп горючості Г1, Г2 (до яких відноситься пінополістирол) можуть застосовуватись тільки в системах зовнішнього утеплення з опорядженням штукатурками та з опорядженням цеглою. Застосування пінополістиролу в конструкціях вентиляваного фасаду з опорядженням індустріальними елементами та в системах з світлопрозорим опорядженням не допускається. А насправді: існують об'єкти багатопверхових житлових будинків з навісними вентиляваними фасадами, в яких в якості утеплювача використовується пінополістирол.

Нормативні вимоги до такого типу конструкцій встановлені в ДСТУ Б В.2.6-36:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови».

#### 4.2 Утримання будівель, приміщень та споруд

Усі будівлі, приміщення і споруди повинні своєчасно очищатися від горючого сміття, відходів виробництва і постійно утримуватися в чистоті. Терміни очищення встановлюються технологічними регламентами або інструкціями.

У разі реконструкції, перепланування, капітального ремонту приміщень, будинків та інших споруд, їх технічного переоснащення як зі зміною, так і без зміни функціонального призначення, необхідно виконувати протипожежні вимоги, визначені нормативно-правовими документами в галузі будівельного, технологічного проектування та чинними правилами.

Приступати до виконання вищевказаних робіт дозволяється лише за наявності проектної документації, яка пройшла попередню експертизу на відповідність нормативно-правовим актам з питань

пожежної безпеки з позитивним результатом в органах державного пожежного нагляду.

Протипожежні системи, установки, устаткування приміщень, будівель та споруд (протидимовий захист, пожежна автоматика, протипожежне водопостачання, протипожежні двері, клапани, інші захисні пристрої у протипожежних стінах і перекриттях тощо) повинні постійно утримуватися у справному робочому стані.

Отвори у протипожежних стінах, перегородках та перекриттях повинні бути обладнані захисними пристроями (протипожежні двері, вогнезахисні клапани, водяні завіси тощо) проти поширення вогню та продуктів горіння.

Не допускається встановлювати будь-які пристрої, що перешкоджають нормальному зачиненню протипожежних та протидимних дверей, а також знімати пристрої для їх самозачинення.

У разі перетинання протипожежних перешкод (протипожежних стін, перегородок, перекриттів), інших конструкцій з нормованими межами вогнестійкості різними комунікаціями зазори (отвори), що утворилися між цими конструкціями та комунікаціями, повинні бути наглухо зашпаровані негорючим матеріалом, який забезпечує межу вогнестійкості та димогазонепроникнення, що вимагається будівельними нормами для цих перешкод.

Дерев'яні конструкції в будинках усіх ступенів вогнестійкості, крім V, повинні піддаватися вогнезахисній обробці, за винятком вікон, дверей, воріт, підлоги, вбудованих меблів, стелажів, якщо в будівельних нормах не зазначені інші вимоги. Пошкодження вогнезахисних покриттів (штукатурки, спеціальних фарб, лаків, обмазок тощо) будівельних конструкцій, горючих оздоблювальних і теплоізоляційних матеріалів, повітроводів, металевих опор та перегородок повинні негайно усуватися.

Після виконання вогнезахисних робіт підрядною організацією за участю замовника має бути складений акт про виконані роботи. Після

закінчення термінів дії обробки (просочення) та у разі втрати або погіршення вогнезахисних властивостей обробку (просочення) треба повторити. Перевірку стану вогнезахисної обробки (просочення) слід проводити не менше одного разу на рік зі складанням акта перевірки.

Для всіх будівель та приміщень виробничого, складського призначення і лабораторій повинна бути визначена категорія щодо вибухопожежної та пожежної безпеки згідно з вимогами ОНТП 24-86 "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности", а також клас зони за ДНАОП 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок", у тому числі для зовнішніх виробничих і складських дільниць, які необхідно позначати на вхідних дверях до приміщення, а також у межах зон усередині приміщень та ззовні.

Визначення категорії будівель та приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою на стадії проектування повинно проводитися розробником технологічного процесу згідно з вимогами ОНТП 24-86 "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности". Для діючих підприємств категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою можуть визначатися технологіями самих підприємств або організаціями, що мають відповідних фахівців.

Вибухопожежонебезпечні приміщення у багатоповерхових будівлях повинні розміщуватися біля зовнішніх стін верхніх поверхів.

У підвальних та цокольних поверхах не допускається:

Розміщення вибухопожежонебезпечних виробництв, зберігання та застосування ЛЗР і ГР, вибухових речовин, балонів з газами, целулоїду, горючої кіноплівки, карбіду кальцію та інших речовин і матеріалів, що мають підвищену вибухопожежну безпеку (за винятком випадків, обумовлених чинними нормативно-правовими документами).

Улаштування (за винятком індивідуальних житлових та дачних будинків) складів горючих матеріалів, майстерень, де використовуються горючі матеріали, а також інших господарських приміщень, якщо вхід до них не ізольований від загальних евакуаційних сходових кліток.

Не дозволяється використовувати горища, технічні поверхи й приміщення (у т.ч. вентиляційні камери, електрощитові) під виробничі дільниці, для зберігання продукції, устаткування, меблів та інших предметів, для влаштування голуб'ятень тощо.

Двері горищ, технічних поверхів, вентиляційних камер, електрощитових, підвалів повинні утримуватися зачиненими. На дверях слід вказувати місце зберігання ключів. Вікна горищ, технічних поверхів, підвалів повинні бути заклені.

Прямки віконних прорізів підвальних і цокольних поверхів треба регулярно очищати від горючих відходів виробництва, сухого листя, трави тощо. Не допускається зачиняти їх наглухо, а також захаращувати або закладати віконні прорізи.

У житлових, громадських і адміністративно-побутових будинках не дозволяється розміщувати магазини та склади товарів побутової хімії, ЛЗР, ГР, вогнебезпечних (горючих) речовин і матеріалів (фарб, розчинників, лаків, пороху тощо), балонів з газом, майстерні та інші приміщення з категорією за вибухопожежною безпекою А і Б.

Стаціонарні зовнішні пожежні сходи, сходи на перепадах висот і огорожі на дахах (покриттях) будівель та споруд повинні втримуватися постійно справними, бути пофарбованими.

У разі необхідності встановлення на вікнах приміщень, де перебувають люди, ґрат, останні повинні розкриватися, розсуватися або зніматися. Під час перебування в цих приміщеннях людей ґрати мають бути відчинені (зняті).

Установлювати глухі (незнімні) ґрати дозволяється у квартирах, банках, касах, складах, коморах, кімнатах для зберігання зброї і боєприпасів,

на об'єктах торгівлі, розрахованих на одночасне перебування до 50 осіб, та в інших випадках, передбачених нормами і правилами, затвердженими в установленому порядку.

У будівлях, приміщеннях, спорудах забороняється:

- прибирати приміщення і прати одяг із застосуванням бензину, гасу та інших ЛЗР та ГР, а також відігрівати замерзлі труби паяльними лампами та іншими засобами із застосуванням відкритого вогню;
- розкидати й залишати неприбраними промаслені обтиральні матеріали. Їх необхідно прибирати в металеві ящики, щільно закривати кришками і після закінчення роботи видаляти з приміщення у спеціально відведені за межами будівель місця, забезпечені негорючими збірниками з кришками, які щільно закриваються.

Для індивідуального захисту обслуговуючий персонал підприємств, де в технологічних процесах використовуються легкозаймисті, горючі рідини або газу, повинен бути забезпечений комплектом спеціального термозахисного одягу. Спецодяг повинен завчасно пратися та ремонтуватися, зберігатися у розвішеному вигляді в металевих шафах, установлених у спеціально відведених для цього приміщеннях.

Під час організації і проведення заходів з масовим перебуванням людей слід дотримуватись таких вимог:

- при кількості людей понад 50 осіб використовувати приміщення, забезпечені не менш як двома евакуаційними виходами, що відповідають вимогам будівельних норм, не мають на вікнах глухих ґрат і розташовані не вище другого поверху в будівлях з перекриттями з горючих матеріалів, групи горючості Г3, Г4 згідно з ДСТУ Б В.2.7-19-95 "Матеріали будівельні. Методи випробування на горючість";

На вимогу органів державного пожежного нагляду здійснюються й інші (додаткові) протипожежні заходи.

Обмеження поширення пожежі в будинках досягається:

- застосуванням конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, спрямованих на створення перешкод поширенню небезпечних факторів пожежі приміщеннями, між приміщеннями, поверхами, протипожежними відсіками та секціями;
- зменшенням пожежної небезпеки будівельних матеріалів і конструкцій, у тому числі оздоблень й облицювань, що застосовуються у приміщеннях і на шляхах евакуації;
- зменшенням вибухопожежної та пожежної небезпеки технологічного процесу, використанням засобів, що перешкоджають розливанню та розтіканню горючих рідин під час пожежі;
- застосуванням засобів пожежогасіння, в тому числі автоматичних установок пожежогасіння, а також інших інженерно-технічних рішень, спрямованих на обмеження поширення небезпечних факторів пожежі.

Під час проектування будинків визначають їхні частини, які мають бути протипожежними відсіками або протипожежними секціями. Необхідність улаштування таких відсіків і секцій встановлюється відповідними НД.

Протипожежними відсіками можуть бути частини будинку, які відокремлені від інших його частин:

- а) протипожежною стіною 1-го типу по всій висоті та ширині (або довжині) будинку;
- б) протипожежним перекриттям 1-го типу по всій довжині та ширині будинку;
- в) протипожежними стінами та перекриттям 1, 2, 3 типів, а також протипожежними перегородками 1-го типу та перекриттям 3-го типу.

Протипожежні стіни 1-го типу, які на всю висоту та ширину (або довжину) будинку відокремлюють одну його частину від іншої, повинні:

- а) забезпечувати непоширення пожежі в суміжні частини будинку в разі однобічного обвалення конструкцій, що прилягають до цих стін;

б) спиратися на фундаменти або на фундаментні балки, перетинати всі конструкції та поверхи будинку;

в) перевищувати покрівлю будинку не менше як: на 0,6 м, якщо хоча б один з елементів покриття, за винятком покрівлі, виконано з матеріалів груп горючості Г3 або Г4; на 0,3 м, якщо хоча б один з елементів покриття, за винятком покрівлі, виконано з матеріалів груп горючості Г1 або Г2.

Противопожежні стіни можуть не перевищувати покрівлю, якщо всі елементи покриття, за винятком покрівлі, виконано з негорючих матеріалів.

Противопожежні стіни допускається встановлювати безпосередньо на конструкції каркаса будинку, які виконані з негорючих матеріалів. При цьому межа вогнестійкості каркаса разом з його заповненням і вузлами кріплень має бути не меншою за нормовану межу вогнестійкості протипожежної стіни відповідного типу.

Противопожежні стіни всіх типів, що прилягають до зовнішніх стін будинків, мають:

а) при влаштуванні зовнішніх стін з матеріалів груп горючості Г2 – Г4 перетинати ці стіни та виступати за їхню зовнішню площину (з урахуванням облицювання) не менше як на 0,3 м;

б) при влаштуванні зовнішніх стін з негорючих матеріалів і зі стрічковим застосуванням перетинати це застосування. При цьому допускається, щоб протипожежна стіна не виступала за площину зовнішньої стіни.

Допускається у зовнішній частині протипожежної стіни розміщувати вікна, двері, ворота з ненормованими межами вогнестійкості на відстані не менше як 8 м по вертикалі над покрівлею і не менше як 4 м по горизонталі від стін прилеглої частини будинку.

У протипожежних стінах будь-якого типу допускається влаштовувати вентиляційні та димові канали таким чином, щоб у місцях їх розташування межа вогнестійкості протипожежної стіни з кожного боку каналу була не менша за нормовану межу вогнестійкості протипожежної стіни, в якій він влаштовується.

## ВИСНОВКИ

1. Обов'язкова інформація, що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель: місцеві кліматичні умови; функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі; геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі; санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі; нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та їх елементів, а також інженерних систем; використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації.

2. Доведено, що розрахунок енергоефективності є частиною методики, що допомагає вирішити одну з найгостріших проблем у світі на сьогоднішній день - проблему раціонального використання енергоресурсів. Для вирішення завдань енергозбереження може застосовуватися безліч сучасних енергоефективних технологій. Щоб з усіх можливих варіантів вибрати найбільш вдалий рішення для кожної конкретної ситуації виконують розрахунок енергоефективності.

3. Доведено, що у основу класифікації будівель по енергетичній ефективності покладений рівень відносного відхилення розрахункових і нормативних значень питомої витрати теплової енергії на опалювання.

4. Енергетична паспортизація будівель є обов'язковою умовою забезпечення їх енергоефективності. Енергетичний паспорт повинен містити три аспекти енергетичної ефективності будівель: доказ відповідності проекту нормативним вимогам, контроль енергоефективності в процесі експлуатації, мотивація власників будинків до зниження енергоспоживання. Крім того, цей документ повинен підтверджувати енергетичну якість будинку при оцінці його вартості на ринку житла.

5. Розроблені рекомендації щодо енергетичної ефективності будівель та алгоритм послідовності розрахунку параметрів енергетичного паспорта.

## Додаток 1

до Методики визначення  
енергетичної ефективності будівель

## ЗНАЧЕННЯ

сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти

Енергоносії/послуга	Джерело теплозабезпечення	Ефективність, %		
		До 1994	1994-2008	Починаючи з 2008
1	2	3	4	5
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Стандартний котел вкл./викл.	69	70	71
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Низькотемпературний котел	74	76	78
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Конденсаційний котел	76	78	80
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Звичайний котел для житлових приміщень	71	74	77
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Котел для опалення та гарячого водопостачання	69	74	76
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Газовий конвектор для житлового приміщення	63	67	71
Легкий сорт мазуту	Стандартний котел вкл./викл.	65	68	70
Легкий сорт мазуту	Стандартний котел багатоконтурний	69	72	75
Легкий сорт мазуту	Модуляційний котел	72	76	78
Легкий сорт мазуту	Низькотемпературний котел	72	75	78
Легкий сорт мазуту	Конденсаційний котел	74	77	79
Легкий сорт мазуту	Водяний котел	69	71	74
В'язкий сорт мазуту	Паровий котел	67	70	72
Чорне вугілля	Котел на в'язкому мазуті - з ручним управлінням	53	55	57

Вугілля	Котел на в'язкому мазуті - автоматичний	52	56	60
Дерев'яні пелети	Котел на біомасі - автоматичний	62	66	68
Дерев'яна щепка	Котел на біомасі - автоматизована система подачі	62	64	66
Інша біомаса	Котел на біомасі - ручне управління	52	56	60
Дерев'яні скіпки	Піч/камін з ручною подачею	48	52	54
Дерев'яні скіпки	Котел на біомасі з газифікацією s	62	66	68
Опалення	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110 °C зі зрізкою без коригування в ІТП*	70	70	70
Опалення	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком 110 °C або вище зі зрізкою без коригування в ІТП*	62	62	62
Опалення	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110 °C без зрізки без коригування в ІТП*. Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП** без коригування за погодними умовами	86	86	86
Опалення	Централізоване теплопостачання з постійною температурою теплоносія без коригування в ІТП*	50	50	50
Опалення	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП** з	93	93	93

	коригуванням за погодними умовами з автоматичним обмеженням витрати системи опалення кожної будівлі			
Опалення	Централізоване теплопостачання з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіка і коригуванням в ІТП* за погодними умовами	95	95	96
ГВП	Централізоване теплопостачання	95	95	96
Опалення та ГВП	Централізоване теплопостачання з тепловими пунктами квартирного типу	-	-	97
Електроенергія	Електронагрівач	99	99	99
Електроенергія	Електричний водонагрівач	98	98	98
Електроенергія	Тепловий насос - повітря-повітря, (компресор)	230	260	290
Електроенергія	Грунтовий тепловий насос з використанням геотермальної енергії - від ґрунту до води	320	350	390

\* - індивідуальний тепловий пункт.

\*\* - центральний тепловий пункт.

Визначення (якщо не дано інше):

- котел: комбінована котельно-масоспалювальна установка, призначена для передачі отриманої від спалювання теплоти до води чи пари. Максимальна теплопродуктивність повинна закладатися та гарантуватися виробником (виключення з цього визначення становлять установки з ручним завантаженням палива);

- стандартний котел: котел, для якого середня температура води обмежується його конструкцією;

- котел низькотемпературний: котел, який може постійно працювати з температурою води від 35° до 40 °С, за певних обставин можлива поява

конденсації, в тому числі у випадку використання конденсаційних котлів, які функціонують на рідкому паливі;

- конденсаційний котел: котел, призначений для постійної конденсації значної частини водяної пари, що знаходиться у газоподібних продуктах згорання. Котел повинен сприяти виходу конденсату з теплообмінника в рідкому стані шляхом витоку (дренажу) конденсату. Ті котли, які не призначені для забезпечення виходу конденсату в рідкому стані, або котли, які не мають засобів для забезпечення такого виходу, називають неконденсаційними;

- котел з функціями вкл./викл.: котел, який не має здатності варіювати швидкість згорання палива при постійному спалюванні палива. До таких котлів також належать котли з можливістю вибору швидкості горіння, яку задають лише в момент їх установки і називають діапазоном швидкості горіння палива;

- котел плавного регулювання: котел, який дозволяє варіювати швидкість згорання палива при постійному горінні;

- звичайний котел: котел, який не має можливості прямої подачі гарячої води до системи гарячого постачання води (некомбінований котел). Такий котел може здійснювати непряму подачу гарячої води через окремий бак акумулювання гарячої води.

Додаток 2  
до Методики визначення  
енергетичної ефективності будівель

Типові значення лінійного коефіцієнта теплопередачі  $\Psi$ , Вт/(м·К), для нових та існуючих будівель

	$\Psi_L$ , Вт/(м·К), для розподільної складової системи		
	Секція $L_V$	Секція $L_S$	Секція $L_A$
1	2	3	4
<b>Ізольовані відкрито прокладені трубопроводи</b>			
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводу (будівлі побудовані після 2014 року)	0,2	0,3	0,4
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює половині зовнішнього діаметра трубопроводу (будинки побудовані у 1980-1995 роках)	0,3	0,4	0,4
Будинки побудовані до 1980 року	0,4	0,4	0,4
<b>Неізольовані трубопроводи</b>			
$A \leq 200 \text{ м}^2$	1,0	1,0	1,0
$200 \text{ м}^2 < A \leq 500 \text{ м}^2$	2,0	2,0	2,0
$A > 500 \text{ м}^2$	3,0	3,0	3,0
<b>Трубопроводи, прокладені у зовнішніх стінах</b>	Загальні / які утилізують <sup>а</sup>		
Зовнішні стіни нетеплоізовані	1,35/0,80		
Зовнішні стіни із зовнішньою теплоізоляцією	1,00/0,90		
Зовнішні стіни нетеплоізовані, але мають значний опір теплопередачі ( $R \geq 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ )	0,75/0,55		
Примітка 1.	Для правил визначення $L_V$ , $L_S$ , $L_A$ (див. рисунок1).		
Примітка 2.	$A$ - кондиціонувана площа будівлі. <sup>а</sup> - (загальні - загальні тепловтрати трубопроводу; які утилізують - тепловтрати трубопроводу, які утилізують).		

де  $L_V$  - довжина трубопроводу між теплогенератором та стояками. Цей (горизонтальний) трубопровід може бути розташований в неопалюваному об'ємі (підвал, горище) або в опалюваному об'ємі;  $L_S$  - довжина вертикальних трубопроводів (стояки). Ці трубопроводи можуть бути

прокладені в будь-яких опалюваних об'ємах, у зовнішніх стінах або всередині будівлі. У них завжди циркулює теплоносія;  $L_A$  - з'єднувальні трубопроводи (вузли обв'язки). У цих трубопроводах витрата теплоносія є регульованою тепловіддавальною складовою системи в опалюваних об'ємах

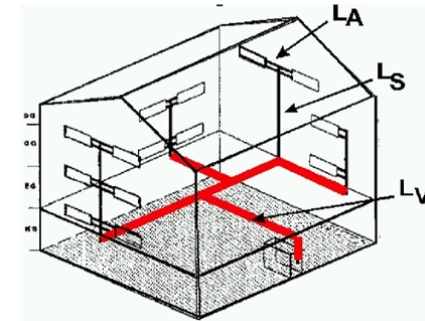


Рисунок 1 - Типи трубопроводів теплорозподільної складової системи

2. Еквівалентна довжина запірно-регульовальної арматури:

1) для врахування тепловтрат у засобах кріплення запірно-регульовальної арматури здійснюють додавання 15 % еквівалентної довжини трубопроводу. При використанні спеціальних теплоізованних засобів кріплення, опір теплопередачі яких дорівнює опору теплопередачі теплоізоляції трубопроводу, додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення, не враховують;

2) за даними проекту або вимірювань безпосередньо на місці визначають кількість елементів запірно-регульовальної арматури. Значення еквівалентної довжини запірно-регульовальної арматури, у тому числі фланці, залежно від наявності теплоізоляції наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Еквівалентна довжина запірно-регульовальної арматури

Запірно-регульовальна арматура, у тому числі фланці	Еквівалентна довжина, м (діаметр $d \leq 100$ мм)	Еквівалентна довжина, м (діаметр $d > 100$ мм)
Неізольована	4,0	6,0
Ізольована	1,5	2,5



### КЛАСИФІКАЦІЯ

будівель в залежності від функціонального призначення будівлі

#### 1. Класифікація житлових будівель за енергетичною ефективністю

Кількість поверхів	Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP), кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ], для класу енергетичної ефективності житлових будівель.						
	A	B	C	D	E	F	G
1-3	<66	<119	<132	<165	<198	≤231	>231
4 і більше	<44	<79	<87	<109	<131	≤153	>153

#### 2. Класифікація громадських будівель за енергетичною ефективністю

Кількість поверхів	Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP), [кВт·год/м <sup>3</sup> ], для класу енергетичної ефективності громадських будівель.						
	A	B	C	D	E	F	G
1-3	<[30]	<[54]	<[60]	<[74]	<[89]	≤[104]	>[104]
4 і більше	<[21]	<[38]	<[43]	<[53]	<[64]	≤[75]	>[75]

#### 3. Класифікація готелів за енергетичною ефективністю

Кількість поверхів	Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP), [кВт·год/м <sup>3</sup> ], для класу енергетичної ефективності готелів.						
	A	B	C	D	E	F	G
1-3	<60	<109	<121	<151	<181	≤211	>211
4 і більше	<39	<70	<78	<97	<116	≤136	>136

#### 4. Класифікація будівель навчальних закладів за енергетичною ефективністю

Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP), [кВт·год/м <sup>3</sup> ] для класу енергетичної ефективності будівель навчальних закладів							
A	B	C	D	E	F	G	
<[17]	<[30]	<[33]	<[42]	<[50]	≤[58]	>[58]	

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Афанасьев М.В. Оцінка енергоефективності з позиції концепції сталого розвитку / М.В. Афанасьєв, Т.І. Салашенко // Економіка і менеджмент: Матер. І Міжнар. конф. молодих вчених ЕМ-2010. Л.: Вид-во Львів. політехніки, 2010. С. 198-199.
- Бабинцева Н.С. Некоторые подходы в экономической теории: очерки / Н.С. Бабинцева. СПб.: Изд-во С. Петерб. ун-та, 2003. 200 с.
- Будівельне матеріалознавство / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський, М.О. Кочевих, Ю.Г. Гасан, Б.Я. Константинівський, В.О. Ракша. К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. 704 с.
- Ванькович Р. Безальтернативна альтернатива //Ринок інсталяцій. №2. 2006. 6-8 с.
- Гагарин В. Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях «рыночной экономики» // Светопрозрачные конструкции. 2002. № 3. С. 2–5 и № 4. С. 50–58.
- Гагарин В. Г., Ченцов М. А. Требуемое сопротивление теплопередаче стен при нормировании удельного теплопотребления здания / В кн. Бетон на рубеже третьего тысячелетия / Материалы конференции 9–14 сентября 2001 г. М. С. 1355–1362.
- Гершкович В.Ф. Яким повинен бути енергетичний паспорт будинку. //Ринок інсталяцій. №1. 2008. 25-29 с.
- Гирман Л. В. Алгоритм розрахунку опору теплопередачі замкнутих повітряних прошарків в огорожувальних конструкціях / Л. В. Гирман // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Полтава: ПолтНТУ, 2009. Вип. 2(24). С. 192–200.
- Горяйнов К. Э. и др. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий. М. : Высш. шк., 1975. С. 154–162.

10. Граник Ю. Г. Теплоэффективные ограждающие конструкции жилых и гражданских зданий // Строительные материалы. 1999. № 2. С.4–6.
11. Граник Ю. Г., Магай А. А., Беляев В. С. Объемно-планировочные решения при формировании новых типов энергоэффективных жилых зданий // Энергосбережение. 2003. № 4. С. 79–81.
12. ДБН В.2.6-31:2006 “Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель”. – К. : Держбуд України, 2006. 71 с.
13. ДБН В.2.6-33:2008 “Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації”. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 20 с.
14. ДБН БВ.2.6-36:2008 “Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками”. К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. 43 с.
15. ДСТУ В.2.2-19:2007 “Будинки і споруди. Методи визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах”. К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. 17с.
16. ДСТУ БВ.2.6-37:2008 “Конструкції будинків і споруд. Методи лабораторних випробувань показників повітропроникності огорожувальних конструкцій і їх елементів”. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 22 с.
17. ДСТУ “Конструкції будинків і споруд. Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій”. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 25 с.
18. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 “Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах”. К. : Затверджено: Мінрегіонбуд України, наказ від 01.12.2009 р., № 540.
19. ДСТУ В.2.2-21:2008 “Будинки і споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків”. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 32 с.
20. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 “Будинки і споруди. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з

- вентилюваним повітряним прошарком. Загальні технічні умови”. К. : Мінрегіонбуд України, 2008. 51 с.
21. ДСТУ Б В.2.6 34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні умови. – [Чинний від 2009.06.01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 18 с.
22. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Чинний від 2016.01.01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 140 с.
23. Денис О. Промоція використання відновлюваних джерел енергії в Україні //Перспективи фінансування ЕКО-Будівництва та енергозбереження із зарубіжних фондів: Інформаційні матеріали Міжнародної науково-практичної конференції за проектом «ЕКО-Будівництво» енергозберігаюче та екологічне будівництво в умовах трансформації економіки (Львів, 7-8 грудня 2006 р.) Упорядник Кульчицький І.І. Львів, ЛьвЦНТЕІ, 2006. 121 с.
24. Иванов Г.С. Об ошибках нормирования уровня теплозащиты ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 1999. № 9. С. 11–13.
25. Иванов Д.В., Монастырев П.В., Монастырева М.В. Основные пути экономии энергии в жилых зданиях // Труды в области архитектуры и строительства. Вып. 1. Тамбов: ТГТУ, 2000. С. 71–74.
26. Звіт про науково-дослідну роботу «Дослідження сучасних теплоізоляційних систем та розробка принципів будівельно-технічних рішень термореконструкції фасадів житлових будинків 1960-1995 років забудови з метою підвищення їх енергоефективності та зниження рівня споживання енергоресурсів будівель житлового фонду» ДП “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” : Київ, 2012. 93 с.
27. Житловий фонд України у 2010 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. Київ, 2011.
28. Керш В.Я. Энергозберігаючі технології у міському будівництві і господарстві: Навч. посіб. Одеса:Астропринт, 2007. 124 с.

29. Кузич Р.В. Практика будівництва або біофізика сприйняття комфорту // Перспективи фінансування ЕКО-Будівництва та енергозбереження із зарубіжних фондів: Інформаційні матеріали Міжнародної науково-практичної конференції за проектом «ЕКО-Будівництво» енергозберігаюче та екологічне будівництво в умовах трансформації економіки (Львів, 7-8 грудня 2006р.) / Упорядник Кульчицький І.І. Львів, ЛьвЦНТЕІ, 2006. 63-70 с.
30. Коваль О.О. Світовий досвід енергоефективного будівництва з місцевих матеріалів та доцільність його використання в умовах України / М.В. Савицький, Ю.Б. Бендерський, Є.Л. Юрченко, І.І. Перегінець, О.О.Коваль, М.М. Бабенко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Дніпропетровск: ПДАБА, 2011. Вип. №61 С. 375-382.
31. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. [Чинний з 01.06.2009].- К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 12 с. (Державний стандарт України).
32. Кокоев М.Н. Разработка энерго- и ресурсосберегающих строительных изделий, зданий и сооружений. Дис. докт. техн. наук. Нальчик, 2005. 274 с.
33. Козлов В.В. Метод инженерной оценки влажностного состояния современных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты при учете паропроницаемости, влагонепроводности и фильтрации воздуха. Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 2004. 21 с.
34. Колесник Є.С. Потенціал енергозбереження в житловому фонді України / Є.С. Колесник // Энергосбережение 2011. №11. С.6-9.
35. Композиційні водостійкі теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід для захисту доквілля від теплового забруднення / Скребнева С.М., Нікандров О. В. // XII Всеукраїнська наукова конференція «Екологічні проблеми регіонів України». Сб. тезисів докладів. Одеса, 24–26 березня 2010 р. С. 234.
36. Карапузов Є.К. Утеплення фасадів / Є.К.Карапузов, В.Г.Соха. - К.: Вища освіта, 2007. 318 с.

37. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. [Чинний з 01.04.2007 р.] К.: Мінбуд України, 2006. 65 с. (Державні будівельні норми України).
38. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2008. [Чинний з 01.07.2009 р.] К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 24 с. (Державні будівельні норми України).
39. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. [Чинний з 01.06.2009].- К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 12 с. (Державний стандарт України).
40. Ланцов А. Енергозбереження у вашому помешканні. //Ринок інсталяцій. Теплотехніка, сантехніка, газопостачання. 2006. №11. С. 22.
41. Маляренко В.А. Основи теплофізики будівель та енергозбереження: Підручник. Харків: «Видавництво САГА», 2006. 484 с.
42. Новое поколение норм и стандартов теплозащиты зданий обеспечивает переход к энергоэффективному строительству // Бюлетень строительной техники. 2004 №7. С. 9-11.
43. Матросов Ю.А. Повышенная теплозащита и энергоэффективность зданий: проблемы и решения. Опыт России /Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym. Czestochowa, 2007. S. 201-217.
44. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2002. 160 с.
45. Мхитарян Н.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве. К.: Наукова думка, 2000. 412 с.
46. Некоторые аспекты стратегии сбалансированного развития в строительстве /М. Sanytsky, W. Bialczak, O. Pozniak, U. Marushchak //Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym.Czestochowa, 2005. S. 343-350.
47. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів.

Підручник / Р.Ф. Рунова, Л.О.Шейніч, О.Г. Гелевера, В.І. Гоц К.; КНУБА, 2001. 354 с

48. Львов Г.Н., Поз М.Я., Кудрявцев А.И. Экспериментальное исследование аэродинамики и сепарации влаги в открытых стыках: Сб. науч. трудов. Конструкции, методы расчета и испытания водо- и теплозащитных качеств открытых стыков наружных ограждений. М. : МНИИТЭП, 1982. С. 67–83.

49. Лыков А.В. Теория теплопроводности. (учебное пособие) / А. В. Лыков // М. : Высш. шк., 1976. 599 с.

50. Любимова М.С., Лазарева Н.Н., Завелев В.Г. Резервы повышения теплозащиты жилых зданий // Жилищное строительство. 1980. №9. С.5–10.

51. Маклакова Т.Г. Системность – принцип современной научной деятельности // Жилищное строительство. 2003. № 7. С. 7–8.

52. Маляренко В.А. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений // Маляренко В. А., Редько А. Ф., Чайка Ю. И., Поволочко В.Б. Харьков: Рубикон, 2001. 208 с.

53. Метрологія та вимірювальна техніка: [підручник] / [Поліщук С. С., Дорожовець М. М., Яцук В. О., Ванько В. М., Бойко Т. Г.]; за ред. Є. С. Поліщука. Львів: Бескет Біг. 2003. 544 с.

54. Михеев А.П., Береговой А. М., Петрянина Л. Н. Проектирование зданий и застройки населенных мест с учетом климата и энергосбережения: Учебн. пособ. – М. : АСВ, 2002. 192 с.

55. Михеев М.А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М. : Энергия, 1977. 344 с.

56. Могилат А. Н. Проектирование теплозащиты покрытий гражданских зданий / А. Н.Могилат, Э. Н. Кривобок // К. : Будівельник, 1982. 104 с.

57. Монастырев П. В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебн. пособ. 1-е изд. М. : АСВ, 2000. 160 с.

58. Мушинский В. Ю. Технические решения дополнительного утепления зданий и проблема экономии энергоресурсов в жилищном фонде СССР: В кн.

«Экономия топливно-энергетических и материальных ресурсов в жилых зданиях» / ЦНИИЭП жилища. М, 1985. С. 83.

59. Нагорный А.Ф., Никандров А.В. Новый теплоизоляционный материал на основе вспученного перлита обработанного кремнейорганическими полимерами // Химия – народному хозяйству. Владимир. 1981. С. 60–61.

60. Новицкий А. Г. Энергосбережение при помощи волокнистого теплоизоляционного материала на основе базальтового супертонкого волокна // Новые огнеупоры. М., 2003. № 12. С. 32–34.

61. Практичний посібник. «Енергоефективний будинок крок за кроком» Книга 3. «Крок третій: Капітальний ремонт і термомодернізація будинку». Київ, 2011. 144 стор.

62. Программа повышения тепловой защиты зданий в соответствии с изменением № 3 СНиП П-3-79\* / Технические решения. Альбом 2. Кирпичные стены / АО ЦНИИЭП жилища. М., 1996. 94 с.

63. Развитие теплотехнических норм и совершенствование теплозащиты зданий Австрии //Экспресс-информация / ВНИИС, серия 10, вып. 19. 1985. С. 9–13.

64. Статистичний бюлетень про основні показники роботи опалюваних котелень і теплових мереж України за 2009 р. Державний комітет статистики України.- Київ, 2010.

65. Скрєбнєва С. М. Композиційні водостійкі теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід для захисту доквілля від теплового забруднення / Скрєбнєва С. М., Нікандров О. В. // XII Всеукраїнська наукова конференція «Екологічні проблеми регіонів України». Сб. тезисів докладів. – Одеса, 24–26 березня 2010 р. С. 234.

66. СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009 Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків.

67. СТО 00044807-001-2006 Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. Москва, 2006.

68. Современные фасадные системы / [Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.И. та ін.] : под ред Менейлюка А.И. К.: Освіта України, 2008. 339 с.
69. Строй А. Ф. Діапазон оптимізації теплотехнічних характеристик огорожуючих конструкцій за допомогою повітряних прошарків / А. Ф. Строй, Л. В. Гирман // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. К. : Техніка, 2007. Вип. 76. С. 247–250.
70. Строй А. Ф. Порівняння результатів теплотехнічного розрахунку замкнутих повітряних прошарків при використанні різних математичних моделей / А. Ф. Строй, Л. В. Гирман // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. К. : Техніка, 2010. Вип. 95. С. 90–98.
71. Стронгин Н. С., Баулин Д. К. Легкобетонные конструкции крупнопанельных жилых домов. М. : Стройиздат, 1984. 184 с.
72. Табунщиков Ю. А., Хромец Д. Ю., Матросов Ю. А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. М. : Стройиздат, 1986. 380 с. Тепло-авангард: утепляем здания / Журнал «Стройка», № 1, 2003. [найдено в Інтернет <http://www.ria-norma.com>].
73. Теплотехнические качества и микроклимат крупнопанельных жилых зданий: Сб. научн. тр. № 2 / под ред. Б. Ф. Васильева. М. : Стройиздат, 1968. 168 с.
74. Теплотехнические качества и микроклимат крупнопанельных жилых зданий. Сб научн. тр. № 3 / под ред. Б. Ф. Васильева. М. : Стройиздат. 1974. 143 с.
75. Тимофеев М. В. Математичне моделювання потрібних опорів теплопередачі елементів зовнішньої оболонки будинків / М. В. Тимофеев, С.О. Сахновська, Т. В. Жмихова // Проблеми архітектури і містобудування. Архітектурне середовище, архітектура будівель і споруд. Вип. 2010. 2(82). Вісник, Донбаської національної академії будівництва та архітектури. С. 32–37.

76. Токарь Б. З., Вейцман Л. Г. Тепловая эффективность различных типов малоэтажных жилых зданий //Жилищное строительство. 1998. №3. С. 15–16.
77. Умнякова Н. П. Теремок. Эффективная теплоизоляция Rockwool: Рекомендации специалистов и строителей. М. : Rockwool, 2000. 48 с.
78. Устинов А. И. Практика повышения долговечности и ремонтпригодности малоэтажного жилища // Жилищное строительство. 2002. №1. С. 6–7.
79. Энергоэффективность и устойчивое развитие: европейский опыт [energyland.info](http://energyland.info)
80. Энергетический менеджмент / А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др. К. ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. 472 с.
81. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1973. С. 287.
82. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г. Г. Фаренюк. К.: Гама-Принт. 2009. 216 с.
83. Фаренюк Г. Г. Нормативне забезпечення при застосуванні конструкцій фасадної теплоізоляції житлових та громадських будинків / Г.Г. Фаренюк // Будівництво України. 2009. № 1–2. С. 12–16.
84. Фаренюк Г. Г. Методи експериментального визначення показників теплової надійності конструкцій фасадної теплоізоляції / Г.Г. Фаренюк // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка: науково-технічний збірник. Вип. 36. 2010. С. 76–83.
85. Bobko T. Podstawy teoretyczne kształtowania technologii energooszczędnych // Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna «Zagadnienia współczesnego budownictwa energooszczędnego o zoptymalizowanym zużyciu potencjału energetycznego». Częstochowa, 2003. 21–26s.

86. Bonca Z., Lewiński A. Termorenowacja budynków mieszkalnych. Aspekt techniczny i ekonomiczny. IPPU MASTA, 2000. 154 s.
87. Byrdy C. Ciepłochronne konstrukcje ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych. Krakow, 2006 190 s.
88. Grabarczyk S. Fizyka budowli. Warszawa, 2005. 189 s.
89. Feist W. a.o. Podstawy budownictwa pasywnego. – Polski Instytut budownictwa pasywnego. 2006. 152 s.
90. EN 410:2011, Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing (Скло в будівництві. Визначення оптичних та сонцезахисних характеристик скління)
91. EN 673:2011, Glass in building - Determination of thermal transmittance (U value) - Calculation method (Скло в будівництві. Визначення коефіцієнта теплопередачі (значення U). Розрахункові методи)
92. EN 13363-2:2005, Solar protection device combined with glazing - Calculation of total solar energy transmittance and light transmittance - Part 2: Detailed calculation method (Сонцезахисні пристрої в комбінації зі склінням. Розрахунок загального коефіцієнта пропускання сонячної енергії та коефіцієнта світлопропускання. Частина 2: Деталізований метод розрахунку)
93. EN 15242:2007, Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration (Вентиляція будівель. Розрахункові методи оцінки величини повітряного потоку в будівлю, включаючи інфільтрацію)
94. EN 15265, Thermal performance of buildings-Calculation of energy use for space heating and cooling - General criteria and validation procedures (Теплове виконання будівель. Розрахунок енергії для опалення та охолодження приміщень. Загальні критерії і процедури перевірки)
95. EN 15315:2005, Heating systems in buildings - Energy performance of buildings - Overall energy use, primary energy and CO<sub>2</sub> emissions (Системи теплозабезпечення будівель. Енергоефективність будівель. Використання первинної енергії та викиди CO<sub>2</sub>)

96. EN 15316-3-1:2007, Heating systems in buildings-Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-1: Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements) (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енерго-потреби та енергоефективності системи. Частина 3-1. Системи гарячого водопостачання, характеристика потреби (вимоги))
97. EN ISO 6946:2007, Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method (Будівельні компоненти та елементи. Опір теплопередачі та коефіцієнт теплопередачі. Метод розрахунку)
98. ISO 10077-1:2006, Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General (Теплотехнічні властивості вікон, дверей і примикань. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1: Загальні положення)
99. EN ISO 13370:2007, Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods (Теплотехнічні характеристики будівель. Теплопередача до ґрунту. Розрахункові методи)
100. ISO 13786:2007, Thermal performance of buildings - Transmission heat loss coefficient - Calculation method (Теплотехнічні характеристики будівель. Коефіцієнт теплопередачі трансмісією. Розрахунковий метод)
101. ISO 13789:2007, Thermal performance of buildings-Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method (Теплові характеристики будівель. Коефіцієнти теплопередачі трансмісією та вентиляцією. Метод розрахунку)
102. EN 15316-2-3:2007, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-3: Space heating distribution systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-3. Теплоподілення в системі опалення).

## Рецензія

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Зарецьку Ганну Євгенівну  
(ПІБ.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд»

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання відповідає темі,  
(не згідно) (не відповідає)

містить 41 лист графічного матеріалу і пояснювальну записку з 139 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Тема магістерської роботи є актуальною та обумовлена необхідністю впровадження сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності - це дає змогу підвищити енергоефективність будівель в Україні. В останні роки питання підвищення енергоефективності, реалізації політики енергозбереження в Україні набули особливої актуальності і безпосередньо пов'язані з енергобезпекою країни. Розрахунок енергоефективності є частиною методики, що допомагає вирішити одну з найгостріших проблем у світі на сьогоднішній день - проблему раціонального використання енергоресурсів. Для вирішення завдань енергозбереження може застосовуватися безліч сучасних енергоефективних технологій.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

У магістерській роботі досліджені технічні аспекти підвищення енергетичної ефективності будівель і споруд та створення за результатами цих досліджень технічної документації щодо принципових конструктивних рішень. А також запропоновані пропозиції з енергозбереження, які допоможуть зменшити споживання енергоресурсів на цілі опалення.

Наукова цінність роботи складається в розробці пропозицій по комплексу енергозберігаючих та теплозахисних заходів у будівлях та визначенні напрямків ефективного енерговикористання.

При цьому, розроблені засоби проведення оцінки енергозберігаючого потенціалу житлових та виробничих приміщень відрізняють низькою вартістю і високим рівнем спеціалізації, тобто враховують особливості споруд різного типу та віку. Важливим елементом представленої системи енергоаудиту є врахування суб'єктивних факторів, що здійснюють вагомий вплив на споживання і втрати енергії.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Усі розділи магістерської роботи оформлені згідно норм та відповідають вимогам, що висуваються до магістерських робіт. Розділи взаємозв'язані один з одним, чітко та технічно грамотно оформлені. Науковий стиль викладення матеріалу – виконано у повному обсязі та відповідає вимогам, що висуваються до магістерської роботи.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи)

Практичне значення одержаних результатів полягає у дослідженні та узагальненні методичних підходів спрямованих на підвищення ефективності будівель та споруд; сучасних методів розрахунку енергоефективності об'єкта та розроблених рекомендаціях щодо розрахунку основних показників, які визначають енергетичну ефективність будівельного об'єкту.

Результати запропонованої роботи можуть бути використані всіма учасниками будівельного проекту на стадії його реалізації.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра в роботі не розглянутий такий фактор впливу на мікроклімат як природне старіння огороджуючих конструкцій будівлі.

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на відповідальному рівні і заслуговує оцінки:

кількість балів 93

за національною шкалою відмінно

за шкалою СКТС A

Рецензент доцент кафедри міського будівництва і господарства

Запорізького національного університету

(посада, місце роботи)

(підпис)

Федченко О.І.

(П.І.Б.)

**ВІДГУК**  
керівника кваліфікаційної роботи

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Зарецьку Ганну Євгенівну  
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд»

Виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 41 лист  
(не згідно) (не відповідає)

графічного матеріалу і пояснювальну записку з 139 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) \_\_\_\_\_  
Актуальність магістерської роботи обумовлена необхідністю запровадження енергоефективних заходів, енергозберігаючих технологій, для застосування при термомодернізації будівель і споруд, що дозволить підвищити рівень забезпеченості нормальних тепловологісних умов приміщень та огорожувальних конструкцій, знизити тепловитрати на опалення та енергоємність експлуатації будівель.  
Тому дослідження технічних аспектів підвищення енергетичної ефективності будівель і споруд в Україні та створення за результатами цих досліджень технічної документації щодо принципів конструктивних рішень являється актуальною задачею.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності) \_\_\_\_\_  
У магістерській роботі досліджені технічні аспекти підвищення енергетичної ефективності будівель і споруд та створення за результатами цих досліджень технічної документації щодо принципів конструктивних рішень. А також запропоновані пропозиції з енергозбереження, які допоможуть зменшити споживання енергоресурсів на цілі опалення.  
Основні результати магістерської роботи мають забезпечити теплову безпеку експлуатації будинків та вирішити проблеми енергозбереження та енергоефективності, а також продовження терміну експлуатації існуючих будівель.

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» \_\_\_\_\_  
відповідає прийнятим вимогам

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач \_\_\_\_\_  
на достатньому професійному рівні

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень виконано у повному обсязі та відповідає вимогам

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі кваліфікаційна робота магістра виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій та сучасних нормативних документів

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлено згідно норм та стандартів

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість \_\_\_\_\_  
Наукова цінність роботи складається в розробці пропозицій по комплексу енергозберігаючих та теплозахисних заходів у будівлях та визначенні напрямків ефективного енерговикористання.  
При цьому, розроблені засоби проведення оцінки енергозберігаючого потенціалу житлових та виробничих приміщень відрізняють низькою вартістю і високим рівнем спеціалізації, тобто враховують особливості споруд різного типу та віку. Важливим елементом представленої системи енергоаудиту є врахування суб'єктивних факторів, що здійснюють вагомий вплив на споживання і втрати енергії.  
Результати магістерської роботи мають забезпечити теплову безпеку експлуатації житлових будинків та вирішити проблеми енергозбереження та продовження терміну експлуатації будинків існуючого житлового фонду в Україні.  
За результатами досліджень опубліковано тези доповіді на XII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука-2019».

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки: \_\_\_\_\_  
Як побажання слід висловити наступне: бажано було б доповнити роботу прикладом енергетичного паспорту будинку

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на відповідальному рівні і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 92 національною Біда. ЕКТС A

Керівник \_\_\_\_\_ Сьомчина М.В.  
(посада, науковий ступінь) (підпис) (ПІБ)

к.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь)



