

МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО
РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА
ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



#НОП
НОВИЙ ОСВІТНІЙ ПРОСТІР

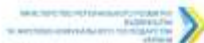
НОВИЙ ОСВІТНІЙ ПРОСТІР

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОСІБНИК

1 липня 2019

інформація в електронному вигляді на
www.dfrr.minregion.gov.ua



U-LEAD
WITH EUROPE

Розроблення цього інформаційного посібника ініційовано Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України з метою надання інформаційної підтримки органам місцевого самоврядування в реалізації Нового Освітнього Простору в закладах освіти. Посібник також буде в нагоді директорам шкіл, педагогічним працівникам, батькам, проектним організаціям, архітектурним та дизайнерським бюро, які залучені до створення проектів Нового Освітнього Простору.

Автор: Андрій Цибулько, експерт з енергоефективності та енергоаудиту.

Цей інформаційний посібник підготовлено за підтримки Європейського Союзу та його держав-членів Данії, Естонії, Німеччини, Польщі та Швеції. Зміст посібника є виключною відповідальністю його авторів та не може жодним чином сприйматися як такий, що відображає погляди Програми «U-LEAD з Європою», уряду України, Європейського Союзу та його держав-членів Данії, Естонії, Німеччини, Польщі та Швеції.

Ця інформація є вільною для копіювання, перевидання та поширення по всій території України всіма способами, якщо це здійснюється безоплатно для кінцевого споживача і якщо при такому копіюванні, перевиданні та поширенні є посилання на авторів і суб'єкта майнового права на цю інформацію. Всі візуальні матеріали є загальнодоступними та взяті з відкритих джерел.

ЗМІСТ

1. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	5
1.2. Нормативно-правові акти.....	6
2. ВИМОГИ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	8
2.1. Показники енергоефективності.....	9
2.2. Вимоги до огорожувальних конструкцій.....	11
2.3. Вимоги до інженерних систем	12
2.4. Вимоги до систем освітлення	13
3. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	15
3.1. Загальні рекомендації із заходів по підвищенню енергоефективності.....	15
3.1.1. Утеплення зовнішніх стін (в т. ч. цоколю)	19
3.1.2. Заміна зовнішніх дверей.....	22
3.1.3. Утеплення даху	23
3.1.4. Заміна вікон	25
3.1.5. Модернізація системи опалення.....	26
3.1.6. Модернізація системи вентиляції.....	30
3.1.7. Модернізація системи освітлення	32
3.1.8. Використання альтернативних джерел.....	33
3.1.9. Організаційні заходи (енергоменеджмент).....	36
3.2. Інвестиційні показники.....	37
3.3. Часті помилки при реалізації заходів з підвищення енергоефективності	39
4. КРАЩІ ПРАКТИКИ ТА ДОСВІД	40
Комплексна термомодернізація будівлі ДНЗ №99 в м. Києві.....	40
Термомодернізація будівлі ДНЗ №21 в м. Житомир.....	41
Термомодернізація будівлі ДНЗ №63 в м. Житомир.....	42
Термомодернізація будівлі ДНЗ №5 «Сонечко» в м. Миргород	43
Термомодернізація будівлі ЗОШ №2 в м. Первомайський, Харківської обл.	44
Інші приклади.....	45
5. КОРИСНІ ПОСИЛАННЯ.....	46

1. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

Питання ефективного використання енергетичних ресурсів в Україні, в ситуації значного підвищення тарифів на енергоносії та динаміки їх подальшого зростання, набули загальнодержавного значення.

Проблема неефективного споживання енергоресурсів існує в громадських будівлях, включаючи заклади освіти.

Недотримання температурного режиму в школах і дитсадках негативно впливає на якість навчального процесу.

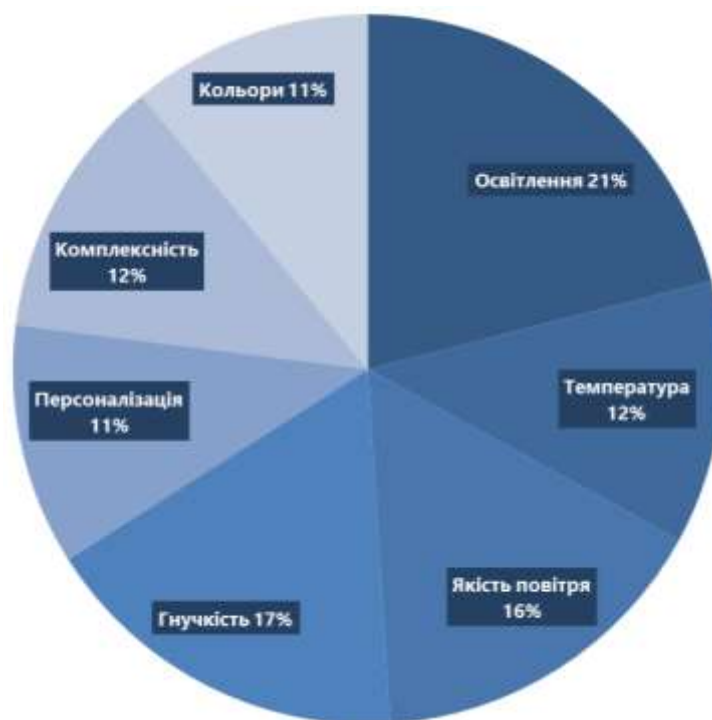


Рис. 1. Фактори, які впливають на ефективність навчального процесу¹

Згідно наявних досліджень - **освітлення, температура та якість повітря в будівлі складають половину всіх факторів, які мають визначальне значення на якість та результативність навчального процесу.**

Рішенням цієї проблеми є - комплекс заходів спрямованих на підвищення енергоефективності будинків закладів освіти, які дадуть позитивний вплив як на комфортний режим перебування в них, так і на зменшення платежів за енергоносії.

¹ За результатами дослідження Університету Селфорда (Манчестер), лютий 2015

1.2. Нормативно-правові акти

Нормативно-правові документи та будівельні норми, які діють в Україні та встановлюють вимоги щодо енергоефективності будівель, в тому числі, закладів освіти:

Таблиця 1. Нормативно-правові акти

Нормативний документ	Регламентує
Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»	Правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях
ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії	Основні положення основної вимоги до виробів, будівель і споруд щодо забезпечення економії енергії та теплової ізоляції будівель
ДБН В.2.2-3-97 Будинки та споруди навчальних закладів. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. (Чинні з 01.09.2018 р. На заміну ДБН В.2.2-3-97)	Проектування нових і реконструкцію існуючих будівель закладів освіти (крім закладів дошкільної освіти)
ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення	Проектування освітлення територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд різного призначення
ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі	Проектування нових та реконструкцію, модернізацію і технічне переоснащення існуючих теплових мереж
ДБН В.2.6-31-2016 Теплова ізоляція будівель	Вимоги до показників енергоефективності та теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій
ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування»	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією житлових, громадських і промислових будинків та споруд для нового будівництва та конструкції фасадної теплоізоляції при реконструкції та капітальному ремонті (термічної модернізації) будинків
ДСТУ 4065-2001 Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги	Методологію та порядок ведення енергетичного аудиту державних (зокрема — бюджетних) установ та організацій
ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» в складі проектної документації	Вимоги до складу, викладення та оформлення розділу "Енергоефективність" при проектуванні житлових та громадських будинків
ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги	Класифікацію конструкцій зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та загальні технічні вимоги до конструкцій
ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій	Метод експериментального визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинків і споруд та оцінювання рівня відповідності нормативним вимогам
ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні	Метод розрахунку енергоспоживання та встановлює національні рішення стосовно розрахункового методу оцінки річного енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790. З метою здійснення повного розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, гарячому водопостачанні, а також освітленні, цей стандарт встановлює національні рішення стосовно інших пов'язаних з ним регіональних і міжнародних

Нормативний документ	Регламентує
	стандартів.
ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 Будівельна кліматологія	Кліматичні параметри, що використовують при проектуванні будинків та споруд, систем опалення, вентиляції, кондиціонування, водозабезпечення, складання енергетичного паспорта будинку
ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель	Методичні положення з розроблення документа, що відображає енергетичні властивості будівлі (або відокремлених частин будівель) з метою отримання інформації про фактичні показники енергетичної ефективності будівель, проведення оцінки відповідності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель при проведенні енергетичного обстеження (аудиту) будівлі
ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Будинки і споруди. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель	Методичні основи при проведенні енергетичного аудиту будівель з визначенням алгоритму проведення, етапів його проведення, вимог до експериментального обладнання, оцінки результатів енергетичного аудиту та правил оформлення звіту та представлення отриманих результатів.
ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель	Методичні положення щодо вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення житлових, громадських та промислових будівель під час проектування нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) та технічного переоснащення
ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 Настанова з розрахункової оцінки показників тепlostійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій	Порядок розрахунку показників тепlostійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій житлових, громадських та промислових будівель під час проектування нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації).
ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій	Порядок розрахунку показників повітропроникності огорожувальних конструкцій житлових будинків, громадських та промислових будівель під час проектування нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації).
ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій	Стандарт спрямований на реалізацію положень ДБН в.2.6-31 та відповідно до Закону України "Про будівельні норми" є обов'язковим до застосування. Положення цього стандарту дозволять вирішити питання щодо забезпечення теплової безпеки при експлуатації будинків та споруд, що сприятиме вирішенню проблеми енергозбереження протягом всього строку експлуатації будівель.

Примітка: Цей перелік нормативно-правових документів та будівельних норм є не вичерпним.

2. ВИМОГИ ДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Енергетична ефективність будівлі це властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі².

Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності це сукупність вимог до огорожувальних конструкцій будівлі, інженерних систем та їх елементів (у тому числі обладнання), дотримання яких забезпечує належні умови життєдіяльності людей у такій будівлі протягом нормативного строку експлуатації при нормативно-допустимому рівні витрат енергії.

Енергетична ефективність будівель (в тому числі закладів сфери освіти) може забезпечуватися шляхом:

1. підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель;
2. встановлення засобів обліку (в тому числі засобів диференційного (погодинного) обліку споживання електричної енергії) та регулювання споживання енергетичних ресурсів;
3. впровадження автоматизованих систем моніторингу і управління інженерними системами;
4. підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;
5. використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та/або видів палива (з використанням інженерних систем будівлі);
6. застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі;

Заходи з підвищення енергоефективності об'єктів сфери освіти **розроблюються за результатами обстеження об'єкту (енергоаудиту)**, що виявляє всі чинники, що негативно впливають на експлуатаційну надійність будівлі і безперебійну роботу інженерних систем та зовнішніх теплових мереж.

Енергоаудит визначає конкретні причини неефективного енергоспоживання та дає перелік енергоефективних заходів з їх орієнтовними вартістю, строками окупності та очікуваною економією. Енергоаудитор також може запропонувати пріоритетність в реалізації заходів за умови відсутності необхідних фінансових ресурсів для комплексної реалізації всіх заходів.

Перелік організацій, що можуть проводити енергоаудит вказаний на сайті Держенергоефективності (<http://saee.gov.ua/uk/content/buildings-certification>).

З прикладами звітів з енергоаудиту можна ознайомитися на сайті Асоціації енергоаудиторів України (<https://aea.org.ua/energy-audit/sample-report-on-energy-audit/>)

² Згідно Закону України «Про енергетичну ефективність будівель»

2.1. Показники енергоефективності

Загальним показником енергоефективності будівлі є її питома річна енергопотреба EP. Відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 нормується максимально допустима питома енергопотреба (EP_{max}), **що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщенні віднесена до одиниці кондиціонованої площі або об'єму будівлі.**

Таблиця 2. Нормативна максимальна питома енергопотреба будівель EP_{max}

№ п.п.	Призначення будівлі	Значення EP _{max} , кВт·год/м ³ , для температурної зони України	
		I	II
1	Будинки та споруди навчальних закладів	28	30
2	Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів	48	50

Клас енергетичної ефективності будівлі - розрахунковий рівень енергетичної ефективності будівлі або її відокремлених частин, визначений за інтервалом значень показників енергетичної ефективності, що встановлюються відповідно до вимог законодавства з урахуванням гармонізованих стандартів Європейського Союзу у сфері енергетичної ефективності будівель.

Клас енергоефективності будівлі **підтверджується енергетичним сертифікатом**³.

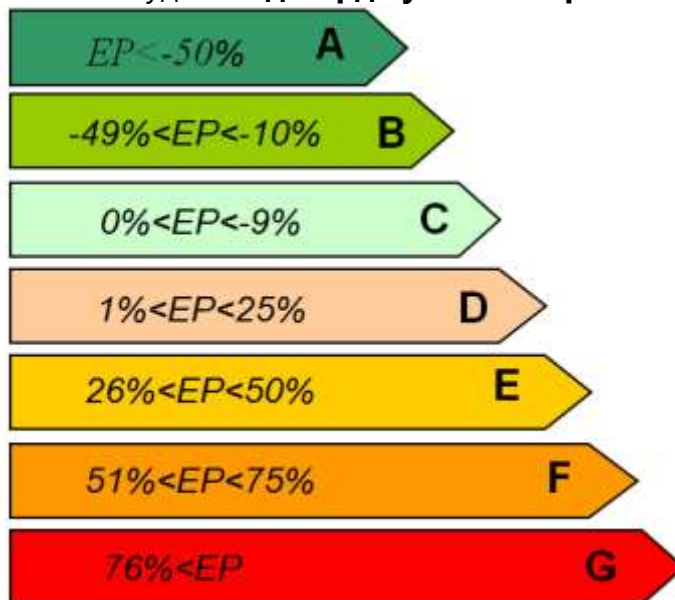


Рис. 2. Класи енергетичної ефективності будинку

³ електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано

Сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою для:

1. 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 України "Про регулювання містобудівної діяльності".
2. будівель державної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади.
3. будівель з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, у всіх приміщеннях яких розташовані органи місцевого самоврядування (у разі здійснення ними термомодернізації таких будівель).
4. **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.

Енергоаудитори, які мають намір здійснювати діяльність із сертифікації енергетичної ефективності будівель та обстеження інженерних систем, **повинні пройти професійну атестацію у комісіях, створеними закладами вищої освіти або саморегульними організаціями у сфері енергетичної ефективності.**

База даних фахівців (атестованих енергоаудиторів із сертифікації енергетичної ефективності будівель та фахівців з обстеження інженерних систем будівель, а також інженерів-проектувальників) розміщена на сайті Держенергоефективності (<http://saee.gov.ua/uk/content/energy-auditors-attestation>)

2.2. Вимоги до огороджувальних конструкцій

Вимоги до теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівель регламентує ДБН В.2.6-31:2016. Для зовнішніх огороджувальних конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, обов'язкове виконання умов:

1. Приведений опір теплопередачі елемента огороджувальної конструкції повинен бути не менше мінімально допустимого значення $R_{q \min}$ (Табл. 3)

Таблиця 3. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій $R_{q \min}$, $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$

Вид огороджувальної конструкції	Нормативне значення $R_{q \min}$, $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні стіни	3,3	2,8
Суміщені покриття	6,0	5,5
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
Світлопрозорі огороджувальні конструкції	0,75	0,6
Зовнішні двері	0,6	0,5

2. Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, в залежності від виду огороджувальної конструкції та призначення будівлі, має бути не більше ніж значення наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції $\Delta T_{пр}$, $^{\circ}\text{C}$

Вид огороджувальної конструкції	Вид огороджувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні)	Покриття та перекриття горищ	Перекриття над проїздами та підвалами
Дитячі установи, школи, інтернати	4,0	3,0	2,0

3. Мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огороджувальній конструкції, в залежності від виду теплопровідних включень, місця їх розташування та призначення будівлі, не повинно бути менше значення температури точки роси для непрозорих елементів

огороджувальних конструкцій та 6°C для світлопрозорих зон, коробок, імпостів та штапиків віконних та дверних блоків.

4. Теплостійкість зовнішніх огороджувальних конструкцій в літній період року.

Амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні непрозорих огороджувальних конструкцій не повинна перевищувати значення 2,5°C.

5. Теплостійкість огороджувальних конструкцій в зимовий період року.

Амплітуда коливань температури внутрішнього повітря не повинна перевищувати значення 1,5°C.

6. Показник теплосвоєння поверхні підлоги не повинен перевищувати 12 Вт/(м²•К).

7. Зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом, у будівлях без підвалу необхідно утеплювати теплоізоляційними матеріалами на глибину 0,5 м нижче поверхні ґрунту, в будівлях з підвалом – на глибину 1 м нижче поверхні ґрунту. Товщина теплоізоляційного матеріалу визначається відповідно діючих норм, але не менше ніж 50 мм.

8. При кожному зовнішньому вході слід передбачати тамбури для теплового та вітрового захисту. Тамбури допускається не влаштовувати на виходах із будинків та приміщень, якщо ці виходи є лише евакуаційними, а також при входах до неопалюваних приміщень. За відповідного обґрунтування допускається також не передбачати тамбур при зовнішньому вході до приміщення громадського призначення площею до 100 м² включно. У цьому випадку на вході необхідно передбачати повітряно-теплову завісу та **обладнувати зовнішні двері пристроями самозачинення.**

2.3. Вимоги до інженерних систем

Інженерні системи - технічне обладнання будівлі (її відокремлених частин), житлових або нежитлових приміщень, призначене для опалення, охолодження, кондиціонування, вентиляції, постачання гарячої води, освітлення будівлі або її частини чи для поєднання цих функцій.

Основні **вимоги до енергетичної ефективності** систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК):

1. Системи ОВК слід проектувати відповідно до класу їх енергоефективності;

2. Клас енергоефективності технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління систем ОВК слід приймати не нижче класу енергоефективності будівлі;

3. Рекомендується застосовувати обладнання (насоси, терморегулятори тощо) класу енергоефективності А, незалежно від класу енергоефективності будівлі та технічного оснащення;

4. Системи ОВК слід проектувати такими, що мають можливість у кожному приміщенні будівлі закладу освіти, крім нормативно визначених виключень,

автоматично підтримувати задану споживачем температуру повітря у межах нормативно обмеженого і технічно забезпеченого діапазону;

5. Рекомендується застосовувати **обладнання для систем ОВК та проектувати ці системи з якомога меншою інерційністю реагування** на зміну внутрішніх і зовнішніх тепло- та холодо- надходжень;

6. Системи ОВК, що обслуговують приміщення з фіксованою тривалістю робочого дня або з тимчасовим перебуванням людей, **слід проектувати з автоматичними пристроями зниження надходжень теплоти (холоду) у неробочі години** або у час, коли приміщення не використовують;

7. Системи механічної загальнообмінної вентиляції та кондиціонування повітря повинні бути **обладнані засобами для автоматичного регулювання витрат рециркуляційного та зовнішнього припливного повітря** залежно від умов використання приміщення, що обслуговується, та зовнішніх кліматичних умов;

8. Для досягнення показників питомих тепловитрат згідно з ДБН В.2.6-31 у системах механічної загальнообмінної вентиляції та системах кондиціонування повітря **слід застосовувати теплоутилізацію та/або регулювання за потребою**;

9. Розміщення опалювальних приладів, як правило, слід передбачати під віконними прорізами стін з установленням тепловідбивної теплоізоляції між приладами та зовнішньою стіною;

10. Будівлі, що підключаються до систем централізованого тепlopостачання, **мають бути обладнані вузлами комерційного обліку**;

11. Опалювальні прилади мають бути **оснащені автоматичними регуляторами температури повітря** в приміщенні (терморегулятор або електронний регулятор витрати теплоносія).

2.4. Вимоги до систем освітлення

В якості освітлювальних приладів рекомендується використовувати люмінесцентні лампи чи світлодіодні лампи зі спектром кольоровипромінювання: білий, тепло-білий, природно-білий; світлодіодними лампами з кольоровою температурою 3500 - 4200К.

Питома потужність освітлення для навчальних приміщень, кабінетів інформатики, навчальних майстерень: люмінесцентного 24–28 Вт/м², світлодіодного 6 Вт/м², для ламп розжарювання 48 Вт/м²; для рекреацій, спортивних та актових залів: люмінесцентного 12–14 Вт/м², світлодіодного 3 Вт/м², для ламп розжарювання 24 Вт/м².

Лампи розжарювання слід використовувати тільки в тих приміщеннях, де за технологічними вимогами не припустиме застосування люмінесцентних та світлодіодних ламп.

В одному приміщенні слід використовувати лампи одного виду.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Загальні рекомендації із заходів по підвищенню енергоефективності

Для підвищення енергоефективності будівлі закладу освіти необхідно здійснити ряд інженерно-технічних заходів, а саме:

1. Підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель;
2. Модернізацію внутрішніх та зовнішніх мереж систем тепло- та водопостачання;
3. Модернізацію систем вентиляції;
4. Облік і регулювання споживання енергоресурсів і води;
5. Модернізація системи освітлення.

Кожна будівля унікальна, тому кожний **проект повинен розглядатись індивідуально, щоб визначити специфічні можливості підвищення енергоефективності.**

ВАЖЛИВО:

Для досягнення максимального ефекту в підвищенні енергоефективності необхідно здійснювати весь комплекс зазначених заходів. Відсутність комплексного підходу не забезпечує бажаних показників енергоефективності і може призвести до неефективного витрачання коштів.



Рис. 3. Орієнтовні значення тепловтрат будівлі

Термомодернізація будівель - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту будівель або робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію.

Термомодернізація будівель **здійснюється без розроблення проектної документації**, отримання документів, що дають право на виконання будівельних робіт, та прийняття такого об'єкта в експлуатацію **лише** при виконанні робіт із:

1. існуючими заповненнями віконних, балконних та дверних блоків або інженерними системами (крім робіт з реконструкції або капітального ремонту інженерних систем).
2. огорожувальними конструкціями об'єктів із незначними наслідками (СС1).
3. заміни покриття покрівель будівель, які не передбачають втручання в огорожувальні та/або несучо-огорожувальні конструкції.
4. приєднання та підключення індивідуальних (садибних) житлових будинків, садових, дачних будинків до інженерних мереж.

ОРІЄНТОВНІ ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЛІ:

1. ЕНЕРГОАУДИТ БУДІВЛІ

- a. Визначення основних проблем з енергоефективністю в будівлі (чи існують вони взагалі?), розробка основних заходів з енергоефективності та визначення їх попередньої вартості та економії від їх реалізації.
- b. За результатами енергоаудиту формується дорожня карта реалізації проекту з підвищення енергоефективності.

2. РОЗРОБЛЕННЯ ТА ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

3. ПРОВЕДЕННЯ ТЕНДЕРУ З ВІДБОРУ ВИКОНАВЦЯ

- a. Відповідно до вимог Закону України «Про публічні закупівлі»

4. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

- a. Найбільш важливий і затратний етап проекту. Замовнику необхідно відслідковувати щоб все було реалізовано правильно і відповідно до проекту. Під час реалізації проекту (будівництва) **здійснюється авторський та технічний нагляд** у порядку, передбаченому законодавством (Закон України «Про архітектурну діяльність»). **Технічний нагляд забезпечується замовником та здійснюється особами, які мають відповідний кваліфікаційний сертифікат**
- b. Завершення етапу – прийняття об'єкта в експлуатацію, відповідно до порядку, визначеного законодавством. Необхідно уважно перевірити всі

елементи на відповідність проекту, щоб вони гарантовано могли забезпечити заявлену економію енергоносіїв.

5. МОНІТОРИНГ РЕЗУЛЬТАТІВ І ОБСЛУГОВУВАННЯ

- а. За установленим обладнанням необхідно слідкувати, проводити його сервісне обслуговування та контролювати фактичні показники економії і їх відповідність заявленим. Якщо вони менші заявлених, вимагати від Виконавця доопрацювання всі необхідних рішень

Реалізація заходів з підвищення енергоефективності дозволить зменшити споживання енергії в будівлі. Орієнтовний потенціал економії від виду заходів наведений в таблицях нижче.

Таблиця 5. Орієнтовний потенціал економії теплової енергії за рахунок впровадження енергоефективних заходів щодо огорожувальних конструкцій, %

Утеплення огорожувальної конструкції				
Зовнішні стіни	Підвал	Дах, перекриття горища	Заміна вікон	Загальна економія
30-40%	5-15%	15-20%	10-20%	50-65%

Таблиця 6. Орієнтовний потенціал економії теплової енергії за рахунок впровадження енергоефективних заходів щодо інженерних систем будівлі, %

Комплексна модернізація системи опалення	Гідравлічне балансування системи опалення	Теплоізоляція труб, клапанів	Терморегулюючі клапани, контроль споживання	Тепловідбиваючі екрани за радіаторами	Зняття решіток	Загальна економія
20-30%	2-6%	2-3%	10-15%	4%	2-4%	30-40%

Таблиця 7. Орієнтовний потенціал економії від модернізації системи освітлення, %

Люмінесцентні лампи	Світлодіодні лампи (LED)
30-40%	50-80%

Таблиця 8. Приклади **орієнтовних строків окупності** проектів в залежності від комбінації енергозберігаючих заходів

№	Набір технічних рішень з підвищення енергоефективності	Середній строк окупності
1	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, автоматизоване керування та регулювання)	Від 2 років
2	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, автоматизоване керування та регулювання) + утеплення зовнішніх стін, перекриття над підвалом, перекриття горища	Від 5 років

№	Набір технічних рішень з підвищення енергоефективності	Середній строк окупності
3	Утеплення зовнішніх стін, заміна вікон, утеплення перекриття горища + ІТП з погодним регулюванням + автоматичне гідравлічне балансування	Від 6 років
4	Утеплення зовнішніх стін, заміна вікон, утеплення перекриття горища без модернізації та автоматизації систем тепlopостачання	Від 7 років
5	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, автоматизоване керування та регулювання) + утеплення зовнішніх стін та заміна вікон	Від 9 років
6	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, ІТП з погодним регулюванням) + утеплення зовнішніх стін та заміна вікон + вентиляція з рекуперацією	Від 10 років
7	Заміна системи опалення на двотрубну з ІТП з погодним регулюванням + утеплення зовнішніх стін, перекриття горища, перекриття (над холодним підвалом), заміна вікон + вентиляція з рекуперацією (індивідуальні рекуператори з ефективністю не менше 75%)	Від 12 років
8	Заміна системи опалення на двотрубну з ІТП з погодним регулюванням + утеплення зовнішніх стін, перекриття горища перекриття над холодним підвалом, заміна вікон + вентиляція з рекуперацією (індивідуальні рекуператори з ефективністю не менше 75%) + відновлювальні джерела енергії (сонячні колектори)	Від 14 років

3.1.1. Утеплення зовнішніх стін (в т. ч. цоколю)

Більшу частину огорожувальних конструкцій будинку займають **зовнішні стіни, тому їхній вплив на втрати теплоти будівлею є основним.**

Для теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій, як правило, застосовують теплоізоляційні матеріали. В багатошарових огорожувальних конструкціях теплоізоляційні матеріали застосовують як теплоізоляційний шар.

Теплоізоляційний шар в залежності від типу та густини теплоізоляційних виробів, що використовують, може виконуватись:

- одношаровим – на основі теплоізоляційних виробів одного типу та густини;
- багатошаровим – на основі двох або більше теплоізоляційних виробів різної густини та/або типу;
- комбінованим – на основі багатошарових теплоізоляційних виробів одного типу виконаних з шарів різної густиною, що сполучені між собою за рахунок, як хімічної, так і фізичної адгезії.

Вибір теплоізоляційного матеріалу здійснюють для наступних типів непрозорих конструкцій будівлі:

- заглиблені конструкції будівлі, цокольні конструкції;
- підлоги по ґрунту;
- зовнішні стіни;
- перекриття (цокольні, міжповерхові, горіщні);
- покриття.

Досягнення зазначених у ДБН теплотехнічних показників для зовнішніх стін у районах України, які знаходяться в першій температурній зоні (більшість областей України), **є можливим за умови утеплення зовнішніх стін теплоізоляційним матеріалом з коефіцієнтом теплопровідності близько 0,05 Вт/м·К, товщина якого визначається розрахунком.**

Найбільш поширеними рішеннями є:

1. конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою (**метод скріпленої теплової ізоляції**);
2. конструкції з вентильованими повітряними прошарками та опорядженням індустриальними елементами (**метод вентильованого фасаду**).

ВАЖЛИВО:

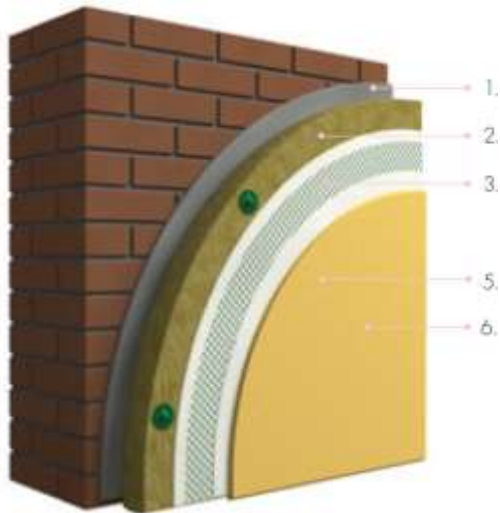
Утеплення фасадів слід виконувати **виключно** відповідно до спеціально розробленого проекту та **обов'язково** розміщувати утеплювач ззовні будівлі (замість розташування утеплювача у середині будівлі).

Метод скріпленої теплової ізоляції

Метод полягає у прикріпленні теплоізоляційних плит до стіни спеціальним клеєм і спеціальними дюбелями, захистом їхньої поверхні полімерцементними композиціями, армованою склосіткою і нанесенні шару декоративної штукатурки.

Плити монтуються так, щоб між ними практично не було проміжків. **У результаті утворюється суцільна й рівномірна тепла оболонка без містків холоду.**

Конструкція складається з клейових матеріалів, теплоізоляційного матеріалу, механічних засобів кріплення теплової ізоляції, армувальної сітки, опоряджувального покриття штукатуркою.⁴

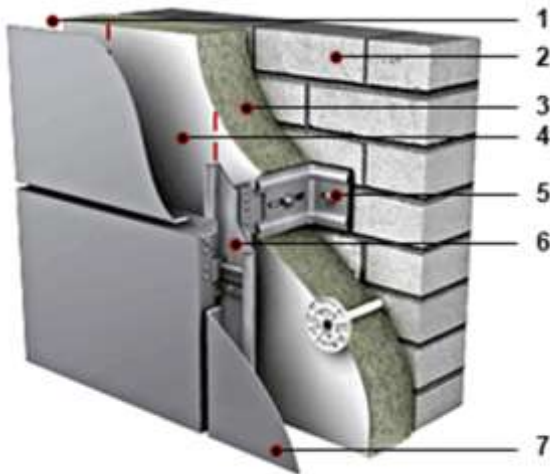


1. Клейовий шар і кріплення;
2. Теплоізоляційний матеріал;
3. Захисний шар;
4. Грунтовка;
5. Декоративна штукатурка;
6. Фарба.

Метод вентиляваного фасаду

Дає можливість створити більш довговічну конструкцію. При такому методі опорядження фасаду будівлі між шаром теплоізоляції, що кріпиться на зовнішній поверхні огорожувальної конструкції, і шаром опорядження стіни будівлі залишається вентиляований повітряний прошарок. Принцип системи полягає в тому, що технологічний прошарок, що залишається між теплоізоляцією і опорядженням, забезпечує вільний рух повітря. **Це дозволяє стіні постійно знаходитись у сухому стані, унеможливорює утворення конденсату і вологи.**

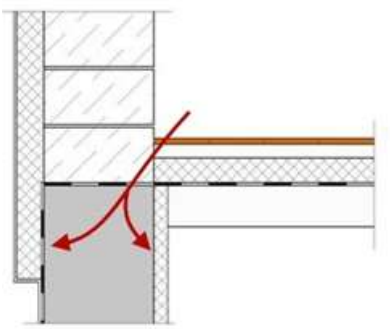
⁴ Для ілюстрації в посібнику наведені **МОЖЛИВІ** приклади конструктивних рішень



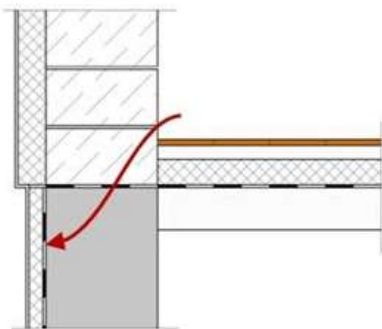
1. Стіна;
2. Теплоізоляційні плити;
3. Плівка повітрозахисна;
4. Металева під-конструкція;
5. Анкерні кріплення теплоізоляції;
6. Повітряний прошарок;
7. Захисне декоративне облицювання.

Утеплення цоколя

Зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом, у будинках без підвалу **необхідно теплоізолювати на глибину 0,5 м нижче поверхні ґрунту**, у будинках із підвалом – на глибину 1 м нижче поверхні ґрунту.



Збільшення теплової ізоляції стіни на 0,5 м нижче поверхні ґрунту і утеплення підвального приміщення з внутрішньої сторони збільшує шлях теплового потоку, відповідно зменшуються тепловтрати.



Теплова ізоляція стіни виконується на 1 м нижче рівня землі в будинках з підвалом (відповідно до п 1.5 ДБН В.2.6-31:2006), причому утеплювач у цій частині меншої товщини.

При такому способі утеплення цоколь буде трохи "втоплений" по відношенню до стіни, що дозволить вберегти його від атмосферних опадів.

Звернути увагу:

При реалізації заходу з утеплення огорожувальних конструкцій необхідно дотримуватися суцільного утеплення по всьому периметру будівлі та не допускати містків холоду в місцях стику стін з горищем, в місцях утеплення цоколю, підвалу та перекриттів над проїздами.

3.1.2. Заміна зовнішніх дверей

Заміна або утеплення дверей

Заходом передбачається заміна зовнішніх дверей на сучасні металеві, дерев'яні чи металопластикові утеплені, або утеплення наявних дверей.

При виборі дверей необхідно звернути увагу на значення опору теплопередачі конструкції, він має становити не менше 0,5 м²°С/Вт або 0,6 м²°С/Вт в залежності від температурної зони (згідно з ДБН В.2.6-31:2016).

Звернути увагу:

При реалізації заходу зовнішні двері обладнуються пристроєм для автоматичного закривання дверей (доводчиком), що особливо актуально для закладів освіти де через великий потік учнів двері часто залишаються відкритими, що спричиняє збільшені тепловтрати.

3.1.3. Утеплення даху

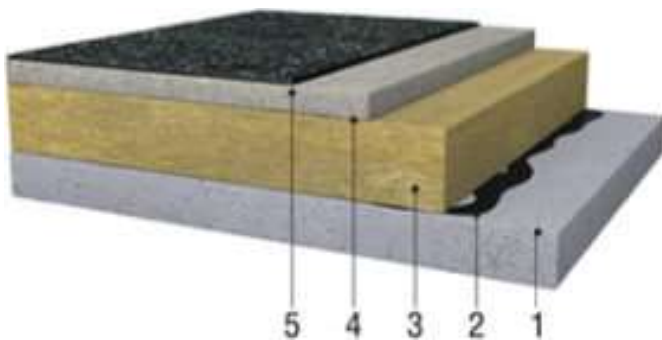
В закладах освіти найбільш поширеними є суміщені (плоскі) і горищні (скатні) дахи, відповідно кожен із типів має свою технологію утеплення.

Досягнення зазначених у ДБН В.2.6-31-2016 теплотехнічних показників для суміщених покриттів та горищних перекриттів неопалюваних горищ у районах України, які знаходяться в першій температурній зоні (більшість областей України), є **можливим за умови їх утеплення теплоізоляційним матеріалом з коефіцієнтом теплопровідності близько 0,05 Вт/м·К, товщина якого визначається за розрахунком.**

Рекомендації щодо проектування покриття також наведені в ДБН В.2.6.-220:2017 Покриття будівель і споруд.

Утеплення плоского даху

Для закладів освіти рекомендуємо застосувати двошарову систему утеплення (м'яка покрівля). Одним із найбільш поширених варіантів є застосування мінераловатних плит (товщина яких визначається розрахунком), з гідроізоляцією даху.



1. Несуча залізобетонна плита покриття;
2. Приклейка гарячим бітумом, який виконує роль пароізоляції;
3. Теплоізоляційний шар з плит;
4. Приклейка гарячим бітумом рулонної гідроізоляції;
5. Бітумно-полімерний рулонний гідроізоляційний матеріал.

ВАЖЛИВО:

При утепленні суміщених плоских покриттів необхідно забезпечувати відведення з покрівлі зливових і талих вод, не допускати місць застою води. Також необхідно передбачити перенесення снігу по покриттю під дією вітру і унеможливлення його накопичення.

Утеплення скатного даху

Теплоізоляційний шар горищного перекриття для дахів слід передбачити з матеріалів груп горючості НГ або Г1 згідно ДБН В.1.1-7. Товщину шару необхідно приймати відповідно до теплотехнічного розрахунку згідно ДБН В.2.6-31.

Найбільш поширеним варіантом утеплювача для скатного даху закладів освіти є кам'яна або скловата середнього ступеня жорсткості.

3.1.4. Заміна вікон

Заміна старих вікон на сучасні енергоефективні

Захід полягає у демонтажі старих вікон та встановленні сучасних металопластикових або дерев'яних з опором теплопередачі не менше нормативного, згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2016.

Технічні характеристики зазначаються у Паспорті виробу, який надається виробником вікон. Встановленим вимогам, в основному, відповідають двокамерні вікна з енергозберігаючим склом.



Забезпечення необхідного рівня повітрообміну

Вікна ПВХ мають високу герметичність і в закритому положенні практично не пропускають повітря, що в свою чергу порушує повітрообмін і згодом сприяє накопиченню вуглекислого газу, парів, утворенню грибка і цвілі.

Пропонується **звернути увагу на вікна з вентиляційною решіткою**. Такі пристрої допомагають уникнути надмірних втрат теплової енергії при тривалому провітрюванні приміщень у холодну пору року та забезпечувати необхідний рівень повітрообміну в будівлях закладів освіти.



ВАЖЛИВО:

Необхідно суворо дотримуватися технології монтажу вікон. Навіть саме якісне вікно при неправильному монтажу не буде ефективно працювати.

3.1.5. Модернізація системи опалення

Встановлення Індивідуального теплового пункту (ІТП)

ІТП — це комплекс пристроїв, призначений для приєднання будинкових систем опалення, гарячого водопостачання (ГВП) та вентиляції до тепломережі. Основною складовою цього комплексу є регулятор теплової потужності системи опалення за погодними умовами, який ще називають «погодним регулятором». Сам регулятор теплової потужності також є комплексом автоматичних пристроїв, «мозок» якого — електронний регулятор температури, до якого під'єднані мінімум два датчики температури: датчик температури зовнішнього повітря, який розміщують на зовнішній стіні будівлі (зазвичай північній) та датчик температури теплоносія, що поступає до системи опалення.

Електронний регулятор температури, аналізуючи інформацію від цих двох датчиків за допомогою регульовального клапану з електроприводом, коригує кількість теплоносія, який надходить з тепломережі у будівлю, зменшуючи його до необхідного рівня. Це дозволяє споживати тільки необхідну у конкретний момент часу кількість теплоносія і тим самим суттєво економити теплоенергію.

Також ІТП містить контрольно-вимірювальні прилади, насоси, вузол обліку тощо. Комплектація кожного ІТП залежить від задач, які він буде виконувати.



Промивка опалювальної системи або заміна трубопроводів та радіаторів

Оцінка стану трубопроводів системи опалення – це перший крок, з якого слід розпочинати. Холодні радіатори та низька температура в приміщеннях в зимовий період – одна з найактуальніших проблем споживачів теплової енергії. Це є наслідком того, що практично всі трубопроводи та радіатори будівель заповнені відкладеннями, накипом та ін. Тому, для покращення тепловіддачі від опалювальних приладів, необхідна промивка системи опалення або заміна, якщо вона перебуває в аварійному стані.

Балансування систем опалення

Здійснюється для забезпечення рівномірного розподілу теплоносія у всіх точках споживання. Балансування системи опалення здійснюється шляхом установлення балансувальних клапанів на стояках системи опалення.

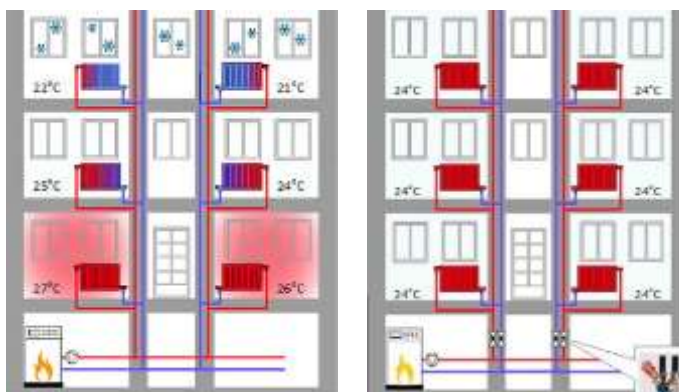


Рис. 4. Опалювальна система до та після балансування

Встановлення термостатичних вентилів



Термостатичний вентиль (автоматичний регулятор температури повітря в приміщенні) призначений для автоматичного підтримання заданої споживачем температури повітря у приміщенні шляхом регулювання витрати теплоносія в опалювальному приладі.

Дооснащення зарадіаторними екранами



Необхідно передбачити влаштування тепловідбивної теплоізоляції між приладами опалення й зовнішньою стіною (зарадіаторного екрану), з ізолону завтовшки щонайменше 5 мм, вкритого шаром алюмінієвої фольги. Встановлення тепловідбиваючих екранів значно сприяє поліпшенню комфорту в приміщенні, оскільки енергія, яка раніше витрачалась на прогрів стіни, буде використана корисно для підняття температури в приміщенні.

Утеплення внутрішніх трубопроводів

Захід передбачає теплову ізоляцію або заміну застарілої ізоляції з метою запобігання тепловим втратам від трубопроводів системи тепlopостачання, які знаходяться у неопалюваних приміщеннях



Встановлення кліматичних панелей

Кліматичні панелі це енергоефективна система для опалення та охолодження приміщень з великим об'ємом, таких як спортивні зали в школах.

Замість нагрівання повітря, кліматична панель трансформує теплову енергію в інфрачервоні промені, які безпосередньо нагрівають всі поверхні і предмети в приміщенні.

Теплоносієм в панелях є вода, тому система працює як з централізованими тепловими мережами, так і з будь-яким джерелом тепла (власна котельня, тепловий насос).

Також, до переваг кліматичних панелей відносять відсутній рух пилу та протягів, комфортна температура в залі та відсутність необхідності в обслуговуванні.



3.1.6. Модернізація системи вентиляції

У будівлях закладів освіти для досягнення необхідного рівня енергоефективності найчастіше передбачають припливно-витяжну систему вентиляції з механічним спонуканням з рекуперацією тепла.

Вентиляційний рекуператор – це пристрій, в якому тепле повітря, що видаляється з приміщення, нагріває холодне повітря, що надходить з вулиці, не змішуючись з ним. (в результаті треба менше енергії для підігрівання повітря в приміщенні)



Рис. 5. Принцип роботи вентиляційного рекуператора тепла

Переваги

- Зменшення витрат на обігріві за рахунок ефективного використання витяжного тепла (холоду);
- Постійне забезпечення надходження чистого повітря в приміщення при будь-якій погоді при закритих вікнах;
- Видалення шкідливих речовин, CO₂, неприємних запахів;
- Висока якість повітря за рахунок використання фільтрів.

Недоліки

- Висока вартість обладнання, що впливає на збільшення строку окупності всього проекту (часто модернізацію системи вентиляції не включають в перелік заходів, коли в організації, яка надає фінансування є вимоги щодо граничного строку окупності проекту);
- Необхідність регулярного обслуговування;
- Можливий шум.

3.1.7. Модернізація системи освітлення

Для скорочення витрат електроенергії необхідна заміна ламп розжарювання на світлодіодні лампи (LED), оскільки, для забезпечення потреб внутрішнього освітлення, дотепер досить часто використовуються лампи розжарювання потужністю 60 та 100 Вт.

Переваги світлодіодних ламп:

- значний строк служби, 40 000 год , тоді як лампа розжарювання світить близько 1 200 год, а звичайна люмінесцентна лампа – 10 000 год);
- значно вища світловіддача (сучасні світлодіоди більше 75% енергії перетворюють на світло, тоді як майже 90% енергії ламп розжарювання – це тепло);
- не потрібно утилізувати відпрацьовані лампи;
- моментальне ввімкнення та можливість частого вмикання;
- непотрібні стартери;
- працює стабільно при коливаннях напруги (світловий потік незмінний).



Лампа розжарювання	Люмінесцентна лампа	Світлодіодна лампа (LED)
85 Вт	35 Вт	9Вт
810 Люменів світла	810 Люменів світла	810 Люменів світла
Термін служби 1200 год	Термін служби 10 000 год	Термін служби 40 000 год
10 років = 21 лампа	10 років = 3 лампи	10 років = 1 лампа

Звернути увагу:

Необхідно передбачити: попереднє визначення стану наявної електричної мережі системи освітлення сходів і місць загального користування; демонтаж старої електричної мережі системи освітлення (у разі необхідності) та інсталяцію нової електричної мережі; оцінку відповідності наявних світильників і системи освітлення вимогам ДБН В.2.5-28-2006 і у разі потреби заміну або реконструкцію цих систем.

3.1.8. Використання альтернативних джерел

1. Влаштування **геліосистеми** для потреб ГВП (підігрів води за рахунок енергії сонця);
2. Встановлення **індивідуальної котельні на твердому паливі** (використання місцевих видів палива як альтернативи дорогому газу).

Влаштування геліосистеми для потреб ГВП

Геліосистема - це установка, яка дозволяє нагрівати воду для гарячого водопостачання та опалення.

Схема роботи системи дуже проста, вода прогрівається в сонячному колекторі, а отримане тепло накопичується в баку акумуляторі.

Геліосистеми в закладах освіти можна використовувати для:

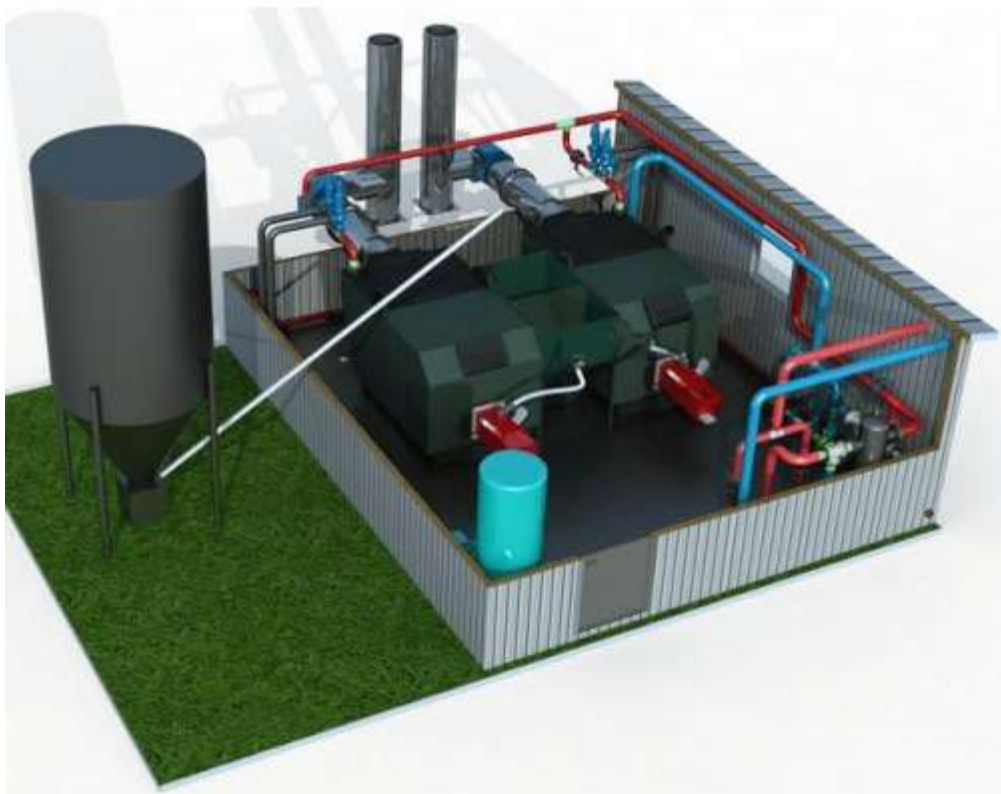
- нагрівання води (гарячого водопостачання (ГВП));
- підтримки системи опалення;
- підігріву води в басейні (якщо такий наявний в закладі освіти).

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none">- Отримання тепла з сонячної енергії безкоштовне;- Термін експлуатації установки складає мінімум 20 років;- В установці задіяна виключно енергія сонця, яка буде завжди.	<ul style="list-style-type: none">- Сезонність. У зимовий період часу, на території України, вироблення енергії істотно падає;- На геліосистему негативно впливають перепади напруги.



Встановлення індивідуальної котельні на твердому паливі

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none">- Економічність за рахунок більш дешевого палива;- Максимальна заводська готовність котельних на твердому паливі дозволяє істотно скоротити терміни і понизити витрати на проектні і монтажні роботи;- Твердопаливні котельні з автоматичним режимом подачі палива дозволяють скоротити витрати на черговий персонал;- Блочно-модульні котельні пристосовані для роботи на різноманітних видах твердого палива.	<ul style="list-style-type: none">- Необхідна гарантована наявність необхідного обсягу твердого палива (для запобігання зупинки котельні і зриву опалювального періоду);- Необхідно більше персоналу для обслуговування в порівнянні з котельнею на газу (якщо відсутня автоматика);- Складність з встановленням в густо забудованому житловому масиві;- Робота твердопаливної котельні збільшує викиди CO₂ в повітря.



3.1.9. Організаційні заходи (енергоменеджмент)

Для постійного контролю та аналізу енергоспоживання будівлею рекомендується впровадження системи енергетичного менеджменту. **Захід є маловитратним, але забезпечить постійний моніторинг витрат на енергоносії і своєчасне визначення відхилень та першочергових дій, що дозволить підтримувати досягнутий рівень споживання енергоресурсів після впровадження енергозберігаючих заходів.**

Для покращення обслуговування систем пропонується:

1. диспетчеризація;
2. розроблення інструкцій по експлуатації та обслуговуванню;
3. проведення навчання персоналу;
4. контроль по обмеженню електроспоживання ;
5. відключення або зменшення навантаження в неробочий час.

При впровадженні системи енергоменеджменту передбачається здійснення безперервного контролю і аналізу за рівнем споживання енергії у будівлі.

3.2. Інвестиційні показники

Для розуміння орієнтовної вартості проекту модернізації та його інвестиційних показників в даному розділі наведено результати енергетичних аудитів для закладів освіти⁵, з ранжуванням заходів за їх рентабельністю (NPVQ).

Заходи розділені на два пакети: перший – перелік заходів, що окупаються відносно швидко, другий – оптимальний набір заходів для повної реконструкції та максимальної економії теплової енергії.

Таблиця 9. Приклад №1. Заклад освіти, кондиціонованою площею – 5 772,3 м²

	ЕЕ Заходи	Інвестиції	Чиста економія		Окупність	NPVQ
		[грн]	[кВтг/рік]	[грн/рік]	[роки]	*
1.	Утеплення металевих вхідних дверей, заміна старих дерев'яних дверей.	81 000	19 800	22 315	3,6	3,80
2.	Експлуатація, обслуговування та енергоменеджмент (навчання персоналу, розробка інструкцій)	30 000	19 800	16 315	1,8	3,64
3.	Встановлення Індивідуального Теплового Пункту (залежного типу без теплообмінників на ГВП, з підмішуючим насосом та налаштування залежної погодної автоматики).	503 000	146 810	160 455	3,1	2,81
4.	Модернізація системи освітлення всієї будівлі з заміною ламп на світлодіодні антивандального виконання, заміна системи зовнішнього освітлення на LED	135 500	17 400	33 617	4,0	2,69
5.	Реставрація, часткова заміна теплоізоляції розподільчих трубопроводів на опалення у підвалі та горищі. Теплоізоляція відкритих ділянок трубопроводів та запірної арматури.	61 500	9 900	11 157	5,5	1,70
6.	Промивка, балансування опалювальної системи (по "довжині" встановлюючи балансувальні клапани, по "висоті" - збільшивши витрату циркуляційними насосами)	451 000	69 300	53 101	8,5	0,75
7.	Теплова ізоляція зовнішніх стін мін. ватою 150мм, включаючи цоколь на глибину промерзання ґрунту 1м ЕППС 80мм	3 593 000	257 300	289 977	12,4	0,41
Всього ЕЕ заходи (пакет 2)		4 855 000	540 310	586 936	8	0,03
8.	Впровадження локальної припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією (118шт.)	826 000	73 300	83 849	9,9	0,21
9.	Повна реконструкція системи опалення з заміною стояків, встановлення балансувальних клапанів. *	2 078 500	148 500	142 360	14,6	0,58
10.	Теплова ізоляція підлоги першого поверху зі сторони підвального приміщення мін. ватою 120мм	1 909 000	95 000	107 065	17,8	-0,02
11.	Утеплення перекриттів даху мін. ватою 200мм з подальшою їх гідроізоляцією	3 914 000	187 100	210 862	18,6	-0,06
12.	Встановлення сонячної електростанції на потреби освітлення МЗК.	845 500	14 584	28 176	30,0	-0,50
Всього ЕЕ заходи та реновація (пакет 1)		13 977 000	989 494	1 106 147	13	-0,32

⁵ За даними Асоціації енергоаудиторів, ціни станом на липень 2017 року

Таблиця 10. Приклад №2. Заклад освіти, кондиціонованою площею – 2414,2 м²

ЕЕ Заходи		Інвестиції	Чиста економія		Окупність	NPVQ
		[грн]	[кВтг/рік]	[грн/рік]	[роки]	*
13.	Встановлення Індивідуального Теплого Пункту (залежного типу без теплообмінників на ГВП, з підмішуючим насосом та налаштування залежної погодної автоматики).	667 500	478 335	529 084	1,3	8,46
14.	Експлуатація, обслуговування та енергоменеджмент (навчання персоналу, розробка інструкцій)	60 000	45 000	44 715	1,3	5,36
15.	Реставрація, часткова заміна теплоізоляції розподільчих трубопроводів на опалення у підвалі та горищі. Теплоізоляція відкритих ділянок трубопроводів та запірної арматури.	41 000	15 000	16 905	2,4	5,13
16.	Модернізація системи освітлення всієї будівлі з заміною ламп на світлодіодні антивандального виконання, заміна системи зовнішнього освітлення на LED	362 000	39 000	75 348	4,8	2,10
17.	Промивка, балансування опалювальної системи (по "довжині" встановлюючи балансвальні клапани, по "висоті" - збільшивши витрату циркуляційними насосами)	155 500	30 000	23 810	6,5	1,28
18.	Теплова ізоляція зовнішніх стін мін.ватою 120мм, включаючи цоколь на глибину промерзання ґрунту 1м ЕППС 80мм	1 772 000	120 000	135 240	13,1	0,33
19.	Заміна вікон у дерев'яних плетіннях, що залишилися незаміненими на склопакети у металопластиковому профілі, утеплення металевих вхідних дверей	864 000	25 500	28 739	30,1	-0,42
20.	Впровадження припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією в басейні та спортивній залі	1 122 000	105 000	149 713	7,5	0,59
Всього ЕЕ заходи (пакет 2)		5 044 000	857 835	1 003 553	5	0,70
21.	Встановлення системи рециркуляції, заміна теплообмінника на сучасний пластинчастий, встановлення шторки на басейн	1 245 000	426 200	476 463	2,6	5,66
22.	Утеплення перекриттів даху мін.ватою 220мм з подальшою їх гідроізоляцією	2 434 500	124 500	140 312	17,4	0,00
23.	Повна реконструкція системи опалення з заміною стояків, встановлення балансвальних клапанів.	869 500	105 000	93 335	9,3	1,48
24.	Встановлення сонячної електростанції на потреби освітлення МЗК.	845 500	15 693	30 319	27,9	-0,47
Всього ЕЕ заходи та реновація (пакет 1)		10 283 000	1 499 228	1 720 171	6	0,43

3.3. Часті помилки при реалізації заходів з підвищення енергоефективності

Помилка	Опис
Відсутність детального попереднього розрахунку ефекту	<p>Іноді навіть, на перший погляд, ефективні заходи можуть не дати позитивного результату. Наприклад сонячні колектори встановлені в тіні можуть не окупитися ніколи, або витрати на обслуговування обладнання можуть перевищити ефект від їх використання.</p> <p>Тому важливо завжди попередньо розраховувати вартість впровадження та вартість подальшого обслуговування.</p>
Недобросовісні продавці/постачальники	<p>Продавці інколи завищують ефект або свідомо продають неефективні матеріали та обладнання («зберігачі» енергії, термофарби і інші).</p> <p>Тому потрібно бути обережним якщо вам пропонують пристрої з ККД вище 100% або обіцяють зниження споживання без пояснення основних принципів роботи.</p>
Недотримання технології виконання робіт	<p>Часта фраза «<i>і так піде, я завжди так роблю</i>» від будівельників і монтажників може мати сумні наслідки для подальшої експлуатації - якщо ви вже витратилися на обладнання та матеріали, то не пошкодуйте часу і грошей на те щоб змонтувати їх правильно.</p> <p>Частий приклад: утеплення без використання дюбелів або нанесення не всіх необхідних шарів, недотримання правил монтажу вікон.</p>
Економія на капітальних затратах зі значним подальшим збільшенням експлуатаційних затрат	<p>Кожна дія має свою ціну і якщо ви вирішили встановити дешевий електрокотел або заощадити на теплоізоляції - за кілька років, за рахунок вартості енергоресурсів, можна втратити набагато більше.</p>

Уникнути вказаних проблем допоможе залучення кваліфікованого спеціаліста/компанії з наявним практичним досвідом вже реалізованих проектів в сфері термомодернізації закладів освіти.

Також, в більшості сучасних виробників є **карти технічних рішень, де прописані основні вимоги до монтажу обладнання, приведені часті помилки та способи їх уникнення.**

4. КРАЩІ ПРАКТИКИ ТА ДОСВІД

Комплексна термомодернізація будівлі ДНЗ №99 в м. Києві



Вартість проекту – **4,0 млн. грн.** (міський бюджет)

В рамках впровадження проекту було проведено:

1. утеплення зовнішніх стін (мінераловатний утеплювач та плити з декоративною поверхнею, товщиною 100 мм);
2. заміну вікон та зовнішніх дверей (металопластикові вироби з потрійним склінням);
3. утеплення цоколю нижче рівня ґрунту (пінополістирол товщиною 50 мм);
4. утеплення покрівлі (піноскло товщиною 250 мм);
5. встановлення індивідуального теплового пункту з погодозалежним керуванням та приготуванням гарячої води безпосередньо на об'єкті;
6. реконструкцію внутрішньої системи опалення (встановлення штамповано-сталевих радіаторів та термостатичних елементів);
7. реконструкцію системи вентиляції (встановлення індивідуальної рекуперації в ігрових, спальних кімнатах та пральні);
8. реконструкція системи освітлення (встановлення світлодіодних світильників);
9. заміна старих електричних плит на нові (з покращеними експлуатаційними характеристиками та нижчим рівнем енергоспоживання);
10. впровадження системи оперативного моніторингу (дистанційний збір та передача інформації про рівень внутрішньої температури, параметрами теплоносія та кількість спожитих енергоресурсів).

В результаті реалізованих заходів:

1. Економія теплової енергії склала біля 60% від базового рівня – 600 Гкал/рік
2. Економія електричної енергії біля 40% від базового рівня – 30 тис.кВт*год/рік

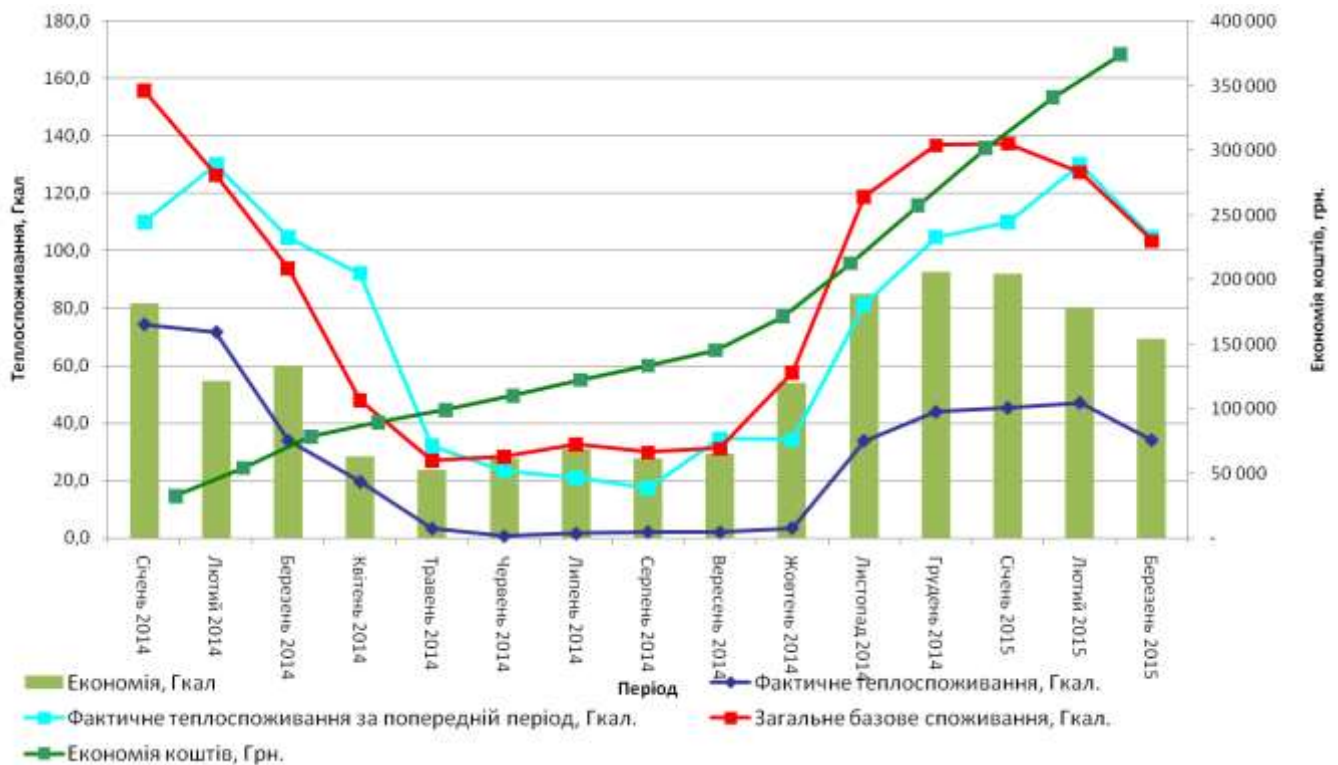


Рис. 6. Результати впровадження заходів з енергоефективності в будівлі ДНЗ №99

Термомодернізація будівлі ДНЗ №21 в м. Житомир



Утеплення будівлі дошкільного навчального закладу №21 (заміна вікон та дверей, утеплення даху, зовнішніх стін та цоколю, влаштування індивідуального теплового пункту).

За результатами проекту - економія теплової енергії за опалювальний сезон **склала 180-270 Гкал, що становить 30-50%** від базового рівня споживання теплової енергії.

Термомодернізація будівлі ДНЗ №63 в м. Житомир



Комплексна термореновація будівлі дитячого навчального закладу №63 відповідно до європейських норм та стандартів та влаштування геліосистеми для підігріву гарячої води в неопалювальний період, встановлення рекуператорів.

Вартість та джерела фінансування проекту: **3,6 млн. грн.** – загальна вартість проекту в т.ч. 2,4 млн. грн. грантові кошти GIZ та 33,3% (1,2 млн.грн.) – кошти міського бюджету.

Основні технологічні рішення в проекті:

- заміна вікон та зовнішніх дверей;
- утеплення, зовнішніх стін, перекриття над неопалювальним підвалом, цоколю та фундаменту;
- влаштування індивідуального теплового пункту;
- встановлення геліосистеми для підігріву гарячої води в неопалювальний період;
- встановлення рекуператорів тепла.

Економія енергоносіїв від впровадження проекту

- досягнуто комфортної температури в приміщенні закладу,
- економія теплової енергії за 2015-2016 роки **становила 56,8%** (107,5 Гкал)

Термомодернізація будівлі ДНЗ №5 «Сонечко» в м. Миргород



Фінансова інформація:

- Вартість проекту: **1,42 млн. грн.**
- Джерело фінансування: кошти місцевого бюджету, кошти Міжнародної технічної допомоги.
- Розрахунковий період окупності: **5,1 р.**
- Фактичний період окупності: **4,9 р.**

Реалізовані заходи:

1. Утеплення огорожувальних конструкцій;
2. Реконструкція покрівлі з улаштуванням шатрового даху та його утеплення;
3. Встановлення вузла автоматичного погодозалежного регулювання споживання теплової енергії;
4. Заміна вікон і зовнішніх дверей на енергоефективні;
5. Встановлення вакуумної геліосистеми підігріву води для потреб гарячого водопостачання.

За рахунок впроваджених енергоефективних заходів споживання теплової енергії у садочку знизилося на 39 Гкал на рік.

Термомодернізація будівлі ЗОШ №2 в м. Первомайський, Харківської обл.

В м. Первомайський проводиться термомодернізація будівлі ЗОШ№ 2. Зараз об'єкт знаходиться в процесі реалізації, тому реальну економію можна бути побачити в наступному 2019 році.



Вартість проекту: **10,8 млн. грн.**, джерело фінансування: кошти МТД.

Розрахунковий період окупності: **15 років**

Реалізовані заходи:

1. Утеплення покрівлі;
2. Утеплення фасаду;
3. Ремонт системи опалювання;
4. Ремонт системи водопостачання та вентиляції;
5. Заміна вікон та зовнішніх дверей.

Очікувана економія тепла – **195,2 Гкал** на рік (37% до базового споживання)

Інші приклади

Таблиця 11. Приклади результатів-впровадження проектів термомодернізації в будівлях навчальних закладів.

№	Виконані заходи	Об'ємно-планувальні показники			Річне споживання для опалення т у.п.		Енергопотреба для опалення тис. кВт*год		Економія енергоресурсів, тис. кВт*год (т у. п./рік.) %	Термін окупності проекту, роки
		Опал. площа, м ²	Опал. об'єм, м ³	Загал. площа, м ²	до	після	до	після		
1	- утеплення фасаду, горища; - заміна вікон та зовнішніх дверних блоків; - встановлення зарядіаторних рефлекторів; - обладнання опалювальних приладів термостатичними клапанами; - модернізація теплового вводу будівлі з забезпеченням погодозалежного регулювання системи опалення та встановленням теплового лічильника; - влаштування системи децентралізованої загальнообмінної вентиляції.	1905,0	6294,0	2191,5	86,6	30,6	457,8	172,1	285,7 (56,0) 60	6,63
2	- утеплення зовнішніх стін, фундаменту, перекриття підвалу, суміщеного покриття, перекриття неопалювального горища та зовнішніх теплових мереж; - заміну вікон та зовнішніх дверей; - модернізацію системи опалення; - Освітлення, вентиляції.	3873,0	9609,0	6232,0	113	31	760,2	179,6	580,6 (82) 76,3	5,4
3	- утеплення фасаду, фундаментних конструкцій, перекриття неопалювального горища, плоскої покрівлі, перекриття технічного підпілля; - заміну вікон та зовнішніх дверних блоків; - встановлення зарядіаторних рефлекторів; - обладнання опалювальних приладів термостатичними клапанами; - модернізація теплового вводу будівлі з забезпеченням погодозалежного регулювання системи опалення та встановленням теплового лічильника; - влаштування системи децентралізованої загальнообмінної вентиляції.	1496,4	4264,7	3050,9	84,8	21,6	429,8	125,1	304,7 (63,2) 70,8	8,03
4	- утеплення фасаду, фундаментних конструкцій, плоскої покрівлі, перекриття технічного підпілля, зовнішніх відкосів; - заміна вікон, підвіконь, зовнішніх дверних блоків; - влаштування асфальтобетонного вимощення навколо будівлі; - встановлення зарядіаторних рефлекторів; - обладнання опалювальних приладів термостатичними клапанами; - модернізація теплового вводу будівлі з забезпеченням погодозалежного регулювання системи опалення та встановленням теплового лічильника; - влаштування системи децентралізованої загальнообмінної вентиляції.	7305,6	24848,0	11747,9	281,3	87,45	1364,3	488,8	875,5 (193,85) 64,1	10,65
5	- утеплення фасаду, цокольних стін, покриття (холодного горища та суміщеного), утеплення перекриття неопалюваного тамбура, - заміну вікон та дверей; - модернізація систем освітлення, - модернізація вентиляції та опалення.	4066,0	15665,0	5427,0	126	56	854,2	355,6	489,5 (70) 57,3	7,7

5. КОРИСНІ ПОСИЛАННЯ

Організація	Сайт	Опис
Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України (Мінрегіон)	http://minregion.gov.ua/	Інформація по будівельним нормам, проектам міжнародної технічної допомоги.
Державний фонд регіонального розвитку (ДФРР)	http://dfrr.minregion.gov.ua/	Фінансування проектів регіонального розвитку, в тому числі і проектів підвищення енергоефективності.
Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України	http://saee.gov.ua	Інформація про діючі проекти Міжнародної технічної допомоги, реалізовані ЕСКО проекти і ЕСКО компанії.
Проекти з енергоефективності в Україні, що реалізуються GIZ	http://www.eeib.org.ua/	Перелік діючих проектів: Енергоефективність у громадах, партнерство з модернізації: енергоефективність в лікарнях, створення енергетичних агентств в Україні та пілотний проект «Енергоефективна забудова»
Енергоефективність у громадах (GIZ)	http://eeim.org.ua/uk/	Приклади впровадження, тренінги з енергоефективності, інша інформація по реалізації енергоефективних проектів в громадах.
Енергетичний менеджмент в українських містах	http://misto-em.org.ua	Кращі практики впровадження проектів з енергоефективності, з описом реалізованих заходів, отриманої економії та затрачених коштів. <i>*Платформа створена за ініціативи та підтримки проекту GIZ "Енергоефективність у громадах II".</i>
Проект ПРООН «Усунення бар'єрів для сприяння інвестиціям в енергоефективність громадських будівель в малих та середніх містах України шляхом застосування механізму ЕСКО»	http://eepb.org.ua/	Інформація щодо особливостей реалізації проектів ЕСКО в громадських будівлях, підготовки документів для закупівлі енергосервісу.
Всеукраїнський центр з питань енергозбереження та енергоефективності	energoefektivnaukraina.org.ua	Консультацій центр по питанням енергоефективності та енергозбереження, ЕСКО <i>*Центр створено Проектом ПРООН «Усунення перепон для залучення інвестицій у підвищення енергоефективності громадських будівель у малих і середніх містах України на основі моделі ЕСКО».</i>
ГО «Асоціація енергетичних аудиторів»	https://aea.org.ua	Інформація щодо енергоаудиту, перелік практикуючих енергоаудиторів, приклади реалізації проектів та інша інформація, що буде корисною при впровадженні енергоефективних проектів.
ГО Асоціація «Енергоефективні міста України»	http://enefcities.org.ua	Інформація щодо нових технологій, інвестицій, розвитку співробітництва та обміну досвідом з українськими і закордонними партнерами в сферах ефективного та ощадливого використання енергетичних ресурсів.